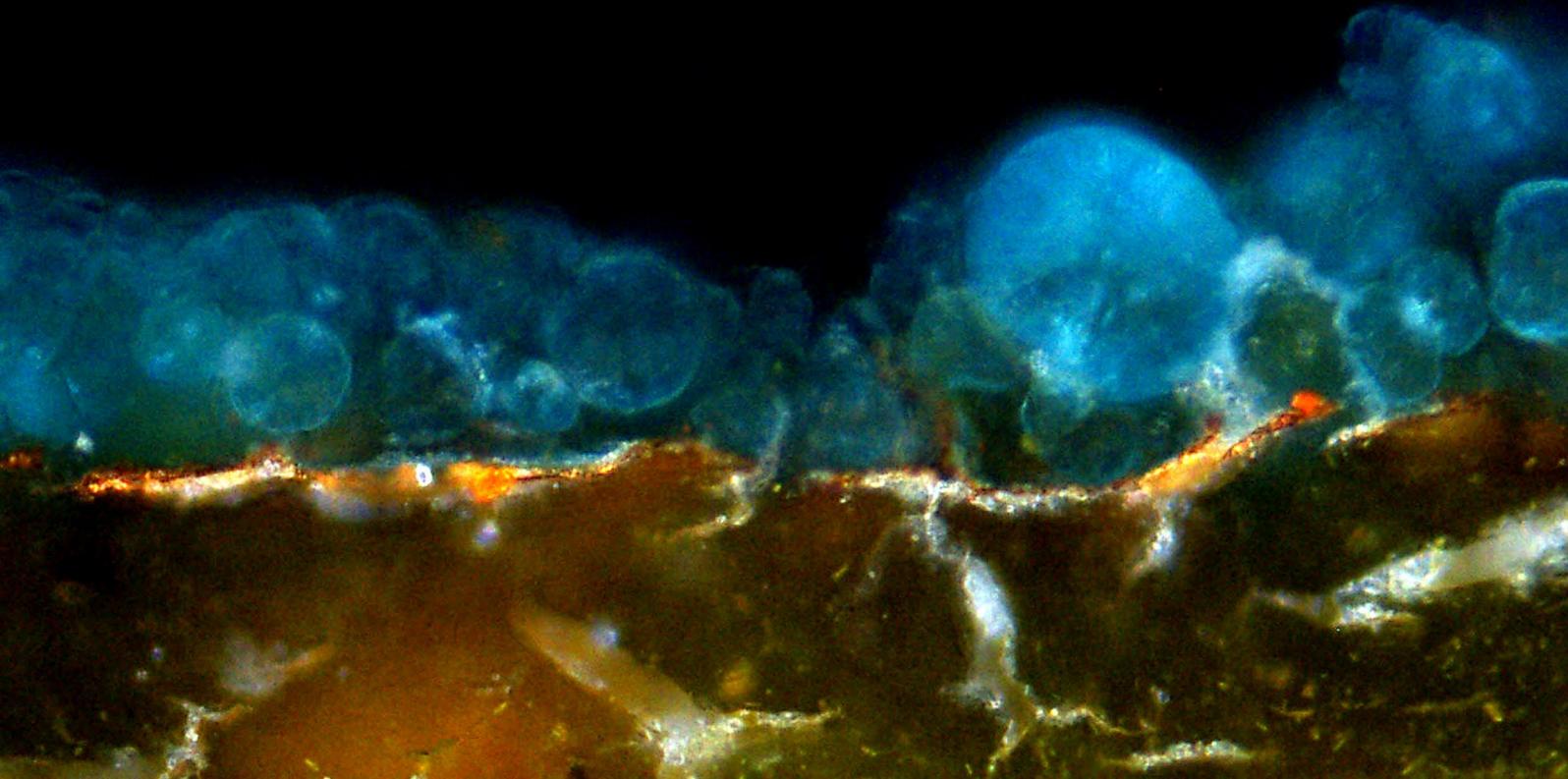


TESIS DOCTORAL

Materiales, técnicas y procedimientos en la decoración arquitectónica. Aplicaciones a la conservación y restauración de las yeserías del Patio de las Doncellas. Real Alcázar de Sevilla.

Ana Isabel Calero Castillo
Universidad de Granada, 2016

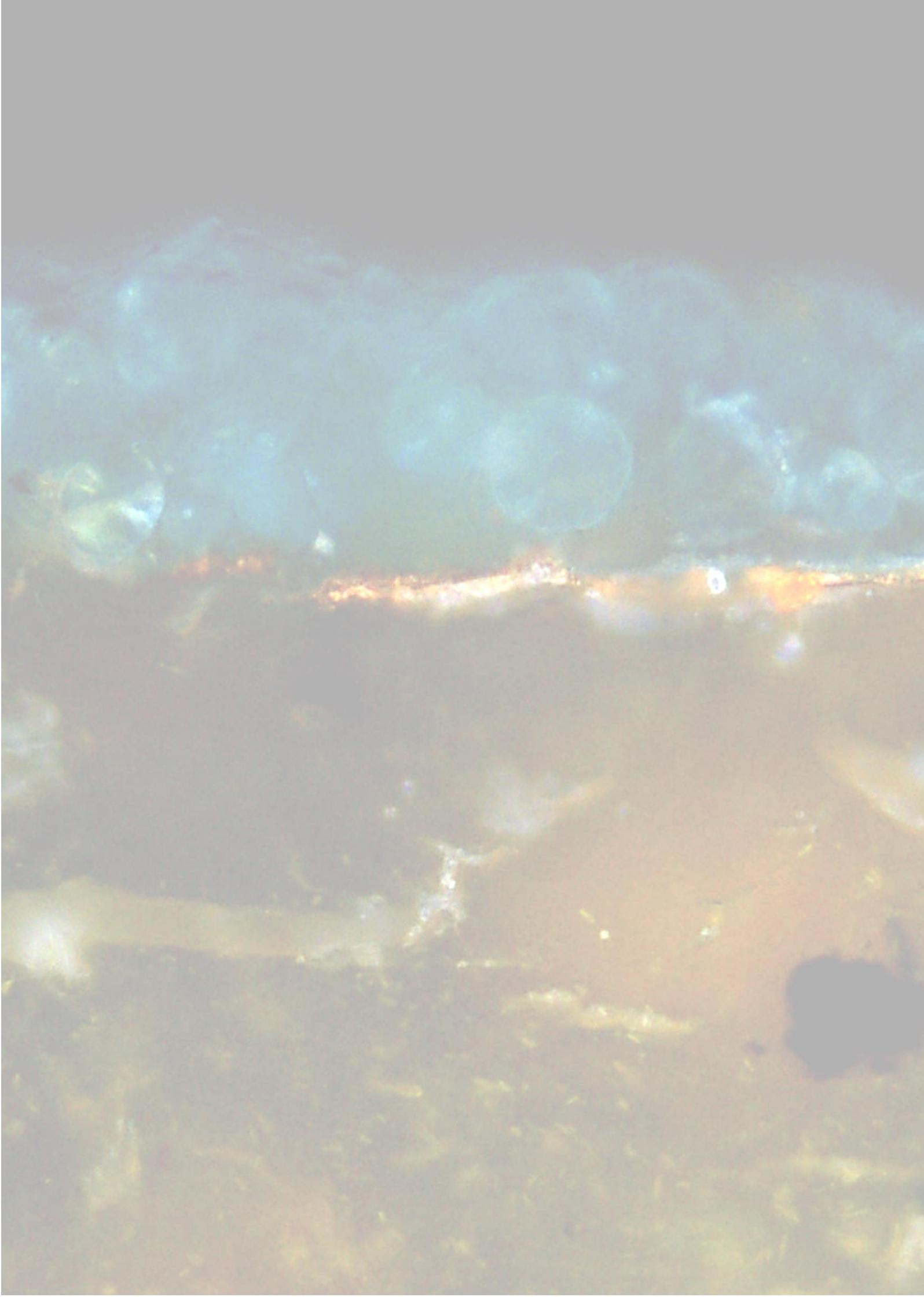


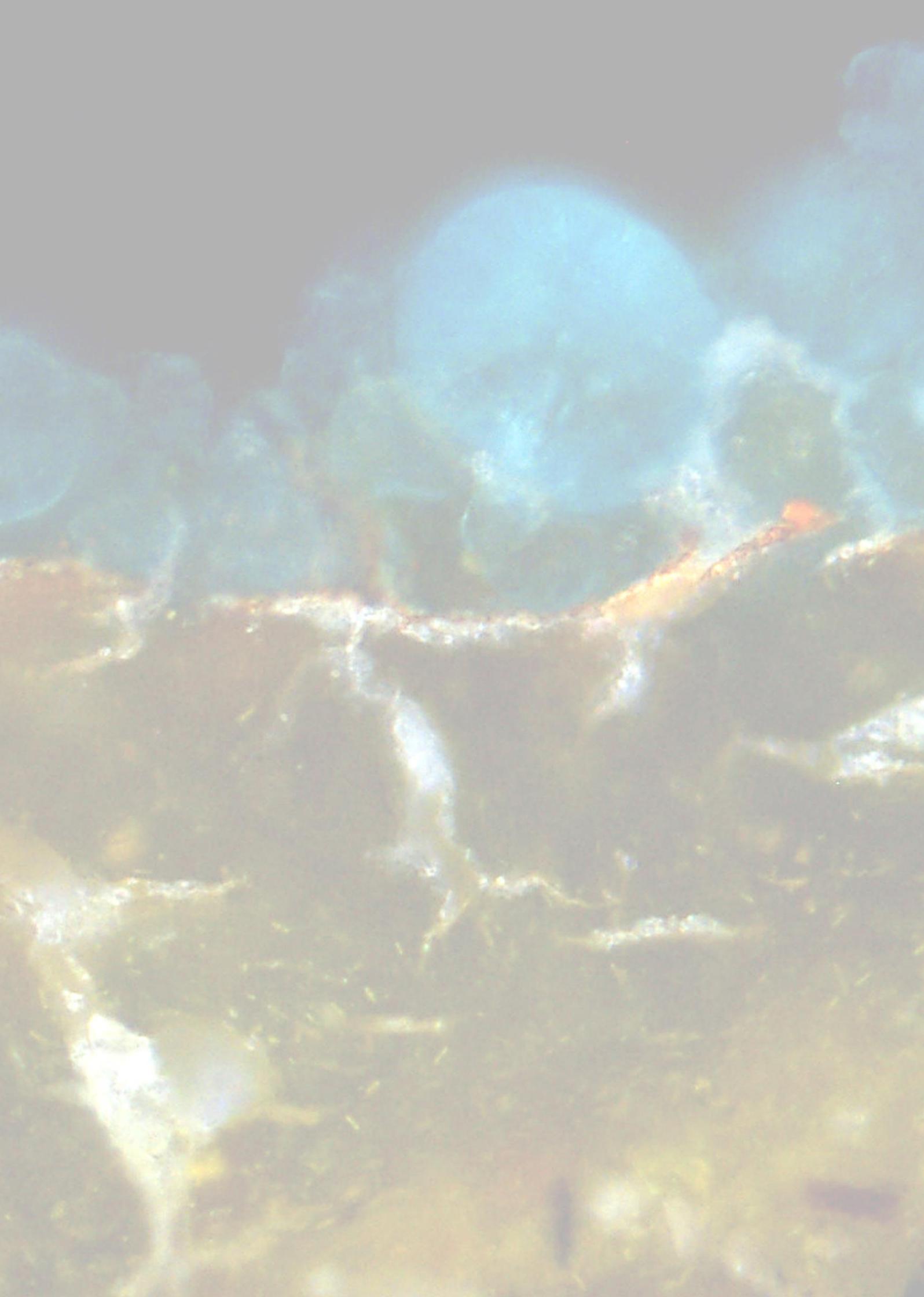
Editor: Universidad de Granada. Tesis Doctorales

Autor: Ana Isabel Calero Castillo

ISBN: 978-84-9125-942-8

URI: <http://hdl.handle.net/10481/43864>





La doctoranda, Ana Isabel Calero Castillo y los directores de la tesis Víctor Jesús Medina Flórez y Ana García Bueno, garantizamos, al firmar esta tesis doctoral, que el trabajo ha sido realizado por la doctoranda bajo la dirección de los directores de la tesis y hasta donde nuestro conocimiento alcanza; en la realización del trabajo, se han respetado los derechos de otros autores a ser citados, cuando se han utilizado sus resultados o publicaciones.

Granada, 18 de mayo de 2016.

Directores de la Tesis:



Fdo. Víctor Jesús Medina Flórez.



Fdo. Ana García Bueno.

Doctoranda:



Fdo. Ana Isabel Calero Castillo.

MATERIALES, TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS EN LA DECORACIÓN
ARQUITECTÓNICA. APLICACIONES A LA CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE LAS
YESERÍAS DEL PATIO DE LAS DONCELLAS. REAL ALCÁZAR DE SEVILLA.



Universidad de Granada

MEMORIA PRESENTADA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR CON MENCIÓN
INTERNACIONAL.

Programa oficial de doctorado.

Técnicas de restauración y conservación de obras de arte.

(D.01.56.1)

Ana Isabel Calero Castillo.

Granada, 2016

Índice

AGRADECIMIENTOS.....	13
RESUMEN.....	17
PREÁMBULO. HIPÓTESIS DE PARTIDA. OBJETIVOS.....	35
1. METODOLOGÍA.....	47
1.1. METODOLOGÍA DE ESTUDIO DE LAS YESERÍAS DEL PATIO DE LAS DONCELLAS.....	48
1.1.1. Documentación histórica.	
1.1.2. Estudio de campo.	
1.1.3. Análisis formal de la decoración.	
1.1.4. Documentación material y técnica.	
1.1.5. Estudio estratigráfico de las muestras	
1.1.6. Determinación de la evolución cromática y cronología de las intervenciones.	
1.1.7. Informe del estado de conservación.	
1.2. METODOLOGÍA DE ESTUDIO DE TRATAMIENTOS DE CONSOLIDACIÓN.....	60
1.2.1. Revisión de tratamientos aplicados en este tipo de revestimientos y elección de los materiales para este ensayo.	
1.2.2. Elaboración de probetas.	
1.2.3. Determinación de la resistencia a los agentes de alteración. Ensayo de tratamientos sobre probetas mediante ciclo controlado de envejecimiento de 12 meses.	
1.2.4. Evaluación de la eficacia de los tratamientos tras el ciclo de envejecimiento.	
1.2.5. Ensayo de tratamientos sobre fragmentos originales.	
2. DOCUMENTACIÓN HISTÓRICA.....	81
2.1. ARTE MUDÉJAR.....	81
2.2. REAL ALCÁZAR DE SEVILLA.....	89
2.3. PALACIO DE PEDRO I.....	103
2.4. PATIO DE LAS DONCELLAS.....	109
2.4.1. Organización espacial.	
2.4.2. Decoración arquitectónica mudéjar.	
2.4.2.1. Carpintería: Puertas, ventanas y alfarje.	
2.4.2.2. Alicatado.	
2.4.2.3. Pintura mural de la alberca.	
2.4.2.4. Yeserías.	
3. TIPOLOGÍAS DECORATIVAS DE LOS REVESTIMIENTOS ARQUITECTÓNICOS EN YESO.....	137
3.1. INTRODUCCIÓN. TIPOLOGÍAS DECORATIVAS.....	137
3.1.1. La decoración vegetal.	
3.1.2. La decoración geométrica.	
3.1.3. La decoración epigráfica.	
3.1.4. Otros elementos decorativos de importancia.	
3.1.4.1. Los motivos figurativos.	
3.1.4.2. Los mocárabes.	



3.2. ANÁLISIS DE LA DECORACIÓN DEL PATIO DE LAS DONCELLAS.....	158
3.2.1. Puerta de acceso al salón del techo de Carlos V.	
3.2.1.1. Intradós derecho.	
3.2.2. Ventana occidental.	
3.2.3. Puerta pequeña o de escape.	
3.2.4. Friso superior.	
3.2.5. Friso inferior.	
4. REVISIÓN DE MATERIALES.....	217
4.1. BREVE REFERENCIA HISTÓRICA.....	218
4.2. TÉCNICA DE EJECUCIÓN.....	226
4.2.1. Precedentes peninsulares. Los relieves romanos.	
4.2.2. Particularidades técnicas de las yeserías. Yeserías tallas y yeserías a molde.	
4.2.3. Técnica de ejecución de las yeserías talladas.	
4.2.4. Técnica de ejecución de las yeserías a molde.	
4.3. ANÁLISIS DE LOS MATERIALES CONSTITUYENTES: EL SOPORTE DE YESO.....	260
4.3.1. Yeso.	
4.3.1.1. Aditivos del yeso.	
4.4. ANÁLISIS DE LA POLICROMÍA.....	275
4.4.1. Aglutinantes.	
4.4.1.1. Técnica pictórica. Temples.	
4.4.1.2. Técnicas pictóricas oleosas y óleo-resinosas.	
4.4.2. Revisión histórica de pigmentos empleados en la decoración arquitectónica de tradición hispanomusulmana.	
4.4.2.1. Pigmentos azules.	
4.4.2.2. Pigmentos rojos.	
4.4.2.3. Pigmentos amarillos.	
4.4.2.4. Pigmentos verdes.	
4.4.2.5. Pigmentos negros.	
4.4.2.6. Pigmentos blancos.	
4.4.2.7. Capas metálicas.	
5. ESTUDIO DE LOS MATERIALES IDENTIFICADOS EN EL PATIO DE LAS DONCELLAS.....	325
5.1. SOPORTE DE YESO.....	326
5.2. POLICROMÍAS.....	331
5.2.1. Pigmentos y materiales de las capas pictóricas.	
5.2.2. Aglutinantes.	
5.3. TÉCNICA DE EJECUCIÓN.....	354
5.4. ESTUDIO ESTRATIGRÁFICO DE LAS POLICROMÍAS.....	363
5.4.1. Secuencia y datación de las intervenciones.....	366
6. PROBLEMAS DE CONSERVACIÓN.....	383
6.1. CAUSAS DEL DETERIORO DEL PARAMENTO.....	385
6.1.1. Causas de naturaleza física.	
6.1.2. Causas de naturaleza química.	
6.1.3. Causas de naturaleza biológica.	
6.1.4. Causas de naturaleza antrópica.	
6.2. LOCALIZACIÓN DE LOS DAÑOS. MAPEO DE ALTERACIONES.....	392
6.3. RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO: ALTERACIONES Y DETERIOROS DEL PARAMENTO SUR/ESTE DEL PATIO DE LAS DONCELLAS.....	393

7. TRATAMIENTOS DE RESTAURACIÓN. CONSOLIDANTES.....	411
7.1. PROPIEDADES IDÓNEAS.....	413
7.2. MÉTODOS DE APLICACIÓN.....	418
7.3. REVISIÓN DE TRATAMIENTOS.....	421
7.3.1. Consolidantes orgánicos.	
7.3.2. Consolidantes inorgánicos.	
7.3.3. Bioconsolidación.	
8. ENSAYO DE TRATAMIENTOS.....	443
8.1. PROBETAS DE ENSAYO.....	444
8.1.1. Relación técnica de los consolidantes utilizados.	
8.1.2. Determinación de las probetas.	
8.1.3. Relación de probetas.	
8.1.4. Procedimientos.	
8.2. FRAGMENTOS ORIGINALES DE PROCEDENCIA ARQUEOLÓGICA.....	465
8.2.1. Relación técnica de los consolidantes empleados.	
8.2.2. Fragmentos arqueológicos del Conjunto Arqueológico de <i>Castulo</i> .	
8.2.2.1. Procedimientos.	
8.2.3. Fragmentos arqueológicos procedentes del Alcázar de Guadalajara.	
8.2.3.1. Procedimientos.	
9. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE ENVEJECIMIENTO Y EFICACIA DE MATERIALES.....	481
9.1. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO REALIZADO SOBRE PROBETAS.....	482
9.1.1. Ensayo de envejecimiento natural.	
9.1.2. Estudio de colorimetría.	
9.1.2.1. Evaluación de los cambios cromáticos inducidos por tratamientos de consolidación antes del ciclo de envejecimiento.	
9.1.2.2. Evaluación de los cambios cromáticos sobre un mismo pigmento (azurita), inducidos por tratamientos de consolidación antes del ciclo de envejecimiento.	
9.1.2.3. Evaluación de los cambios cromáticos inducidos por tratamientos de consolidación después del ciclo de envejecimiento.	
9.1.3. Ensayo de evaluación de degradación de los recubrimientos.	
9.1.4. Ensayo de absorción de agua.	
9.1.5. Ensayo de resistencia a la adhesión.	
9.1.6. Ensayo de solubilidad.	
9.1.7. Discusión de resultados.	
9.2. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ANÁLISIS REALIZADOS SOBRE FRAGMENTOS ARQUEOLÓGICOS.....	524
9.2.1. Muestras sin tratar.	
9.2.2. Muestras tratadas.	
9.2.3. Discusión de resultados.	
10. CONCLUSIONES.....	539
BIBLIOGRAFÍA.....	565
INDICE.Figuras.Planos.Tablas.....	589





ANEXOS.

ANEXO 1. DOCUMENTACIÓN.

ANEXO 2. ANÁLISIS DE MUESTRAS.

ANEXO 3. ESTADO DE CONSERVACIÓN.

ANEXO 4. ESTUDIO DE ENVEJECIMIENTO Y EFICACIA DE MATERIALES.

ANEXO 5. FRAGMENTOS ORIGINALES ARQUEOLÓGICOS UTILIZADOS PARA ENSAYO.

ANEXO 6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS PRODUCTOS EMPLEADOS.

AGRADECIMIENTOS.

Durante el tiempo de realización de esta tesis doctoral han sido muchas las personas e instituciones que han participado en este trabajo. A todos ellos quiero expresar mi gratitud por el apoyo y la confianza que me han ofrecido de forma desinteresada.

En primer lugar, muestro mi agradecimiento al Patronato del Real Alcázar de Sevilla y a sus directores, así como a la gestión del Dr. Antonio Almagro, de la Escuela de Estudios Árabes (CSIC) de Granada. De la misma manera me gustaría destacar la amabilidad con la que el Dr. Julio Navarro Palazón, investigador de la Escuela de Estudios Árabes y el Dr. Marcelo Castro López, director del Conjunto Arqueológicos de *Castulo* en la cesión de fragmentos para las pruebas de consolidación y estudio. A la doctoras María Teresa González Muñoz y Fadwua Jroundi por asesorarnos y proporcionarnos el tratamiento de carbonatogénesis bacteriana que se incluye en este estudio.

Al Departamento de Pintura de la Universidad de Granada, y al grupo de investigación *Laboratorio de Arqueología y Arquitectura de la Ciudad* (HUM 104) dentro del cual se ha desarrollado esta labor investigadora, así como a la Beca de Formación del Profesorado Universitario (FPU).

A mis directores, Ana García Bueno y Víctor Jesús Medina Flórez, por haberme enseñado el camino de la restauración, por confiar en mí incluyéndome en su grupo de trabajo y por haberme guiado pacientemente durante todo este proyecto. Gracias por vuestro cariño, confianza y amistad.

A mis compañeros de trabajo, Francisco José Collado Montero, Olimpia López Cruz y Ariadna Hernández Pablos, por sus numerosas contribuciones a esta tesis doctoral y por los ánimos en las fases más difíciles de este trabajo.

Asimismo agradecer a todas aquellas personas que han colaborado de una forma u otra en el análisis de muestras, entre ellas las doctoras Rocío Márquez Crespo e Isabel Guerra Tschuschke del Centro de Instrumentación Científica de la Universidad de Granada, y del Dr. Enrique Parra Crego de la empresa Larco química y arte.

A mi familia, especialmente a mis padres y mi hermana Irene por apoyarme sin condiciones a seguir este camino, porque han sido un pilar fundamental de este trabajo.

A mi familia italiana de acogida. A mis restauradoras Valentina, Eleonora, Sara y Veronica, por abrirme las puertas del ISCR, por compartir conmigo sus conocimientos, hisopos, espátulas y bisturíes y, sobre todo por ofrecerme el precioso regalo de su *amicizia*.

A mis arquitectas *italo-españolas*, Laura y Valentina por haberme brindado su amistad y ayuda sin condiciones. A todas, gracias por hacerme sentir como en casa.

A mis amigos por haber permanecido a mi lado durante este tiempo a pesar de mis ausencias. A mis compañeros de promoción, en especial a Patricia, Anuska, Eli, Fran y Ana Cristina por haber sido apoyo de esta tesis tanto en los buenos como en los malos momentos. A mis amigas Juani, Maddalena, María Belén, Mari, Almudena, Jessi, Laura, Ale, Amanda e Isa, gracias por seguir acompañándome en este camino y darme fuerzas siempre que lo necesito. A mi compañera de piso, Tere, por haber aguantado largas horas de correcciones, traducciones, lágrimas, tristezas y alegrías.

A todos, mi más sincero agradecimiento.



Resumen
Riassunto
Abstract



RESUMEN

La presente investigación tiene como objeto de estudio las yeserías del Patio de las Doncellas del Real Alcázar de Sevilla, centrando su atención en sus policromías, tanto en lo que respecta a su conocimiento como a su conservación.

En la actualidad, el color en los revestimientos arquitectónicos de tradición islámica sigue siendo un tema poco conocido. Aunque existen numerosos estudios sobre este tipo de decoraciones, la mayor parte de ellos se centra en cuestiones tipológicas o históricas, detectándose pocas investigaciones dedicadas al conocimiento de su cromatismo. Esta situación se debe en gran parte a los escasos restos de color que se conservan, especialmente en las yeserías, que suelen presentar un aspecto blanquecino/grisáceo, como sucede en las del Patio de las Doncellas. Esta pérdida u ocultamiento del color ha estado ocasionada por intervenciones más o menos afortunadas o por problemas de conservación, ofreciendo una imagen en la actualidad que está muy lejana al aspecto que estas ornamentaciones debieron tener en el momento de su realización, que se caracterizaban por un intenso y variado cromatismo.

Considerando estas premisas, la investigación llevada a cabo establece un planteamiento metodológico que parte de la búsqueda bibliográfica especializada del contexto histórico artístico del Real Alcázar de Sevilla, teniendo en cuenta las transformaciones que ha tenido a lo largo del tiempo, como consecuencia de ser el palacio real en uso más antiguo de la monarquía española. Dentro del conjunto, la atención se ha centrado en el palacio de Pedro I, revisando los rasgos característicos del arte mudéjar que son los distintivos de esta decoración.

Una vez en este punto, el análisis se localiza en uno de los espacios más importantes del palacio mudéjar, el Patio de las Doncellas, una de las zonas que ha sufrido mayores transformaciones desde su construcción en 1356-1366 hasta nuestros días. Esta circunstancia ha motivado que fuese fundamental realizar una intensa búsqueda bibliográfica con el objetivo de recuperar toda la información posible sobre las diferentes actuaciones llevadas a cabo en los paramentos de yeso, de forma que, una vez obtenidos los resultados del estudio de materiales, se pudieran establecer relaciones entre las intervenciones documentadas y los estratos identificados.

Para abordar el estudio de la decoración y de sus policromías era también primordial realizar un acercamiento a las particularidades de estos acabados cromáticos desde el punto de vista técnico-material, poniendo especial atención en la revisión de los estudios publicados en otros monumentos de similar cronología como el Cuarto Real de Santo Domingo, el oratorio de la Madraza de Yusuf I o la Alhambra en la ciudad de Granada, así como otras zonas del Palacio de Pedro I ya estudiadas como es el caso de la fachada¹.

De la misma manera, esta revisión ha estado orientada al conocimiento de los problemas de conservación que presentan este tipo de obras y de los posibles tratamientos a utilizar para la consolidación de sus policromías, tanto los de uso más frecuente como de nueva incorporación.

¹López Cruz, O., García Bueno, A., Medina Flórez, V.J., Sánchez Navas, A., Velilla, N.(2015). Pictorial materials used in the polychrome decorations of the façade of the palace of king Pedro I (The Royal Alcazar of Seville, Spain). *Materiales de construcción*, Abril-junio, 65 (318).

López Cruz, O., García Bueno, A. & Medina Flórez, V. J. (2011). Evolución del color en el alero de la fachada del rey D. Pedro I, Real Alcázar de Sevilla. Aportaciones del estudio de materiales a la identificación de las intervenciones de restauración a lo largo de su historia. *Arqueología de la Arquitectura*, (8), 163-178.

López Cruz, O. & Velilla, N. (2014). Alteración de pigmentos arsenicales en policromías de edificios históricos (Real Alcázar de Sevilla). Influencia del cloro. *Macla. Revista de la sociedad española de mineralogía* (19).

García Bueno, A. & Medina Flórez, V. (2004). The Nasrid plasterwork at "qubba Dar al- Manjara I-Kubra" in Granada: characterisation of materials and techniques. *Journal of Cultural Heritage*(5), 75-89.

García Bueno, A., Medina Flórez, V. & Gómez Segura, A. (2006). La policromía de los fragmentos de yeso almacenados en los depósitos del museo de la Alhambra. En Universidad politécnica de Valencia, (Ed.), *16 th International Meeting on Heritage Conservation. Preprints of the Papers to the Valencia Congress* (pp. 1601-1615). Valencia: Editorial UPV.

García Bueno, A., Medina Flórez, V. & González Segura, A. (2010a). La policromía de las yeserías de la Madraza de Yūsuf I, Granada. Primeras aportaciones del estudio de materiales para la localización de zonas originales y añadidos. *Al- Qantara*, enero-junio(31), 245-256.

García Bueno, A., Hernández Pablos, A. & Medina Flórez, V. (2010b). Las yeserías del Oratorio de la Madraza de Yusuf I, Granada. Aportaciones de la documentación gráfica a la determinación de zonas originales y añadidos en el estudio preliminar. *Al-Qantara*, 1, enero-junio(31), 257-267.

Afrontado el análisis documental, se consigue el conocimiento teórico necesario para abordar el estudio específico de las yeserías del Patio de las Doncellas. Este estudio parte de un exhaustivo trabajo de campo en el que se realiza una documentación fotográfica completa, toma de medidas, análisis de alteraciones y muestreo. Con la información obtenida se dispone de las herramientas necesarias para realizar una descripción pormenorizada de las tipologías decorativas que se desarrollan en las yeserías, elaborar un levantamiento gráfico de la zona, realizar un informe exhaustivo del estado de conservación actual de la decoración y abordar el estudio de materiales a partir de las muestras recogidas. El método continúa con el aprovechamiento de técnicas instrumentales para el análisis exhaustivo de las muestras tomadas, que tiene como objetivo el conocimiento de la composición del mortero, las características, composición y estratificación de las capas pictóricas presentes, así como los aglutinantes empleados para su fijación. Entre los métodos empleados, destacan el microscopio estereoscópico, microscopio óptico, microscopio electrónico de barrido con microanálisis de rayos X (SEM/EDX), difracción de rayos X, espectroscopia infrarroja transformada de Fourier o cromatografía de gases. Gracias a la aplicación de estas técnicas instrumentales se ha podido confirmar la existencia de considerables restos de policromía original debajo de intervenciones posteriores a su ejecución que ocultan no solo su color, sino también la delicadeza de su relieve. Además, la identificación precisa de su composición mediante los microanálisis realizados, ha permitido establecer una relación entre los resultados obtenidos y las intervenciones documentadas, obteniendo resultados relativos a los diferentes niveles de actuación y la posible cronología de las intervenciones realizadas sobre los acabados cromáticos originales.

Por otro lado, el examen del estado de conservación realizado a partir del trabajo de campo permitió determinar la situación de degradación de las policromías conservadas en esta zona y la necesidad de su intervención. Teniendo en cuenta la falta de estudios actuales que aborden el tratamiento de este tipo de revestimientos, se estableció la necesidad de realizar un estudio pormenorizado sobre probetas con el objetivo de encontrar el tratamiento óptimo para su intervención. Para ello, se parte de una investigación experimental sobre probetas de yeso preparadas tanto con materiales identificativos de las policromías originales, como aquellos que normalmente corresponden a las intervenciones de repolicromados realizadas en épocas posteriores. Sobre estas probetas se aplica una selección de cinco consolidantes (hidróxido de bario, butiral de polivinilo, resina acrílica, silicato de etilo y carbonatogénesis bacteriana) y se establecen probetas control con las cuales realizar comparativas del comportamiento.

Una vez aplicados los tratamientos y pasado el tiempo de cura de los mismos, se propuso la puesta a punto de un método de estudio, a partir de un ciclo de envejecimiento de exposición

natural de doce meses, tras el cual poder valorar la respuesta de los productos seleccionados mediante una serie de ensayos normalizados. Estos comprenden entre otros, el estudio colorimétrico, evaluación de la absorción de agua, resistencia a la adhesión o a la solubilidad.

Contrastar la información recopilada en los ensayos realizados sobre probetas tras el ciclo de envejecimiento con superficies decoradas reales, era fundamental para poder garantizar la fiabilidad del estudio. Ante la imposibilidad de realizar las pruebas pertinentes sobre las yeserías del Patio de las Doncellas por cuestiones burocráticas y de infraestructura, se determinó su aplicación sobre fragmentos arqueológicos descontextualizados. Para ello, se contó con un conjunto de fragmentos de cornisa romana, procedentes del conjunto arqueológico de Castulo en la provincia de Jaén, cedidos amablemente por el director del proyecto, *FORVM*, el Dr. Marcelo Castro y otros de yesería, procedentes del Alcázar de Guadalajara, puestos a nuestra disposición por el Dr. Julio Navarro Palazón, investigador de la Escuela de Estudios Árabes, CSIC, Granada, director de la excavación.

Debido a las características específicas de los fragmentos seleccionados y los escasos restos de policromía que conservaban, para esta parte del trabajo se puso a punto un método de estudio basado en su observación mediante microscopio estereoscópico y microscopía electrónica de barrido de presión variable (VPSEM), lo que permitió obtener datos precisos sobre la distribución de los consolidantes tanto en superficie como en profundidad, detectar las diferencias entre las muestras tratadas y no tratadas (grado de penetración, porosidad, cambios de composición, sistema de cristalización, composición...), así como posibles alteraciones o cambios de la técnica. Todo este proceso ha permitido comparar los resultados obtenidos en los ensayos realizados sobre las probetas identificativas y los que se han podido extraer de estos fragmentos, lo que ha permitido extraer conclusiones de gran interés para conocer el comportamiento de estos productos sobre este tipo de materiales y, de esta forma, poder elegir aquellos que garanticen una óptima conservación de estos revestimientos.

Como conclusión, este trabajo ha permitido conocer la existencia de considerables restos de policromía original en las yeserías del patio de las Doncellas, caracterizados por una gran riqueza cromática, que está realizada al temple con pigmentos naturales de una gran calidad. Sobre la policromía original conservada ha sido posible identificar tres niveles de intervención bien definidos. El primero de ellos es un encalado, constituido por una o varias capas de considerable espesor según los casos, que ha sido documentado por diversos autores, que lo sitúan entre los años 1805-1816, y que habría sido realizado con el objetivo de adaptar el palacio a presupuestos neoclasicistas. A este encalado siguen dos repolicromados sucesivos, muy característicos por la incorporación de pigmentos industriales propios de la revolución

industrial, así como dorados de una gran calidad. En lo que respecta a su estado de conservación, los encalados e intervenciones posteriores han contribuido a perder el relieve y la delicadeza de su trazado. Por otra parte, los dorados realizados a base de aceites y resinas han provocado la impregnación de estratos originales, reduciendo su porosidad, lo que ha favoreciendo la descohesión de las policromías inferiores.

Considerando estos motivos, se puede afirmar que es necesaria la limpieza de las yeserías y consolidación de las policromías que aún se conservan, con el objetivo de recuperar el color y una imagen más cercana a la de la obra original. Además las pruebas y ensayos aplicados a probetas y fragmentos de origen arqueológico, han permitido obtener datos precisos sobre su comportamiento, y por tanto poder seleccionar el producto más adecuado para su intervención, de modo que se pueda garantizar su conservación y evitar su pérdida definitiva.

Esta investigación se incluye dentro de la línea de trabajo que se está desarrollando en el grupo Laboratorio de Arqueología y Arquitectura de la ciudad (HUM 104) de la Junta de Andalucía, concretamente en el subgrupo dedicado al estudio de “Revestimientos murales y acabados arquitectónicos” cuyo trabajo está orientado a la recuperación del color en la arquitectura y al estudio de los revestimientos cromáticos, sobre todo en relación con la arquitectura de tradición islámica. Ha podido realizarse gracias a la concesión de diversos proyectos competitivos como el Proyecto de Excelencia de la Junta de Andalucía titulado, “Estudio y Conservación de la Decoración Arquitectónica de Tradición islámica” (HUM-02829) (31/01/2008-31/12/2012), así como al del Ministerio de Innovación y Ciencia denominado “Decoración arquitectónica de tradición islámica. Materiales y técnicas de ejecución” (HAR 2011-27598) (01/01/2012-31/12/2014) y al de “Tratamientos cromáticos en la arquitectura de tradición musulmana. Técnica y conservación” (HUM-1941) (01/01/2014–31/12/2017), así como al programa de Formación del Profesorado Universitario (FPU) del que he sido beneficiaria.

RIASSUNTO

La presente ricerca ha come oggetto di studio gli stucchi del Patio de las Doncellas dell'Alcazar Reale di Siviglia, focalizzando l'attenzione sulle policromie, sia per ciò che riguarda lo studio conoscitivo sia per quanto concerne la conservazione.

Attualmente, il tema del colore nei rivestimenti architettonici di tradizione islamica è ancora poco conosciuto. Nonostante esistano numerosi studi su questi tipi di decorazioni, la maggior parte si concentrano su questioni tipologiche o storiche e sono poche le ricerche dedicate al tema del cromatismo. Ciò è dovuto in gran parte ai pochi resti conservati fino ad oggi, soprattutto negli stucchi, che di solito hanno un aspetto bianchino/grigiastro, come succede nel Patio de las Doncellas. Questa perdita e/o occultamento del colore si è verificata a causa di interventi più o meno sfortunati o per problemi di conservazione e oggi queste decorazioni offrono un'immagine molto lontana da quello che era il loro aspetto originario, caratterizzato da un cromatismo intenso e diversificato.

Considerando queste premesse, il lavoro realizzato stabilisce un approccio metodologico che parte dalla ricerca bibliografica focalizzata nel contesto storico e artistico dell'Alcazar Reale di Siviglia, tenendo conto delle trasformazioni che ha subito questo edificio nel corso del tempo, dovute al fatto di essere il più antico palazzo reale usato dalla monarchia spagnola. All'interno del complesso, è stato preso in esame il palazzo di Pedro I, controllando i tratti caratteristici dell'arte mudejar, che sono tipici di questa decorazione. Una volta fatto questo, l'analisi si centra in uno degli spazi più importanti del palazzo mudejar, il Patio de las Doncellas, una delle zone che, dall'epoca della sua costruzione nel 1356-66 fino ad oggi, ha subito maggiori

trasformazioni. Ciò ha fatto sì che fosse fondamentale realizzare un'accurata ricerca bibliografica con l'obiettivo di recuperare tutte le informazioni possibili sui diversi interventi eseguiti nei paramenti di gesso, di modo che, una volta ottenuti i risultati degli studi sui materiali, si potessero stabilire relazioni tra gli interventi documentati e gli strati identificati.

Per affrontare lo studio della decorazione e delle sue policromie era di fondamentale importanza avvicinarsi allo studio delle particolarità di queste rifiniture cromatiche dal punto di vista tecnico-materico, con attenzione speciale nella revisione degli studi effettuati su altri monumenti dello stesso periodo storico, come il Cuarto Real de Santo Domingo, l'oratorio della Madraza di Yusuf I o la Alhambra, tutti e tre situati nella città di Granada, così come altre zone già studiate del Palazzo di Pedro I, come ad esempio il caso della facciata².

Allo stesso modo, questa revisione è stata orientata verso la conoscenza dei problemi di conservazione che questo tipo di opere presentano e ai possibili trattamenti da utilizzare per il consolidamento delle policromie, sia per quanto riguarda quelli più tradizionali che per quelli più moderni.

Grazie all'analisi documentale, si arriva alla conoscenza teorica necessaria per effettuare lo studio specifico degli stucchi del Patio de las Doncellas. Tale studio parte da un esaustivo lavoro sul campo nel quale si realizza, oltre a una documentazione fotografica completa, il rilievo metrico, l'analisi del degrado e la raccolta di campionature delle policromie. Con le informazioni ottenute, si hanno a disposizione gli strumenti necessari per realizzare una descrizione dettagliata delle tipologie decorative presenti negli stucchi, per elaborare un rilievo grafico della zona, per realizzare una relazione esaustiva dello stato di conservazione attuale della decorazione e per affrontare lo studio dei materiali a partire dai campioni raccolti.

Il metodo prosegue con l'utilizzazione di tecniche strumentali per un'analisi esauriente dei campioni raccolti, che ha come obiettivo la conoscenza della composizione della malta, le caratteristiche, la composizione e la sovrapposizione degli strati pittorici presenti, così come dei leganti utilizzati per il loro fissaggio. Tra i vari metodi utilizzati, i più conosciuti sono: Stereoscopic microscopy, polarizing optical microscopy, scanning electron microscopy (SEM-EDX), X-ray diffraction (XRD). Grazie all'applicazione di queste tecniche strumentali, è stato possibile confermare l'esistenza di resti considerevoli della policromia originale sotto gli interventi posteriori alla sua costruzione, che nascondono non solo il suo colore, ma anche la delicatezza dei suoi rilievi. Inoltre, l'identificazione precisa della sua composizione, tramite le microanalisi realizzate, ha permesso di stabilire una relazione tra i risultati ottenuti e gli interventi

² Nota 1.

documentati, ottenendo risultati relativi ai differenti livelli di intervento e alla possibile cronologia delle operazioni realizzate sulle rifiniture cromatiche originarie.

D'altra parte, l'esame dello stato di conservazione realizzato a partire dal lavoro sul campo, ha permesso di determinare lo stato di degrado delle policromie conservate in questa zona e il grado di necessità di attuazione degli interventi. Tenendo conto della mancanza di studi attuali sul trattamento di questo tipo di rivestimenti, si è stabilita la necessità di realizzare uno studio particolareggiato sui provini, con il fine di trovare il trattamento migliore per l'intervento di restauro. Per fare ciò, si è partito da una ricerca sperimentale sui provini di gesso preparati sia con materiali che identificano le policromie originarie, sia con quelli che normalmente si utilizzano negli interventi di nuova colorazione realizzati nelle epoche posteriori. Su questi provini si applica una selezione di cinque consolidanti (bario idrossido, polimero di vinilbutirale, resina acrilica al 100% a base di Metilacrilato-Etilmetacrilato, silicato di etile e bioconsolidamento -bacterial mineralization of calcium carbonate-) e si stabiliscono provini di controllo con cui realizzare confronti di comportamento.

Una volta applicati i trattamenti e superato il tempo di cura di questi, si è proposta la messa a punto di un metodo di studio che, a partire da un ciclo di invecchiamento all'esposizione naturale della durata di dodici mesi, rende possibile stimare la risposta dei prodotti selezionati tramite una serie di prove secondo la normativa. Queste comprendono, tra le altre, lo studio colorimetrico, la valutazione dell'assorbimento dell'acqua, la resistenza all'adesione o alla solubilità.

Verificare l'informazione redatta nelle prove realizzate sui provini dopo il ciclo di invecchiamento con superfici decorate reali, era fondamentale per poter garantire l'affidabilità dello studio. Davanti all'impossibilità di realizzare le prove pertinenti sugli stucchi del Patio de las Doncellas per questioni burocratiche e di infrastrutture, la sua applicazione si è determinata su frammenti archeologici decontestualizzati. Per questo, sono stati utilizzati un insieme di frammenti di una cornice romana, provenienti dal complesso archeologico di Castulo, nella provincia di Jaén, gentilmente messi a disposizione dal direttore del proyecto, FORVM, il Dott.re Marcelo Castro e altri resti di stucchi, provenienti dal Alcázar di Guadalajara, ceduti dal Dott.re Julio Navarro Palazón, direttore degli scavi.

A causa delle caratteristiche specifiche dei frammenti selezionati e dei pochi resti di policromia che vi erano conservati, per questa parte di lavoro è stato messo a punto un metodo di studio basato sulla osservazione mediante il Stereoscopic microscopy e l'Energy-Dispersive X-ray Spectroscopy at variable pressures, che hanno permesso di ottenere dati precisi sulla distribuzione dei consolidanti, tanto in superficie come in profondità, scoprendo le differenze tra

i campioni trattati e quelli non trattati (grado di penetrazione, porosità, alterazione della composizione, sistema di cristallizzazione, composizione...), così come si sono potute trovare possibili alterazioni o cambiamenti nella tecnica di esecuzione. Tutto questo processo ha permesso di confrontare i risultati ottenuti durante le prove realizzate sui provini identificativi e quelli che è stato possibile estrarre da questi frammenti, il che ha permesso di trarre conclusioni di grande interesse per conoscere il comportamento dei prodotti analizzati su questo tipo di materiali e, in tal modo, poter scegliere quelli che garantiscano una conservazione ottima di tali rivestimenti.

In conclusione, questo lavoro ha permesso di conoscere l'esistenza di resti considerevoli della policromia originaria negli stucchi del patio de las Doncellas, caratterizzati da una grande ricchezza cromatica, realizzata al tempo con pigmenti naturali di gran qualità. Sulla policromia originaria conservata è stato possibile identificare tre livelli di intervento ben definiti. Il primo è una imbiancatura a calce, costituita da uno o più strati di spessore considerevole a seconda dei casi, documentato da differenti autori, i quali lo datano tra gli anni 1805-1816 e che è stato realizzato con l'obiettivo di adattare il palazzo allo stile neoclassico. A questo tipo di intervento seguono due interventi successivi di nuova colorazione, caratterizzati dall'incorporazione di pigmenti industriali propri della rivoluzione industriale, così come dalla messa in opera di uno strato dorato di elevata qualità. Per quanto riguarda lo stato di conservazione, le imbiancature a calce e gli interventi successivi hanno contribuito a far sì che si perdessero il rilievo e la delicatezza del tracciato. D'altra parte, le pellicole dorate realizzate a base di olii e resine hanno provocato l'impregnamento degli strati originari, riducendo la porosità e favorendo così la disconnessione delle policromie sottostanti.

Considerato tutto ciò, si può affermare che è necessaria la pulitura degli stucchi e il consolidamento delle policromie tuttora conservate, con l'obiettivo di recuperare il colore e un'immagine più vicina a quella dell'opera originale. Inoltre, le prove applicate ai provini e ai frammenti di origine archeologica hanno permesso di ottenere dati precisi sul loro comportamento e per tanto è possibile selezionare il prodotto più adeguato per il loro intervento, in maniera tale che si possa garantire la conservazione ed evitare la perdita definitiva delle policromie.

Questa ricerca si inserisce nella linea di lavoro che si sta sviluppando nel gruppo Laboratorio de Arqueología y Arquitectura de la ciudad (HUM 104) de la Junta de Andalucía, precisamente nel sottogruppo dedicato allo studio di "*Revestimientos murales y acabados arquitectónicos*" il cui lavoro è orientato al recupero del colore nell'architettura della tradizione islamica. Si è potuto realizzare grazie alla concessione di diversi progetti competitivi come il "Estudio y Conservación de la Decoración Arquitectónica de Tradición islámica" (HUM-02829) (31/01/2008-31/12/2012),

così come quello del Ministerio de Innovación y Ciencia denominado “Decoración arquitectónica de tradición islámica. Materiales y técnicas de ejecución” (HAR 2011-27598) (01/01/2012-31/12/2014) e quello di “Tratamientos cromáticos en la arquitectura de tradición musulmana. Técnica y conservación” (HUM-1941) (01/01/2014–31/12/2017), così come al programma di Formación del Profesorado Universitario (FPU) del quale sono stata beneficiaria.

ABSTRACT

This paper presents a study of the gypsum plasterwork of the Courtyard of the Maidens, in the Royal Alcazar of Seville, focusing the attention both in the knowledge of its polychrome decorations and their preservation.

At the present time, the colour of architectural wall coatings of Islamic tradition is still a little-known field. Even though there are several studies on this type of decorations, most of them are focussed on formal or historical aspects, being very few of them focussed on the knowledge of its polychrome decorations. This is mainly due to the scarcity of preserved rests of colour, especially in the gypsum plasterwork, which usually has a whitish/greyish appearance, as is the case in the Courtyard of the Maidens. This loss or concealment of the colour has been caused by more or less appropriate interventions or by conservation issues, being its current appearance of this ornamentation very different from the one it must have shown when executed, when it was characterised by the intensity and variety of its chromatism.

Under these premises, the conducted research established a methodological approach which began with the specialised bibliographical research on the historical and artistic context of the Royal Alcazar of Seville, taking into account the transformations it has undergone throughout history as a consequence of being the oldest royal palace in use of the Spanish monarchy. Within the ensemble, the attention has been focussed on revising the features of the distinctive decoration of the Palace of King Pedro I, typical of Mudejar art. Once this point was covered, the analysis focussed on the Courtyard of the Maidens, one of the most important spaces of this Mudejar palace and one of the areas which has suffered major transformations since it

construction in 1356-1366 and up to the date. This circumstance demanded a comprehensive bibliographical research with the objective of collecting all possible information on the different interventions carried out on the gypsum wall coating, so as to establish the links between the documented interventions and the strata identified during the study.

For the study of the decoration and its polychromy, it was also essential to develop an approach to the distinctive features of the chromatic finishes from a technical and material point of view, paying special attention to the review of published studies on other monuments of similar chronology, such as the Royal Chamber of Santo Domingo, the oratory in the Madrasa of Yusuf I or the Alhambra in the city of Granada, and also other areas of the Palace of Pedro I which had already been studied, such as the façade³.

In the same way, this review has addressed the preservation issues characteristic of this type of works and the possible treatments which can be used for the consolidation of its polychrome decorations, both the most frequent ones and those of new inclusion.

The in-depth analysis of existing documentation provided the theoretical knowledge necessary to address the specific study of the gypsum plasterwork of the Courtyard of the Maidens. This research began with a thorough field work including complete photographic documentation, measurements, analysis of alterations and sampling. The gathered information provided the necessary tools to make a detailed description of the decorative typologies of the gypsum plasterwork, develop a graphic survey of the area and an exhaustive report on the current state of preservation of the decorations, and address the study of the materials of collected samples. The method continued with the use of instrumental techniques for the thorough analysis of the samples collected aiming at examining the composition of the mortar; the characteristics, composition and stratification of the current pictorial layers; and the binding media used. Some of the methods which could be highlighted are the stereoscopic microscopy, the polarizing optical microscopy, the scanning electron microscopy with X-ray microanalysis (SEM/EDX), the X-ray diffraction (XRD), the Fourier transform infrared spectroscopy and the gas chromatography. These instrumental techniques applied have confirmed the existence of important rests of original polychromy under subsequent interventions which conceal not only its colour but also the fineness of its carved reliefs. Moreover, the exact identification of its composition by means of the performed microanalyses has allowed to establish a relation between the obtained results and the documented interventions, achieving results related to the different levels of intervention and the possible chronology of the interventions carried out on the original chromatic finishes.

³ Nota 1.

On the other hand, the analysis of the preservation state conducted thanks to the field work, determined the degradation situation of the preserved polychrome decorations in that area and the need for an intervention. Taking into account the lack of current studies on treatments for this type of wall coatings, it was necessary to undertake a detailed study on simulating plaster trial pieces, with the objective of finding the optimal treatment for its intervention. For that, a trial research was conducted on plaster trial pieces containing polychromed materials, both original and corresponding to interventions carried out in subsequent periods. A selection of five consolidants was applied on these trial pieces (barium hydroxide, polyvinyl butyral, methylacrylate-ethylmetacrilate copolymer, ethyl silicate and bacterial biomineralization) and monitoring trial pieces were selected in order to establish performance comparatives.

Once the treatments were applied and the treatment period expired, the development of a study method was proposed, based on a 12-month aging cycle of natural exposition after which it would be possible to assess the response of the selected products through a series of standardised tests. The tests included the colorimetric study and the assessment of water absorption, adhesion resistance or solubility, among others.

Comparing the information gathered from the trials on plaster trial pieces after the aging cycle with surfaces of the original decorations was of major importance in order to guarantee the reliability of the study. Facing the impossibility of conducting the pertinent trials on the gypsum plasterwork of the Courtyard of the Maidens due to bureaucratic and infrastructure reasons, it was decided to conduct the tests on decontextualized archaeological fragments. For that, an ensemble of fragments of the roman cornice coming from the archaeological site of *Castulo*, in the province of Jaén, and kindly handed over by Dr Marcelo Castro, director of the project FORVM, were put at our disposal together with other fragments of gypsum plasterwork coming from the Alcazar of Guadalajara, handed over by Dr Julio Navarro Palazón, director of the archaeological excavation and researcher in the School of Arabic Studies, CSIC, Granada.

Due to the specific characteristics of the selected fragments and the scarce rests of polychromy preserved, for this part of the research a study method was developed based on its observation with stereoscopic microscopy and variable pressure scanning electron microscopy (VPSEM), which allowed the collection of accurate data on the distribution of consolidants, both in the surface and in-depth, the detection of the differences between treated and untreated samples (degree of penetration, porosity, composition changes, crystallisation system, composition, ...), as well as possible alterations or changes in technique. All this process permitted the comparison of the results obtained in the plaster trial pieces and those obtained in these fragments, leading to conclusions of great interest to know the performance of these products

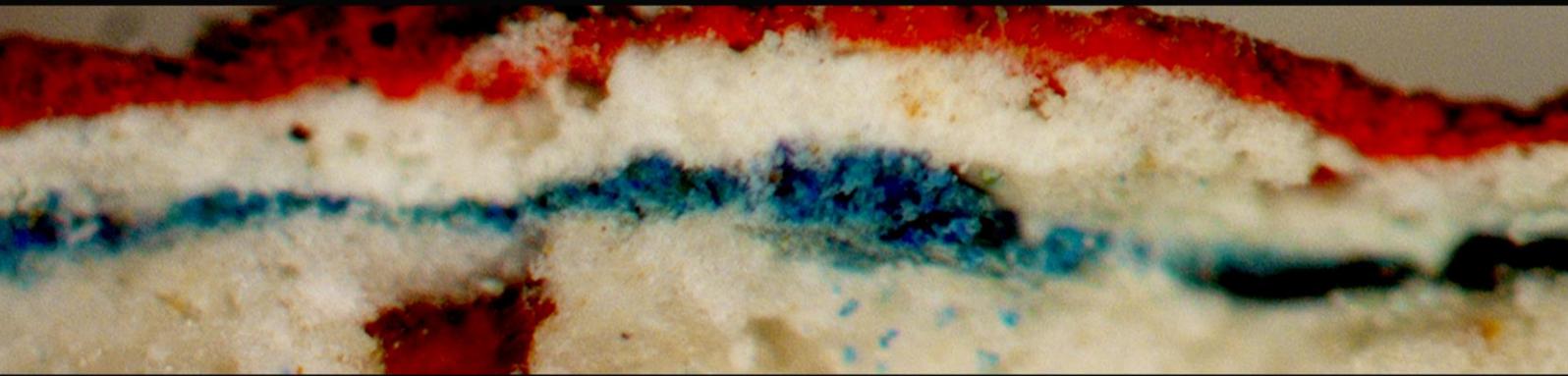
on this kind of materials and, in this way, enable the selection of those which guarantee an optimal preservation of these wall coatings.

In conclusion, this research has provided knowledge on the existence of considerable rests of original polychromy in the gypsum plasterwork of the Courtyard of the Maidens, characterised by an outstanding chromatic wealth and painted in tempera with high-quality natural pigments. It has been possible to identify three well-defined levels of intervention over the preserved original polychromy. The first of them is a whitewash, consisting of one or several layers of considerable thickness depending on the case, which has been documented by several authors dating it between 1805 and 1816, and presumably applied with the objective of adapting the palace to the neoclassical style of the time. This whitewash is followed by two consecutive polychrome decorations, easily distinguished due to the incorporation of industrial pigments typical of the industrial revolution and a high-quality gold leaf. Regarding its preservation state, the whitewash and subsequent interventions have contributed to the loss of their relief and their delicate sketch. On the other hand, the gold leaf consisting of oils and resins has led to the impregnation of the original strata, reducing their porosity, something which has contributed to the decohesion of the original polychromy.

Considering these reasons, it can be stated that a cleaning of the gypsum plasterwork and the consolidation of the polychromy which is still preserved is necessary, with the objective of recovering their colour and achieve a closer appearance to that of the original artwork. Moreover, the tests and researches conducted on plaster trial pieces and fragments of archaeological origin have allowed to collect accurate data on the performance of this type of decorations, thus allowing the selection of the most suitable product for their intervention, so that they can be preserved, avoiding their definite loss.

This research is included within the line of work carried out by the research group *Laboratory of City Archaeology and Architecture* (HUM-104) of the Andalusian Regional Government, in particular in the subgroup devoted to the research on *Wall Coating and Architectural Finishes*, whose work is aimed at recovering the colour in architecture and studying chromatic wall coatings, mainly in relation to the architecture of Islamic tradition. This research has been possible thanks to the granting of several projects, such as the excellence project of the Andalusian Regional Government, entitled *Study and Preservation of the Architectural Decoration of Islamic Tradition* (HUM-02829) (31/01/2008 to 31/12/2012), as well as that of *Architectural Decoration of Islamic Tradition. Materials and execution techniques* (HAR 2011-27598) (01/01/2012 – 31/12/2014), from the Spanish Ministry of Innovation and Science, and *Chromatic Treatments in the Architecture of Muslim tradition. Technique and Preservation*

(HUM-1941) (01/01/2014-31/12/2017), as well as the *University Faculty Training (FPU)* programme of which I have been granted.



Preámbulo
Hipótesis de partida. Objetivos



PREÁMBULO

En la Conservación y Restauración de los Bienes Culturales es imprescindible el conocimiento de los materiales constitutivos, así como del proceso de ejecución de los mismos. Un mayor número de estudios sobre nuestro patrimonio cultural redundan en una mejor conservación, así como en la planificación de intervenciones con total garantía de resultados.

La diversidad de los acabados empleados en la arquitectura, así como la multiplicidad de las técnicas utilizadas en su ejecución y, a menudo, la superposición de intervenciones de diferentes épocas, hacen necesario un estudio interdisciplinar que permita una interpretación adecuada y completa.

Por otra parte, las intervenciones de restauración y conservación en la decoración arquitectónica, suelen presentar una amplia problemática y requieren una revisión continua de los tratamientos realizados. Esta problemática se agudiza en los morteros de yeso, donde se ha investigado relativamente poco, así como sobre sus policromías donde a menudo, o bien se han perdido las originales, o se encuentran ocultas bajo sucesivos repolicromados o remodelaciones. Esta situación de desconocimiento y falta de estudios respecto a las yeserías de época mudéjar se constata desde hace algunas décadas tanto en reuniones de carácter científico, como por parte de investigadores de reconocido prestigio que han dedicado gran parte de su producción científica a este tema concreto.

La problemática de intervención de este tipo de revestimientos se puso de manifiesto en el III Simposio Internacional de Mudejarismo(1984) donde se señaló como uno de los puntos fundamentales en las conclusiones extraídas en la Sección Arte: Materiales, técnicas artísticas y sistema de trabajo: el yeso, la preocupación por “La problemática de las restauraciones llevadas a cabo sin un estudio previo y profundo por un equipo serio que ofrezca la colaboración de arqueólogos, arquitectos e historiadores, debido a los destrozos causados muchas veces ”. Esta misma situación se expuso en la reunión celebrada en Caracas en junio de 1995, con motivo del II Encuentro de Expertos del proyecto ACALAPI en la que quedó manifestado de nuevo la “preocupante situación en la que se encontraba el patrimonio mudéjar” (Mogollón Cano-Cortés, 2012, p. 123-124). En dicha reunión se promovieron una serie de estudios para la conservación e investigación sobre este patrimonio, que se encuentra habitualmente en un estado de conservación muy degradado.

Gárate Rojas (1999) años más tarde, en su manual El arte de los yesos, expone la escasez de estudios sobre este material y sus técnicas de ejecución, especialmente en época mudéjar. Todos estos problemas, también se señalan desde hace años por el taller de restauración de la Alhambra, cuyas investigaciones principales recogidas por Rubio Domene (2010) en la publicación Yeserías de la Alhambra. Historia, técnica y conservación, destaca nuevamente la escasez de trabajos de caracterización material y tratamientos sobre restauración en yeserías de tradición hispanomusulmana.

A esto se une que, las investigaciones publicadas hasta la fecha se centran en la efectividad de los tratamientos en términos de consolidación del mortero, no detectándose estudios en profundidad sobre superficies polícromas y la incidencia de los productos de restauración sobre ellas.

Esta tesis doctoral se integra en la línea de investigación que se desarrolla dentro del grupo Laboratorio de Arqueología y Arquitectura de la ciudad (HUM 104) de la Junta de Andalucía, concretamente dentro del subgrupo “Revestimientos murales y acabados arquitectónicos”, que viene realizando desde la década de los noventa, una intensa labor de trabajo gracias a la concesión de diversos proyectos competitivos de I+D, orientados principalmente a la recuperación del color en la arquitectura y al estudio de los revestimientos cromáticos, sobre todo en relación con la arquitectura Islámica. Fruto de este trabajo son los estudios llevados a cabo por el mismo equipo en monumentos de primer nivel como la Casa de Zafra de Granada, el Palacio de Qusayr- Amra en Jordania, el Cuarto Real de Santo Domingo o el edificio de la Madraza, ambos en la ciudad de Granada, lo que ha dado lugar a un número considerable de publicaciones en medios especializados que han sido un referente fundamental en este trabajo.

Por otra parte la investigación que se presenta es continuación de la ya iniciada por otros miembros del equipo que han estudiado otras partes del conjunto del Real Alcázar y cuyos resultados se han publicado y se recogen en profundidad en la Tesis Doctoral “Las policromías de la Fachada del Palacio de Pedro I en el Real Alcázar de Sevilla” leída por la doctora Olimpia López Cruz en diciembre de 2012.

El trabajo que se presenta, se centra en las yeserías del Patio de las Doncellas del Real Alcázar de Sevilla, en el que desde el primer momento se constata la dificultad y necesidad de realizar el estudio de su policromía. El problema principal son las sucesivas intervenciones realizadas desde su construcción en el s. XIV. La presencia de repolicromados y encalados superpuestos contribuye a la pérdida de la imagen original tanto por el daño en las policromías como por la saturación y pérdida del relieve, por lo que hoy presenta un aspecto muy diferente al del momento de su realización. A esto se une, el estado de conservación actual, que requiere la puesta a punto de una metodología de intervención que permita, en la medida de lo posible, la recuperación y consolidación de los acabados polícromos que aún se conservan.

El Patio de las Doncellas forma parte de las construcciones realizadas por Pedro I (entre 1356-1366) en el conjunto monumental del Alcázar de Sevilla. La importancia de la ciudad palatina determinó su inclusión en la Lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO en el año 1987, junto a la Catedral y el Archivo de Indias. Su condición como residencia permanente de los monarcas españoles ha permitido que sea conservado, pero también que haya sido muy intervenido desde su construcción. Ciertos autores afirman que es el “palacio real más antiguo en uso en Europa”, además de “el mejor y más completo ejemplo de la arquitectura civil mudéjar” (Morales Martínez, 2006, p. 233). Los estudios realizados en el mismo, han puesto de manifiesto sus valores arquitectónicos así como su rico programa decorativo, resultado de ser el compendio de las tradiciones hispanomusulmanas con las nuevas experiencias nazaríes (Morales Martínez, 2006).

El espectacular patio en el que se centra este estudio, se encuentra entre las construcciones de lo que es conocido como el Palacio Mudéjar, uno de los primeros verdaderamente suntuosos pertenecientes a la corona de Castilla. Su creación formó parte del programa político iniciado por Pedro I de Castilla como símbolo de su poder, en el cual, la ornamentación y policromía ejercieron un papel fundamental en el cumplimiento de este objetivo (Almagro Gorbea, 2005). De esta forma, la pasión por el lujo y el esplendor del monarca se proyectó de forma definitiva en la construcción de este palacio en la capital hispalense.

Dentro de los espacios del Real Alcázar, el Patio de las Doncellas es una singular obra arquitectónica, muchos autores la han equiparado con excepcionales obras de su época como el Palacio de Tordesillas o el de los Leones de la Alhambra. Desde su construcción, funcionó como eje principal del palacio, en torno al que se organizaban las dependencias dedicadas a la vida oficial. El patio, de forma rectangular, conectaba directamente con el Salón de Embajadores en un extremo, donde el rey recibía a sus súbditos, y la capilla en uno de los laterales, hoy conocida con el nombre de Salón del Techo de Carlos V (Patronato del Real Alcázar de Sevilla, 2003).

Los revestimientos del patio se caracterizan por la presencia de yeserías, carpinterías, alicatados y pintura mural en la alberca. La decoración de esta zona fue alabada desde su creación por su belleza y singularidad. Se considera obra de sevillanos, toledanos y granadinos, además es fruto, en gran parte, de la amistad que unía al rey Pedro I con el sultán Muḥammad V (Marín Fidalgo, 1990). Destacan especialmente las labores de yeso que despertaron desde siempre la admiración de aquellos que las contemplaron. El azul y el oro, muy presentes en esta zona, tenían además una simbología, pues representaban los colores de la divinidad y de la realeza (Cómez, 2006a).

Al ser uno de los espacios principales del palacio, el patio ha tenido importantes intervenciones a lo largo de su historia. Entre ellas destacan las realizadas en el s. XVI, en las que se cambia completamente su fisonomía pues se oculta el jardín rehundido mudéjar original al enlosar el patio y colocar una fuente central, y se procede a la construcción de una galería superior de carácter clásico (Morales Martínez, 2006). También son muy significativas las llevadas a cabo en el s. XIX, con el desarrollo de las restauraciones estilísticas, motivadas por el movimiento romántico y el gusto por lo oriental. El estudio en concreto de este periodo es fundamental “para el conocimiento de muchos aspectos del Alcázar medieval, que quedó transformado sobre todo en lo ornamental, sin que exista documentación previa, lo que hace difícil garantizar la originalidad de lo que vemos” (Almagro Gorbea, 2007a,p.162).

HIPÓTESIS DE PARTIDA. OBJETIVOS

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriormente expuestas y dada la situación actual de las yeserías del Patio de las Doncellas, se selecciona para este estudio una octava parte del revestimiento, en concreto la zona del muro sur/este que comprende la excepcional portada de acceso al Salón del Techo de Carlos V, entre otros elementos decorativos de importancia y, que a priori debido a los restos aparentes de color, estado de conservación y características formales de la decoración, era una de las zonas más interesantes a estudiar sobre la que recabar información del revestimiento de yeso. De este modo se toma una parte extensa y representativa de las yeserías para realizar un estudio en profundidad, cuyas conclusiones puedan ser extrapolables a otras zonas. Se trata de realizar un estudio exhaustivo de las policromías (caracterización de materiales, técnica de ejecución, sucesión de intervenciones, estado de conservación y posibles tratamientos). Por esto la superficie elegida, siendo muy amplia, se trata a la vez de una zona concreta para que la investigación realizada pudiera ser muy exhaustiva, teniendo en cuenta la complejidad que presenta esta investigación. La información generada es suficientemente amplia y significativa como para no tener que ampliar a otras zonas el estudio.

A partir del levantamiento gráfico, la toma de muestras, el análisis de materiales y el examen del estado de conservación, se conocerá la problemática de su intervención, y, en particular, en lo referente a tratamientos de conservación, las dificultades de consolidación de su policromía, lo que hace imprescindible una propuesta viable para su estudio antes de proceder a su intervención.

Esta investigación no se puede considerar una suma de trabajos desconectados entre sí, sino que se enmarca en un proceso de investigación y discusión de resultados conjuntos, que permitirá aportar hipótesis y soluciones a los problemas surgidos en cualquiera de los ámbitos de estudio abordados.

En consecuencia, con este trabajo se pretende contribuir al conocimiento del palacio y de su riqueza cromática, y de forma general al conocimiento de los revestimientos en yeso de tradición hispanomusulmana, así como evidenciar la importancia de la elaboración de estudios previos e investigaciones en profundidad sobre el Patrimonio. Solo de esta manera se pueden realizar intervenciones de restauración que respeten la historia y las circunstancias en las que los distintos monumentos se han desarrollado.

A partir de esta hipótesis, los objetivos generales que se pretenden conseguir en este trabajo de investigación son:

- Abordar un profundo conocimiento de los materiales constitutivos del patio que permita relacionar la sucesión de estratos identificados en las muestras estudiadas con las intervenciones documentadas en esta zona del palacio.
- Determinar los posibles cambios cromáticos que se ha ido produciendo y su evolución a través de las diferentes etapas históricas, así como la posible incorporación de nuevas reposiciones en épocas posteriores.
- Conocer el estado de conservación de las yeserías del patio, a partir de un profundo estudio de campo, con el cual poder valorar los posibles tratamientos de restauración. Centrándonos especialmente en lo que a consolidación de sus policromías se refiere.

Para conseguir estos objetivos, el plan de trabajo se basa en la obtención del máximo posible de información a partir de la oportuna revisión bibliográfica (documentación histórica de las intervenciones de esta zona y consulta de estudios de caracterización de materiales en obras de similar tipología), del trabajo de campo, así como de la realización de un estudio profundo de sus policromías, empleando técnicas analíticas que permitieran la identificación de las sucesivas intervenciones.

La aplicación del método estratigráfico al estudio de la decoración arquitectónica permite identificar las sucesivas etapas constructivas de la obra, así como la evolución que en ella se produce a lo largo del tiempo. La utilización de este método facilita poner en relación todos los datos obtenidos sobre la obra que se analiza, pudiendo estudiar no solo los cambios que se producen en cuanto a la alteración propia de los materiales, sino también aquellos que

responden a cambios por la adaptación al gusto estético de aquellos que lo habitan. Una vez llegados a ese punto, se puede tener la suficiente información para extraer conclusiones y confrontar los datos analíticos (obtenidos del estudio de materiales) e históricos (resultado de la revisión bibliográfica) que permitan relacionar a una cronología aproximada las intervenciones identificadas, así como diferenciar zonas originales y añadidas en épocas posteriores.

Por otra parte, el intenso estudio de campo que se ha realizado en el que se incluye una documentación fotográfica exhaustiva, el levantamiento gráfico, un informe detallado del estado de conservación, y los resultados del estudio de materiales, permitirán valorar el estado actual de las policromías y sus problemas de conservación.

La toma de muestras realizada en el estudio de campo, permite llevar a cabo un estudio analítico, que en la actualidad es fundamental en las investigaciones sobre Patrimonio. A partir de estos análisis se pueden conocer los materiales que constituyen la obra, la técnica de ejecución, identificar la sucesión de intervenciones y detectar alteraciones en los mismos. Este estudio resulta imprescindible para poder establecer una hipótesis sobre las intervenciones, ya que permitirá relacionar la información documental extraída de la revisión bibliográfica con los acabados actuales y los estratos identificados.

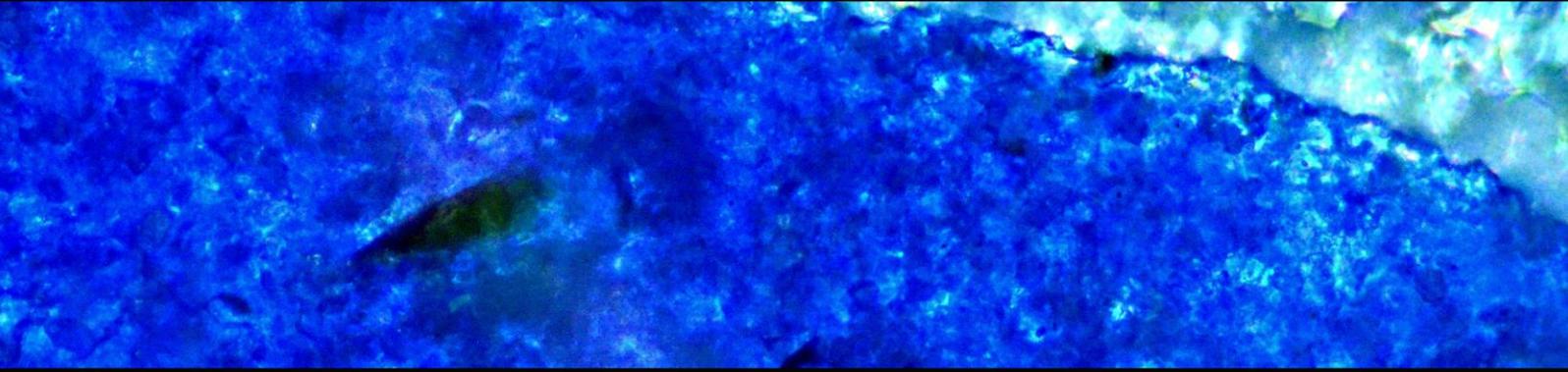
Por otro lado, en cuanto a tratamientos de restauración se refiere, hoy en día, resulta muy útil, cuando se llevan a cabo investigaciones en profundidad, realizar ensayos de tratamiento sobre probetas simuladas. Este tipo de estudios permite valorar y conocer el comportamiento de los materiales de forma más precisa y exhaustiva que cuando se aplican sobre obra real, pues se cuenta con una superficie “de sacrificio” sobre la que realizar ensayos de eficacia y mediciones en condiciones de exposición que no son posibles en obra original.

Por estos motivos, se establece un proceso de investigación sobre la efectividad de los tratamientos sobre probetas de ensayo, sometidas a un ciclo de envejecimiento natural controlado de doce meses. Los resultados se complementan con pruebas de tratamientos realizadas sobre fragmentos descontextualizados de origen arqueológico.

Todo ello ha permitido la discusión conjunta de los resultados obtenidos tanto en obra real como sobre probetas y, finalmente la extracción de conclusiones acerca del tratamiento más adecuado para la intervención de las yeserías estudiadas.

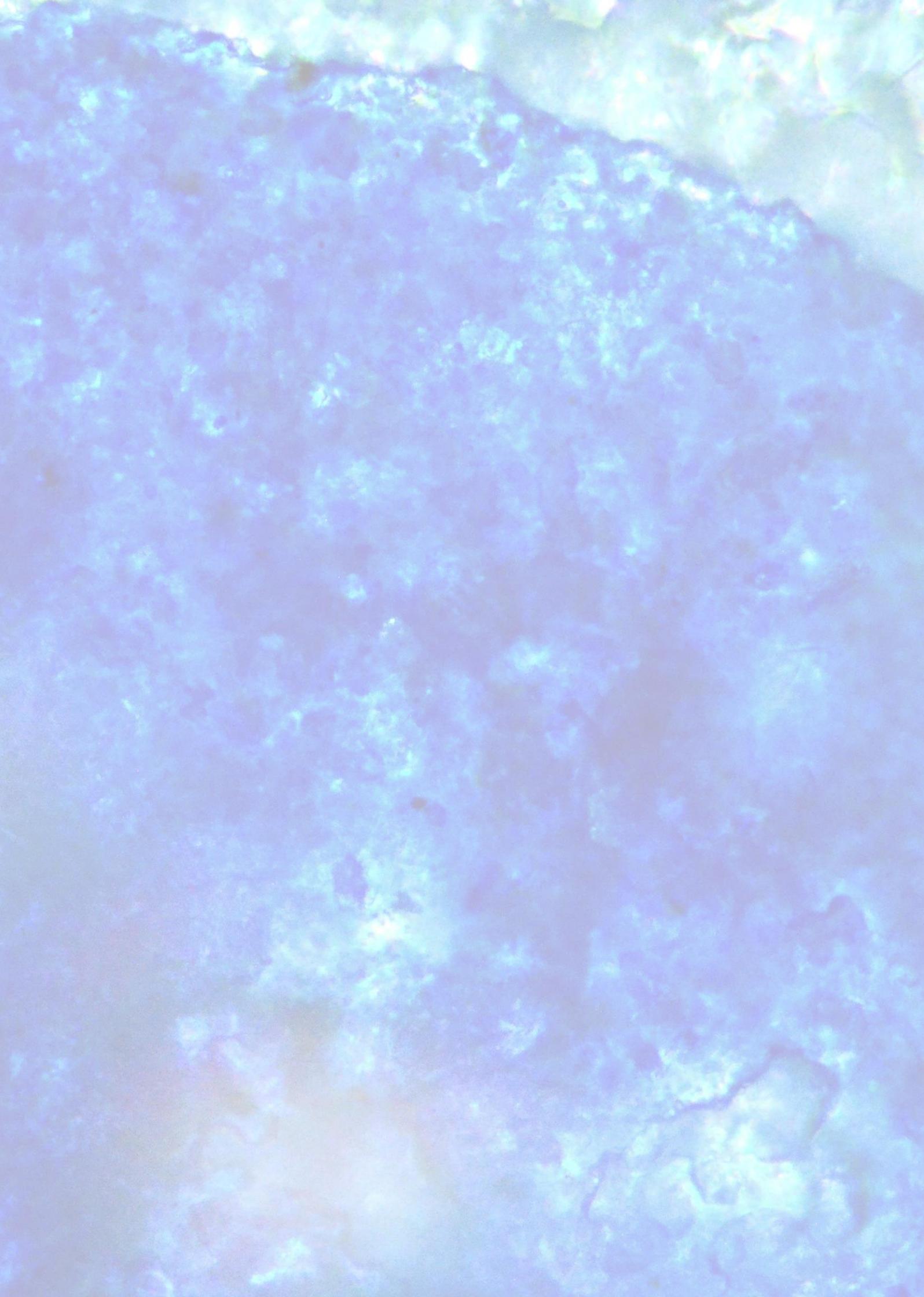
De acuerdo con este planteamiento, los objetivos específicos que se han abordado en esta tesis doctoral son los siguientes:

- 1) Conocer las técnicas y procedimientos empleados en la ejecución de las yeserías del Patio de las Doncellas así como su evolución histórica, a partir de fuentes documentales.
- 2) Definir formalmente la composición decorativa en una zona representativa: esquema decorativo, líneas de simetría, módulos repetidos, elementos coincidentes con obras de similar cronología...
- 3) Determinar los materiales constitutivos de la policromía original y de las intervenciones posteriores, mediante la caracterización de pigmentos y capas de base.
- 4) Establecer la técnica de ejecución empleada en la obra original e identificar posibles añadidos en épocas posteriores.
- 5) Comparar la información obtenida en los objetivos anteriores con la documentación obtenida de la revisión bibliográfica realizada con la finalidad de relacionar los estratos identificados con las intervenciones documentadas.
- 6) Conocer los cambios cromáticos que se han producido en el revestimiento de yeso y su cronología.
- 7) Elaborar un informe completo del estado de conservación de la obra, determinando las alteraciones existentes, concretando su extensión y localización, así como posibles intervenciones de restauración previas.
- 8) Realizar una revisión de la problemática de restauración de los revestimientos de yeso así como de los tratamientos empleados para su intervención.
- 9) Seleccionar una serie de tratamientos de consolidación representativos que englobe tanto aquellos utilizados de manera tradicional como otros de nueva incorporación en la conservación del Patrimonio y aplicarlos sobre probetas de ensayo y fragmentos de procedencia arqueológica para valorar su eficacia.
- 10) Contrastar la información obtenida de las probetas de ensayo y los fragmentos originales sobre los tratamientos seleccionados, con el objeto de establecer cuál es el más adecuado para la restauración de las yeserías del Patio de las Doncellas.



Capítulo 1

Metodología



1. METODOLOGIA

Para cumplir los objetivos enumerados en el epígrafe anterior ha sido necesario establecer una metodología de estudio específica, que se ha dividido en dos apartados:

En la primera parte, se ha abordado el estudio completo de las yeserías del Patio de las Doncellas, en el que se incluye, la documentación histórica, el estudio de campo, el análisis formal de la decoración, la documentación material y técnica, el estudio estratigráfico mediante técnicas instrumentales, la determinación de la evolución cromática y cronología de las intervenciones, así como el informe completo de su estado de conservación.

En la segunda parte, se ha afrontado el estudio de los posibles tratamientos de consolidación para sus policromías y selección de los tratamientos a analizar en esta investigación. De esta forma se ha establecido un ensayo sobre probetas identificativas mediante envejecimiento natural controlado de 12 meses (que incluye elaboración de probetas y métodos para valorar los resultados obtenidos), así como un ensayo de fragmentos de origen arqueológico (que incluye la elección de los fragmentos y los métodos para valorar su eficacia).

En función de estas consideraciones se ha aplicado la siguiente metodología:

1.1. METODOLOGÍA DE ESTUDIO DE LAS YESERÍAS DEL PATIO DE LAS DONCELLAS.

1.1.1. Documentación histórica.

La primera parte del trabajo se ha centrado en la realización de una pormenorizada revisión documental, que ha aportado una gran cantidad de información. El objetivo principal ha sido contextualizar la obra para abordar posteriormente el trabajo específico sobre el paramento seleccionado.

En primer lugar, esta documentación se ha concentrado en identificar las principales características del arte mudéjar en lo que, a decoración arquitectónica se refiere. En segundo lugar, se ha procedido a una revisión de las principales transformaciones del conjunto del Real Alcázar desde su origen hasta la actualidad y, por último se ha analizado el Palacio de Pedro I, centrando la atención en el Patio de las Doncellas y en las intervenciones documentadas en esta zona, con la finalidad de obtener una secuencia de las intervenciones históricas realizadas en el paramento. De esta forma se ha obtenido información para poder relacionar en la medida de lo posible, los estratos identificados en el análisis de muestras con la documentación existente sobre las intervenciones históricas.

1.1.2. Estudio de campo.

Los datos obtenidos del estudio documental previo han sido fundamentales para orientar el trabajo de campo realizado *in situ*. Como se ha puesto de manifiesto en la hipótesis de partida, el estudio del revestimiento en yeso del Patio de las Doncellas es muy complejo. En particular, en el caso de la policromía existe una gran dificultad para reconocer los colores originales, debido tanto a las intervenciones posteriores a su ejecución, así como a las alteraciones que, presentan este tipo de materiales. En el caso de las yeserías, a las alteraciones propias que pueden sufrir las diferentes capas pictóricas se unen los problemas de conservación del yeso que, siendo un material sensible a la humedad, suele presentar descohesión del soporte cuyo efecto, como es lógico, afecta también a las policromías. A esto se une que, los tratamientos aplicados sobre las policromías originales (encalados, repolicromados con aceites, tratamientos de restauración...) a menudo crean una capa que altera o impide la transpiración de los materiales, lo que agudiza su deterioro y provoca en ocasiones su pérdida completa. Además, oculta los colores originales ofreciendo una imagen, que en ocasiones debe ser muy distinta a la del momento de su realización.

Para el estudio de campo y toma de muestras se ha contado con un sistema de andamiaje móvil así como una cesta elevadora de mástil vertical autopropulsada eléctrica proporcionados por el patronato del Real Alcázar. Esta accesibilidad ha permitido una aproximación a toda la superficie del paramento y ha posibilitado la realización de un detallado estudio del mismo con una documentación fotográfica exhaustiva, recogida de información para la realización del levantamiento gráfico (toma de medidas, calcos y examen de la decoración), realización de catas de limpieza y un muestreo de toda la superficie.

Documentación fotográfica

Ha consistido en un barrido completo de la superficie con fotografías generales, parciales y de detalle que ha centrado el interés en la identificación de policromía y en los problemas de conservación y documentación de posibles añadidos. Este punto del trabajo ha sido fundamental ya que la repetición de motivos decorativos hace que, de no ser muy rigurosos en la recogida de datos se pudieran producir confusiones en la localización de los mismos, algo completamente indeseable ya que su localización es fundamental a la hora de manejar la información obtenida. La toma de fotografías se ha realizado con una cámara Réflex Nikon D5200 con pantalla de ángulo variable y objetivo 18-55 mm apoyada en las ocasiones que fue necesario en un trípode auxiliar, lo que ha permitido la obtención de fotografías de una gran calidad.

Documentación gráfica: calcos

De forma paralela a la documentación fotográfica se han realizado calcos directos de la superficie de algunos módulos decorativos, así como de la toma de medidas de los mismos. Estos calcos se han realizado directamente sobre el paramento interponiendo film transparente señalando con rotuladores de tinta indeleble, los datos de interés. El atractivo de este método de documentación frente al que se puede obtener directamente de una fotografía (calco digital de una fotografía) es que el natural ofrece en este tipo de intervenciones un acercamiento y posibilidad de información y detalle que no se consiguen de otra manera. A esto se une la documentación de la impronta directa de la imagen original de la obra evitando las deformaciones o errores que en ocasiones nos inducen otros métodos de documentación. Su realización *in situ* permite señalar en ellos información importante como líneas de unión entre placas, líneas incisas, restos de policromía, alteraciones; así como otro tipo de detalles que pueden pasar desapercibidos en una visión más general [Fig. 1].



Figura. 1. Detalle de dos calcos realizados in situ con el objetivo de reflejar la decoración de la puerta pequeña o de escape.

Por otra parte, la toma de medidas se realizó con un distanciómetro láser con un rango de medición de 60 metros y un margen de error de ± 1.5 milímetros lo que nos permitió obtener medidas bastante precisas de los diferentes módulos decorativos. La información obtenida ha sido clave para el levantamiento gráfico de paramento, así como para la identificación de la técnica de ejecución pues gracias a los mismos se ha podido comprobar la repetición de ciertas placas, o por el contrario, la singularidad de otros módulos en la superficie estudiada.

Levantamiento gráfico

La elaboración de un levantamiento gráfico bidimensional es fundamental para abordar tanto el examen de la decoración, el estudio de los materiales constituyentes así como el informe del estado de conservación. Para la obtención del modelo bidimensional se ha trabajado principalmente con tres programas; Autodesk AutoCAD, Adobe Photoshop y Corel Draw Graphics Suite.

La metodología aplicada para la realización del levantamiento gráfico parte de la planimetría publicada del Real Alcázar de Sevilla cuyos archivos del programa AutoCAD fueron amablemente puestos a nuestra disposición por el doctor Antonio Almagro Gorbea. Gracias a estos archivos y a los datos recogidos por el distanciómetro láser en el trabajo de campo, se ha podido generar una planimetría de base acotada sobre la que encajar a escala los diferentes módulos decorativos. De otra parte, la información obtenida del trabajo de campo, en la que se ha realizado un completo barrido fotográfico, toma de medidas y calcos directos de la superficie a los que se tuvo acceso, ha servido para completar los diferentes módulos decorativos. Para ello se ha utilizado el programa CorelDraw Graphics Suite, ya que para este trabajo presenta varias ventajas. La primera de ellas, es que al ser compatible con los archivos de AutoCAD, ha posibilitado la corrección o adición de elementos a los archivos de base. Por otra parte, ha

permitido generar rápidamente dibujos de espacios proporcionados y acotar los posibles errores derivados de calcos fotográficos. Por último, se ha utilizado el programa Adobe Photoshop a la hora de elaborar el levantamiento gráfico final, programa que trabaja a base de imágenes de mapa de bits, empleándose en este caso concreto para la corrección de fotografías y los calcos directos con los que se ha trabajado a partir de su digitalización, creación de fotomontajes, ensamblado de calcos digitalizados y en definitiva para la reconstrucción virtual completa⁴.

La ventaja que presenta la realización de este tipo de levantamientos, cuya efectividad ha sido puesta de manifiesto en trabajos anteriores, realizados por el equipo de investigación en el que se incluye esta tesis doctoral, es que permite realizar con relativa facilidad un levantamiento completo de la superficie, proporcionando una representación minuciosa de los detalles de este tipo de decoración que, a menudo se pierden cuando se utilizan otro tipo de programas que funcionan a base de vectores. Por otra parte, los medios de los que se dispuso en el trabajo de campo realizado no han permitido la realización de un levantamiento fotogramétrico de calidad para el trabajo que se presenta.

Mapeo de alteraciones.

El procedimiento que se ha llevado a cabo para realizar un análisis pormenorizado de las alteraciones que presenta el paramento ha comenzado por un primer examen visual realizado con ayuda de medios auxiliares (lupas de aumento, luz rasante...) con el objetivo de realizar una primera aproximación que permite detectar los principales problemas de conservación a afrontar durante el desarrollo del estudio *in situ*. A este examen preliminar se ha añadido la información obtenida de catas puntuales de limpieza que se han realizado mediante métodos mecánicos. El objetivo era determinar tanto la morfología del relieve original (oculto bajo las sucesivas intervenciones), como la existencia de policromías debajo de los estratos actuales.

Sobre el levantamiento gráfico obtenido, se han señalado los problemas de conservación presentes (reposiciones de material, elementos metálicos, grietas, oquedades...) y se ha elaborado una hipótesis de sus posibles causas (intervenciones posteriores, condiciones de temperatura y humedad, orientación...) lo que ha posibilitado realizar un informe de diagnóstico completo que evidencia el estado de conservación actual.

Tanto el conocimiento que se obtiene del análisis en profundidad de la superficie, como los resultados obtenidos de las catas de limpieza aportan información que es determinante para la toma de muestras, pues contribuye a detectar los puntos de mayor interés para el muestreo.

⁴ El ensamblado fotográfico del zócalo del paramento que se aporta en la reconstrucción gráfica, ha sido aportado por Ariadna Hernández Pablos, miembro investigador del mismo equipo.

Toma de muestras.

La información obtenida en las fases previas, ha permitido seleccionar con gran rigor, las zonas de muestreo. Se han tomado muestras de diferentes puntos del paramento con el objetivo de obtener resultados representativos, fiables y con garantías, y su localización se ha señalado de manera precisa en el levantamiento gráfico realizado. Como criterio general de la recogida de micromuestras se han elegido las que son representativas de los diferentes elementos decorativos, muestreando aquellas zonas en las que parecen conservarse mayores restos de policromía. El objetivo fundamental del muestreo es el de realizar un estudio de materiales para datar y relacionar, en la medida de lo posible, los estratos identificados con las intervenciones documentadas, a la vez que conocer los principales componentes del revestimiento polícromo: tanto aquellos que forman parte del mortero (aglomerante, árido y posibles adiciones de materia orgánica) como de la capa pictórica (pigmentos y aglutinantes). Este condicionante ha implicado la necesidad de incrementar considerablemente el número de muestras que de otro modo hubiera sido necesario para un simple estudio de materiales.

Así, las muestras seleccionadas para su estudio han sido un total de 155 a las que se les asignó un código alfanumérico representativo de su localización en el conjunto palatino con tres niveles de denominación. **PD-Y-X**. La primera sigla corresponde a su localización dentro del Real Alcázar de Sevilla **PD** (Patio de las Doncellas). En segundo lugar se define el tipo de revestimiento estudiado **Y** (Yeserías), y en tercer lugar el número identificativo de muestra **X** (Número de muestra). El mayor número de muestras se ha concentrado en la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V puesto que es la zona donde se puso de manifiesto la existencia de un mayor número de estratos conservados [Fig. 2].



Figura 2. Imágenes de la toma de muestra efectuada en el paramento.

1.1.3. Análisis formal de la decoración.

Para poder realizar el análisis formal de la decoración del paramento, se ha realizado previamente una revisión bibliográfica con el objetivo de identificar las diferentes tipologías decorativas que se desarrollan en las yeserías del patio. De esta forma, gracias a la información obtenida de la documentación consultada, se ha realizado una descripción de los motivos decorativos representados que ha sido muy útil para la identificación de posibles añadidos a la obra original, así como para determinar su técnica de ejecución. Esta descripción se ha completado con la documentación fotográfica obtenida en el trabajo de campo, así como con los dibujos de detalle derivados del levantamiento gráfico.

1.1.4. Documentación material y técnica.

La documentación material y técnica ha estado orientada al conocimiento previo de los materiales de este tipo de obras, así como a sus procesos de ejecución. Es una parte del trabajo que ha sido imprescindible para poder realizar con posterioridad una interpretación de resultados más concluyente. Esta documentación se ha realizado a partir de una extensa revisión bibliográfica de estudios e investigaciones específicas publicadas sobre este tipo de obras.

1.1.5. Estudio estratigráfico de las muestras.

Como se ha expuesto con anterioridad, en este tipo de estudios es esencial la caracterización de los materiales por métodos científicos. Este trabajo se ha afrontado basándose en los siguientes presupuestos:

- La técnica de una pintura está determinada por el material que fija los pigmentos al soporte, en este caso yeso.
- La identificación de los pigmentos, además de aportarnos información sobre los materiales constitutivos, contribuye a establecer su datación, sobre todo en el caso de materiales que son característicos de una determinada época, como es el uso de pigmentos de etapa industrial. En otros casos no se puede contar con un criterio material diferenciador, por tratarse de pigmentos y otros elementos, cuyo uso se mantiene a través de diferentes épocas. Sin embargo, aún en estos casos, un estudio analítico exhaustivo permite relacionar los materiales que corresponden a una misma intervención atendiendo a morfologías similares o presencia de materiales traza. Esto, junto a su posición estratigráfica relativa, permite identificar a menudo los niveles que corresponden a una determinada actuación.

- De la misma forma, el estudio de la composición del mortero aporta datos aplicables a la identificación de posibles reposiciones efectuadas sobre la obra original.

Técnicas instrumentales de análisis de investigación en el Patrimonio aplicadas en el estudio de las policromías

La investigación de las muestras seleccionadas mediante las técnicas instrumentales del Patrimonio tiene como objetivo la caracterización material de las capas pictóricas, la identificación de las técnicas de ejecución, su estado de conservación, así como las sucesivas intervenciones sobre las policromías originales (López Cruz, 2012). De las 155 muestras seleccionadas para este estudio, 133 han sido estudiadas con el objetivo de determinar la sucesión de las capas pictóricas así como para la caracterización del mortero (113 preparadas en láminas delgado-pulidas y 20 sin preparación); 10 muestras para el análisis específico de la composición del mortero mediante difracción de rayos X y 12 para el estudio de aglutinantes o fijativo.

La primera etapa de este estudio ha consistido en un examen en visión estereoscópica de la muestra sin preparar, en diferentes orientaciones. Este primer examen requiere una cantidad mínima de muestra y es muy útil para orientar el método más idóneo a aplicar en las siguientes fases del estudio analítico, pues permite seleccionar aquellas que son más representativas y de mayor interés. Esta técnica permite realizar un análisis preliminar con la observación e identificación de los diferentes estratos de las capas pictóricas, láminas metálicas, impregnación de aceites o resinas así como la morfología del mortero. Para este análisis se ha utilizado un microscopio estereoscópico NIKON SMZ 1000 del que se obtuvieron microfotografías tanto de la superficie como del corte estratigráfico gracias a la cámara que lleva incorporada el dispositivo (DS-U3 Digital Camera).

Para el estudio mediante microscopia óptica y electrónica, se han preparado 113 láminas delgado-pulidas en el Departamento de Mineralogía y Petrología de la Universidad de Granada. Una vez estudiadas con microscopia óptica fueron metalizadas con una fina película de carbono en el laboratorio de preparación de muestras del Centro de Instrumentación Científica de la UGR.

Las láminas delgado-pulidas se estudiaron mediante microscopia óptica con luz polarizada transmitida y reflejada. Este examen ha permitido la identificación de los sucesivos estratos pictóricos, el color de los mismos y la morfología del mortero. En lo referente a pigmentos, esta técnica posibilita la observación de una serie de propiedades ópticas características, que aportan información muy interesante en esta fase del estudio: pleocroísmo, índice de refracción, línea de Becke, relieve, birrifringencia y extinción, lo que permite estudiar y reconocer en esta

fase algunos de ellos (Domenech Carbó & Yusá Marco, 2006). Para este análisis se han utilizado los microscopios Carl Zeiss-Jena Jenalab y Olympus BX-0, éste último, equipado con un sistema de microfotografía DP-20, que ha posibilitado la obtención de una amplia documentación de microfotografías de todas las muestras, en ambos casos, con un polarizador y con polarizadores cruzados. Ambos microscopios se encuentran en el Departamento de Mineralogía y Petrología de la Universidad de Granada⁵.

En la tercera fase se ha realizado el análisis de las láminas delgado-pulidas metalizadas con carbono mediante microscopía electrónica de barrido (Scanning Electron Microscopy, SEM) que proporciona imágenes de electrones secundarios retrodispersados y la realización de microanálisis puntuales por dispersión de energía de rayos X (Energy Dispersion X-ray, EDX). El microscopio electrónico de barrido emite un haz de electrones que recorre la superficie de la muestra, produciéndose al chocar con ella electrones secundarios, retrodispersados y rayos X característicos. Cada uno de ellos ofrece diferente información; con los electrones secundarios que provienen de la parte externa se forma la imagen de la superficie de la muestra, los electrones retrodispersados por haber impactado con los núcleos atómicos provienen de niveles internos de la muestra y forman una imagen de la distribución de sus elementos constitutivos (López Ortega, 1999). De esta forma, a partir de la obtención de imágenes de la micromuestra preparada se puede conocer la estructura que presenta su superficie y su sección transversal, morfología de los granos, cristales, así como todos aquellos datos derivados que, a partir de esta información se puedan obtener mediante el tratamiento de las imágenes. Por otra parte, la obtención de espectros de rayos X por dispersión de energías permiten conocer la composición elemental de una zona específica de la muestra estudiada (Domenech Carbó & Yusá Marco, 2006). Además, la posibilidad de analizarlas sin preparación directamente en el portamuestras, cuyo análisis se ha efectuado a 20 muestras, ha permitido obtener información en la última fase de estudio que ha sido determinante para la elaboración de las conclusiones finales. Las imágenes electrónicas y los microanálisis por dispersión de energía se han realizado con los microscopios Leo Gemini 1530 y Leo 1430 VP, equipados los dos con sistemas de microanálisis por dispersión de energía de rayos X Inca 350 versión 17 de Oxford Instrument. En los microanálisis puntuales se ha empleado una corriente de filamento de 500pA, 20keV de energía del haz y 10 eV/ch de resolución espectral. Los mapas de rayos X se han adquirido con el segundo de los equipos nombrados, usando un 1 nA de corriente del filamento y 20 eV/ch de resolución⁶.

⁵ Las fotografías del microscopio óptico han sido realizados por la doctora Olimpia López Cruz. Departamento de Pintura.

⁶ Los análisis de Microscopía Electrónica de Barrido han sido realizados por la doctora Rocío Márquez Crespo. Centro de Instrumentación Científica de la Universidad de Granada.

Por otra parte, la caracterización de los materiales pictóricos en lo referente a los aglutinantes o fijativos se ha realizado mediante las siguientes técnicas de análisis:

- Estudio y análisis preliminar de pigmentos, aglutinantes y barnices mediante microscopía óptica por reflexión y por transmisión, con luz polarizada, empleando ensayos microquímicos y de coloración selectiva de capas de temple y óleo. Las microfotografías se han realizado con luz reflejada a 300 X y con nícoles cruzados, a no ser que se especifiquen otras condiciones.
- Espectroscopía IR por transformada de Fourier. Este estudio se emplea principalmente en el análisis de las preparaciones y los componentes de recubrimientos o barnices. Los análisis, en el caso de realizarse, se llevan a cabo entre 4400 cm^{-1} y 370 cm^{-1} , en pastillas de KBr o mediante análisis superficial usando la técnica UATR (Universal Attenuated Total Reflectance).
- En lo que respecta a los métodos cromatográficos, con el término “cromatografía” se designan varias técnicas analíticas capaces de separar una mezcla de sustancias parecidas. El sistema operativo siempre está constituido por una fase fija (o estacionaria) y una fase móvil. En este estudio se ha utilizado la cromatografía en fase gaseosa, para la determinación de sustancias lipófilas, como aceites secantes, resinas y ceras; y de sustancias hidrófilas, como las proteínas y las gomas-polisacárido (goma arábiga y productos afines). Para el análisis de las sustancias lipófilas, las muestras se han tratado con el reactivo de metilación Meth-prep II. Para los hidratos de carbono y las proteínas se ha llevado a cabo una hidrólisis con HCl 6M y una derivatización con MTBSTFA en piridina de los ácidos grasos, aminoácidos y monosacáridos resultantes⁷

Por otra parte, para la caracterización del mortero, los análisis de muestras mediante microscopio estereoscópico, microscopía óptica y microscopio electrónico de barrido, se han completado con el estudio específico del mortero mediante el análisis por difracción de Rayos X. Este tipo de análisis permite estudiar la estructura de las sustancias cristalinas e individualizar los diferentes componentes (fases cristalinas) presentes en una mezcla de sustancias sólidas. La difracción de rayos X “se produce cuando una fuente radiante que proporciona un haz de rayos X interacciona con los electrones existentes en una muestra compuesta por sustancias cristalinas a través de la cual pasan provocando una dispersión de la radiación incidente” (Gómez González, 2008, p. 248). El sistema instrumental del aparato permite el giro del cristal de modo que los rayos se difractan en todas direcciones. Para

⁷ Datos aportados por el Laboratorio Larco Química y Arte Madrid donde fueron realizados los exámenes para la identificación de los aglutinantes.

favorecer este fenómeno, la muestra se pulveriza y se suspende en medio adhesivo. Posteriormente las bandas características que se obtienen de cada muestra se comparan con patrones existentes a partir de un sistema de tratamiento informático (Gómez González, 2008).

En este caso concreto se han utilizado 10 muestras para su análisis debido a la escasez de material disponible. El número tan reducido de muestras estuvo condicionado fundamentalmente por la dificultad de acceder a estratos del mortero profundos sin ocasionar una agresión importante para la obra, por ello solo se tomaron de aquellos niveles de mortero que lo permitían.

Los resultados que se obtienen de la difracción de rayos X (DRX), se complementan con el estudio del mortero más profundo mediante Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) en aquellas muestras que presentan restos de mortero. En este sentido, hay que recordar que el objetivo fundamental de este trabajo es el estudio de la policromía del Patio de las Doncellas, y que por lo tanto el conocimiento del mortero interesa fundamentalmente para la determinación de alteraciones y la identificación de añadidos.

No obstante, a pesar de la escasez de material para análisis, se ha logrado obtener diagramas de difracción de rayos X a partir de los cuales se han identificado las fases minerales cristalinas constituyentes del mortero, además de la cuantificación de su proporción.

El equipo que se ha utilizado para la realización de este estudio ha sido un difractómetro PANalytical X'Pert Pro con detector lineal de estado sólido X'Celerator del Departamento de Mineralogía y Petrología de la Universidad de Granada. Las condiciones experimentales han sido las siguientes: radiación CuK_α 45Kv de potencial y 40mA de intensidad. Los diagramas de difracción se han realizado usando un barrido continuo entre 3° y 50° de 2θ , 20 segundos de tiempo de medida en cada paso y una velocidad de barrido de 3° de 2θ por minuto. Para el procesamiento de los datos y la identificación de compuestos se ha utilizado el programa XPowder⁸.

1.1.6. Determinación de la evolución cromática y cronología de las intervenciones.

La diversidad de los distintos tipos de acabados empleados en la arquitectura, así como la multiplicidad de las técnicas empleadas en la ejecución de los revestimientos y, a menudo, la superposición de intervenciones de diferentes épocas, hacen necesario aplicar un estudio interdisciplinar que incluya el máximo de facetas para una lectura adecuada, pues, como señala

⁸ Los análisis de Difracción de Rayos X han sido realizados por la doctora Olimpia López Cruz. Departamento de Pintura.

Brogiolo (1995) la riqueza y complejidad de la información no se puede captar con los esquemas rígidos de la arqueología convencional.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, ha sido fundamental para determinar la evolución cromática y la cronología de las intervenciones, contar con toda la información obtenida en las fases anteriores (documentación bibliográfica, trabajo de campo y resultados del análisis de muestras). Por esta razón, los datos que se han obtenido en estas fases de estudio, se han manejado de manera conjunta, ya que de forma aislada no pueden aportar información definitiva pero vistos de forma global permiten obtener conclusiones más completas y fiables.

Por otra parte, para determinar la evolución cromática y cronológica de las intervenciones ha sido imprescindible la elaboración de una serie de fichas identificativas de las muestras estudiadas en las que se recoge la localización exacta de su situación en el paramento a partir de la documentación gráfica y fotográfica, los resultados de cada uno de los análisis efectuados, y las conclusiones extraídas. Los datos obtenidos han permitido asignar cronología en muchos casos atendiendo a la información que aportan los propios pigmentos y aglutinantes. Debido a la extensión de las fichas identificativas, estas se incorporan para su consulta en el Anexo 2. *Análisis de materiales.*

Debido a que no todos las muestras presentan los mismos estratos, se han ido estableciendo diferentes niveles con el objetivo de poder establecer las diferentes actuaciones efectuadas. De esta forma, teniendo como base una cuadrícula y en función tanto de los materiales identificados en cada uno de los estratos (caracterización y cronología), así como a la información recogida de la revisión documental, se han podido establecer las correlaciones cronoestratigráficas de las muestras estudiadas. Este sistema resulta muy útil pues permite representar de forma gráfica los estratos que se conserva en cada una de las muestras y establecer una valoración global de las actuaciones, así como las pérdidas que se ha producido en la policromía de un paramento a lo largo de su historia.

1.1.7. Informe del estado de conservación.

Para poder realizar un informe completo del estado de conservación del paramento ha sido necesario abordar una profunda revisión de los principales procesos de degradación que presentan los revestimientos de yeso así como los métodos que se utilizan para su reconocimiento. Una vez completada esta revisión y en función de los datos obtenidos *in situ*, se ha tenido la información necesaria para la elaboración de un diagnóstico completo del nivel de degradación del paramento y sus problemas de conservación. Siguiendo las indicaciones de Mora, Mora & Philippot (2001), toda la información recogida en este punto se ha reflejado en el levantamiento gráfico pues constituye una herramienta fundamental para el restaurador,

siendo la única que permite la consignación clara y sistemática del estado de conservación y la naturaleza de las intervenciones empleadas en un conjunto completo. Esta información se ha documentado digitalmente de manera simple y fácil de interpretar recurriendo a indicaciones sencillas acerca del estado de conservación del soporte (oquedades, desprendimientos y grietas), pérdidas de material y presencia de elementos metálicos.

Al diagnóstico de daños que se ha realizado sobre el levantamiento gráfico se une la pormenorizada documentación fotográfica que ha sido imprescindible para la elaboración del informe, pues ha permitido señalar de forma precisa la gravedad de las alteraciones y su localización.

1.2. METODOLOGÍA DE ESTUDIO DE TRATAMIENTOS DE CONSOLIDACIÓN.

Los estudios y publicaciones que hacen referencia a la consolidación de las yeserías son escasos, si bien en los últimos años se ha detectado un mayor interés en la investigación de este tipo de productos consolidantes y su comportamiento en yeso. Sin embargo, generalmente, este interés se ha centrado fundamentalmente hasta el momento en su efectividad sobre el material de base y su resistencia a los agentes que los deterioran. Entre ellos destacan los trabajos del laboratorio de restauración de la Alhambra, que viene realizando en los últimos años una labor de investigación acerca de este tipo de materiales, centrando sus ensayos en la respuesta de estos tratamientos frente a la humedad, uno de los problemas fundamentales de este tipo de revestimientos (examen óptico y táctil, pruebas de adsorción, pruebas de desorción y ciclos de humedad y sequedad). A pesar de que las conclusiones de estos estudios son muy importantes y han sido tomadas en consideración para esta investigación, no abordan en profundidad el efecto de estos tratamientos sobre las capas pictóricas.

En nuestro caso, a los problemas indicados anteriormente se añaden el de los sucesivos repolicromados y encalados, que unidos a la presencia de humedad han derivado en la descohesión y disgregación de la capa pictórica. Esta alteración afecta principalmente a los estratos más superficiales de la decoración, y nos hizo plantear la necesidad de abordar un estudio en profundidad sobre la efectividad de este tipo de materiales y su efecto sobre las mismas. El tipo de intervención que se requería era fundamentalmente consolidante, actuando sobre la descohesión generalizada de los estratos, es decir sobre su microestructura, aportándole estabilidad y permitiendo la adhesión de estos estratos superficiales (Botticelli *et al.*, 1998).

No hay que olvidar que cualquier material que se introduzca en la obra va a modificar su relación con el ambiente, de manera que su comportamiento en el futuro puede verse afectado. Cuando se interviene un revestimiento de estas características el objetivo es conseguir su conservación y que su comportamiento mejore, es decir, que disminuya su alterabilidad. En este sentido es necesario realizar investigaciones en profundidad antes de aplicar los tratamientos con el objetivo de evitar efectos o comportamientos indeseados con el paso del tiempo. En el caso del patio de las Doncellas, como ya se ha expuesto, tanto los escasos restos de policromía, como su estado de conservación, no permiten un estudio minucioso con ensayos de eficacia *in situ*, por lo que, como se aconseja en bibliografía, se debe recurrir a otros métodos de investigación como es el caso de probetas identificativas (Villegas Sánchez, 2007a; Villegas Sánchez, 2007b; Rubio Domene, 2010) entre otros.

Según Villegas Sánchez (2007b, p. 52) la metodología que se debe aplicar con el objetivo de determinar la idoneidad de cualquier tipo de técnica y producto de tratamiento es “independiente del tipo de obra que se esté estudiando, y debe centrarse en evaluar los siguientes aspectos”:

- Compatibilidad de los productos y técnicas seleccionadas en el estudio con los materiales originales de la obra.
- Resistencia a los agentes de alteración que actuarán sobre la obra una vez tratada.
- Eficacia del tratamiento, es decir, que con él se consiga el fin que se persigue.

Atendiendo a estos presupuestos, el estudio de estos tres aspectos se ha abordado en esta tesis doctoral de la siguiente forma:

- Revisión y selección de los tratamientos de consolidación a estudiar en este ensayo, aplicándolos a probetas adecuadamente preparadas, de características semejantes a la obra a tratar por la cara policromada.
- Determinación de la resistencia a los agentes de deterioro, sometiendo a las probetas tratadas a un ciclo de envejecimiento que simule los efectos de los agentes y mecanismos de alteración que afectan a la obra real.
- Evaluación de la eficacia de los tratamientos respecto a las probetas sin tratar y su respuesta al ciclo de envejecimiento.

Además, este trabajo se ha podido completar con pruebas de tratamientos sobre fragmentos arqueológicos descontextualizados, lo que ha permitido comparar los resultados obtenidos.

El desarrollo de esta parte de la investigación ha sido el siguiente:

1.2.1. Revisión de tratamientos aplicados en este tipo de revestimientos y elección de los materiales para este ensayo.

Uno de los problemas fundamentales a la hora de abordar este tipo de investigaciones es el gran número de productos de tratamiento que se fabrican y que se comercializan y, sobre los que hay en la actualidad poca experiencia en cuanto los resultados que proporcionan a medio plazo (Villegas Sánchez, 2007b).

Teniendo en cuenta estas consideraciones, y después de hacer una revisión en profundidad de los posibles consolidantes a utilizar, se han seleccionado cinco consolidantes entre los que se encuentran tratamientos que se han utilizado tradicionalmente para la intervención de yeserías, así como otros de nueva incorporación menos estudiados. En primer lugar se han elegido dos de los productos que se han empleado más frecuentemente en contextos arqueológicos (ya sea para consolidar los revestimientos para su extracción o para su conservación *in situ*) como

la resina acrílica (metilacrilato-etilmetacrilato)⁹, más conocido como Paraloid® B72 y el silicato de etilo. A pesar de su efectividad y de la extensión de su uso, ambos presentan el inconveniente de obstruir la porosidad original de la obra y el de su reversibilidad ya que, en el primer caso, para eliminarlo habría que aplicar una cantidad importante de disolventes, y el segundo se vuelve más irreversible con el paso del tiempo, lo que dificulta tratamientos posteriores como pueden ser la limpieza.

Por otra parte se han seleccionado el butiral de polivinilo y el hidróxido de bario, que si bien se han utilizado en menor medida, dadas sus características se ha considerado que puede ser interesante conocer su efecto específico sobre las policromías con base de yeso. Además se han incluido los de nueva incorporación, destacando la carbonatogénesis bacteriana, que *a priori* presenta ventajas como respetar la permeabilidad de los materiales sobre los que se aplica y no interferir en tratamientos posteriores. Su eficacia ha sido comprobada en estudios anteriores sobre yesos de procedencia arqueológica (Jroundi *et al.*, 2014; Jroundi *et al.*, 2011) en los que se ha puesto de manifiesto “una adecuada activación de las bacterias carbonatogénicas y consiguientemente, un notable grado de consolidación que alcanza hasta los 2 cm de profundidad en el sustrato” (González-Muñoz *et al.*, p.97). Aunque los resultados expuestos en estas investigaciones han demostrado que el color no se enmascaraba ni sufría brillos u otro tipo de efectos indeseables, su efecto sobre las policromías aún no ha sido valorado en profundidad, debido a los escasos restos de color que presentaban los fragmentos tratados. En este trabajo se presenta, su aplicación en probetas con una superficie amplia para el ensayo que permitirá conocer el comportamiento de la solución nutritiva M-3P (solución acuosa) sobre el material de base, así como su interacción con los aglutinantes seleccionados (cola animal, goma arábiga y aceite) y los pigmentos elegidos (tanto históricos como modernos).

1.2.2. Elaboración de probetas.

Por todo lo anteriormente expuesto para el estudio de los tratamientos de consolidación se ha decidido la elaboración de probetas de ensayo realizadas a partir de los materiales identificados en el estudio. Además, para ampliar la aplicación de los resultados obtenidos se incluyeron otros no presentes en este estudio pero que, han sido identificados por nuestro equipo en obras de similar cronología, (yeserías de la Alhambra, Cuarto Real de Santo Domingo, Madraza de Granada y otras zonas del palacio como la fachada de Pedro I o restos de yesos encontrados en los camaranchones. En este sentido son especialmente interesantes los últimos pues son espacios que quedaron ocultos en la remodelación llevada a cabo por los reyes católicos a finales del s. XV en la fachada del Palacio de Pedro I cuando se elevó un piso sobre los cuerpos

⁹ En adelante (resina acrílica) para abreviar.

laterales de la fachada del palacio. En esta zona, las policromías conservadas son de un gran interés porque se pensó que debían contener únicamente los materiales originales, ya que al no estar visibles no se han visto afectadas por procesos de restauración [Fig. 3].

De esta forma, al incluir un amplio abanico de materiales, los resultados que se obtengan no serán solo aplicables a esta zona concreta, sino que serán extensibles a otros espacios de similar tipología.

Figura 3. Aspecto del fragmento de yesería hallado en el camaranchón tras su limpieza.



Los materiales seleccionados para la elaboración de probetas se dividen en dos tipos. Por una parte los que son representativos de los materiales históricos, y por tanto probablemente originales; y por otra parte, los materiales modernos que son representativos de intervenciones posteriores. Así pues, se han seleccionado un total de 25 acabados cromáticos diferentes, lo que supone un número considerable de probetas tal y como aconseja Villegas Sánchez (2007b). Las probetas realizadas, se han adaptado en la medida de lo posible a la normativa internacional vigente, por lo que se han tomado ciertas normas de referencia para su realización (ISO 2810:2004 *Paints and varnishes. Natural weathering of coatings. Exposure and assesment.*; UNE 135335:2005 *Vertical signs. Test of natural weathering. Method of exposure to direct weathering. Characteristics and test method*):

El procedimiento que se ha seguido para esta investigación ha sido el de la repetición de tres probetas por cada acabado polícromo y tratamiento: una probeta de testigo interior, una probeta de testigo exterior y finalmente otra probeta tratada, siendo este método normalmente el aconsejado por (RILEM 1980, ISRM 1981, 1988 NORMAL italianas, UNE 1985 españolas e

ISO *International Organization for Standardization*. Dado que la superficie de los soportes cerámicos utilizados de base era bastante extensa (Ladrillo tipo1:23,5 x 11,5x 2,7cm; Ladrillo tipo2: 21x10 x2,7cm) se ha decidido aplicar dos acabados cromáticos por soporte, con el objetivo de facilitar su manipulación debido al elevado número de probetas de ensayo [Fig. 4].



Figura 4. Imagen de algunas de las probetas identificativas de los materiales históricos sometidas a ensayo. En ella puede observarse la aplicación de dos acabados cromáticos por probeta de yeso.

Teniendo en cuenta estas consideraciones previas se ha establecido para esta investigación la utilización de un total de 72 probetas, de las cuales 42 son representativas de los materiales históricos y 25 de los materiales modernos. A cada probeta se ha asignado un código numérico identificativo, cuyo desglose puede consultarse en el capítulo 8. Por otra parte, de acuerdo con la normativa vigente (UNE 135335:2005) se ha referenciado cada probeta por el reverso, es decir por la cara que no ha sido sometida a envejecimiento, con una marca indeleble apropiada. De esta forma la cara expuesta a envejecimiento no presenta ninguna marca de identificación que haya podido afectar a los resultados del ensayo. Además, de todas las probetas se han extraído micromuestras de control en las distintas fases del ensayo. La relación técnica de productos y procedimientos de aplicación empleados se desarrollan con detalle en el capítulo 8.

1.2.3 Determinación de la resistencia a los agentes de alteración. Ensayo de tratamientos sobre probetas mediante ciclo de envejecimiento controlado de 12 meses.

Con el objetivo de poder valorar la efectividad de los tratamientos y sus efectos sobre las policromías ha sido necesario someter a las probetas a un ciclo de envejecimiento controlado. Aunque somos conscientes del empleo en este tipo de estudios de los Ensayos de Envejecimiento Acelerado (EEA), el tamaño y la cantidad de las probetas de ensayo no han permitido la utilización de la cámara de envejecimiento por espacio (dimensiones y elevado

número de probetas), por lo que se ha optado por el ciclo de envejecimiento natural. No obstante, las condiciones climatológicas a las que han sido expuestas las probetas han sido bastante duras como se expone en el capítulo 9 lo que ha permitido la obtención de resultados con garantías para el estudio.

Esta investigación se ha realizado en el centro de restauración de la Universidad de Granada, cuya sede actual es el Palacio del Almirante en el barrio del Albaicín. Para el envejecimiento exterior de las probetas se ha habilitado una de las terrazas en la que se ha colocado una estructura diseñada mediante perfiles inoxidable para la colocación de las probetas descritas. Estos perfiles dispuestos al aire libre, en posición vertical y anclada a la pared, están cubiertos por un voladizo, de modo que la posición de las probetas en esta estructura ha simulado la que tienen en obra real. En el caso de las probetas testigo se han colocado en un laboratorio del centro de investigación y han sido igualmente monitorizadas (Calero-Castillo *et al.*, 2015a). Para ello se ha contado con una estación meteorológica con el siguiente equipamiento:

- *Piranómetro LP PYRA 02AV (DELTA OHM)*: Mide la irradiancia sobre una superficie horizontal (Watt/m^2). La irradiancia medida es la suma de la irradiancia directa del sol y la irradiancia difusa. El piranómetro LP PYRA 02 es un piranómetro de clase 1 producido con la norma ISO 9060.
- *Anemómetro 6410 – (DAVIS)*. Las mediciones del anemómetro muestran las velocidades del viento y la dirección.
- *Sensor de radiación UV (DAVIS)*. *UV Solar Radiation Sensor. For Vantage Pro and Vantage Pro2. Weather Stations*. El sensor de radiación DAVIS es un instrumento de precisión que detecta la radiación ultravioleta en longitudes de onda de 290 a 390 nanómetros y la radiación solar en longitudes de onda de 300 a 1100 nanómetros.
- *Sensor de temperatura y humedad relativa*. En el caso de la temperatura presenta un rango de -30°C a 50°C y una precisión de $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ a 25°C . En lo referente a humedad, el rango es de 0 a 100% y una precisión de $\pm 2\%$.
- *Campana anti-radiación (DAVIS)*. Permite que el sensor de temperatura pueda medir con precisión la temperatura del aire sin los efectos de la radiación directa de la luz solar.

Todos los datos obtenidos han sido gestionados mediante un *Software específico SENSONET*, enrutado por IP al controlador que ha recogido los datos obtenidos en un ordenador a partir de un equipo integrado en la estación para la medición de señales. Este software nos ha permitido conocer los valores de temperatura y humedad en tiempo real, visualizar las gráficas con vista anual, mensual, semanal o diaria en tiempo real o en la fecha seleccionada y guardar los datos de los sensores en un formato compatible con Word/Excel para procesar los datos y realizar

los correspondientes informes. Por otra parte, las probetas sometidas a envejecimiento interior han sido controladas por los sensores descritos de humedad y temperatura a través de un dispositivo portátil colocado en el laboratorio de investigación (Calero-Castillo *et al.*,2015b) [Fig. 5].



Figura 5. Izquierda. Control de las probetas conservadas en laboratorio. Derecha. Retirada de las probetas tras el ciclo de envejecimiento exterior.

1.2.4. Evaluación de la eficacia de los tratamientos tras el ciclo de envejecimiento.

Valorar la eficacia de los tratamientos de consolidación aplicados era fundamental para la obtención de unos resultados objetivos de este estudio. Para ello ha sido imprescindible establecer una metodología que permitiese realizar la evaluación de su eficacia, algo que ha resultado bastante complicado. Por este motivo se ha realizado una extensa revisión bibliográfica, se han consultado las normas internacionales y, a partir de la información obtenida, se han determinado una serie de métodos aplicables a las características de esta investigación, para de este modo poder valorar de la forma más objetiva posible, el comportamiento de los productos empleados. Los métodos seleccionados han sido los siguientes.

Estudio de colorimetría

Métodos experimentales.

Determinar los valores colorimétricos es fundamental para conocer las diferencias que presentan las superficies pictóricas cuando se someten a un tratamiento de consolidación y un posterior envejecimiento simulado. Sin duda, la especificación instrumental es preferible a la notación visual, por su precisión, exactitud y objetividad, al eliminar la inexactitud que introduce un observador subjetivo no estandarizado (instrumental) y un iluminante (en el caso de emplearse luz diurna) igualmente sin especificar. El color de un objeto se representa mediante 3 números, que corresponden, normalmente, a las coordenadas cartesianas CIELAB (L^* , a^* , b^*), o a los parámetros CIELAB denominados claridad (L^*), croma (C^*_{ab}), y ángulo de tono

$(h_{ab})^{10}$. La claridad (L^*) indica la luminosidad relativa de un objeto (con valores que van del 0, en un objeto completamente negro, al 100, en uno totalmente blanco). El croma (C^*_{ab}) se refiere a la intensidad de color (máxima para los colores espectrales o muy puros y mínima para los colores casi acromáticos). Finalmente, el ángulo de tono (h_{ab}) nos indica si un objeto es rojo, amarillo, verde o azul (o una combinación de esos tonos), correspondiendo dichos tonos, respectivamente, a los ángulos 0° , 90° , 180° o 270° ¹¹ [Fig. 6]

Asimismo, dados 2 colores, con sus correspondientes coordenadas CIELAB, es posible calcular la diferencia de color entre ellos. Siguiendo las indicaciones de la Comisión Internacional de Iluminación (CIE) y de la Organización Internacional de Normalización (ISO), la fórmula de diferencia de color actualmente recomendada, bajo ciertas condiciones de referencia, es la denominada CIEDE2000¹², que permite una mejor correlación entre los valores calculados y las diferencias visualmente percibidas que otras fórmulas de diferencia de color anteriores (Collado Montero *et al.*, 2016).

El procedimiento que se ha seguido se basa en la toma de tres medidas individuales, y cálculo del promedio, en cada una de los acabados cromáticos, para determinar los valores CIELAB correspondientes (CIE 1976 L^* , a^* , b^* , C^*_{ab} , h_{ab}), e índice de color Munsell (valor más próximo al valor CIELAB calculado), siguiendo las indicaciones de las normas de la *Commission Internationale de l'Eclairage (CIE), Colorimetry, Publication 15:2004, (CIE: Vienna, 2004)* y *International Organization for Standardization (ISO). Colorimetry - Part 4: CIE 1976 $L^*a^*b^*$ Colour space. ISO 11664-4:2008 (CIE S 014-4/E: 2007)*. En las tablas obtenidas (Adjuntas en el Anexo 4. *Estudio de envejecimiento y eficacia de materiales*), a fin de evitar redundancias, se han suprimido los valores de las coordenadas CIE a^*b^* , conservando los correspondientes a (L^*), (C^*_{ab}) y (h_{ab}) de cada muestra, así como los valores promedio (AVG), de desviación estándar (SD), máximo (máx.) y mínimo (min.).

Asimismo, se han calculado las diferencias de color, según la fórmula de diferencia de color CIEDE2000, recomendada por la CIE como estándar (Huang *et al.*, 2012), entre las muestras consideradas como patrones (antes del envejecimiento y después del envejecimiento) y las consideradas muestras de ensayo (a comparar con las muestras patrones): diferencias de color (ΔE_{00}), claridad ($\Delta L^* - \Delta E_{00}$), croma ($\Delta C^* - \Delta E_{00}$) y tono ($\Delta H^* - \Delta E_{00}$). En las tablas correspondientes (Adjuntas en el Anexo 4. *Estudio de envejecimiento y eficacia de materiales*)

¹⁰ Comisión Internacional de Iluminación (CIE). Publicación CIE 15:2004. Colorimetry, 3rd Edition. CIE Central Bureau, Vienna, 2014.

¹¹ Comisión Internacional de Iluminación (CIE). Publicación CIE 15:2004. Colorimetry, 3rd Edition. CIE Central Bureau, Vienna, 2014.

¹² International Organization for Standardization (ISO) and International Commission on Illumination (CIE). Colorimetry – Part 6: CIEDE2000 colour-difference formula. ISO/CIE 11664-6:2014 (CIE S 014-6/E: 2013).

se han incluido estos valores de diferencia de color para cada muestra, además de los valores promedio (AVG), de desviación estándar (SD), máximo (máx.) y mínimo (min.) [Fig. 6]. De esta forma han obtenido resultados de las siguientes valoraciones:

- Probetas no tratadas antes del ciclo de envejecimiento.
- Probetas tratadas antes del ciclo de envejecimiento.
- Probetas no tratadas después del ciclo de envejecimiento.
- Probetas tratadas después del ciclo de envejecimiento.

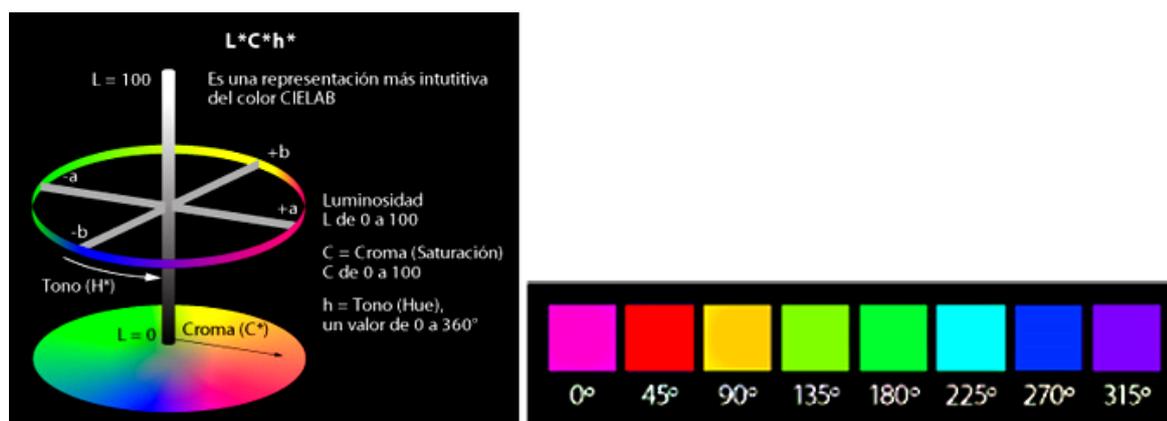


Figura 6. Izquierda. Espacio de color L^* , C^* , h^* . Derecha. Grados aproximativos de los diferentes valores de tono. Imagen obtenida de http://www.gusgsm.com/espacio_color_lch.

Instrumentación

El equipo empleado para las medidas de color ha sido un espectrofotómetro portátil Kónica-Minolta CM-2600D¹³ de acuerdo con las siguientes condiciones de medición: geometría de iluminación difusa y detección a 8°, con componente especular incluida (di: 8), área de apertura del instrumento de 8 mm, observador patrón CIE 1964 (10°) e iluminante patrón CIE D65. Para la gestión de los datos colorimétricos se ha empleado el Color Data Software CM-S100W Spectramagic™ NX Pro de Konica Minolta. A partir de los datos obtenidos se han calculado las diferencias del color que se producen respecto a los diferentes patrones, lo que nos ha permitido valorar lo siguiente:

- Cambios cromáticos inducidos por los tratamientos de consolidación antes del ciclo de envejecimiento.
- Cambios cromáticos que se producen tras el ciclo de envejecimiento.

¹³ Características técnicas del instrumento: geometría de medición: d/8 (iluminación difusa ángulo de visión de 8 grados), con medida simultánea de SCI (componente especular incluido) y SCE (componente especular excluido); intervalo de longitudes de onda: 360nm a 740 nm; paso de longitud de onda: 10 nm; área de medida/iluminación: 8 mm / 11 mm y 3mm / 6mm; repetibilidad: reflectancia espectral con SD dentro del 0.1%, valor de cromaticidad con SD ΔE^*_{ab} dentro de 0.04%; ajuste numérico instantáneo de UV, con filtro de corte UV 400nm; modo de medida: individual/promedio; observador: 2°/10°; iluminante: A, C, D50, D65, F2, F6, F7, F8, F10, F11, F12; espacio de color/datos colorimétricos: $L^*a^*b^*$, L^*C^*h , CMC (1:1), CMC (2:1), CIE94, Hunter Lab, Yxy, Munsell, XYZ, MI, WI (ASTM E313) YI (ASTM E313/ASTM D1925), Brillo ISO (ISO 2470= Estado de densidad A/T, WI/Tint (CIE/Ganz), L99a99b99, L99C99h99.

Precisión de las medidas

Para determinar la precisión o repetitividad de las medidas de color se han utilizado series de N medidas independientes, calculando su dispersión mediante el valor denominado “diferencia de color promedio respecto del promedio” (MCDM: “*Mean Color Difference from the Mean*”) en unidades CIELAB, según la siguiente ecuación, donde los subíndices “i” representan las coordenadas de color de cada una de las N medidas y las barras superiores sus correspondientes valores medios:

$$MCDM = \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [(L_i^* - \bar{L}^*)^2 + (a_i^* - \bar{a}^*)^2 + (b_i^* - \bar{b}^*)^2] \right)^{1/2}$$

La *MCDM* permite representar mediante un número único la dispersión de las tres coordenadas CIELAB. Cuanto más bajo es el valor de la *MCDM* mayor es la precisión. Por un lado, se ha calculado la *MCDM* de cada muestra (diferencia de color CIELAB promedio respecto de la media de las 3 medidas de cada muestra), sobre un conjunto de 110 muestras¹⁴, correspondiente a 17 acabados, a fin de determinar la precisión de las medidas. Los valores promedio obtenidos de esta *MCDM* han sido inferiores a 1 unidades CIELAB, lo que indica la alta precisión de las medidas y del equipo empleado. Esta *MCDM* no se representa en las tablas aportadas con el objetivo de simplificar la exposición de los datos obtenidos. Por otro, se ha calculado la *MCDM* de cada serie, integrada por diferentes muestras del mismo color (diferencia de color CIELAB promedio respecto de la media de todas las medidas de cada probeta). Los valores promedio de esta *MCDM* nos permiten determinar también la dispersión, no ya de cada muestra, sino de un conjunto de muestras del mismo color, que integran la serie y, por tanto, nos informan de la variabilidad del color (en unidades CIELAB).

Exposición de resultados.

Dada la importancia que el estudio colorimétrico presenta en el marco de esta tesis doctoral, se ha realizado una evaluación pormenorizada de los datos obtenidos en cada una de las fases de estudio que se exponen de la siguiente manera:

En primer lugar, se presentan los resultados que se han obtenido al valorar los cambios que se producen entre una superficie no tratada, que actúa como patrón, y otras superficies policromadas que han sido tratadas con los diferentes productos sometidos a ensayo. Estos resultados han permitido, por una parte, conocer antes del envejecimiento las transformaciones que se producen en cada uno de los acabados cromáticos provocados por los diferentes

¹⁴ 70 muestras correspondientes a las probetas identificativas de los materiales históricos.
40 muestras correspondientes a las probetas identificativas de los materiales modernos.

tratamientos, y por otra, identificar los consolidantes que generan más cambios desde el punto de vista colorimétrico [Fig. 7].



Figura.7. Esquema ilustrativo de la evaluación de los cambios cromáticos antes del ciclo de envejecimiento.

En segundo lugar, una vez obtenidos estos primeros resultados, se consideró interesante analizar en profundidad el comportamiento que un pigmento en particular presenta con los diferentes aglutinantes, considerando sólo aquellos consolidantes que son comunes en el estudio de los materiales modernos e históricos, pues, de esta forma, se pueden valorar los datos obtenidos de forma global. Teniendo en cuenta estas premisas, se han seleccionado los valores extraídos de las mediciones realizadas en los acabados del pigmento azurita natural aplicados con los diferentes aglutinantes (cola animal, goma arábica y aceite de linaza) de las probetas sin tratar, que actúan como patrón, y de las tratadas con resina acrílica, silicato de etilo y carbonatogénesis bacteriana, que son los tratamientos comunes tanto en los materiales modernos como históricos. La elección de este acabado cromático está justificada por ser el único pigmento utilizado en las probetas identificativas de los materiales históricos y modernos, y por lo tanto el único aplicado con los tres tipos de aglutinantes [Fig. 8].

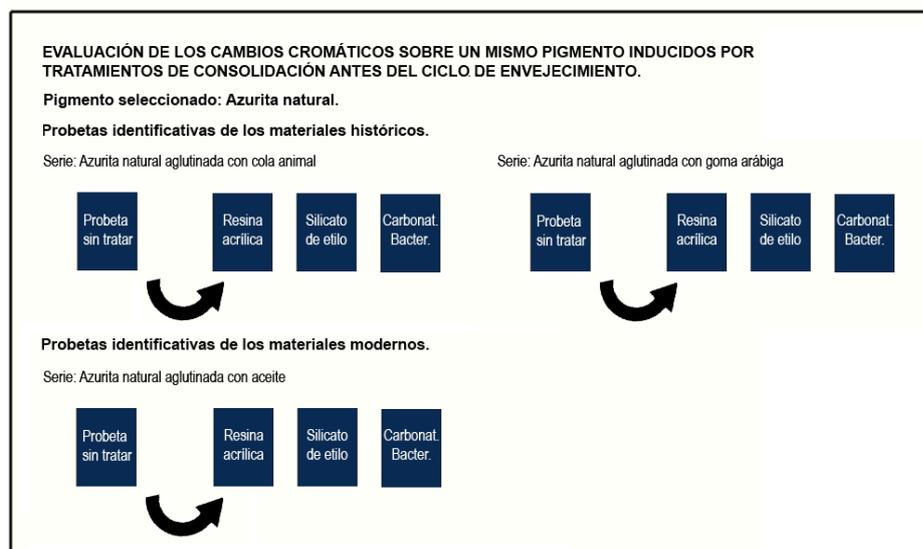


Figura 8. Esquema ilustrativo de la evaluación de los cambios cromáticos inducidos por tratamientos de consolidación sobre el pigmento azurita natural.

Por último, se muestran los valores obtenidos y la interpretación de resultados extraídos de la exposición de las probetas al ciclo de envejecimiento de doce meses. Un aspecto imprescindible que se debe analizar cuando se investiga el uso de productos aplicados en las obras policromadas, es el de los cambios que se producen en sus características ópticas, dado que en las intervenciones de restauración la legibilidad de la obra es fundamental (Borgioli & Cremonesi, 2005). En este sentido, los consolidantes no deberían presentar amarilleamiento u opacidad con el envejecimiento. Con la intención de cumplir esta premisa, para realizar este estudio se ha tomado como patrón la medida de color de cada acabado cromático realizada antes de la exposición y se ha comparado con la registrada tras los doce meses. Ello nos ha permitido constatar, en términos objetivos, los cambios que se han producido en cada una de las policromías de manera individual y extraer conclusiones acerca de la alteración que se produce tanto en las superficies tratadas con los distintos consolidantes como en aquellas sin tratar, así como las diferencias entre las probetas que han sido expuestas a la intemperie o las conservadas en el laboratorio [Fig. 9].

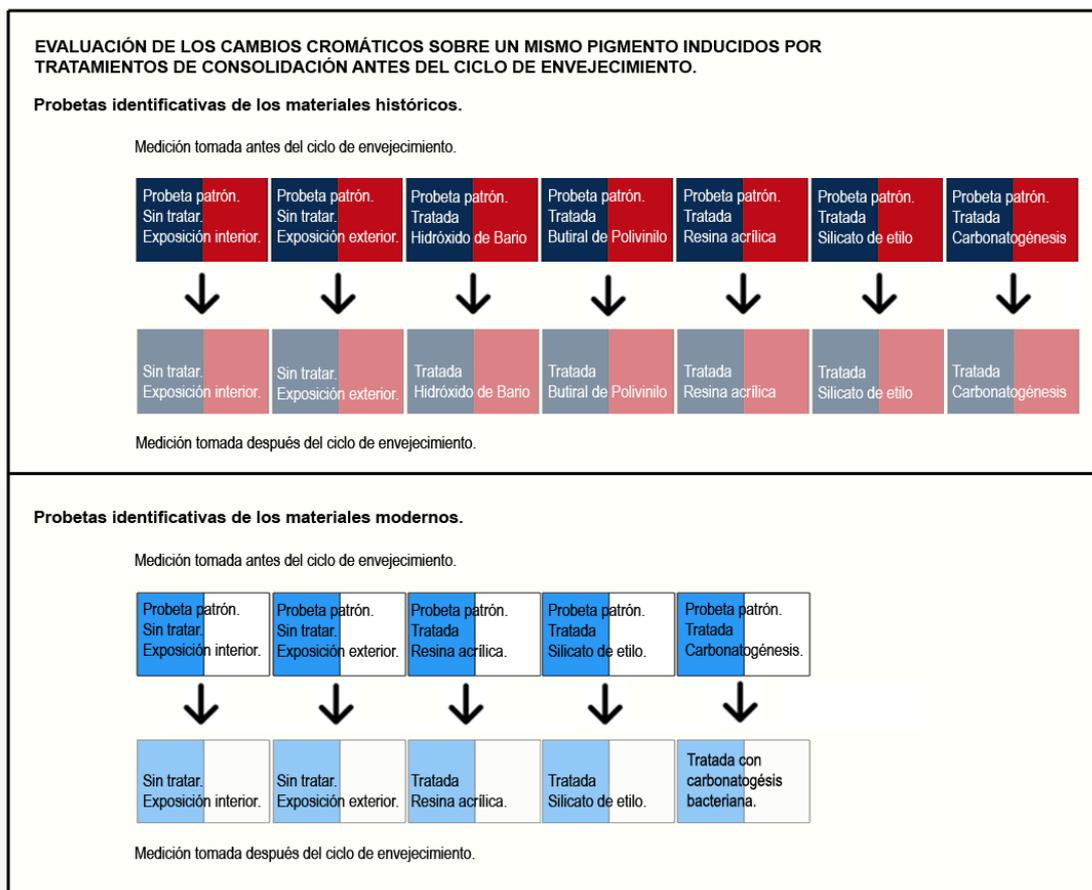


Figura 9. Imagen ilustrativa de la evaluación de los cambios cromáticos inducidos por tratamientos de consolidación después del ciclo de envejecimiento. Como puede observarse, se toma como patrón la medición realizada en cada acabado cromático antes del ciclo de envejecimiento y se compara con la medición registrada tras la exposición de 12 meses.

Método de ensayo de evaluación de la degradación de los recubrimientos.

Controlar los cambios que se producen en la superficie es fundamental para poder evaluar la efectividad y las características de los tratamientos aplicados sobre los diferentes acabados polícromos. Por este motivo se han utilizado como referencia las normas ISO 4628-1:2003. *Paints and varnishes. Evaluation of degradation of coatings. Designation and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance. Part 1: General introduction and designation system*, y la norma ISO 4628-5:2003 *Paints and varnishes. Evaluation of degradation of coatings. Designation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance. Part 5: Assessment of degree of flaking*, que permiten evaluar a partir del análisis visual el grado de degradación de la capa pictórica. Este examen se realiza basándose en dos parámetros, facilitados por la norma ISO 4628-5:2003, que son la *evaluación de la cantidad de descamación* y la *evaluación del área afectada por la descamación*, gracias a ellos se obtiene la expresión del *grado de descamación* que es la (“valoración que describe el desprendimiento de escamas en áreas de términos de cantidad, tamaño y profundidad”), que se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$3(S2)$$

Donde 3 expresa la cantidad en %, y 2 el tamaño de los defectos en relación a las escalas de valoración aportadas por la norma que pueden consultarse en el Anexo 5: *Estudio de envejecimiento y eficacia de materiales*. Gracias a los resultados obtenidos se ha podido realizar una interpretación del comportamiento de los diferentes acabados polícromos en función de los consolidantes aplicados, así como su respuesta al ciclo de envejecimiento.

Método de ensayo de evaluación de la absorción de agua.

En este tipo de tratamientos es fundamental controlar la posible alteración que producen los materiales de restauración sobre las superficies que se aplican. Por ello, se ha considerado importante conocer los cambios que se habían producido en las superficies tratadas en cuanto a la absorción de agua se refiere. El método seleccionado para evaluar esta característica ha sido el de la “*spugna di contatto*” (*esponja de contacto*), método desarrollado por el CNR-ICVBC de Florencia (Istituto per la Conservazione e la Valorizzazione dei Beni Culturali). Los métodos que tradicionalmente se han utilizado y que actualmente se encuentran en uso para realizar este tipo de evaluaciones (tubo Karsten o de la pipeta) presentan algunas dificultades operativas para los restauradores (adherencia, tratamiento de datos...) de forma que requieren la intervención de técnicos especializados. Con este método, el operador puede calcular directamente la absorción de agua empleando una fórmula basada en las diferencias de peso. La metodología de la *esponja de contacto* se propuso como un método simple y rápido para evaluar la eficacia de un tratamiento hidrorrepelente en superficies pétreas y en *intonacos* en

noviembre de 2011 en el organismo CNR-ICVBC. Su efectividad para la evaluación de este fenómeno en el ámbito del Patrimonio ha conllevado que en poco tiempo se convirtiese en norma internacional UNI 11432:2011. Cultural Heritage - *Natural And Artificial Stone Determination Of The Water Absorption By Contact Sponge*. El método aplicado para este ensayo se ha basado en el cálculo de la cantidad de agua absorbida (W_a) durante la prueba que se ha realizado mediante la siguiente fórmula matemática:

$$W_a \text{ (g/cm}^2 \text{ min)} = (P_i - P_f) / 23,76 \times t$$

t= tiempo de contacto en minutos

P_i= peso inicial en gramos

P_f= peso final en gramos

23.76= superficie de la esponja en cm²

La instrumentación utilizada para la medición ha sido: plato de contacto de policarbonato, esponja de contacto, jeringas de plástico de 10cc con una aguja de diámetro de 0,9mm, agua destilada, papel secante, cronómetro y balanza de precisión. Estas mediciones se han llevado a cabo sobre una selección de probetas identificativas, que en este caso concreto han sido la serie de probetas policromadas con azurita y aglutinadas con cola animal, goma arábiga y aceite de linaza con los diferentes tratamientos. Como queda referido en la norma se han realizado tres mediciones de cada probeta ensayada para establecer un valor medio de los resultados obtenidos. Una vez calculados los valores medios, se han elaborado las gráficas correspondientes que han contribuido a facilitar la interpretación de los resultados obtenidos [Fig. 10].



Figura 10. Forma de aplicación del método de la "spugna di contatto". Izquierda. Impregnación de la esponja con la cantidad de agua destilada determinada. Derecha. Aplicación de la esponja sobre la superficie.

Método de ensayo de resistencia a la adhesión.

Uno de los métodos de ensayo que más información aportan en este tipo de investigaciones es el de la resistencia a la adhesión de la capa pictórica. La aplicación de este ensayo ha tenido como objetivo principal comprobar el estado de la capa pictórica tras el ciclo de envejecimiento. Gracias a la aplicación de este método y, a la comparación de los resultados obtenidos, se puede establecer la cantidad de pigmento débilmente adherido a la superficie policromada procedente de la degradación de uno o más de sus materiales constituyentes. El procedimiento aplicado ha consistido en la utilización de dos tipos de cinta adhesiva sobre dos fondos de color lo que ha permitido valorar todos los acabados policromos con las mismas condiciones de ensayo (cinta adhesiva transparente sobre fondo de cartulina negro y cinta adhesiva de doble cara sobre fondo blanco). De acuerdo con la norma ISO 4628(ISO 4628-6:2011) *Paints and varnishes. Evaluation of degradation of coatings. Designation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance. Part 6: Assessment of degree of chalking by tape method*. La evaluación de la información obtenida se ha realizado inmediatamente después a la aplicación del ensayo. Los resultados extraídos se han estudiado en profundidad con la ayuda de un microscopio estereoscópico NIKON SMZ 1000 que ha permitido valorar y cuantificar de manera visual las pérdidas de pigmento que se producían en cada uno de los acabados cromáticos estudiados. Se han realizado imágenes digitales gracias a la cámara que lleva incorporada el dispositivo (DS-U3 Digital Camera) [Fig. 11].



Figura 11. Método de ensayo de resistencia a la adhesión. Izquierda. Aplicación de la cinta adhesiva y retirada. Derecha. Imagen realizada con microscopía estereoscópica de los resultados obtenidos para su valoración.

Test de solubilidad.

Este ha sido uno de los métodos más utilizados por los restauradores tanto para la identificación de los componentes de la obra (Stuart, 2007), pruebas de limpieza antes de acometer los tratamientos o evaluación de la efectividad de los mismos (Gilabert Moreno, 2012). En el caso de la evaluación de tratamientos consolidantes, por simple frotación del hisopo bañado en agua

destilada, se ha podido obtener una apreciación visual del resultado de los tratamientos y el estado de la superficie pictórica. Gracias a los resultados obtenidos se ha podido comparar la efectividad de cada uno de los tratamientos respecto a la probeta exterior sin tratar, así como confrontar el estado de la película pictórica sin tratar sometida al envejecimiento exterior e interior. Los resultados obtenidos del ensayo han sido documentados fotografiando de manera individualizada el algodón empleado para el ensayo. De esta manera ha quedado registrada la información obtenida tanto para su análisis pormenorizado, como para su consulta. Las imágenes han sido realizadas por una cámara Réflex Nikon D5200 con pantalla de ángulo variable y objetivo 18-55 mm apoyada en un trípode fijo. Aunque este método no sea una técnica instrumental sino táctil, la información que se ha obtenido ha sido muy valiosa pues ha aportado datos complementarios de gran interés ya que han servido para contrastar con los resultados obtenidos en otros métodos de evaluación.

Se ha realizado un informe específico de todos los ensayos realizados en el que se recogen todos los datos obtenidos y quedan expuestos para su consulta en el Anexo 4. *Estudio de Envejecimiento y eficacia de materiales.*

1.2.5. Ensayo de tratamientos sobre fragmentos originales.

Elección de fragmentos originales

Una vez realizado el estudio en profundidad sobre probetas, para extraer resultados fiables y con garantías, era necesario estudiar la respuesta de los diferentes tratamientos sobre fragmentos arqueológicos. Para esta investigación hemos tenido la posibilidad, de realizar pruebas de tratamientos sobre fragmentos de cornisa extraídos recientemente en las campañas de intervención que se están llevando a cabo en el Conjunto Arqueológico de *Castulo* y que el director del proyecto FORUM MMX, Dr. Marcelo Castro López puso a nuestra disposición y, por otra parte, de una selección de fragmentos de yeserías procedentes del Alcázar de Guadalajara, que amablemente nos ha cedido el director de la excavación, Dr. Navarro Palazón, Escuela de Estudios Árabes, CSIC, Granada.

Habría sido muy interesante poder completar la investigación con pruebas de tratamientos realizadas *in situ* en el paramento estudiado del Alcázar de Sevilla con el objetivo de contrastar los resultados. Desafortunadamente, tanto por las condiciones del revestimiento, como por cuestiones burocráticas, no ha sido posible realizar estas pruebas de tratamientos para esta memoria de tesis doctoral, no obstante esperamos poder abordarlas en un futuro próximo y continuar con la investigación aquí iniciada.

Métodos de valoración de la eficacia de los tratamientos consolidantes

Los escasísimos restos de policromía, las pequeñas dimensiones de los fragmentos y su estado de descohesión, sobre todo en los fragmentos procedentes del conjunto arqueológico de *Castulo*, no han permitido utilizar en estas piezas ninguno de los métodos de ensayo empleados en las probetas. Sin embargo, la aplicación de los tratamientos seleccionados sobre material original, ha facilitado su análisis mediante otras técnicas analíticas que aportan resultados muy interesantes para completar los datos obtenidos.

En primer lugar, la observación mediante el microscopio estereoscópico, ha permitido la caracterización general de cada una de las muestras. Gracias a esta técnica se ha podido observar la estratigrafía, restos de policromía, morfología del mortero y cambios de apariencia entre los fragmentos no tratados y los diferentes tratamientos. Para esta observación las muestras no han sido preparadas y se han manipulado con pinzas buscando la sección sobre la cual se obtiene mayor información (López Ortega, 1999). Para este análisis se ha utilizado un microscopio estereoscópico NIKON SMZ 1000 del que se han obtenido microfotografías tanto de la superficie como del corte estratigráfico gracias a la cámara que lleva incorporada el dispositivo (DS-U3 Digital Camera) que fueron muy útiles para la siguiente fase de estudio.

Una vez que se habían tomado las muestras de los fragmentos tratados y sin tratar y habían sido estudiados minuciosamente en el microscopio estereoscópico se ha procedido a su preparación para su observación en el microscopio electrónico de barrido de presión variable (VPSEM). Para que pudieran ser estudiadas con este método, las muestras tomadas han sido preparadas en el Centro de Instrumentación Científica de la Universidad de Granada, metalizadas con carbono dividiendo la muestra en dos mitades, colocando una de perfil y otra por superficie exterior, la que presenta restos de la capa pictórica, de forma que pudiera estudiarse tanto su sección como su superficie.

En esta fase del estudio ha sido fundamental la documentación fotográfica realizada con el microscopio estereoscópico pues una vez que se han metalizado las muestras pierden sus características cromáticas. De esta forma, en los casos en los que se ha necesitado información o aclaración sobre algún aspecto concreto en el transcurso del análisis, se ha podido recurrir a estas imágenes.

El objetivo de la utilización de este método ha sido obtener datos precisos de la distribución de los consolidantes sobre las muestras tratadas tanto en superficie como en profundidad, detectar diferencias entre las muestras consolidadas y sin consolidar (grado de penetración, porosidad, cambios de composición, morfología de cristalización, composición...), así como posibles alteraciones o particularidades de los tratamientos tales como el tipo de película que forman y

sus características. Para ello, se ha establecido una metodología de estudio que se ha seguido en todas las muestras analizadas. Esta sistemática ha consistido en la obtención de imágenes de diferentes resoluciones de la superficie de las muestras estudiadas (100x, 500x, 1500x, 5000x, 15000x), mapas de distribución de elementos de la superficie, con las siguientes condiciones (mapa de 510 píxeles, binning factor, imagen con resolución de 1024 píxeles, 34 frames, 20Kv, 100 microsegundos, 13,6 dwell time) así como un análisis pormenorizado del perfil mediante un análisis químico cuantitativo a diferente profundidad (*line profile*) que ha sido determinante para observar la penetración de los tratamientos y su composición.

Este estudio ha sido realizado con un Microscopio electrónico de barrido de presión variable de alta resolución (FESEM) Zeiss SUPRA 40VP equipado con sistema de microanálisis por Energía dispersiva de Rayos X (EDX) con detector de gran superficie X-Max 50mm¹⁵.

¹⁵ Los análisis de Microscopía Electrónica de Barrido de Presión Variable han sido realizados por la doctora Isabel Guerra Tshchuschke en el Centro de Instrumentación Científica de la Universidad de Granada.



Capítulo 2

Documentación histórica



2.DOCUMENTACIÓN HISTÓRICA

2.1. ARTE MUDÉJAR.

España junto a Sicilia y el sur de Italia se convirtieron en los principales puntos de recepción del arte y la influencia del mundo islámico en Occidente. La conquista de la Península Ibérica por los musulmanes se produjo con gran rapidez, entre 711- 714, siendo denominado el territorio conquistado en las fuentes antiguas como *Al- Ándalus*, por lo que el arte islámico en España, recibe también el nombre de arte andalusí (Kelkheim, 2008). Los ocho siglos de luchas que se localizaron en la Península desde la llegada de los musulmanes en el 711 hasta la toma definitiva de Granada en 1492 propiciarían de manera singular el intercambio cultural entre dos de las grandes religiones: el cristianismo y el islam. Este proceso de intercambio se refleja en el arte y por ello se designa como mudéjar “tanto la obra realizada por musulmanes siguiendo estéticas cristianas, como por cristianos siguiendo estéticas musulmanas y otras variantes afines” (Lavado Paradinas, 1981, p. 24).

En la plenitud de la Edad Media europea (s. XI-XIII), cuando la reconquista del territorio por parte de los reyes hispanos fue avanzando hacia el sur, la población de origen musulmán que fue aceptando los pactos de capitulación y los acuerdos con las nuevas autoridades impuestas por la monarquía, se convirtió en un conjunto heterogéneo llamados *mudéjares*¹⁶ (Sarasa

¹⁶ “El término mudéjar deviene de “*mudayyin*” que significa (“sometidos o los que se quedaron”), los documentos coetáneos hablan de ellos como simplemente (moros de paz) o sarracenos; llegando a constituir por lo general una minoría destacable por su laboriosidad, respeto por los cristianos, y por mantenerse fieles seguidores a la fe islámica”(Sarasa Sánchez, 2006, p. 8).

Sánchez, 2006). Éstos, se fueron adaptando a “su condición de minoría resistente en su fe, cultura y dedicación bajo la dependencia jurídica de la monarquía o los señores, a cambio de una contribución tributaria, y determinadas limitaciones en sus relaciones con los nuevos dominadores cristianos” (Sarasa Sánchez, 2006, p. 7). Mientas que la balanza de la presencia musulmana se inclina hasta prácticamente el s. X hacia el reino musulmán, tras la caída del califato de Córdoba, la situación se equilibra con los reinos de Taifas, situación que permite a Alfonso VI, la reconquista por capitulación de la ciudad de Toledo en el año 1085, fecha que se considera como inicio de la formación del arte mudéjar. A partir de ese momento la España cristiana recupera progresivamente el territorio de *Al-Ándalus*: Zaragoza (1118), Teruel (1171) durante los reinos de Taifas, Córdoba (1236) y Sevilla (1248) en tiempos de la dominación almohade y por último la conquista de Granada por los Reyes Católicos en (1492) en pleno florecimiento del arte nazarí (Borrás Gualís, 1990; Borrás Gualís, 1997).

Conforme se produce la pérdida de la dominación musulmana de estos territorios, comienza a desarrollarse en estos lugares un arte islámico en el exilio, que evoluciona fuera de las fronteras del islam y produce fabulosas obras de arte.

Aunque en la España de la segunda mitad del s. XIII, el territorio musulmán se reduzca básicamente a la zona meridional de Granada, los artistas mudéjares musulmanes, siguen trabajando en los territorios conquistados por los cristianos, como sucede en la ciudad de Sevilla y en el Real Alcázar, objeto de nuestro estudio (Irwin, 2008). De esta forma en el siglo XIV surge en la península un nuevo fenómeno cultural y artístico fruto de la combinación de los elementos cristianos con otros islámicos, *el mudejarismo*, que es una muestra evidente del cambio de gusto de la corte castellana hacia modelos islámicos. “No se puede olvidar que en esta centuria se consolida el reino nazarí de Granada y, su arquitectura símbolo de esta monarquía, se alzaba sobre la colina de la Alhambra ejerciendo sobre Castilla una extraordinaria sugestión” (Marín Fidalgo, 1990, p. 69).

El factor común del mudéjar desarrollado en la península es “el de la conquista de *Al-Ándalus* por parte de los cristianos” (Díez Jorge, 2001, p. 65). Las características propias de cada una de las zonas- posiciones políticas tomadas ante los diversos grupos sociales, movilización social, relaciones intergrupales o la tradición constructiva- se traducen en unas singularidades artísticas que dan lugar a la variedad –regional- que caracteriza al mudéjar. En resumen, el “arte mudéjar incluye el conjunto de manifestaciones artísticas que nacen y se configuran durante la Reconquista en aquellos territorios que van pasando bajo poder político cristiano” (Díez Jorge, 2001, p. 201). Además, con los territorios conquistados los monumentos musulmanes pasarán a dominación cristiana. Este hecho será de vital importancia pues se asimilara como costumbre, el aprovechamiento de los edificios musulmanes. Las mezquitas

van a ser consagradas como las nuevas catedrales de las ciudades, reservándose los alcázares y palacios de los reyes moros a custodia de la corona española. Así de esta manera nos vamos a encontrar que en territorio peninsular van a confluir dos expresiones artísticas influyentes: por una parte la llegada de Europa con los estilos del románico y el gótico y de otra la de la propia herencia del arte hispanomusulmán en sus diferentes periodos artísticos, lo que le aportará una gran originalidad (Borrás Gualís, 1990).

A pesar de su importancia, el reconocimiento y la definición del arte mudéjar ha sido un proceso complicado. Aunque el concepto en sí mismo no surge hasta la “mitad del s. XIX, en la segunda mitad del s. XVIII se fraguan una serie de cambios historiográficos en la percepción artística que van a incentivar el estudio y análisis de estéticas diversas a la clásica”, pues a pesar de todo, nuestro país no fue ajeno a los nuevos aires que estaban llegando del resto de Europa, en los que se abogaba por la superación del Clasicismo (Díez Jorge, 2001, p. 13).

El *Romanticismo* español criticó abiertamente el mimetismo formal de la Academia, que limitaba su enseñanza de las artes y la arquitectura a la mera copia del repertorio clásico. José Amador de los Ríos, supo ver algo que los viajeros que llegaban a la península habían comenzado a apreciar, y España, que había sido relegada hasta el momento de los principales itinerarios culturales como el del “El Gran Tour”, acabó haciéndose un hueco en los mismos (García Alcázar, 2009). La sensibilidad de José Amador de los Ríos hacia este tema se materializó en el discurso de la real academia de las tres nobles artes de San Fernando “El Estilo Mudéjar en Arquitectura” leído en junta pública el 19 de junio de 1830, definiéndolo como un “arte propio y característico de la civilización española, genuinamente español y representativo de la nación española” (Díez Jorge, 2001, p. 62). Sea como fuere, su discurso, dio pie a que el arte islámico y su influencia en nuestro país dejaran de obviarse, para ser estudiados en profundidad por personas instruidas en la materia (García Alcázar, 2009).

En cuanto a sus artífices, Lampérez y Torres Balbás ya señalaron la posibilidad de que las obras artísticas de este estilo pudieran haber sido realizadas tanto por musulmanes, como por cristianos, e incluso por una tercera minoría muy presente en estas ciudades, como la judía. Como ya se indicaba al inicio, este hecho transforma y amplía el valor de esta manifestación artística.

De esta manera, cuando se analiza el fenómeno mudéjar, se debe tener en cuenta que se desarrolla en unas circunstancias muy concretas. En el caso de los musulmanes, se refiere a un “grupo étnico minoritario que trabajaba para una mayoría de diferente religión y que, se mantiene relativamente aislado, con posibilidades mermadas de intercambio” (Yarza Luaces,

1982, p. 104). Con ello no se quiere decir que los alarifes¹⁷ se encontrasen completamente ajenos a las novedades, cambios y experiencias islámicas contemporáneas, sino que estas no tendrían la fluidez que habrían tenido en otras circunstancias históricas. A pesar de ello, la situación de todos los grupos no es siempre la misma, pues hubo sectores que quedaron completamente aislados de este contacto. Esta situación conllevó que la pervivencia de ciertas formas, motivos y tipos de construcción fuesen menos variables de por sí en lo musulmán que en lo cristiano (Yarza Luaces, 1982).

Además, el estudio de los límites geográficos en los que se manifiesta el mudejarismo artístico también ha sido siempre muy complejo. “A los primeros estudios, generalmente alusivos a Toledo o Andalucía, se añaden las regiones geográficas de Castilla y Aragón, fragmentándose poco después en nuevos núcleos: Sevilla, Córdoba, Granada, Sahagún, Cuéllar, Toro, Calatayud, Teruel, Daroca...” (Lavado Paradinas, 1981, p. 24). De hecho, la condición de los mudéjares a lo largo de los siglos no fue la misma en los dominios de los diferentes reyes hispánicos o señores. Las relaciones con los judíos o los cristianos, la demografía, la peculiaridad de su arquitectura y ornamentación así como su fidelidad al credo coránico, se manifestaron de forma diferente en cada núcleo (Sarasa Sánchez, 2006).

En el reino de Castilla y su prolongación en Andalucía se produce una progresiva mudejarización del gusto artístico y, según De los Ríos (1859) será en los alcázares y los palacios de Castilla donde se alcance la mayor y más sorprendente fusión del arte árabe y el arte cristiano, produciendo un todo verdaderamente maravilloso. De esta forma, la mudejarización castellana iniciada por Alfonso XI, continuada por Pedro I El Cruel y asumida por la alta nobleza castellana, es resultado de múltiples factores. Entre otros destaca el gusto personal de los dos primeros reyes por estas manifestaciones artísticas y su influencia en la aristocracia, así como la crisis económica, demográfica y de valores de mitad del s. XIV, que podría haber influido a la hora de construir algo que pareciera suntuoso por un precio razonable (Yarza Luaces, 1982).

El Palacio de Pedro I, es sin duda uno de los mejores y más completos ejemplos de la arquitectura civil mudéjar. En torno al año 1354, el rey don Pedro de Castilla, con la intención de restaurar el antiguo Alcázar de Abdu-l-aziz y emular la suntuosidad de la Alhambra, hizo llegar a Sevilla a los arquitectos más famosos de Granada. Con este objetivo, los alarifes granadinos, o simples mudéjares llevaron a cabo en el Alcázar un rico abanico de ornamentaciones que jugaban un papel esencial como instrumento para demostrar la magnificencia del monarca: columnas, arcos, bóvedas, alfarjes, ajimeces, fuentes, jardines,

¹⁷ *Alarife*: “Maestro de obras. Maestro en el arte de la construcción” (González Ramírez, 1995, p. 307).

grutas fantásticas... (De los Ríos, 1859)¹⁸. En conclusión, se puede observar, que en esta obra real se reunieron todos los elementos propios de la arquitectura árabe pero el resultado de su construcción y ornamentación fue bastante diferente al de la Alhambra de Granada. Este hecho se debe a que el arte hispanomusulmán ya había pasado al dominio de los cristianos, y que “las creencias, los sentimientos y las costumbres de estos habían modificado sustancialmente su naturaleza” (De los Ríos, 1859, p. 19). Estos cambios son perceptibles en la decoración del palacio donde las galerías, puertas y portadas se decoran con leyendas religiosas latinas o relieves de caza y de cetrería, que se encontraba entre las ocupaciones preferidas del rey Don Pedro (De los Ríos, 1859).

Reutilización de edificios civiles hispanomusulmanes

El arte mudéjar se va a caracterizar por la reutilización de los espacios islámicos. Uno de los mayores ejemplos de esta reutilización, y especialmente de nuestro interés en el desarrollo de esta tesis doctoral, es el de la residencia real.

La opción que se toma tras la conquista es la de mantener este tipo de edificios que además estaban mejor acondicionadas para llevar una vida cómoda y de placer. A excepción de la ciudad califal de *Madinat Al-Zhara*, los palacios islámicos de ciudades como Córdoba, Toledo, Málaga o Sevilla ofrecían unas construcciones arquitectónicas entre bizantinas y árabes orientales que era difícil de imaginar en la Europa Occidental de la época (Lavado Paradinas, 1983). Los espacios islámicos sirvieron para dotar a la corona de una infraestructura física y simbólica de su poder donde se observa como paulatinamente se introducen los emblemas heráldicos. Además de la infraestructura que aportaban este tipo de edificios, su conservación se ha explicado también en otros términos como símbolo de “una situación de dominio o triunfalismo” (Díez Jorge, 2001, p. 264). Su ocupación conllevó además, que desde el primer momento se llevaran a cabo tareas de mantenimiento donde las opciones estéticas se redujeron a tres principalmente: “conservarlo tal y como estaba, introducir nuevos símbolos y

¹⁸ “Deseoso el Rey don Pedro de Castilla de restaurar el antiguo Alcázar de Abdu-l-aziz, dícese que por los años de 1354, llamo a Sevilla a los más afamados arquitectos de Granada, viendo realizados diez adelante sus deseos, con honra suya y aplauso de los siglos venideros. Ambicionaba don Pedro a emular la suntuosidad de la Alhambra, palacio que gozaba de gran fama desde que el ilustrado Mahommed-ben-Alahmar había echado el sello a sus riquezas artísticas... Cargaron el Alcázar Sevillano los alarifes del Rey don Pedro (ya fuesen granadinos, ya simples mudéjares, que es lo más verosímil) de cuantos ornatos pudo conservar la imaginación, o imitar el anhelo de lisonjear el poder y la magnificencia del monarca: columnas, arcos, bóvedas, alfarges, aximeces, fuentes, jardines, grutas fantásticas... , todos los elementos propios de la arquitectura árabe se vieron reunidos en aquella restauración verdaderamente régia; y sin embargo, apartábase el Alcázar de Sevilla de la Alhambra de Granada” (De los Ríos, 1859, p. 19).

formas artísticas dispares y claramente diferenciadoras con su entorno, o bien introducirlas emulando y preservando las anteriores” (Díez Jorge, 2001, p. 265).

En consecuencia cabe decir que la realidad es que la arquitectura mudéjar palatina se desarrolló como una prolongación lógica de la anterior islámica que fue dejándose influir por el medio ambiente occidental y que tuvo siempre como modelo la Alhambra, cuya relación, a pesar de los conflictos de la reconquista, siempre se mantuvo. El sultán Muḥammad V y el rey Don Pedro, fueron aliados en la paz y en la guerra. Prueba de ello es que intercambiaron artistas y mensajes históricos, cuya evidencia es el escudo del orden de la banda que el monarca cristiano cede al sultán, y que puede observarse en las construcciones alhambrenas de la segunda mitad del s. XIV (Lavado Paradinas, 1983). Durante el reinado de Pedro I, se desarrolla en Europa la idea de “Estado Moderno” que se caracteriza por el “fortalecimiento de la figura del monarca frente a otros estamentos y la creación de diversas instituciones gubernamentales relacionadas con la justicia, el erario público o el ejército” (Rodríguez Moreno, 2011, p. 285). En este sentido, el monarca, pudo ver en la arquitectura de *Al-Ándalus* y en especial en Granada, el palacio especializado que él necesitaba para fortalecer su poder real (salones del trono, sala de la justicia, patios, fachadas monumentales...), y de esta forma el palacio va a ser una pieza clave al convertirse en símbolo del rey (Ruiz Sousa, 2013).

Los materiales y las técnicas mudéjares

Como se ha anticipado, el arte mudéjar es la pervivencia del arte hispanomusulmán tras la reconquista del territorio de *Al-Ándalus* por los cristianos. Esta pervivencia no se limitó solo a los monumentos islámicos, sino que posibilitó el desarrollo de una nueva corriente artística; la mudéjar. La pervivencia musulmana se basa principalmente en la transmisión de un sistema de trabajo, que integraba el empleo de determinados materiales y sus adecuadas técnicas de realización artística (Borrás Gualís, 1981). A la hora de entender los presupuestos del arte mudéjar es imprescindible reconocer su origen musulmán, pues en este se halla la clave de su interpretación estética. “En el arte musulmán la creación artística se encuentra profundamente condicionada por la concepción de la divinidad, es decir por la teología islámica” (Borrás Gualís, 1984, p. 319).

“Dios es el único que permanece y todas las cosas pasan; toda cosa es perecedera, excepto su rostro, en consecuencia el arte no puede ser más que un medio para intentar la prueba de que las criaturas no existen por sí mismas” (Borrás Gualís, 1984, p. 319).

Estas limitaciones hacen que surja un arte sencillo e inmaterial, que en la arquitectura se refleja en la utilización de materiales maleables, sencillos, sin espesor. Teniendo en cuenta estas consideraciones, la evolución de los materiales y de las técnicas mudéjares no es un fenómeno

aislado sino que forma parte de un proceso histórico-artístico que comienza en el arte musulmán y del cual no se puede prescindir. La concepción unitaria de los materiales empleados en los revestimientos arquitectónicos de época hispanomusulmana yeso, madera y cerámica decorada¹⁹ como soporte para la ornamentación, se transmite de manera íntegra al arte mudéjar. De manera que se puede decir que, los materiales y las técnicas del arte mudéjar constituyen el último eslabón de una larga cadena que tiene su origen en la tradición oriental (Borrás Gualís, 1984). Sus materiales, técnicas y tipologías decorativas han sido objeto de numerosos estudios y se han tratado en profundidad en diversos tratados y bibliografía específica. En este caso, por las características de este trabajo de investigación nos centraremos solo en el caso del yeso.

El yeso en la arquitectura mudéjar

Una de las principales funciones del yeso, es la de su utilización como material de construcción, ejemplo de ello se observa en su empleo como un simple conglomerante en fábricas, tanto de ladrillo como piedra. La mayor parte de las torres y ladrillos que se han conservado hasta nuestros días, procedentes del arte mudéjar son de ladrillo sentado con yeso, en las que no se detecta la presencia de árido (Almagro Gorbea, 1986). Esta técnica permite “la realización de formas decorativas y estructurales difíciles de hacer por otros medios, desde los trabajos de decoración de los lazos, hasta bóvedas enjarjadas o tabicadas, cuya realización se basa fundamentalmente en el empleo de conglomerantes de rápido fraguado, evitando así el empleo de cimbras y costosos medios auxiliares” (Almagro Gorbea, 1986, p. 455). De la misma manera, el yeso se utiliza para los rejuntados, sustituyendo a los morteros de cal o, en los tapiales en los que aporta una ventaja importante respecto a los morteros tradicionales, pues permite una mayor rapidez en la ejecución debido a la velocidad de su fraguado (Almagro Gorbea, 1986).

Fuera de los elementos puramente estructurales ya comentados, el yeso tiene amplias aplicaciones en el arte mudéjar en enlucidos y decoraciones. En lo que respecta a los enlucidos en yeso, estos se han utilizado de forma habitual para rematar los paramentos interiores de las paredes y en muchas ocasiones, también las exteriores (Almagro Gorbea, 1986).

En el caso de la ornamentación, el yeso ha sido el elemento básico para la realización de las decoraciones en relieve que han recibido el nombre de yaserías. “La facilidad de su tallado cuando aún está fresco, permite las finas labores de decoración características del arte musulmán y del arte mudéjar. Este trabajo es prácticamente imposible de realizar con mortero

¹⁹ Gonzalo Borrás Gualis defiende esta unidad mediante el término de Manobra: “Este concepto pone de manifiesto el carácter global y unitario los materiales empleados en la obra mudéjar, en el sentido de que tanto los musulmanes como los mudéjares han considerado siempre unitariamente toda la diversidad de materiales empleados en la obra de arte” (Borrás Gualís, 1984, pp. 321-322).

de cal ya que ni la falta de consistencia del mortero inicial, ni la posterior dureza lo permiten. Por otro lado, la propia composición del mortero de cal produce por su granulometría aristas menos limpias y perfectas” (Almagro Gorbea, 1986, p. 456). A las ventajas que presenta este material para la técnica del procedimiento de la talla, se unen las del molde que sirve para la repetición sistemática de motivos en las distintas decoraciones y cuya práctica se extenderá en época mudéjar. En este periodo, la utilización de yeso en ornamentaciones se manifiesta en el interior de los palacios, claustros, capillas funerarias, casas nobles, púlpitos, celosías en conventos de monjas e incluso en retablos. La adscripción de este material y de su técnica de elaboración a artesanos mudéjares es frecuente, y en ciertos casos se conoce el nombre de alguno por haberlo dejado constatado en un friso o por la documentación existente (Lavado Paradinas, 1983).

Por todas las ventajas que presenta su uso, y por sus características propias, el yeso se utiliza abundantemente en la arquitectura mudéjar tanto en construcción como en decoración, circunstancia que se vio favorecida tanto por su abundancia como por su buen comportamiento que abordaremos con mayor profundidad en el capítulo 4. *Estudio de materiales*.

2.2. REAL ALCÁZAR DE SEVILLA.

Aunque nuestro objeto de estudio sea la ornamentación en yeso realizada en una zona concreta del Palacio de Pedro I dentro del recinto del actual Alcázar Real, es imprescindible, para la comprensión de esta “ciudadela palatina” la realización de una introducción previa en la que se dibuje en líneas generales el contexto histórico y las intervenciones realizadas. Estas intervenciones, antiguas y modernas, han conllevado la existencia de piezas originales de yeso y reposiciones en los mismos paramentos, creando un desajuste, a la vez que provoca una discusión cronológica y estilística “entre investigadores, historiadores, arqueólogos y restauradores, en forma de falsas atribuciones y magnitud de las conservaciones o restauraciones así como la falta de información en algunos casos” (Blasco-López *et al.*, 2009, p. 202).

Por estos motivos, consideramos que esta revisión documental previa que incluye una referencia breve a la historia del Real Alcázar de Sevilla, el Palacio de Pedro I y el Patio de las Doncellas, es fundamental para entender la sucesión de intervenciones que se produce sobre sus yeserías hasta llegar a la imagen que ofrecen en la actualidad.

El Real Alcázar de Sevilla es un monumento vivo que se ha adecuado al paso del tiempo por lo que su investigación y estudio se debe abordar desde una perspectiva diferente. No es un monumento arqueológico, como pueden ser la Alhambra o la Aljafería de Zaragoza, es un espacio en uso permanente que todavía cumple su función original como palacio de la realeza española. De los príncipes islámicos primero y luego de los conquistadores cristianos, es el “palacio real más antiguo en uso en Europa” (Morales Martínez, 2006, p. 233). Su constante transformación, motivada por las necesidades y circunstancias de cada momento de la historia, le han llevado a su configuración actual, que, aun en base a construcciones y destrucciones sucesivas resulta armónica y equilibrada (Marín Fidalgo, 1992). Las circunstancias comentadas han permitido su conservación pero dificultan la tarea de identificación “de cada una de estas actuaciones y su adscripción cronológica ya que pese a la abundancia de documentación existente a partir del siglo XVI, no siempre ésta permite identificar con claridad el alcance y localización de todas las intervenciones” (Almagro Gorbea, 2007a, p. 163). En este sentido, el conjunto palatino actual debe entenderse en plural, puesto que su constitución actual responde a la articulación de varios recintos que se edifican en periodos diferentes de la historia hasta formar un gran Conjunto Monumental, transformado posteriormente en “Casa Real Unificada” (Marín Fidalgo, 2011, p. 82) [Fig. 12].

REFERENCIAS

01. Puerta del León
02. Patio del León
03. Muro almohade
04. Sala de la Justicia
05. Patio del Yeso
06. Cuarto Militar
07. Sala del Almirante
08. Sala Capitular o Capilla
09. Patio de la Montería
10. Palacio del rey don Pedro
11. Capilla del Palacio Gótico
12. Sala de las Bóvedas
13. Salón de Tapices
14. Patio del Crucero
15. Jardín del Príncipe
16. Jardín de las Flores
17. Jardín de la Galera
18. Jardín de Troya
19. Jardín de la Danza
20. Jardín del Estanque
21. Puerta de Marchena
22. Jardín de las Damas
23. Patio de la Alcubilla
24. Apeadero
25. Patio de Banderas

EL ALCÁZAR POR ZONAS

- Casa de Contratación
- Patios Modernos
- Palacio del rey don Pedro
- Jardines históricos
- Palacio Gótico
- Jardines

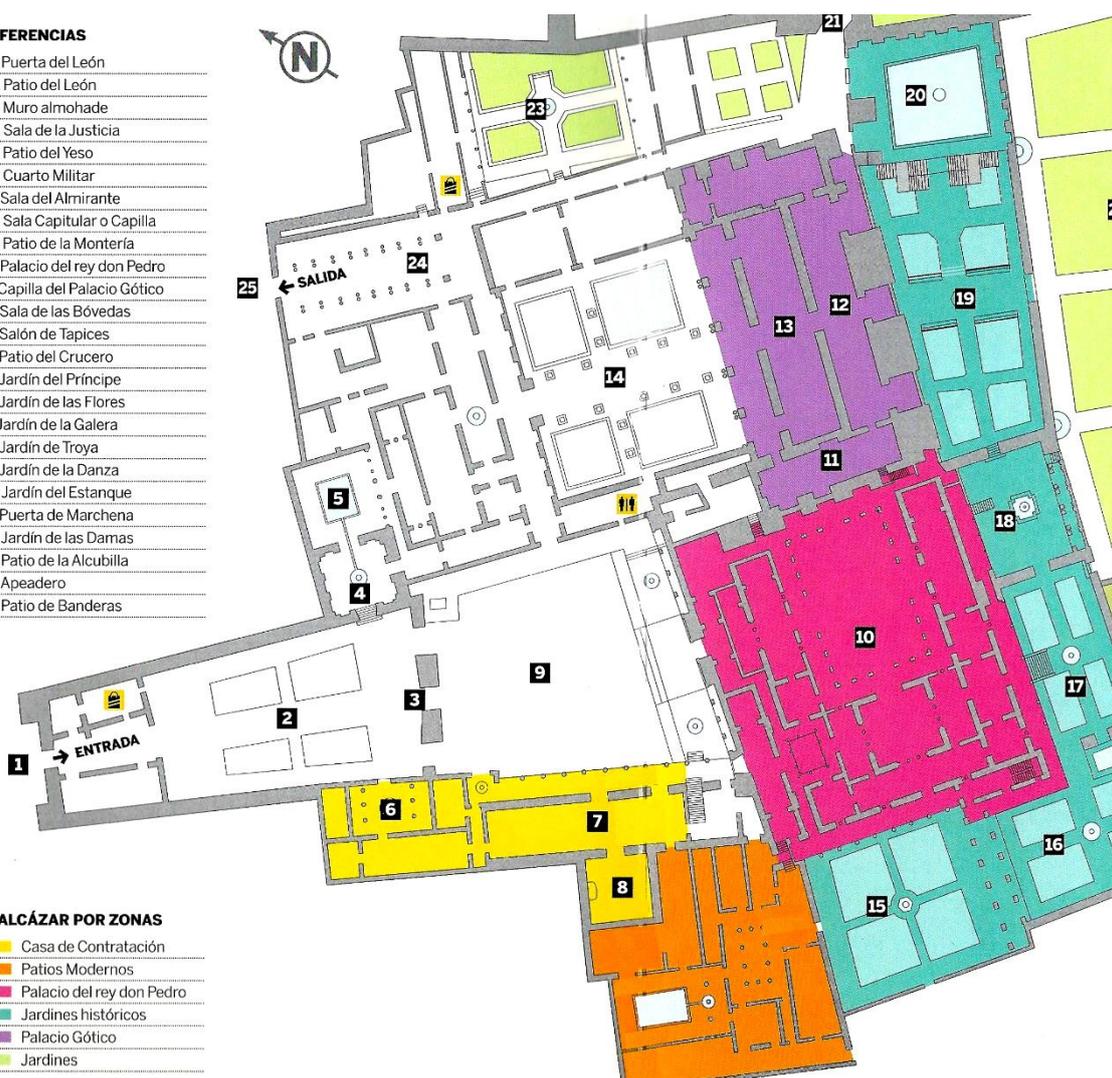


Figura 12. Plano general del Real Alcázar de Sevilla. Figura extraída de la guía actual que se adquiere en el monumento (Regas, 2010, p.1).

Desde su fundación, la ciudad de Sevilla, se ha encontrado estrechamente vinculada al Guadalquivir. La supremacía política y demográfica que ha adquirido en algunos momentos de la historia, se ha debido en gran parte a su situación geográfica como el último punto navegable del río. La ciudad que, con los iberos recibiría el nombre de *Ispal* también sería testigo de la civilización de los Tartessos. Con los romanos se convertiría en *Hispalis*, siendo lugar de nacimiento de dos grandes emperadores del Imperio, Trajano y Adriano en la ciudad vecina de Itálica. En este periodo ya se conocen construcciones en la zona donde hoy se encuentra el Alcázar que en la época quedaba a “extramuros siendo delimitada por la vía Augusta” (Lleo Cañal, 2002, p. 13). Las excavaciones arqueológicas llevadas a cabo a finales de los años setenta, descubrieron una basílica paleocristiana consagrada a San Vicente Mártir y un baptisterio fechados a finales del s. VI (Lleo Cañal, 2002).

Más tarde, con la ocupación musulmana pasaría a ser *Isbiliya*. “El primer dato concreto sobre la existencia del Alcázar es la orden dada por el califa Abd al- Rahman III, tras el sometimiento de la ciudad rebelde en el 913, para la construcción de un Dar al- Imara o residencia del gobernador” (Almagro Gorbea, 2007a, p. 165). Hasta el siglo XI, la ciudad conservó algo de su trazado primitivo viario romano, que con el tiempo se fue desvirtuando y adecuándose al carácter de una ciudad musulmana que hoy conserva en parte. En el s. XI los almorávides amplían considerablemente el recinto de la ciudad y el alcázar, ya existente en época califal, alcanza un esplendor singular en los s. XI y XII con un recinto propio que lo independiza de la ciudad (Almagro Gorbea, 1987).

Con la llegada de los almohades en el año 1147, se arrasarían las construcciones taifas y se construiría encima una serie de edificaciones con una compleja estructura palaciega. Según Valor Piechotta (2008) en este periodo, el área palatina comprendía 17, 71 ha, lo que significa una superficie muy notable, en consonancia con el imponente recinto amurallado que protegía la ciudad. “A lo largo de su historia el Alcázar experimentó hasta once ampliaciones sucesivas, llegando a ocupar en el momento de su mayor extensión un enorme territorio que abarcaba desde la actual catedral hasta la Torre del Oro, junto al río” (Lleo Cañal, 2002, p. 14).

En 1248, la ciudad es conquistada por el ejército cristiano. El monarca, Fernando III, debió de ocupar los espacios almohades sin apenas modificación. La concepción de estos palacios más cercana al disfrute y vida placentera de la residencia doméstica, debieron plantear en poco tiempo problemas para la actividad de la corte (Almagro Gorbea, 2002). La situación cambiaría con su hijo Alfonso X, que accedió al trono tras la muerte de su padre en 1252. Su reinado sería largo y trascendente, y a diferencia de su padre realizaría modificaciones en el recinto del Alcázar con la construcción del palacio gótico, destruyendo el viejo cuarto Real Almohade (Lleo Cañal, 2002). El monarca elegiría las formas góticas con una clara intencionalidad, pues estas se identificaban ya plenamente en este periodo con el cristianismo y las Cruzadas. “Su elección simboliza el triunfo del Occidente cristiano sobre el islamismo” (Regas, 2010, p. 83). Con esa intención el monarca traería a los canteros que habían construido la catedral de Burgos, ejemplo culminante del gótico en la península, para edificar su residencia real (Regas, 2010). El resultado de esta construcción es un conjunto palatino inusual “donde se hibridan construcciones, conceptos espaciales y de jardín de tradición islámica con salas góticas” (López Guzmán, 2006, p. 120). Estas construcciones respondían a las necesidades de una corte internacional que inaugura la actitud mudéjar de la arquitectura sevillana en la que se expresa un claro proyecto de reutilización, adaptación y conservación (Lleo Cañal, 2002; López Guzmán, 2006).

No será hasta el reinado de Alfonso XI (1313-1350) que se establece plenamente “el mudéjar civil sevillano” con la edificación de una *qubba* dentro del Patio del Yeso, construcción aristocrática almohade precedente. Denominada sala de la Justicia, la *qubba* era una estancia cuadrada adornada por riquísimas yeserías entre las cuales se introducen los escudos reales y de la orden de la Banda. Es una estancia bellísima con techumbre ochavada de lacería y realizada con claros influjos toledanos, destruyéndose con su construcción una parte del cuarto del Yeso almohade (Lleo Cañal, 2002).

Será el reinado de Don Pedro, monarca conocido por los apelativos de “El Cruel” o el “Justiciero” (1350-1369) el que marque la época constructiva más importante del Alcázar con el conocido como el palacio mudéjar. La nueva construcción mudéjar queda articulada en este momento en torno a dos patios principales: el Patio de las Doncellas, donde se localiza nuestro estudio y el Patio de las Muñecas. El primero estaría reservado para la zona oficial y de protocolo, mientras que el segundo serviría para la vida doméstica y privada (Lleo Cañal, 2002).

Esta construcción se convertirá en el primer edificio civil de la Baja Edad Media y significará un hito muy importante para el desarrollo del mudéjarismo. Estas circunstancias lo convierten en la primera empresa arquitectónica palaciega de la monarquía española medieval. Las soluciones espaciales y compositivas de la nueva residencia son de una gran originalidad que se debe en gran medida a la participación de artífices sevillanos, toledanos y nazaríes (estos últimos enviados por el monarca Muḥammad V), en su construcción. Este palacio, es la prueba de la fascinación que suscitaba la refinada cultura de los musulmanes en los reinos cristianos, siendo además un símbolo en la convivencia de religiones como demuestran las inscripciones árabes de sus paredes ensalzando y alabando las grandezas del protegido de Alá – el sultán Pedro I- (Morales Martínez, 2006). Por todas estas razones el Alcázar de Pedro I se convierte en compendio maravilloso de lo mejor del arte cristiano con lo mejor del arte islámico en la Península. En él podemos ver referencias a las más deslumbrantes construcciones de los musulmanes en nuestro país como son la Alhambra, la Córdoba califal y la ciudad de Toledo judeo-mudéjar. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos del monarca en su creación, apenas pudo disfrutar de él puesto que moriría asesinado en 1369 a los 34 años de edad [Fig. 13].

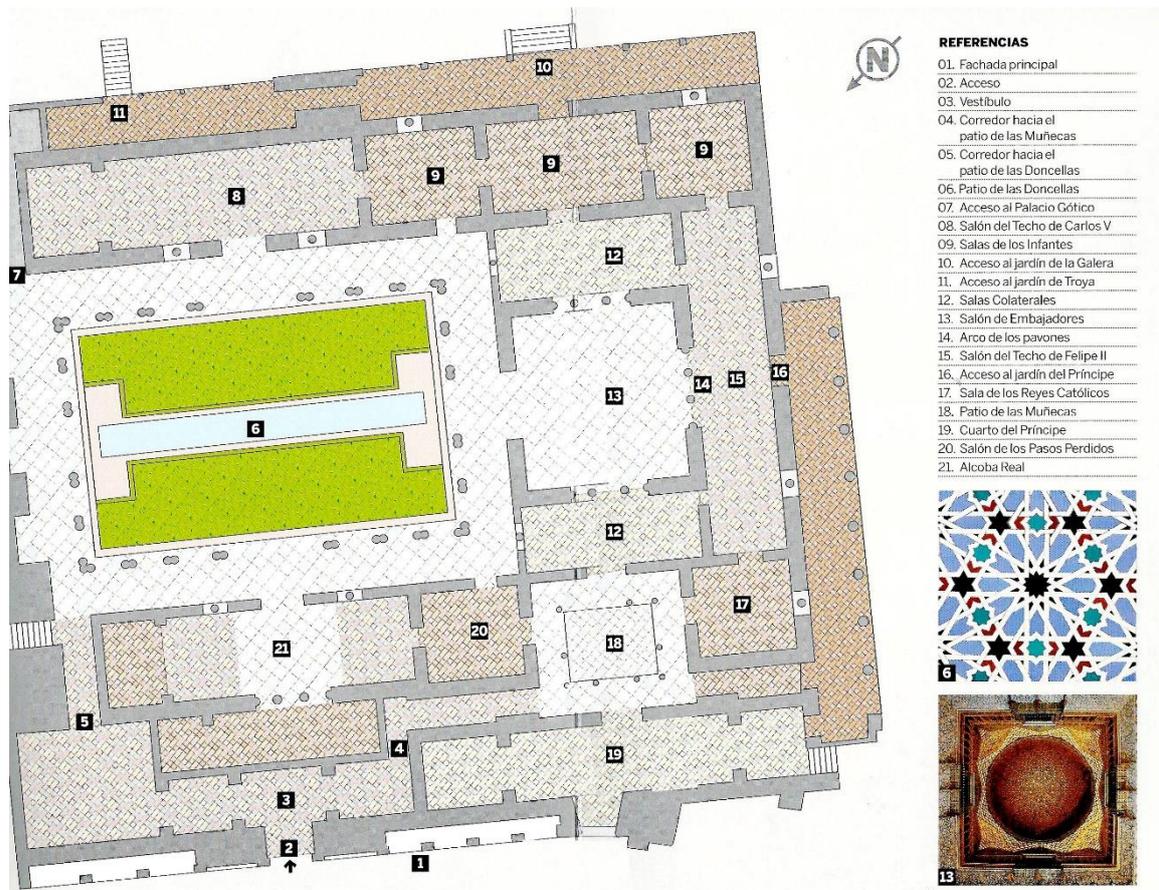


Figura 13. Plano general del Palacio del Rey Don Pedro. Figura extraída de la guía actual que se adquiere en el monumento (Regas, 2010, p.113).

Tras la muerte del rey Don Pedro, los monarcas de la casa Trastámara relegaron el palacio como residencia habitual, visitándolo solo de manera esporádica, con la excepción de Enrique II que vivió varios años (Lleo Cañal, 2002). No se conocen las obras o las reparaciones realizadas en este periodo, aunque sí se encuentran referencias de que se llevaron a cabo algunas modificaciones y mejoras en el Alcázar debido a las largas estancias del rey en el palacio (Marín Fidalgo, 1990).

Con la llegada de los Reyes Católicos, esta situación cambiaría radicalmente pues inauguran una nueva etapa constructiva en el recinto del Alcázar. Isabel y Fernando se convirtieron en residentes asiduos del palacio, donde nacería su hijo Juan (Lleo Cañal, 2002). La presencia de los reyes en el Alcázar generó un gran programa de obras en el que incidieron factores muy diversos, tanto de carácter simbólico, como funcionales, desarrollándose un periodo que se caracteriza fundamentalmente por operaciones de mantenimiento y reparación con el objetivo de adecuar las estancias a los monarcas y su corte (Morales Martínez, 2006), (Morales & Serrera, 1999). El uso reiterado en esta época de la heráldica y los emblemas reales permite

fechar con precisión las intervenciones llevadas a cabo por los monarcas. De la misma forma la inclusión o no de la granada en el escudo real permite datarlas antes y después de 1492 (Lleo Cañal, 2002).

Entre las intervenciones fundamentales de este periodo son de destacar la adaptación de la parte alta del palacio como residencia de los monarcas. “Con esta reforma se amplió hacia el oeste la planta alta de la crujía norte del palacio, edificando unas nuevas salas sobre la sala principal del Patio de las Muñecas y sus alhanías” (Almagro Gorbea, 2007a, p. 182). La creación de estos nuevos espacios vendrían acompañados de la inclusión de motivos ornamentales de gran categoría como el retablo cerámico en la capilla privada de la reina, firmado por Niculoso Pisano, fechado en 1504 (Zolle Belegón, 2003), (Marín Fidalgo, 1990). Estas operaciones estuvieron acompañadas además de “la remodelación de la fachada cuyo cuerpo central quedaría flanqueado en la parte alta por dos galerías decoradas con yeserías mientras eran cegados los arcos de la planta baja que deberían haber estado acompañados por pórticos en el resto de los lados del Patio de la Montería según el proyecto de Pedro I, finalmente abandonado” (Almagro Gorbea, 2007a, p. 182).

Tras el reinado de los Reyes Católicos el Alcázar y la ciudad de Sevilla vivieron días de gloria y esplendor. El descubrimiento del nuevo mundo, y la fundación de la Casa de la Contratación, convirtieron a Sevilla en “la capital del comercio universal, puerto y puertas de las Indias, iniciándose la etapa más brillante de la Sevilla Moderna” (Marín Fidalgo, 1990, p. 127). Con la llegada de Carlos V (1516-1556) a la península se establece en España, la dinastía de los Austrias que perdurará hasta los Borbones que ocuparán el trono tras la Guerra de Sucesión (Zolle Belegón, 2003). La llegada del emperador, que celebró su boda en la *qubba* en el año 1526, inauguró una nueva etapa constructiva en el palacio ya que las noticias de reformas en el Alcázar comienzan a aparecer bastante después de la celebración del enlace matrimonial. Probablemente, el gran acontecimiento real, evidenció las carencias que el palacio tenía para satisfacer las nuevas demandas de la corte. “El trabajo se centró en este periodo sobre todo en el Patio de las Doncellas, el centro ceremonial del palacio, donde se comienzan a regularizar los soportes y a remodelar los corredores altos, que debían ser muy pobres” (Lleo Cañal, 2002, p. 36). De esta forma, se reconstruirían los corredores al gusto italiano con arquerías de medio punto sobre columnas de mármol montadas sobre pedestales y antepechos de balaustres del mismo material (Marín Fidalgo, 1990, p. 135).

De esta época, destaca la labor desempeñada por Juan Fernández (Maestro mayor 1537-1572)²⁰, especialmente en la remodelación del Patio de las Doncellas en los corredores altos y bajos, la construcción del cenador de Carlos V en la Huerta de la Alcoba o las primeras obras renacentistas en los jardines, trabajando en todas ellas con sus propias manos dirigiendo el proceso constructivo junto a otra serie de albañiles. “Influido por la tradición mudéjar recibida directamente de su padre y de su tío, (ambos musulmanes, maestros mayores del Alcázar), incorpora, sin embargo, las novedades italianas que penetran en España con los primeros aires renacentistas” (Marín Fidalgo, 1990, p. 521). Se ha de destacar, sin embargo que, Juan Fernández habría actuado como mero ejecutor de las órdenes que le diera directamente desde Madrid Luis de Vega. Al maestro de obras, se debe adjudicar la responsabilidad de haber llevado a cabo este proyecto hasta el final y, posiblemente también el trazado de la decoración. Gracias a este trabajo, según palabras de Marín Fidalgo (1990, p. 521) el patio mudéjar, adquirió “con las yeserías platerescas y los bellos mármoles traídos de Génova, esa elegancia clasicista que conforma una de las más bellas versiones del clasicismo andaluz”²¹. En este periodo además se enlosan en mármol el suelo de las galerías bajas del patio principal (1541-1543) (Marín Fidalgo, 1992).

Marín Fidalgo (1990) señala además, como una de las necesidades primordiales de esta época el acondicionamiento del palacio alto para las épocas de frío, de ahí la inserción de una serie de chimeneas que se realizaron en la planta alta del edificio. Las obras del emperador también atendieron al enfoque lúdico del alcázar en la que hay que destacar la intervención en el Cenador de la Alcoba y los jardines que lo rodean. En este periodo se ordenan los jardines, transformando los huertos musulmanes en espacios tratados según el gusto renacentista, pero sin perder con ello su estructura de origen islámico (Marín Fidalgo, 1992). Todas estas obras fueron posibles gracias a las riquezas que llegaron a Sevilla y al desarrollo de su comercio, que no benefició solo a la ciudad sino también a su Alcázar, cuyas rentas fueron en este periodo bastante elevadas. Este hecho posibilitaría la realización del programa de obras citado y financiarían otras construcciones reales como las del Alcázar de Toledo, las de la Alhambra, y en el s. XVII las del Palacio del Buen retiro (Marín Fidalgo, 1990).

²⁰ Las obras comienzan en 1540 pero no concluyen hasta 1572 durante el reinado del segundo de los Felipes (Marín Fidalgo, 1992).

²¹ “Estas galerías sustituyeron otros corredores adintelados sobre pilares de ladrillo, de menor altura que los actuales, adornados con yeserías de cuño mudéjar. Las enjutas de los arcos y la zona alta del muro hasta el tejad, en su cara externa, así como las enjutas internas y la propia rosca de los arcos de las galerías nuevas se cuajaron de yeserías platerescas... los bustos de la dama y el emperador que simbolizaban al Emperador y a la Emperatriz como figuras de *putti*, roleos vegetales y grutescos y los emblemas de la heráldica imperial, adornaron estos corredores dejando patente en ellos para siempre la huella del Renacimiento a la italiana” (Marín Fidalgo, 1992, p. 10).

En el siguiente periodo de gobierno, las obras promovidas por Felipe II (1556-1598), se centraron en la culminación de lo anteriormente trazado y en la renovación de los elementos que se encontraban en deficiente estado de conservación (Zolle Belegón, 2003). Además, durante este periodo, el Alcázar se vio sometido a una serie de remodelaciones que mejoraron de forma notable sus condiciones de habitabilidad. En este periodo se produjo el enlosado en mármol del Patio de las Doncellas con la colocación de una gran fuente central [Fig. 14, Fig.15], y reformas de las salas circundantes, centradas sobre todo en las techumbres (Zolle Belegón, 2003). Por ejemplo, en el caso del Salón de Embajadores, Diego de Esquivel pinta los 32 bustos de damas que decoran el arrocabe de la cúpula y se doran sus yeserías (González Ramírez, 1995). En el exterior, la introducción de jardines modernos de influencia italiana en este periodo, acabarían con la total desaparición de las viejas huertas musulmanas (Zolle Belegón, 2003). “Se realizan también obras de nueva planta como el Corredor del Príncipe, encargado de enlazar los cuartos de la reina con los del rey y a embellecer la fachada del Palacio hacia el jardín del príncipe” (Marín Fidalgo, 1992, p. 11).

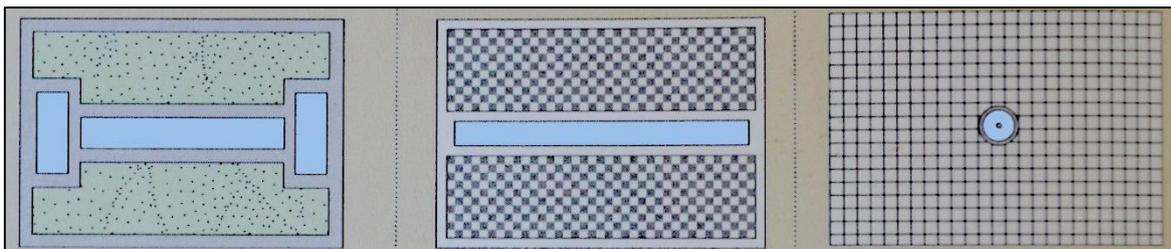


Figura 14. Ilustración en planta de tres situaciones que se han dado en el patio. Estado original (izquierda). Estado intermedio-reformas de 1569 (central). Enlosado definitivo con la ocultación de la alberca y colocación de una fuente central en 1584. Figura extraída de la guía actual que se adquiere en el monumento (Regas, 2010, p.46).

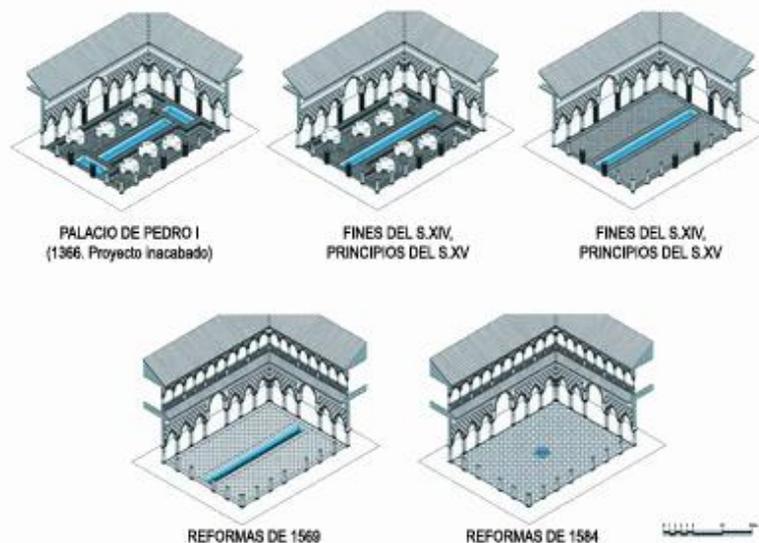


Figura 15. Hipótesis de la evolución del Patio de las Doncellas según (Tabales Rodríguez, 2005). Palacio de Pedro I, 1366 Proyecto inacabado- Fines del s. XIV. Principios del s. XV- Fines del s. XIV. Principios del s. XV- Reformas de 1569- Reformas de 1584. Imagen extraída (Tabales Rodríguez, 2005- figura 14).

El sucesor de Felipe II, Felipe III (1598-1621), protagoniza una época de muchas transformaciones, buena parte de ellas, en previsión a una visita real que nunca se produjo, pues el monarca nunca llegó a visitar Sevilla (Lleo Cañal, 2002). La ciudad bullía todavía en este periodo con la llegada de las flotas y gracias a esta circunstancia en el palacio Sevillano se siguieron realizando nuevas e importantes obras, muy especialmente en sus jardines, que fueron transformados “en el conjunto manierista más bello e importante con el que jamás soñó la Casa Real Española” (Marín Fidalgo, 1990). Por otra parte, entre las obras llevadas a cabo en el interior del palacio, destaca una serie de retratos de los reyes de España, realizados en el Salón de Embajadores y la creación de un nuevo apeadero al fondo del Patio de Banderas, que sustituía al anterior (Lleo Cañal, 2002).

Tras la muerte de Felipe III, y la llegada al trono de Felipe IV (1621-1665), parece que se continuaron las obras que se habían comenzado en el periodo anterior por el arquitecto Vermondo Resta. A pesar de que en los primeros años de gobierno de Felipe IV ya existían síntomas del declive que estaba por llegar, “aún se respiraba cierta euforia y en el Alcázar sevillano la actividad arquitectónica no cesaba, siendo ella la mejor señal del desahogo económico que todavía persistía” (Marín Fidalgo, 1990, p. 417). D. Gaspar de Guzmán, el alcaide perpetuo alentaba las intervenciones que se realizaban en la Casa Real Sevillana, puesto que soñaba con que se produjese una visita de su Majestad en la ciudad y se aposentara en el palacio. Finalmente la visita llegaría el año 1624. Dicha visita fomentaría grandes obras en el palacio, marcando dos periodos bien diferenciados; el primero sería desde 1622 hasta la venida del rey a Sevilla en 1624, y el que se desarrolla hasta 1665 en el que finaliza su reinado, Marín Fidalgo (1990) destaca que la primera etapa (1622-1624) es muy importante para el palacio sevillano pues se concluyen las obras en la segunda franja de los jardines y en el resto de los espacios ajardinados se llevan a cabo labores de “remozamiento” dirigidas por Vermondo Resta. En el Cuarto Real y demás edificaciones del conjunto no se realizan obras de nueva planta y los trabajos se reducen al adecentamiento de las estancias para su corte durante los trece días que el Rey permaneció en tierras sevillanas. El segundo periodo se identifica una vez pasada la visita Real. Estos años se destacan fundamentalmente por intervenciones de mantenimiento y conservación con algunas excepciones (Marín Fidalgo, 1990).

El reinado de Carlos II (1665-1700) finaliza el periodo de la dinastía de los Habsburgo españoles. En los treinta años que duró su reinado, ya era evidente la decadencia de la nación que había brillado anteriormente. Esta decadencia, afectaría también a la ciudad sevillana que vivió una de las peores épocas de su historia. En estos años destacan el terremoto de 1680, amenazas de peste, sequías, grandes lluvias o el traslado del puerto comercial de las Indias a Cádiz... que contribuyeron al empobrecimiento de la ciudad. En cuanto a intervenciones, este

periodo se caracteriza por trabajos de reparación y adecentamiento del Alcázar, no realizándose proyectos de nueva planta (Marín Fidalgo, 1990).

A la casa de los Austrias sucede la casa de los Borbones, y a la muerte de Carlos II, la Corona española pasa al nieto del rey sol, Felipe V de Anjou (1700-1746). Durante esta primera etapa de los borbones, la ciudad de Sevilla viviría un momento de gran importancia puesto que albergará a la familia real y a la corte durante cinco años (1728-1733). Durante este periodo vivieron en el palacio sevillano los Reyes, Felipe V e Isabel de Farnesio y sus futuros herederos, Fernando VI (1746-1759) y Carlos III(1760-1788), y el palacio se convirtió en un marco incomparable para los acontecimientos de la Corona en el tiempo que se establecieron en la capital andaluza (Marín Fidalgo, 2006). El conjunto del Real Alcázar presentaba al inicio del reinado de Felipe V, un aspecto muy parecido al del final del siglo anterior. El palacio había quedado completo y definido como Palacio Real distribuido en dos plantas rodeado de hermosos jardines y huertas. Las intervenciones precedentes habían adecentado, adecuado y conectado las diferentes zonas (Patio de Banderas, Palacio Gótico, Patio del yeso, Antiguo Palacio de Al- Mubarak, ahora casa de la contratación) con el núcleo del Conjunto, el Palacio del Rey Don Pedro se había adecuado paulatinamente a las necesidades de la Corte. Como ya había sucedido en etapas anteriores, en este periodo también se llevan a cabo reformas para adaptarlo a las nuevas necesidades de sus habitantes pero con la diferencia de que no se ejecutan obras de nueva planta o al menos de una gran entidad.

Se llevan a cabo acondicionamientos como la conversión en Real Armería del Cuarto Alto sobre el apeadero²², así como reformas en los casos donde era necesario. Destaca que en esta época, se cede parte de las estancias del palacio como viviendas a particulares, si bien esto por una parte ayudó al mantenimiento, por otra, esta habitabilidad produjo que se llevarán a cabo destrozos y grandes pérdidas en las mismas, pues precisamente este uso del palacio hizo que fueran más frecuentes intervenciones de mantenimiento, que aunque de carácter menor derivaban en el desgaste y la degradación de los materiales constituyentes como el yeso, el barro, la cerámica o la madera, sin contar las decoraciones pictóricas, policromadas y doradas de paredes, puertas, techos y ventanas y tantos otros detalles de la arquitectura del edificio (Marín Fidalgo, 2006)²³.

²² “Esta obra se realiza entre el año 1727 y el siguiente” (Marín Fidalgo, 2006, p. 165).

²³ “La estancia de los Reyes y su corte durante cinco años provocó algunas incomodidades y gastos en los funcionarios y las personas que vivían en el Alcázar pues tuvieron que admitir en sus casas el aposentamiento de muchas personas que acompañaban a los Reyes y, especialmente de sus servidores” (Marín Fidalgo, 2006, p. 182).

El Alcázar de Sevilla en el s. XIX

El s. XIX será de profundos cambios para el alcázar de Sevilla. La consideración progresiva del espíritu medieval del Palacio, más cercano a las actitudes románticas, es un proceso gradual que se desarrolla en esta centuria. En la búsqueda de un estilo propio, que caracterizó a todo el s. XIX, el conjunto se resiente de demasiadas intervenciones que no siempre fueron acertadas.

Para entender las actuaciones que se llevan a cabo en este periodo hay que partir de las intervenciones neoclásicas que se realizaron en el palacio y que cambiaron el aspecto medieval del mismo, tanto en su distribución espacial, al eliminar el eje acodado de la entrada principal, así como en la ocultación de la policromía original que desaparece bajo las capas de cal que se aplican en sus muros. A pesar de ello, la etapa más importante en este siglo para el palacio será la de las “restauraciones románticas”. Este periodo coincide con el reinado de Isabel II, y será cuando tenga lugar en el palacio un mayor número de intervenciones por los llamados “arquitectos de comisión”. Además esta etapa de cambios en el Alcázar concuerda con una época de cambios en todo el país (Chávez González, 2004).

Las intervenciones neoclásicas.

Durante el reinado de Fernando VI (1746-1759) tiene ocasión el acontecimiento más importante de todo el s. XVIII en los Reales Alcázares: el terremoto de Lisboa, que se produjo el 1 de noviembre de 1755, y que afectó a gran parte del conjunto palatino en el que sufrieron graves daños entre otros la Galería del Grutesco y el Palacio Gótico. En esta época sería designado como arquitecto Van Der Borcht, perteneciente al cuerpo de ingenieros militares. Una de las construcciones más importantes que llevó a cabo en este periodo, fue la reconstrucción de la nave del Palacio Gótico que daba al Patio del Crucero, que se había derrumbado en el terremoto, y el corredor delantero (Lleo Cañal, 2002). Al reinado de Fernando VI, sucede el de Carlos III (1759-1788) y las intervenciones se prolongan desde 1758, hasta 1762, año en el que se tiene noticia de que se originó un incendio en el edificio.

Menos afortunadas fueron las reformas que llevara a cabo Manuel Zintora, el siguiente arquitecto del Real Alcázar (1800-1821). Con el objetivo de “seguir la moda prerromántica de hacer los patios de las casas visibles desde la calle, en contradicción con el gusto por la intimidad característico de la sociedad mudéjar, Zintora partió el muro interior del vestíbulo del Palacio de Don Pedro, y creó así una perspectiva recta que permitía ver desde el Patio de la

Montería, a través del citado vestíbulo, la alcoba y la cámara del rey, hasta el Patio de las Doncellas” (Lleo Cañal, 2002, p. 57)²⁴.

La ocupación francesa (1808-1813), también afectaría al conjunto del Alcázar. Parece que la mayoría del personal siguió al frente en sus cargos y se realizaron intervenciones menores, que probablemente afectaron básicamente al mobiliario, con el objetivo de adecuar los espacios al hermano de Napoleón. José I Bonaparte, lo convertiría en almacén de las obras de arte que su hermano pensaba llevarse a su museo de París (Chávez González, 2004).

Durante el reinado de Fernando VII (Primer mandato marzo-junio 1808, segundo mandato 1813-1833), se desarrolla una etapa de reparaciones menores en el Alcázar entre los años 1813-1820 en las que las yeserías se verán gravemente afectadas. Aunque muchos autores fechan esta intervención en 1813, es probable que desde el año 1805 las yeserías comenzaran a padecer los efectos de estas capas de cal, material que, para los neoclásicos que, eran ajenos a las efusiones del colorido “tenía un efecto purificador” (Chávez González, 2004, p. 35)²⁵. En este sentido Colón y Colón apunta:

“se mandó enjalbegar con cal de Morón todo él (Alcázar), i el edificio sufrió una pérdida irreparable, i Sevilla lleva sobre sí un borrón, del cual nadie puede disculparle”²⁶

Aparte de las referencias a los encalados sobre los paramentos, no destacan en este periodo intervenciones de mayor envergadura, si bien es de resaltar que prácticamente todo el palacio se encontraba habitado, por lo que las dependencias se encontrarían alteradas para hacerlas habitables y prácticas, sin lugar a duda, sin tener en cuenta los “valores que hoy atribuimos al legado arquitectónico de la historia” (Chávez González, 2004, p. 39).

Las restauraciones románticas.

El calificativo de “románticas” es una expresión que sirve para la denominación de aquellas restauraciones que tuvieron lugar desde 1832 hasta finales de los años sesenta (Chávez González, 2004, p. 47). El Romanticismo dio lugar a una doble visión de la herencia monumental del pasado. Por una parte, la de los arqueólogos e historiadores que defendían que el monumento tenía que permanecer tal y como había llegado a ese momento, incluso con

²⁵ Chávez González, (2004, p. 32) especifica que, en todos los presupuestos que se suceden desde el 1813 hasta el 1816, la cal no aparece en las relaciones de materiales empleados en cantidad superior a la de otras reparaciones, de ahí la opinión de que el blanqueo de los relieves y arabescos comenzase mucho antes del 1813, pese a que quizás en este año, el que ostentaba la Tendencia de Alcaldía Don Juan Downie, lo hiciera extensible a otras estancias cuyos adornos con anterioridad se habían respetado.

²⁶ (Chávez González, 2004, p. 37).

sus añadidos y por otra parte la de los arquitectos, que desde un punto de vista práctico, apostaron por eliminar las adiciones posteriores de la obra arquitectónica, puesto que querían que el monumento fuese representativo del momento en el que se levantó ya que este proceso les permitiría estudiar las diferentes etapas constructivas, además de conocer el estado original. “La idea prioritaria de esta etapa era la de conservar lo existente para evitar la pérdida y mayor deterioro, y posteriormente tratar de materializar el concepto de *unidad de estilo* que sin llegar a definirse bajo este término (propiamente violetiano), es bajo el que se proyectaban los trabajos” (Mérida Álvarez, 2000, p. 684) El Alcázar de Sevilla, junto con la Alhambra de Granada van a recibir plenamente, el impacto de las restauraciones románticas, desarrolladas a principios de los años 30 antes de que se institucionalizase la protección estatal de los monumentos (Chávez González, 2004). Por otra parte, los escritos de Washington Irvin, denunciando la situación de abandono del palacio alhambrense, redundaron en mejoras para la conservación de los dos palacios. Desde la Casa Real derivó “una intención de mantener en estado mínimamente digno dos edificios que hubieran constituido motivo de orgullo en otros países” (Chávez González, 2004, p. 52)

Con actuaciones “inicialmente tímidas, finalmente se alcanza el paroxismo de lo añadido, se le da cabida a lo auténtico y a lo imaginado y se hace objeto al palacio de restauraciones en las que todo se falsea sin escrúpulo, alterando caprichosamente sus adornos y disposición para hacerlo más acorde a una imagen exótica y pintoresca que a ratos solo existe en la mente del autor de la restauración” (Chávez González, 2004, p. 49-50) La tarea de los maestros mediocres y de escaso talento que trabajan en este periodo en el alcázar, le hicieron vivir una irrupción en el Romanticismo desde su faceta más superficial, convirtiéndolo en el objetivo de “imaginativas restauraciones carentes de fundamento histórico y artístico” (Chávez González, 2004, p. 50).

De esta forma, durante el reinado de Isabel II, (1833-1868), se abordan numerosas y desafortunadas operaciones. La reina, a pesar de la admiración que sentía por el conjunto sevillano, no dudó en realizar intervenciones que afectasen a la calidad artística del edificio para lograr la habitabilidad que, tanto ella como su corte requerían (Chávez González, 2004). Entre ellas cabe destacar las múltiples intervenciones que se realizan en el Patio de las Muñecas en el que se ejecuta un complejo proyecto²⁷, las arquerías del Patio de las Doncellas

²⁷ A pesar de lo inusual del procedimiento, de no levantar alzados ni bosquejar proyectos, Cardedera justifica la intervención como resultado del lamentable estado en el que se hallaban los diferentes pisos con lo que, además procuraba dignificar el aspecto del patio.

“En este departamento inmediato al Salón de Embajadores es donde se trabajó más asiduamente u en el que se emprendió una restauración más completa y costosa. (...) Como los pisos de estas (galerías) se hallaban ruinosos, hoy se restaura todo, revistiendo con fachadas de arcos árabes vaciados en yeso, y con

se cerraron con cierres metálicos para preservar las salas interiores del frío, la galería superior se acristala y se produce el cerramiento del vestíbulo en su apertura frontal al Patio de las Doncellas (Chávez González, 2004). En cuanto a los aspectos ornamentales, destacan en este periodo, la incorporación de nuevos vaciados a la obra de yeso original a partir de moldes alhambrenos o la policromía que se realiza con “estruendosos colorines” en todos los revestimientos de yeso del Alcázar (Contreras, 1885).

En este periodo se produce también, la estancia de los Duques de Montpensier (desde mayo de 1848 a septiembre de 1849), que adecuarían los espacios a su gusto. Don Antonio de Orleans, educado en el lujo y refinamiento no se hallaría cómodo en las estancias del Real Alcázar por lo que propuso adaptarlo para su disfrute. En el año 1848 la reina les cede el Palacio de San Telmo, año en el que se inician las obras. Sin embargo permanecerían hasta septiembre de 1849 en el Palacio, lo que dejaría una importante huella constructiva de su paso (Chávez González, 2004). En 1874 Francisco M. Tubino, descubre el Patio del Yeso en el área del Palacio Almohade, pero a pesar de la importancia de su descubrimiento, esta no sería tomada en cuenta hasta la segunda década del s.XX.

De los años 80 en adelante se produce un cambio en la actividad restauradora que luchaba por convertirse en una disciplina científica inspirada en los postulados positivistas, alejándose de las posturas violetianas e inclinándose por teorías en defensa de la conservación (Chávez González, 2004).

columnas de mármol en el tercero (piso) que sostengan otras arcadas del propio estilo” (Chávez González, 2004, p. 98).

2.3. PALACIO DE PEDRO I

Pedro I accedió al trono en el año 1350, y vivió gran parte de su infancia en el Alcázar sevillano, junto a su madre D^a María de Portugal, por lo que conocía a la perfección todo el recinto arquitectónico (Fernández Aguilera, 2012). Pedro I tomó la decisión de levantar su propio palacio en este recinto en 1355 (Tabales Rodríguez, 2005). El 24 de agosto de 1356, día de San Bartolomé se produjo un fuerte terremoto que causó la ruina de muchos espacios, por lo que es probable que sirviese de empujón definitivo al monarca para emprender su construcción definitiva (Fernández Aguilera, 2012). La edificación de este palacio, entre otras empresas arquitectónicas del monarca “son claros símbolos de un poder real que aspira a incrementar su fuerza y preeminencia frente a la estructura feudal” (Almagro Gorbea, 2007b, p. 246). Con este objetivo, se crean palacios adaptados tanto a sus necesidades de imagen como de protocolo. Para ello, se toma como modelo los palacios musulmanes, pero adaptando su carácter doméstico y privado a un gran palacio acondicionado a las necesidades de la corte (Almagro Gorbea, 2007b).

Por lo tanto, la disposición interior del palacio, es heredera de la tradición musulmana en cuanto a la articulación de los espacios, aunque con diferencias muy marcadas, puesto que busca, sobre todo en lo que a la articulación de los espacios se refiere “resolver necesidades funcionales distintas desde un aparente sometimiento a las ideas de un palacio musulmán” (Almagro Gorbea, 2005, p. 57).

La fuente de inspiración para su creación puede encontrarse en la disposición arquitectónica del Cuarto del Yeso en el alcázar sevillano, con la organización espacial que adquirió tras la inserción de una *qubba* (obra que se atribuye a su padre); la arquitectura palatina nazarí, que conocía a través de su amistad con el sultán Muḥammad V y, con mayor importancia, los palacios de Tordesillas y Astudillo, que son los precedentes inmediatos de la edificación de su palacio en Sevilla en los que casi con total seguridad trabajan los mismos artífices (Almagro Gorbea, 2007b). A esto hay que añadir, la costumbre de los soberanos musulmanes de demostrar su categoría y distinción por encima de la de otros príncipes, que consistía bien en transformar o engrandecer la construcción de sus predecesores o abandonarla por una nueva construcción que superase en magnificencia a la anterior (Rodríguez Moreno, 2011).

De esta forma, Pedro I debió decidir imitar a los soberanos musulmanes creando en el recinto del Alcázar, un palacio mejor que todos los que se hubieran construido en *Al-Ándalus* (Rodríguez Moreno, 2011). Ello daría lugar a un ambicioso proyecto que no llegó a completarse ni en sus aspectos ornamentales, ni en sus aspectos estructurales debido a la muerte

prematura del monarca que ya se ha mencionado. Este hecho se demuestra en las obras de la cúpula del Salón de Embajadores en pleno siglo XV o las de la planta superior en época de los reyes católicos y del emperador Carlos (Tabales Rodríguez, 2005).

Las recientes intervenciones arqueológicas indican la existencia previa de una serie de edificios almohades en el área en la que Pedro I levanta su palacio así como en las inmediatas (Almagro Gorbea, 2007b). El sector donde tenía que construirse el palacio fue “drásticamente arrasado, eliminando todos los edificios almohades levantados al Oeste del antiguo alcázar sin conservar estructura alguna” (Rodríguez Moreno, 2011, p. 320) “Para su nueva residencia, que se alza sobre el frente meridional del Patio de la Montería y se adosa, y adapta al Cuarto del Caracol, construido por Alfonso X, Don Pedro, adoptó un esquema similar al de la que al parecer fue su residencia anterior en el Alcázar: el Cuarto de los Yesos” (Almagro Gorbea, 2007a, p. 178). Todo parece indicar que la ubicación y la forma del Palacio del rey Don Pedro se realiza en clara relación con el Palacio Alfonsí, en la que no se pensó sustituir un palacio por otro, sino que cada uno de ellos tuviera una función propia. “El nuevo palacio, de proporciones menores y carácter más doméstico, se destinaría a la morada del monarca, aunque sin perder nunca su sentido simbólico y representativo. El palacio alfonsí quedaría como un palacio protocolario, para grandes reuniones y audiencias de la corte aprovechando sus grandes salones y su acceso por el crucero del patio, usos que se han mantenido prácticamente hasta la actualidad” (Almagro Gorbea, 2005, p. 57).

Cronológicamente su construcción se sitúa entre 1356-1366. El proyecto tuvo como idea principal la organización de un eje visual que, desde la nueva puerta exterior del Alcázar, la Puerta del León, permitiese ver un telón escenográfico que ensalzaba el poder del rey, constituido por la magnífica fachada de su residencia privada (Almagro Gorbea, 2007b). A medio camino entre la puerta exterior y la excepcional fachada del palacio se interponía una muralla, que posiblemente tenía una puerta anterior, sin embargo se realizó sobre ella una intervención para dotarla de carácter ornamental como preámbulo a la que se alzaba detrás. Atravesando la puerta se llega al patio de la montería donde se alza como elemento más visible de todo el conjunto, la fachada principal. La organización actual del patio es bastante distinta a la original, donde solo el lado sur se parece al primitivo con la salvedad de que las galerías altas de los laterales fueron recreadas por los reyes católicos, y hay que imaginar que el cuerpo central, en el que se encontraba la sala de audiencias del rey, resaltaría mucho más que actualmente, al quedar exento (Almagro Gorbea, 2005).

Por lo tanto, la disposición actual de la fachada, como muchas del conjunto, es fruto de las sucesivas intervenciones realizadas a lo largo de la historia. Lo que más se ha transformado

de esta portada han sido los laterales de la planta baja que en la actualidad presentan las arquerías con las que se configuró el patio, que se cegaron en el s. XV y, fueron reabiertas en 1937. Por otra parte, la portada, que ocupa el cuerpo central ha recibido intervenciones de otro tipo, fundamentalmente de repolicromado en su alero²⁸ de madera, que es la parte más significativa y que está fechado en 1364 (Almagro Gorbea, 2009a; López Cruz, 2012). Estas intervenciones se encuentran bien documentadas en 1586, 1848 y 1900, aunque es bastante probable que también haya sufrido mantenimiento o labores de refresco en otras ocasiones (Almagro Gorbea *et al.*, 2010).

Este gran alero, que remata y protege la portada, presenta un arrocabe con tres bandas separadas y con otras tantas tocaduras. Entre la decoración, destacan bandas epigráficas y ataurique así como emblemas heráldicos con escudos de León, Castilla y de la Banda. Las galerías de la planta superior en los laterales, como ya hemos comentado son obra de los reyes católicos y están organizadas con la composición “tripartita común de los pórticos andalusíes con gran vano central y triples arcos a ambos lados” (Almagro Gorbea *et al.*, 2010, p. 13). Las albanegas del arco central se decoran con atauriques, mientras que los vanos triples que se sitúan a ambos lados, están decorados con yeserías que presentan una decoración *en sebka* con fondo de ataurique (Almagro Gorbea *et al.*, 2010). Con la colocación de esta portada se rompe el tradicional esquema arquitectónico musulmán en el que se evitaba de forma radical que, desde el exterior pudiera verse el interior de cualquier vivienda, en este caso la fachada del palacio (Almagro Gorbea, 2007b) [Fig. 16, Fig.17].



Figura 16. Imagen de detalle tras la intervención de restauración de una zona del alero donde se representan emblemas heráldicos y una delicada decoración pintada.

²⁸ *Alero*: “Parte inferior de la cubierta de un edificio, que forma saliente para arrojar lejos de la pared las aguas llovedizas” (Nuere Matauco, 2003, p. 260).



Figura 17. Detalle del lateral derecho donde puede comprobarse tanto la decoración en madera como en yeso representada.

“Una de las características más originales de este palacio es la existencia de un piso alto que no se extendía sobre la totalidad de la planta, sino por algunas partes. La zona más importante de la planta superior estaba encima de los vestíbulos y de la cámara del rey. Sirvió para ubicar en ese lugar, una sala parecida a una *qubba* abierta mediante una galería o balconada al Patio de la Montería” (Almagro Gorbea, 2007a, p.179). Las dimensiones de esta sala “la *qubba* de la montería” son prácticamente iguales a las del Salón de Media Naranja, orientadas prácticamente en la misma dirección. A semejanza de la gran *qubba* de Comares presentaría un Salón previo en el que aguardarían sus súbditos (Rodríguez Moreno, 2011). La presencia de este Salón de recepciones con vistas al exterior, pudo estar pensado para que el monarca apareciese ante sus súbditos congregados en el patio a semejanza de otros palacios musulmanes como el de Madinat al- Zahra (Almagro Gorbea, 2007a).

En cuanto a su organización, como ya se ha comentado, el palacio se articulaba fundamentalmente en torno a dos patios: el de las Doncellas, interpretado como residencia del rey de carácter público y el de las Muñecas, aposento de la reina y de carácter privado (Morales Martínez, 2006). La primera zona, el Patio de las Doncellas, es la de mayor superficie y, donde la decoración se hace más suntuosa. Siguiendo la disposición de los esquemas andalusíes, en los lados norte y sur se disponen salas alargadas con alhanías en uno de sus lados. Mientras que la del lado norte se ha interpretado como el aposento real, la sala del lado sur, se ha considerado como la primitiva capilla de San Clemente por la oración en latín que se desarrolla

en la portada de yeso que daría acceso a la estancia. En el lado occidental, por otra parte se dispone una gran *qubba*²⁹, o Salón de la Media Naranja que era el espacio destinado a las audiencias y considerado como Salón del trono, símbolo de la magnificencia y del poder real (Morales Martínez, 2006; Almagro Gorbea, 2007b).

La construcción de la *qubba* rompía con el esquema horizontal del patio, alzándose como referencia visual que focaliza la atención del observador hacia el espacio más majestuoso del palacio “punto final del recorrido protocolario de aproximación al soberano” (Rodríguez Moreno, 2011, p. 553). En el lado norte de la *qubba* se disponen otro conjunto de estancias en torno al segundo de los patios mencionados, hoy llamado de las Muñecas. Constituye el núcleo secundario del palacio al que se tiene acceso a través del primer vestíbulo, por medio de un corredor en recodo en el que su lado norte se ha interpretado como la alcoba de la reina(Almagro Gorbea, 2009b).

La excavación del Patio de las Doncellas en el año 2002, así como su recuperación definitiva en el año 2004, ha permitido conocer la disposición arquitectónica original del patio, que presentaba un “jardín rehundido dispuesto en dos espacios simétricos que quedaban separados por una alberca longitudinal rematada en sus extremos en forma de T. La zona ajardinada estaba situada casi a un metro de profundidad, bordeada por muretes con decoración de arcos de medio punto entrecruzados con fondo ciego realizados en ladrillo” Esta original disposición del patio, cuyo desarrollo longitudinal de la alberca es típicamente nazarí, no se pensó para la vida de la corte, sino para el disfrute personal del monarca (Almagro Gorbea, 2007b, p.276) [Fig. 18].



Figura 18. Excavación arqueológica efectuada en el Patio de las Doncellas gracias a la cual se ha recuperado la disposición del Patio Mudéjar.³⁰

²⁹ *Qubba*: “Estructura arquitectónica de forma cúbica coronada por una cúpula, generalmente de media naranja” (González Ramírez, 1995, p.313).

³⁰ *Imagen extraída de http://elpais.com/diario/2004/03/13/viajero/1079215688_850215.html*

En la planta alta del lado norte se ubicaba el cuarto Real Alto, formado por dos crujías e ideada para dar respuesta a dos funciones y dos situaciones perceptivas diferentes. La crujía orientada al Norte cobijaría el Salón de Recepción Alto, mientras que la orientada al Sur albergaría una serie de habitaciones de paso (Rodríguez Moreno, 2011). Desde las ventanas geminadas de la meridional, el soberano podía observar el patio y recrearse en su contemplación en un ambiente propiamente íntimo. Por otra parte, la escalera situada en la esquina sudoriental del Patio de las Doncellas y, adosada a los contrafuertes del Palacio Gótico del Caracol, comunicaba el patio con unas alforfas donde se localizaban los aposentos de las infantas y un torreón en el que se situaba la cámara del príncipe (Rodríguez-Moreno, 2006).

Por sus lados exteriores sur y oeste, parece que el palacio estuvo rodeado por un jardín que se separaba de las huertas circundantes mediante una pequeña muralla, aunque hoy por hoy no se puede asegurar las relaciones de accesibilidad o visuales que existían entre las salas internas y su jardín externo (Almagro Gorbea, 2007a).

En conclusión el Palacio de Pedro I resulta un edificio de una gran originalidad, “al combinar múltiples elementos característicos de la arquitectura andalusí con una libertad e ingenio que no tienen parangón en ésta”. Además, su disposición hace pensar que fuese concebido “como morada privada del monarca, a la que tendrían acceso los íntimos del rey o las personas a las que éste quisiera distinguir” (Almagro Gorbea, 2009b, p. 357).

2.4. PATIO DE LAS DONCELLAS.

La espectacularidad y grandeza del Alcázar de Sevilla, sirvió para inspirar leyendas y cuentos semejantes a los de la mil y una noches. El exótico patio, debe su nombre a uno de estos cuentos de la imaginación andaluza pues se llegó de decir “que allí se colocaba el trono de los reyes moros para recibir el tributo de las cien doncellas cristianas que anualmente recibían desde el reino de Asturias en la Edad Media” (Cómez, 2006a, p. 98). Otra de las posibles hipótesis que se ha barajado para el origen de su denominación, procede del significado de la palabra doncella pues, si bien se constata que desde el s. XIII, los castellanos sabían que una doncella era la “mujer que no había conocido varón”, también reciben en Colombia este nombre ciertas flores que podrían haber embellecido el patio, o podrían referirse al término que en Cataluña pervive la acepción de “capullo de flor” (Cómez, 2006a).

El Patio de las Doncellas era “un perfecto trasunto del paraíso islámico en cuyas aguas se reflejaban los lóbulos de sus arcadas, mientras se aspiraba el aroma de las plantas que crecían a un nivel inferior entre los arcos entrecruzados de tradición almohade” (Cómez, 2006a, p. 66). Este espectacular patio era comparable al de otras construcciones de especial relevancia como los del Palacio de Tordesillas y el del Cuarto de los Leones de la Alhambra “aunque no de crucero sino con la alberca dispuesta a lo largo del eje mayor entre dos andenes, cuyos extremos culminan en forma de T” (Almagro Gorbea, 2005, p. 58-59). A la percepción de su disposición original ha contribuido enormemente los estudios realizados por Rodríguez-Moreno, (2006); Rodríguez Moreno (2011), cuyas reconstrucciones virtuales del patio simulando sus formas, volúmenes, texturas e iluminación original expuestos en varias publicaciones y en su tesis doctoral nos ayudan a imaginar la disposición arquitectónica y ornamental del mismo en el momento de su construcción.

En el Anexo 1. *Documentación*, se aporta una recopilación de imágenes históricas del patio, localización del emplazamiento en el conjunto del Alcázar de Sevilla y una serie de fotografías actuales de las distintas zonas del paramento con el objetivo de completar la información expuesta en este apartado.

2.4.1. Organización arquitectónica del patio.

El Patio de las Doncellas en su disposición actual es el resultado de un largo proceso histórico que se sintetiza a través de las diferentes operaciones de construcción y restauración que han cristalizado en una situación que probablemente no se dio en ningún momento de su historia, pero que permite expresar claramente las etapas que se han sucedido en este monumento (Almagro Gorbea, 2005).

A través de un estrecho corredor en pendiente, se accedía al Patio de las Doncellas, que era el auténtico núcleo vertebrador del palacio privado, un ámbito de excepcional belleza que parecía vivo gracias al empleo de la luz (Rodríguez Moreno, 2013). En torno a este patio, de carácter público, se disponían las estancias oficiales del palacio [Fig. 19].

- **(1)** Al norte, en uno de los lados largos, se encontraba el cuarto Real, “adoptando la forma de sala con alhanías en un solo lado, cuyo paralelo se encuentra en el lado sur” (Almagro Gorbea, 2007a, p. 178).
- **(2)** En el lado opuesto a estas estancias, se disponía una sala de similares dimensiones a la cámara del rey que, en hipótesis, sirvió originalmente de capilla y que, “en la actualidad se conoce con el nombre de Sala del Techo de Carlos V por el magnífico artesonado que la cubre realizado por Sebastián de Segovia en 1542” (Lleo Cañal, 2002, p. 28). Según Marín Fidalgo, (1990)son las propias yeserías de la puerta de acceso a esta estancia las que acreditan su función religiosa con la faja epigráfica que la enmarca, y que corresponde a una inscripción eucarística.
- **(3)** En uno de los lados cortos del patio, en testa, se encuentra el muro exterior del Palacio Gótico, cuyos contrafuertes son apenas reconocibles cubiertos de alicatados y yeserías. En este lado se desarrolla una de las soluciones más originales en la disposición original. “En este alzado, el pórtico simplemente se adosa al muro que separa el Palacio de Don Pedro de las salas del Patio del Crucero, reaprovechando los contrafuertes de la construcción gótica y sus espacios intermedios para generar una ingeniosa articulación de formas y volúmenes” (Rodríguez Moreno, 2011, p. 555).
- **(4)** En el lado opuesto, el occidental “se dispuso una gran *qubba* de dimensiones semejantes a las de la sala de la Justicia, también sin sala anterior, pero en este caso, rodeada por una serie de espacios con los que se comunica a través de vanos tripartitos” (Almagro Gorbea, 2007a, p. 178). A sus características volumétricas se añadiría una excepcional decoración pictórica en la que se representaban los motivos heráldicos que se repiten en todo el palacio: el león, el castillo y la banda (Rodríguez Moreno, 2013).

En el vértice suroriental se encuentra una escalera que como ya comentamos comunicaba con los aposentos de las infantas y la cámara del Príncipe (Rodríguez Moreno, 2011).

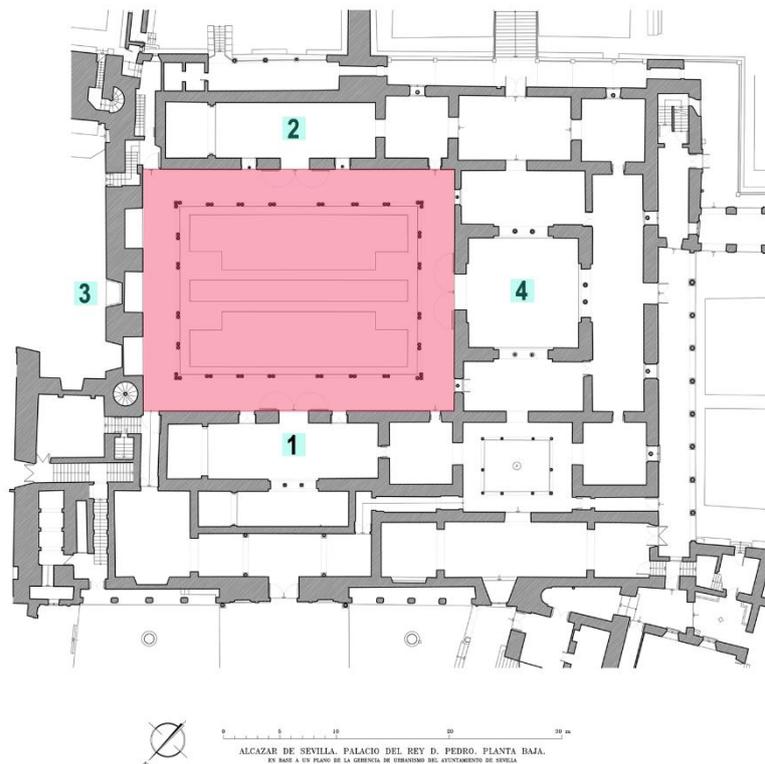


Figura 19. Planimetría del Palacio de Pedro I. Señalización del Patio de las Doncellas y de las diferentes estancias en la base publicada por (Almagro Gorbea, 2000).

Formalmente, en su origen, el patio estaría organizado como un rectángulo de 21x15m., rodeado por cuatro galerías de 3,25m de ancho, de siete arcos en los lados mayores y cinco en los menores, solución que se circunscribe en la arquitectura andalusí al Patio de los Leones de la Alhambra, además de en este (Tabales Rodríguez, 2005). En el centro de cada uno de los lados, el arco central es de mayores dimensiones y daba acceso a las estancias que circundan el patio (con excepción del muro del palacio gótico) (Fernández Aguilera, 2012). Las arquerías polilobuladas apuntadas estarían sostenidas por antiguas columnas reaprovechadas de mármol rematadas por cimacios de madera cuyos apoyos eran duales en los corredores y más gruesos en los ángulos. Estaba presidido por un gran estanque longitudinal de 13,5m de longitud y 1,98 m de anchura, situado en el centro e inscrito en los lados menores del patio flanqueado por sendas alberquillas o pilas menores y en la zona del jardín se disponían andenes de 0,92 m de anchura que permitían el tránsito al mismo nivel que en las galerías perimetrales o en el resto del alcázar. El jardín se organizaba en dos arriates que flanqueaban la alberca, deprimido casi un metro respecto al nivel original y cuyas dimensiones eran de 19,25 x 4,74 m (91,43m² cada uno) (Tabales Rodríguez, 2003). La profundidad de este, era de apenas unos centímetros de tierra por lo que es posible que se plantase algún cítrico. En los extremos de las paredes de esta alberca se han conservado vasijas de cerámica encastradas en el muro, que probablemente fueron criaderos de peces de color rojo que “según las crónicas de la época

servían para comerse a los mosquitos” (Marín Fidalgo, 2011, p. 89) El sistema empleado en su origen para mantener el estanque con agua y el riego del jardín, es reflejo de la idea de su diseñador, en perfecta sintonía con Pedro I, cuyo ideal de construcción era la creación de un palacio islámico con el agua y la vegetación como tema central[Fig. 20, 21]. Y este hecho es el que motivará el conflicto años más tarde entre la concepción islámica de la privacidad y las necesidades de la corte castellana, en especial la de los Austrias, muy numerosa y protocolaria, que acabarán con su enlosado definitivo (Tabales Rodríguez, 2005).



Figura 20. Reconstrucción de la imagen original del Patio de las Doncellas. Vista desde el Muro del Palacio Gótico. Hipótesis realizada por (Rodríguez Moreno, 2011, p. 553).



Figura 21. Reconstrucción de la imagen original del Patio de las Doncellas. Vista desde la Qubba. Hipótesis realizada por (Rodríguez Moreno, 2011, p. 559).

La intervención más importante que sufre el patio desde el punto de vista arquitectónico, se produce en el s. XVI con la reconstrucción de sus corredores altos al gusto italiano. Esta galería superior se adorna tanto en el exterior, como en el interior con yeserías platerescas de las que aún quedan restos en los corredores superiores de poniente y de mediodía, mientras que el paramento de fondo no corresponde ni al edificio ni a las restauraciones del s. XVI sino que es fruto de una reciente intervención de restauración (Marín, 1992). En los corredores bajos, cuya reforma fue contemporánea a la de los altos, se observan la inclusión de emblemas heráldicos representativos de la corona en los frisos de las arquerías, así como la combinación de elementos platerescos con los mudéjares en las mismas. También se sustituyen las columnas de mármol del patio y se lleva a cabo el enlosado de toda su superficie, tanto de los corredores como del patio, ocultando definitivamente el primitivo jardín deprimido (Marín, 1992). Este hecho se justifica por las necesidades de la corte castellana de amplitud de espacios y de cercanía al rey a lo que la disposición arquitectónica del Patio de las Doncellas no ayudaba. Sin embargo aún en estas circunstancias, el patio logró sobrevivir doscientos años, aunque de manera parcial³¹, hasta su enlosado definitivo para adecuarse a las necesidades reales (Tabales Rodríguez, 2003). Resueltos los aspectos legales y administrativos para la recuperación del patio se iniciaron los trabajos en marzo de 2004 y se finalizaron en la primavera de 2005.

La recuperación del jardín medieval se ha justificado desde el punto de vista de los criterios de restauración en los que la imagen arquitectónica del patio ya no correspondía a ninguna época concreta. De esta forma, esta recuperación permitía poner en valor la visión del jardín para la comprensión primitiva del palacio, y evidenciaba más si cabe el proceso histórico que se ha desarrollado sobre él (Almagro Gorbea, 2005).

La zona que ha planteado más problemas para su recuperación fue la de la alberca pues se tenía la duda de si debía recuperarse la alberca longitudinal, tal y como estaba en su último momento de funcionamiento, antes de que se enlosara el patio, o señalando la presencia de las albercas longitudinales precedentes. Finalmente se tomó la decisión de mantener la alberca longitudinal y marcar con el pavimento, mediante la disposición de los alizares, la situación y forma de las albercas menores (Almagro Gorbea, 2005) [Fig. 22].

³¹ El patio medieval sufre al menos dos transformaciones en sus 200 años de vida. En primer lugar, el esquema de estanque central franqueado por pilas y arriates deprimidos, debió permanecer vigente hasta finales del s. XV o s. XVI, fecha que aún no ha podido determinarse. En esta época se mantiene el estanque y las pilas, pero se ciegan los jardines y se nivelan a cota de la galería. En 1567 probablemente se amplía la alberca central hasta el límite del patio y se realiza su decoración en ondas. En este momento el resto del patio debía estar enlosado en mármol. El sellado definitivo del estanque y la repavimentación general se realiza en 1583 cuyos responsables directos son los maestros mayores y veedores Antón Sánchez Hurtado, Martín Infante y Francisco Jiménez (Tabales Rodríguez, 2003).

En cuanto a la vegetación del jardín deprimido, actualmente presenta seis naranjos de pequeño porte, así como un prado de flores cuya elección se hizo en función de la información facilitada por las investigaciones realizadas recientemente en el Patio de la Acequia del Generalife de Granada ya que, desafortunadamente, las muestras recogidas en la excavación del Patio de las Doncellas no aportaron resultados concluyentes debido a la naturaleza del relleno utilizado con un alto contenido en cal (Almagro Gorbea, 2012)

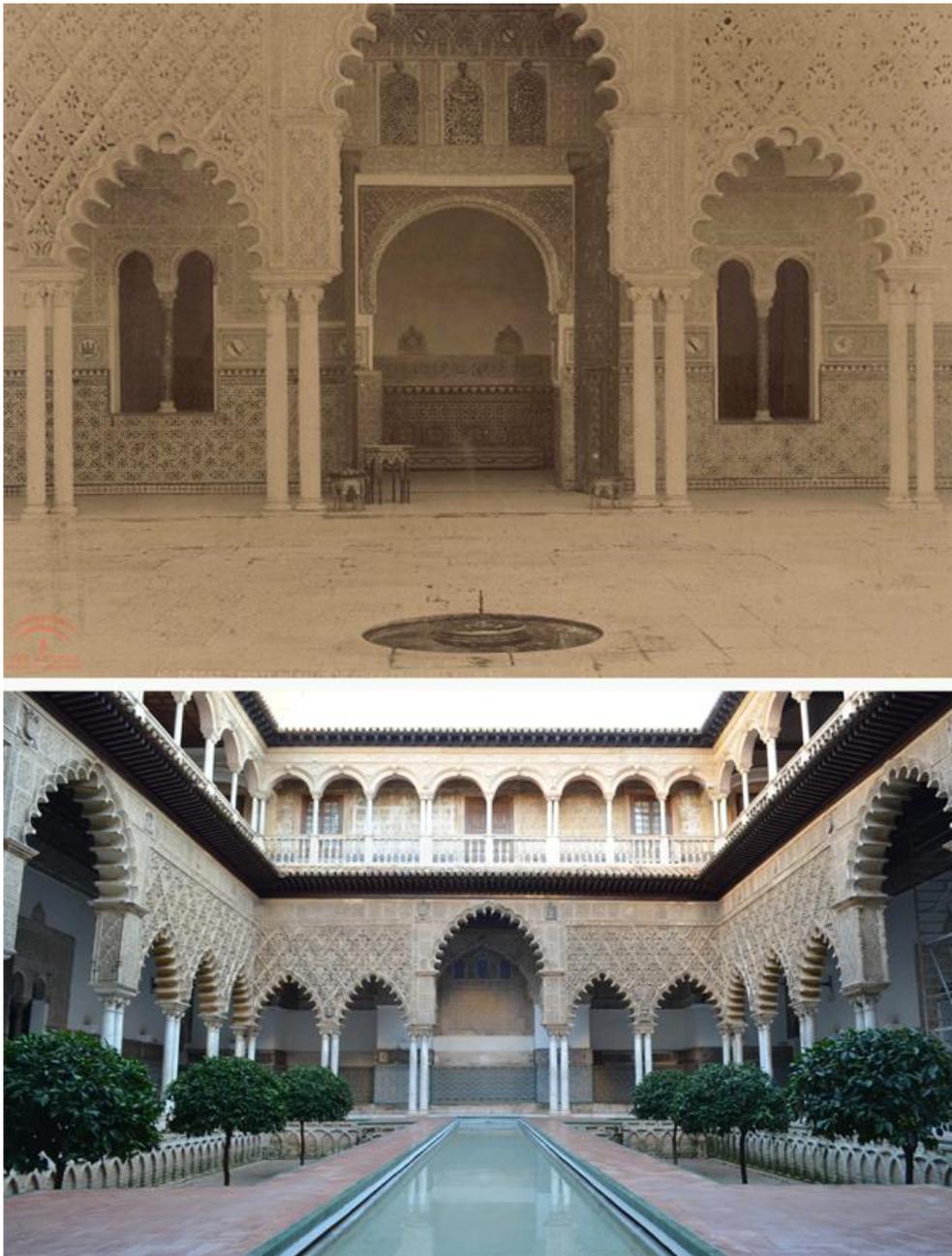


Figura 22. Arriba. Imagen de la Puerta de Acceso al Salón del Techo de Carlos V anterior a la recuperación del patio mudéjar. Imagen extraída (<http://hdl.handle.net/1014/9835>). Abajo. Estado actual del Patio tras la intervención.

2.4.1. Decoración arquitectónica mudéjar del patio.

La presencia de artífices granadinos en el Alcázar está reconocida por la profunda amistad que unía al rey Don Pedro con Muḥammad V. El granadino sería repuesto en su trono con ayuda del rey cristiano, por lo que, en agradecimiento Muḥammad V enviaría a Sevilla artífices nazaritas para que trabajaran en su palacio (Marín Fidalgo, 1990). La presencia de alarifes mudéjares en el Alcázar se extendió durante un largo periodo de tiempo, hasta bien entrado el siglo XIV lo que contribuyó a la persistencia de lo islámico en esta construcción. Por otra parte, “los influjos persas y orientales presentes en el palacio fueron resultado de las relaciones que D. Pedro mantenía con aquellos países donde enviaba a sus embajadas y a la vez recibía a los representantes de estos” (Marín Fidalgo, 1990, p. 89).

La decoración del patio se encuentra representada por los tres materiales fundamentales del sistema de trabajo mudéjar, la madera (carpinterías de puertas y ventanas y alfarje), la cerámica (alicatados) y el yeso (yeserías); a lo que se une la pintura mural en su alberca recientemente recuperada.

A continuación se realiza una breve descripción de las diferentes tipologías ornamentales del patio, para acabar con el análisis en profundidad de sus yeserías, así como las intervenciones históricas documentadas que se recogen sobre las mismas, lo que supone una información fundamental para abordar con posterioridad tanto su caracterización técnico- material como la datación y secuenciación de intervenciones.

2.4.2.1. Carpintería: Puertas, ventanas y alfarje.

Puertas y ventanas

Respecto a las puertas y ventanas del Patio de las Doncellas, actualmente se tiene bastante información gracias a la publicación realizada por Fernández Aguilera (2012), sobre los portaventaneros mudéjares en el Real Alcázar de Sevilla, en la que se presentan los resultados obtenidos de un estudio exhaustivo de las carpinterías mudéjares situadas en el Patio de las Doncellas y de su intervención de restauración.

Las tres grandes puertas del patio, son *apeinazadas*³² con lacería visible en ambas caras, de manera que desde el patio era visible la ornamentación de las mismas, tanto cuando estaban abiertas, como cuando estaban cerradas, puesto que además de estar decoradas baten sus puertas contra los paramentos de la galería al abrirse. En la puerta del Salón de Embajadores destaca la abundante presencia de decoración heráldica que se repite en todas las zonas. El

³² *Apeinado*: Trabajo con peinazos. Es una lacería apeinada los pares, nudillos y peinazos que forman elementos estructurales y decorativos a la vez (Nuere Matauco, 2003).

castillo y el león aparecen 12 veces y el escudo de la Banda 8 (Fernández Aguilera, 2012). Por otra parte, el resto de las puertas son solo de una hoja, y todas las ventanas (doble hoja), son *ataujeradas*³³ y también presentan decoración de lacería con la diferencia de que son solo visibles desde el patio cuando están cerradas.

Además, la intervención de restauración que se ha llevado a cabo en ellas, ha permitido conocer los pigmentos empleados en su realización. En las dos grandes puertas de la Alcoba Real y de la Antigua Capilla, la paleta empleada fue “ropimente, masicote, cardenillo, laca verde, resinato de cobre, índigo, minio, bermellón, tierras rojas, laca roja, albayalde y negro de carbón vegetal. En el resto emplearon albayalde, masicote, cardenillo y negro de carbón vegetal (en común con las primeras) a las que se añade el negro de huesos y se cambia la utilización de azurita en lugar de índigo. Además no se detecta el empleo de minio, pigmento que era abundante en las dos puertas principales (Fernández Aguilera, 2012). En los repintes que se suceden en los siglos XVI y XVII, destaca entre otros, la utilización de la azurita con la que intentaron igualar el aspecto de los portalones y ventanas, así como la adición masiva de oro. Por otra parte, en los repintes del s. XIX, que fue la última intervención que se llevó a cabo en toda la superficie de las carpinterías, aparecen nuevos pigmentos como son: el azul ultramar, verde de cromo y amarillo de cromo, manteniéndose como en las intervenciones precedentes el bermellón, el albayalde y el negro de hueso; reaparece la utilización del minio como base para la aplicación del bermellón y, finalmente se redoran las superficies alteradas que habían sido doradas en los s. XVI y XVII. En cuanto a los aglutinantes y técnicas, se ha identificado en las policromías originales e intervenciones anteriores a 1675, que la técnica ejecutada fue al temple con aglutinante proteico y a partir de esa fecha, la técnica empleada es aceite de linaza. Respecto a los barnices se ha detectado resina de colofonia y cera de parafina posiblemente correspondientes a una intervención de la segunda mitad del s. XX (Pérez Ferrer & Fernández Aguilera, 2004).

Alfarje

Las cuatro galerías que rodean al patio de las Doncellas están compuestas por un alfarje ataujerado que presenta decoración de lacería con escudos de los Reyes Católicos dorados pintados. En esa decoración se repite un tema sencillo de lazo “que tiene como base tres estrellas de ocho y dos hexágonos alargados o alfardones más dos calles de borde más estrecha. Este tema se interrumpe en las esquinas, y aproximadamente en el centro de cada galería para encajar una lacería más complicada, resolviendo el encuentro de dos galerías

³³ *Ataujerado*: La labor de lacería se denomina ataujerada, cuando el lazo va clavado en tableros sujetos a la estructura de la que no forma parte (Nuere Matauco, 2003).

perpendiculares o precediendo las puertas que desde el patio dan paso a las salas aproximadamente a eje con él” (González Ramírez, 1995, p. 275).

El interior de los polígonos que se generan, estaba policromado con colores diferentes destacando las piñas de mocárabes y escudos heráldicos de Castilla y León. Como forma de separación del alfarje con el friso de yesería se desarrolla un friso de madera que presenta decoración epigráfica y emblemas de la corona, en la actualidad, bastante deteriorado.

El estudio de caracterización de materiales que se está realizando en el alfarje, ha permitido conocer algunos de los pigmentos presentes en estas policromías. A pesar de que esta investigación se encuentre en una fase inicial y aun no se haya completado ya han sido publicados los resultados que se han obtenido hasta la fecha. De los análisis realizados, (Coba *et al.*, 2013), destacan la sucesión de intervenciones que se realiza en esta zona, identificándose como en otros casos aceites y resinas en las capas de repolicromados.

Respecto a los pigmentos detectados la paleta cromática es bastante amplia. Entre los pigmentos históricos y, posiblemente originales se encuentran el blanco de plomo, litargirio, cinabrio, bermellón, tierra roja, negro de carbón y azurita natural. Por otra parte, en intervenciones relativamente recientes se han detectado hasta la fecha barita artificial, ultramar artificial, azurita artificial, azul de Prusia y amarillo de cromo (Coba Peña *et al.*, 2013) [Fig. 23].

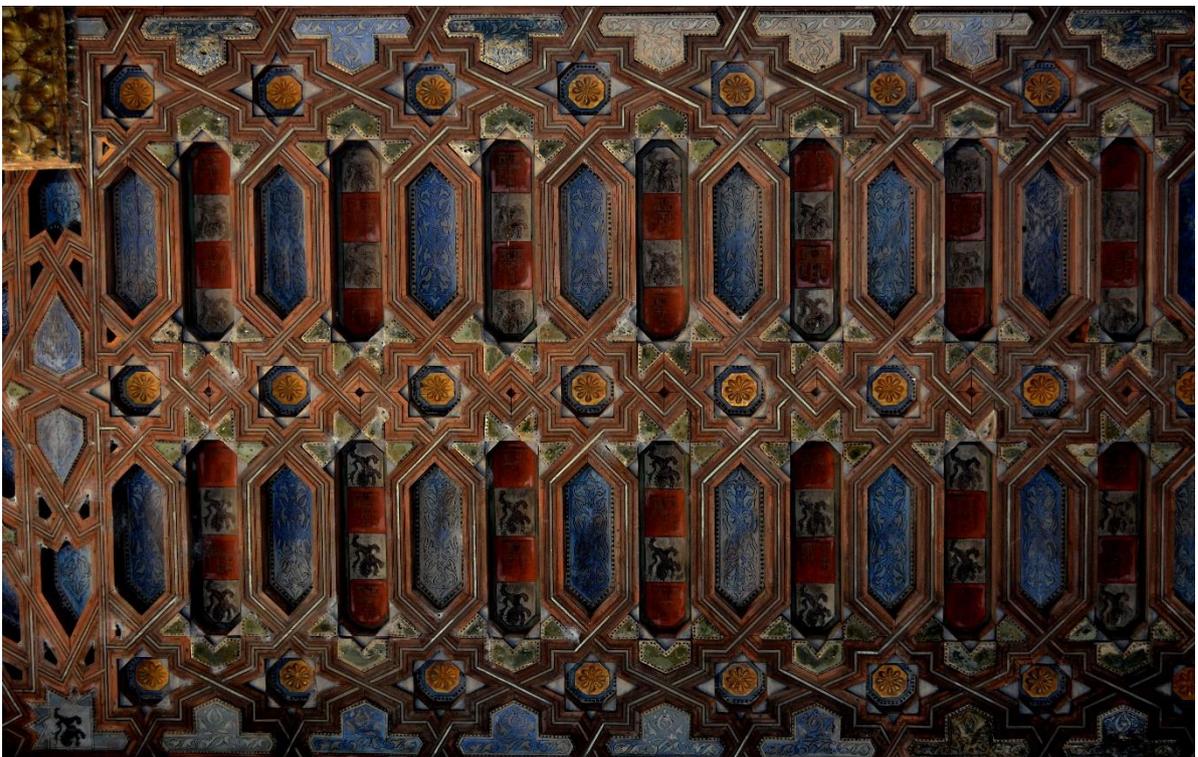


Figura 23. Imagen general de la decoración que presenta el alfarje.

2.4.2.2. Alicatado.

Desde el s. XIV, fueron elogiados y admirados sus espléndidos zócalos de alicatados que en sus geométricos y abstractos diseños de lacería no hacen sino expresar también el sentido infinito de la eternidad. Se trata de zócalos cerámicos, todos diferentes, de un rico colorido que ornamentan tanto las galerías del patio, como el interior de los salones. Entre los colores del zócalo, los más representativos son el melado, el blanco, el azul o el verde, donde una banda estrecha de cuadrados y triángulos que forman estrellas, sirve de plinto para todo el zócalo. En cuanto a su remate superior está formado por dos bandas, la primera de doble cinta melada y verde entrelazada y la superior presenta una decoración con almenas. Destaca el número tan elevado de piezas que forman algunas estrellas donde por ejemplo, la longitud total es de 6 centímetros y el número total de las piezas que la conforman 33 (González Ramírez, 1995). En los alicatados del patio (lado norte, sur y este) se desarrolla la composición con lazo de ocho occidental de mayor interés de todo el Alcázar, donde su lacería parece tener un ritmo uniforme y repetitivo, pero en realidad se divide en cincuenta y cuatro paneles o módulos, con cinco variantes de trazado distintas, distribuidas de modo aleatorio. Estos cincuenta y cuatro paneles se reparten en series de nueve a cada lado de las puertas principales (González Ramírez, 1995)

Los alicatados están realizados con la técnica del “zellige” término árabe del que deriva la palabra azulejo que “consiste en el recorte de teselas geométricas a partir de baldosas de barro vidriado de formato mayor. Este recorte se realiza tras la cocción de la placa cerámica, vidriada posiblemente en monococción, con vidrio previamente fritado. Con esta técnica se consigue que el límite de la tesela sea homogéneo y no acumule un reborde más grueso de vidrio en el perímetro, ajustándose con una precisión mayor al dibujo geométrico definitivo (Collado-Montero *et al.*, 2011) [Fig. 24]. Al igual que en el resto de las decoraciones, son frecuentes las referencias que citan problemas de conservación y necesidad de reparaciones en los alicatados del Patio de las Doncellas a lo largo de toda su historia.



Figura 24. Imagen general de un panel de alicatado que se conserva en el muro sur/este del Patio de las Doncellas.

2.4.2.3. Pintura mural de la alberca.

La intervención para la recuperación definitiva del jardín deprimido mudéjar iniciada en 2004, constató la presencia de restos de pinturas murales en la alberca. Los restos más antiguos, reproducían un alicatado a base de lazo con estrellas de ocho puntas policromadas en almagra sobre el fondo amarillo claro, realizadas en un fino enlucido de cal y arena al fresco. El motivo de esta primera decoración parece muy similar al empleado en los paños de alicatado que rodean las galerías del patio (Tabales Rodríguez, 2005). El deterioro de esta pintura mural original habría provocado la necesidad de realizar un nuevo revestimiento por lo que se picó el anterior para favorecer el agarre del nuevo mortero y se realizó una nueva pintura que representaba un sencillo motivo con ondas que alternaba blanco con negro grisáceo, de ejecución bastante tosca, sobre un mortero de cal y arena que había permanecido visible hasta el año 1583 en el que se llevó a cabo su enterramiento (Pérez Ferrer & Fernández Aguilera, 2005). Probablemente fueran realizadas en 1567 fecha en la que se ha estimado que se amplía la alberca central hasta el límite del patio (Tabales Rodríguez, 2005).

El proceso de recuperación de la alberca en el jardín mudéjar presentó un dilema para la conservación de este revestimiento mural, por lo que se decidió optar por colocar dentro del hueco del estanque un vaso en poliéster independiente de la obra original, con una cámara que permitiese la aireación del interior de la alberca y la conservación de las pinturas. De esta manera, aunque no puedan verse, pueden conservarse y puede recuperarse la percepción original del patio con el estanque lleno de agua (Cabeza Méndez, 2009; Robador *et al.*, 2005) [Fig. 25].



Figura 25. Pintura mural de la alberca. Izquierda. Decoración parietal mudéjar del estanque. Derecha. Decoración de ondas sobrepuesta a la mudéjar, realizada según (Tabales Rodríguez, 2005) en 1567, fecha en la que se ha estimado que se amplía la alberca hasta el límite del patio. Imágenes extraídas (Tabales Rodríguez, 2005- foto 9 y foto10).

2.4.2.4. Yeserías.

La decoración mudéjar en yeso del patio se localiza en las arquerías y en los paramentos internos de las galerías circundantes, donde la atención se centra principalmente en la decoración de las puertas y ventanas. Las referencias y documentación que se tiene de las yeserías mudéjares de esta zona son escasas por lo que es bastante difícil identificar tanto las alteraciones como las intervenciones posteriores a su construcción.

La información que se aporta se ha extraído mayoritariamente de otros trabajos de investigación realizados en los que se cita de forma puntual estas yeserías, pues hasta la fecha no se han detectado estudios publicados en profundidad que aborden las mismas, tanto descriptivos, como de caracterización técnico-material³⁴.

Además hay que destacar que, en los casos en los que se mencionan o bien se hace un análisis descriptivo general o la documentación se refiere mayoritariamente a las yeserías de las arquerías, siendo escasas las referencias a la ornamentación de los paramentos internos de las galerías. En este punto hay que señalar que ha sido fundamental la información aportada por el investigador Basilio Pavón Maldonado en varias de sus publicaciones, tanto para el análisis descriptivo del patio y atribución de los talleres, como para la identificación de zonas originales y añadidos (Pavón Maldonado, 1989; Pavón Maldonado, 2004).

En lo que respecta a su creación, según Pavón Maldonado (1989) los trabajos de los toledanos fueron más importantes que los realizados por los sevillanos y los granadinos, pues los mudéjares que trabajaron para el monarca en la sinagoga toledana, programaron la decoración y ejecutaron gran parte de la ornamentación en yeso del palacio sevillano. En lo que a aspectos formales se refiere, la escuela andaluza se distingue de la toledana por la ornamentación de los limbos de las palmas que se decoran mediante incisiones a modo de cuchilladas³⁵, presentando estas composiciones de palmas “una flora imbricada³⁶ o en esquemas rómbicos” (Fernández-Puertas, 1984, p. 199). Por otra parte, la escuela toledana utiliza flora digitada³⁷

³⁴ Se debe mencionar en este punto los estudios llevados a cabo hasta la fecha para la caracterización material de las yeserías del Alcázar en los que se ha centrado la atención fundamentalmente en el Patio del Sol (Blasco & Alejandre, 2013) y del yeso (Blasco-López *et al.*, 2009). También se han extraído muestras de otras zonas, siendo una correspondiente al Patio de las Doncellas, perteneciente al ajimez de la arquería inferior, datada en esta investigación como mudéjar (s.XIV-s.XVI) (Blasco López *et al.*, 2012a; Blasco López & Alejandre Sánchez, 2012b). Estos estudios se centran fundamentalmente en la caracterización del mortero para su datación cronológica. Solo se encuentra policromía en una de las muestras pertenecientes al Salón de Embajadores en las que se identifica azurita natural, cinabrio y litargirio.

³⁵ “Ya sea por tenerlos rellenos con finos tallos en los que enganchan hojas lenticulares, ya porque los ejemplares digitados muestran macizo el provisto de cabezuela” (Fernández-Puertas, 1984, p. 199).

³⁶ *Imbricado*: “Dicho de las hojas, de las semillas y de las escamas: Sobrepuestas unas a otras como las tejas en un tejado” (Real Academia Española, 1994, p. 1143).

³⁷ “Se utiliza una flora digitada con foliolo provisto de cabezuela perforada por un vano” (Fernández-Puertas, 1984, p. 199).

con palmas de limbo liso junto con otras rellenas por composiciones de hojillas lenticulares alargadas así como hojas naturalistas y frutos tomados de la ornamentación gótica, generalmente enganchados por tallos (Fernández-Puertas, 1984) [Fig. 26].

Entre los recursos decorativos simbólicos que se utilizan, destacan en toda la superficie decorativa, la venera, la mano cerrada y el escudo de la banda [Fig. 27]. La venera aparece de manera más repetitiva en las arquerías, pero también se utiliza en la decoración de los paramentos. Es un motivo que aparece tanto en las civilizaciones antiguas como la bizantina, griega o romana, así como en la arquitectura califal de *Madinat Al-Zahra*. Aunque no es habitual verla a partir de época taifa en las decoraciones, reaparece con fuerza en el s. XIV, sobre todo en arquitecturas cristianas o judías bajo el influjo del arte islámico, así como en el arte nazarí de época de Muḥammad V. A pesar de este renovado interés en el s. XIV, no es fácil encontrar ejemplos con la profusión de este tipo de elementos como el Palacio de Pedro I. Su uso siempre ha estado ligado a creencias religiosas y algunas culturas la han identificado con la fecundidad, la buena suerte o con protección contra el mal de ojo. Según Rodríguez Moreno (2011, p. 436) en el Alcázar podría “haberse utilizado como una especie de amuleto protector que salvaguardaría los espacios utilizados habitualmente por el soberano”.

Otro elemento simbólico a destacar es “la mano cerrada junto a un tallo o motivo vegetal” (Rodríguez Moreno, 2011, p. 440). Este símbolo se identifica con el amuleto de la *higa*, que es herencia de culturas anteriores y que se populariza en la época como amuleto contra el mal de ojo, pues aparece como elemento decorativo en la Sala de Dos Hermanas de la Alhambra.



Fig.26. Detalle de la decoración que se desarrolla en el paramento. En la imagen se distinguen las incisiones a modo de cuchilladas así como los frutos (piñas).

Pero, sin duda el símbolo más representativo del monarca, es el escudo de la orden de la banda³⁸ que servía para “reivindicar el poder de Don Pedro frente a su hermanastro Enrique y la nobleza que lo apoyaba” (Rodríguez Moreno, 2013). Junto a este aparecen representados en las yeserías el de Castilla y el del León, así como los del emperador Carlos con el lema, *plus ultra* [Fig. 27].



Figura 27. Detalle de los recursos decorativos que se emplean en el Patio de las Doncellas. Se destaca la venera, la mano cerrada y el escudo de la banda.

Yeserías de las arquerías

Las arquerías presentan una decoración calada, dibujando rombos³⁹ y dentro de ellos, ataurique. Rematando la decoración en *sebka* de inspiración almohade hay una zona con inscripciones árabes y un friso con escudos de Castilla y León con una inscripción árabe que resalta entre ellos “*Loor a Allah por sus beneficios*” (González Ramírez 1995, p. 51) que Pavón Maldonado (2004), atribuye a alarifes sevillanos y toledanos. Según el autor, la mitad derecha al eje que marca el Salón de embajadores son las realizadas por sevillanos, mientras que las de la izquierda son las ejecutadas por toledanos, que se distinguen por la presencia de palmetas floreadas y manos sosteniendo vegetales ya utilizadas como ornamentación en la sinagoga de El Tránsito de Toledo (Pavón Maldonado, 2004). En las yeserías de las arquerías es más evidente la huella de los artistas del Renacimiento y los escudos del Emperador,

³⁸ La orden de la banda fue fundada por Alfonso XI en 1332, con la finalidad de honrar a la caballería que le había sido fiel y mantener la lealtad de sus miembros al rey. Esta orden es un claro ejemplo de los recursos empleados por Alfonso XI en su política para debilitar a la nobleza y controlarla. El emblema será concedido por Pedro I a su aliado en Granada, el sultán Muḥammad V, por su lealtad ofrecida en los servicios prestados a Castilla, convirtiéndose en un distintivo privilegiado del monarca castellano (Cómez, 2008) , (Cómez, 2006a).

³⁹ Sebka: “Motivo decorativo consistente en una red de rombos formada por series de arcos superpuestas donde cada una cabalga sobre las claves de las inferiores” (González Ramírez, 1995, p. 313).

promotor de las obras que en el siglo XVI alteraron la disposición original del patio. “En el friso de la parte exterior se ven las columnas de Hércules con el plus ultra que mandó poner Carlos I, y al mismo tiempo las armas de León y de Castilla con las águilas austriacas” (De los Ríos, 1844, p. 63).

Yeserías de los paramentos de las galerías bajas

En cuanto a las yeserías de los paramentos, la ornamentación se organiza en frisos corridos y alrededor de los vanos de puertas y ventanas. La decoración de estos vanos es similar a la de los arrabae⁴⁰ que, fundamentalmente, decoran las puertas y ajimeces⁴¹ [Fig. 28]. Los pórticos de los costados mayores que comunican con las salas de honor inmediatas se organizan como arcos de medio punto de bellas portaladitas de yeso. La de la izquierda, actual puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V, “es toledana con programa granadino de tres ventanas de medio punto cubriéndose los paños rectangulares con el estilo naturalista” (Pavón Maldonado, 2004, p. 585) [Fig. 29]. La del lado opuesto, la de la alcoba real, es “sevillana y tiene por novedad la presencia de ventanas adinteladas y losanges aliados a arcos acortinados de tradición sevillana muy repetidos en frisos y paños laterales. Por otra parte, la portada de ingreso al Salón de Embajadores, aunque de diferente esquema se puede atribuir a alarifes toledanos así como la puerta de madera, en la que se lee una inscripción gótica del 1366 que atribuye la participación de estos alarifes (Pavón Maldonado, 2004, p. 585)⁴².



Figura 28. Imagen general de la ventana occidental y la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V.

⁴⁰ *Arraba*: “Conjunto de molduras y otros motivos ornamentales que enmarcan de forma rectangular el vano de un arco en la arquitectura musulmana” (González Ramírez, 1995, p. 307).

⁴¹ *Ajimez*: “Ventana o balcón saliente cerrado por celosías de forma que pueda verse desde el exterior desde dentro sin ser visto” (González Ramírez, 1995, p. 308).

⁴² González Ramírez, (1995) dedica en su libro un capítulo a las yeserías y celosías del Alcázar se desconoce el motivo por el que, aunque se analizan en profundidad elementos decorativos de puertas y ventanas del Patio de las doncellas, no se recogen en este capítulo referencias a la organización del friso del patio o de las puertas occidentales del muro este. En el caso de la puerta de acceso al Salón del Techo, tampoco se hace referencia a sus celosías. La central está exenta de este análisis por presentar motivos vegetales no abordados por la autora. En cuanto a las laterales, a pesar de presentar motivos geométricos, han podido desestimarse por su estado de deterioro.



Figura 29. Imagen general de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V.

Es evidente que las yeserías del patio presentan modificaciones de la obra original. Las ricas labores de yeso que ornamentan tanto las arquerías como los corredores internos presentan alteraciones en la colocación de las epigrafías donde el lema *solo Dios vence*, se dispone repetidamente en los frisos y que manos inexpertas y “modernas restauraciones absurdamente han colocado a la inversa o al revés” (Marín Fidalgo, 1990, p. 82). Respecto a la distribución de la ornamentación en yeso del patio Pavón Maldonado (1989, p. 107) aporta una identificación precisa que se adjunta en este apartado con todas las reservas (pues estas afirmaciones no se basan en estudios de caracterización de materiales), de los diferentes talleres que trabajaron en ellas así como las posibles reparaciones e incorporaciones realizadas en años posteriores. Se reconocen principalmente [Fig. 30]:

- *Yeserías originales. s. XIV: Yesería toledana, sevillana y granadina.*
- *Yeserías de intervenciones posteriores: Yeserías de realizadas durante el reinado de Carlos V y yeserías de imitación granadina (s. XIX)*

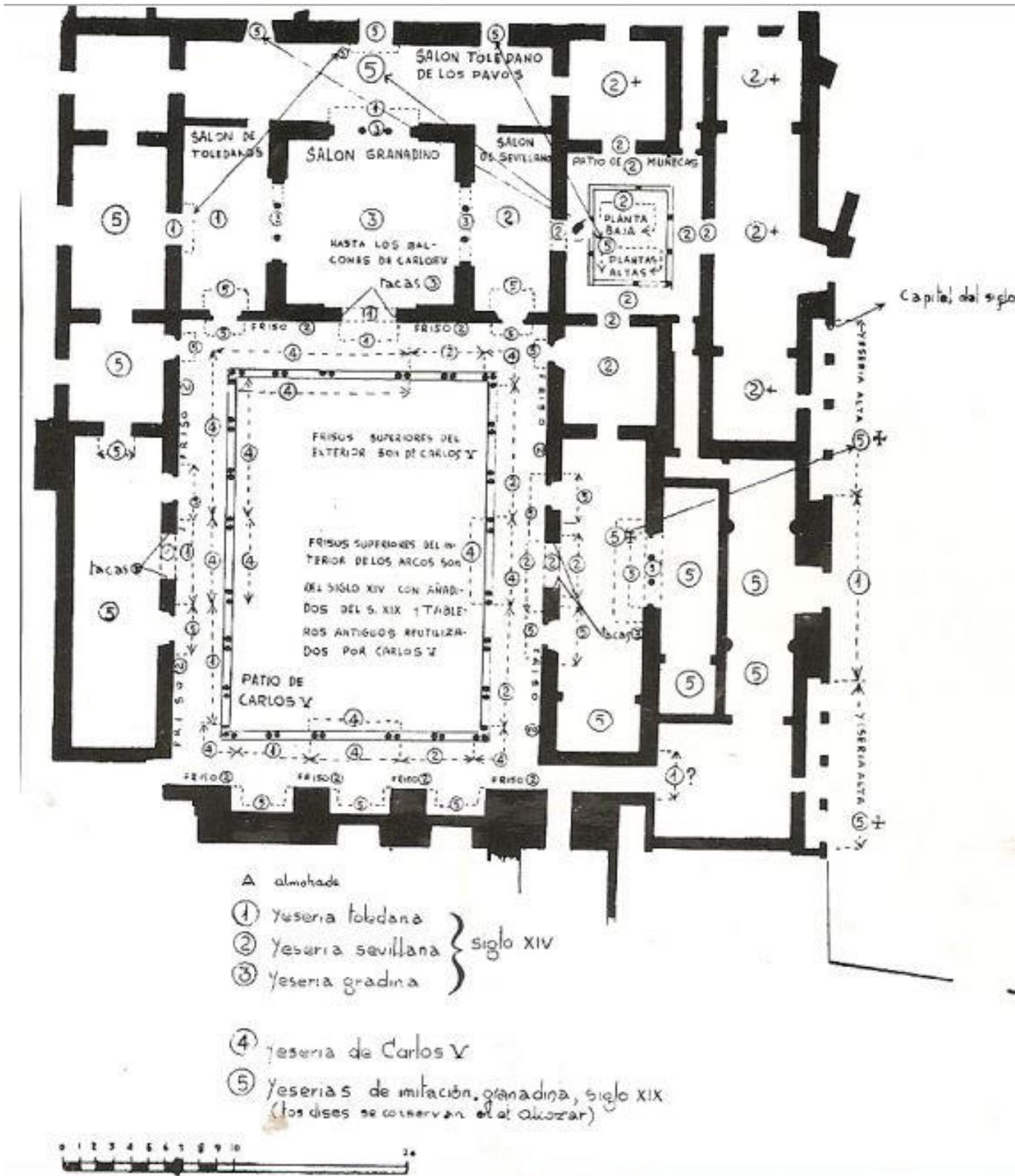


Figura 30. Distribución de talleres en las yeserías del Patio de las Doncellas aportado por (Pavón Maldonado, 1989, p.107)

Respecto a la decoración del patio aportada por Pavón Maldonado (1989), al analizar las yeserías originales señala que, fundamentalmente, es sevillana y toledana, ya que la granadina se localiza en el Salón de Embajadores. Por otra parte se incorporan yeserías durante el reinado de Carlos V, fundamentalmente en las arquerías del patio como puede comprobarse en el plano.

En lo que se refiere a las yeserías de imitación granadina del siglo XIX, en el plano las sitúa en zonas muy concretas y afirma que todas las ventanas del patio así como las puertas *de escape* del muro sur y el norte son según el autor, añadidas en el s. XIX., así como una gran parte del paramento del muro gótico (Pavón Maldonado, 1989). Estas reposiciones alhambrenas se corresponden en cierta medida con las relaciones de gastos que se producen en el mes de Enero de 1848, en la que se trata de abonar el importe a Granada por *“tres molduras estampadas del original”* encargadas expresamente por la Administración sevillana, aunque las mencionadas por Chávez González (2004) parecen referirse a una intervención menor que la indicada por Pavón Maldonado (1989). Además, a pesar de que Chávez González (2004) nombra en repetidas ocasiones estas molduras con el objetivo de servir para reponer las bandas decorativas en las estancias del palacio hispalense que habían perdido sus adornos durante los años de abandono, no precisa datos concretos acerca de la ubicación específica de estos vaciados en yeso en lo que al Patio de las Doncellas se refiere, por lo que no se ha podido contrastar esta información.

En cuanto al empleo de estos vaciados, Chávez González (2004, p. 99) afirma que, la finalidad lúdica que se concedió al Alcázar de Sevilla por su alejamiento de la corte, “permitió el empleo de formas orientales ligadas siempre en el s. XIX a una interpretación frívola”. A esto contribuyó la actuación de Cardenera en el conjunto al que en su deseo romántico de exaltar las etapas gloriosas de la historia de España y por lo tanto, los vestigios ornamentales de esos momentos, le llevó a completar las estancias mudéjares con ornamentación de filiación árabe para conseguir el ambiente exótico que tanto se admiraba entonces Chávez González (2004).

2.4.3. Intervenciones documentadas.

Como recoge Cano-Cortés (2012) uno de los aspectos fundamentales para la conservación del patrimonio mudéjar es la recopilación de las intervenciones realizadas. La revisión de las intervenciones poco afortunadas y las bien ejecutadas, permite evaluar en qué medida han afectado a la composición original y como afectan a su conservación. Por estas razones ha sido fundamental, como ya se apuntaba en la metodología, la realización de una profunda revisión bibliográfica de las actuaciones acometidas. En definitiva, como se ha visto, el conjunto del Alcázar ha sufrido numerosas intervenciones que afectaron en mayor o menor medida a sus

decoraciones mudéjares y que han sido documentadas, de una forma u otra, por los investigadores.

A esto hay que añadir que puede haber intervenciones no documentadas, bien por la poca importancia de la actuación o porque no se haya considerado necesario en su momento ya que el concepto actual de restauración, en el que este tipo de operaciones se acompañan de un proyecto y memoria de restauración, es relativamente reciente en el tiempo. En el análisis en profundidad realizado sobre las intervenciones en el paramento de yeso de las galerías inferiores, las publicaciones consultadas coinciden en que las intervenciones en general, no han sido muy acertadas. Existen referencias que describen un encalado bajo presupuestos neoclasicistas que habría eliminado todos los restos de policromía anterior, así como la incorporación de repintes y nuevos vaciados a la obra original en periodos posteriores. A pesar de ello, también existen fuentes que defienden la labor de estas restauraciones y de los “re-policromados” ya que intentaban, en la medida de lo posible, reparar la apariencia anterior de la decoración arquitectónica, imitando los vestigios que se conservaban. Según refiere Rafael Cómez al hablar de las restauraciones románticas, en muchos casos y en el Alcázar de Sevilla:

“Los pintores se limitaron a reproducir con mayor o menor fortuna el color medieval que veían por más que este haya chillado a las cansadas pupilas de los académicos decimonónicos” (Cómez, 2006a, p. 111).

Teniendo en cuenta estas consideraciones, se presenta un resumen cronológico en forma de tabla de las intervenciones realizadas en las yeserías del patio a lo largo de su historia, que se ha elaborado a partir de la consulta bibliográfica (Tabla I). Aunque las yeserías de las arquerías también presentan un origen mudéjar en conjunción con los añadidos renacentistas, este análisis centra la atención en aquella documentación que se refiere a las yeserías de los paramentos situadas en la galería del patio, en concreto a las del paramento sur/este por ser estas motivo de nuestro estudio.

TABLA I.
Intervenciones documentadas en las yeserías mudéjares del Patio de las Doncellas.

FECHA	INTERVENCIONES EN EL EMPLAZAMIENTO DEL ACTUAL PATIO DE LAS DONCELLAS	REFERENCIAS
Reinado de Pedro I (1350-1369)⁴³		
1354	El rey Don Pedro manda llamar a los arquitectos más famosos de Granada para trabajar en la restauración del Alcázar de Abdu-l-aziz y emular la suntuosidad de la Alhambra.	(De los Ríos, 1844, p. 19)
1366	Finalización de las obras del Palacio Mudéjar, según inscripción de la puerta toledana del Salón de Embajadores. Las yeserías de la planta inferior del patio se realizan entre 1364-1366, participan artistas sevillanos, toledanos y granadinos.	(Tabales Rodríguez, 2005) (Pavón Maldonado, 1989)
Reinado de Isabel I la Católica (1474-1504)		
Reinado de los Reyes Católicos	Puesta en valor de la planta alta. En el proyecto de obras previstas se plantea reparar y rehacer techumbres, alicatados y yeserías.	(Regas, 2010) (Morales & Serrera, 1999)
No se especifica fecha concreta	En época de los Reyes Católicos en el Patio de las Doncellas. "Se labraron nuevamente o se repararon las techumbres de sus corredores, bellísimos alfarjes de lazos, así como los arcos y escudos de los monarcas que se hallan en los espacios de galerías ante los salones de Embajadores y de Carlos V"	(Marín Fidalgo, 1990, p. 82)
Reinado de Carlos I. El emperador (1515-1556)		
1543.	Se atestigua que los reparos en el palacio bajo concluyen con la pintura y dorado de los arcos del patio que están delante de las salas principales, labor está realizada por los pintores en el año 1543	(Marín Fidalgo, 1990)
	Las actuaciones de este periodo se caracterizan porque la intención de los arquitectos reales en los diferentes aposentos mantiene "el leitmotiv de conservación de los relieves de yeso de las paredes".	(Zolle Belegón, 2003, p. 45)
Reinado de Felipe II (1556-1598)		
No se especifica fecha concreta	"Construcción de la galería superior con mármoles clásicos italianos y yeserías de carácter clásico, procediéndose con posterioridad a renovar la galería baja, para la que se emplearon mármoles contratados por genoveses y yeserías, que en parte realizó el maestro Francisco Martínez".	(Morales Martínez, 2006, p. 237)
1560	Al llevarse a cabo las primeras reparaciones, en los corredores bajos del Patio de las Doncellas, los maestros mayores y el veedor, fueron conscientes del estado de sus estructuras y el aspecto deteriorado que presentaba la zona inferior respecto a la superior y se dirigieron al teniente alcaide D. Hernando de Conchillos. Inmediatamente el teniente alcaide informó a la primera autoridad del alcázar y este a Felipe II, de lo que daría lugar una Cédula Real otorgada en Toledo el 22 de noviembre de 1560 y, comunicada al Asistente de la ciudad de Sevilla, D. Francisco de Chacón o a su lugarteniente y al teniente alcaide. Respecto al cumplimiento de esa orden, y en lo que al Patio de las Doncellas, y su decoración arquitectónica se refiere: <u>Yeserías de los paramentos:</u> "Aconsejan la reparación de las claraboyas situadas encima de las puertas y arcos de la zona interna de los corredores y en las demás estancias. Son éstas las triples ventanas que se abren en	(Marín Fidalgo, 1990, pp. 209-210)

⁴³ La cronología de los reinados ha sido extraída de (Queralt del Hierro, 2011).

	la parte alta de los vanos, muchas de las cuales estaban quebradas y hubieron de hacerse nuevas, como también el conjunto de yeserías mudéjares que ornamentan los paramentos internos de estas galerías.	
1564	Sobre el año 1564 en el Patio de las Doncellas se comienza el apuntalamiento para la introducción de los mármoles, se hacen cimbras y se cortan ladrillos para hacer los arcos de los corredores bajos. Posteriormente comienzan a “labrar la yesería de estos arcos aunque también reparan y limpian la antigua”	(Marín Fidalgo, 1990, p. 516)
Reinado de Felipe III (1598- 1621)		
No se especifica fecha concreta	Un documento de la época atestigua reparaciones en la antigua capilla, hoy Salón del Techo de Carlos V. La portada de acceso a la estancia así como la ventana del paramento sur-este podrían haber sido objeto de estas intervenciones.	(Marín Fidalgo, 1990)
Reinado de Felipe IV(1621-1665)		
No se especifica fecha concreta	“El pintor Lucas de Esquivel se encargaría de las obras de oficio que fueron muy numerosas pues se renovó la pintura la mayor parte del palacio y los jardines. Concretamente en el Cuarto Real y en su Patio de las Doncellas, doró y pintó un escudo y algunas tablas y artesones del corredor alto, así como todas las barandas, rejas y balcones de hierro del palacio, puertas y ventanas”.	(Marín Fidalgo, 1990, p. 428)
Reinado de Felipe V (1700-1724). (1724-1746)		
1743	Un documento cuyo título es “ <i>Visita a los Reales Alcázares y ajuste de las obras que necesita</i> ”, refleja las consideraciones realizadas sobre el estado de conservación del Alcázar y su necesidad de ciertas reparaciones realizado en el año 1743. Este informe fue realizado por D. Pedro Dionisio de Urresta, veedor y D. José Herrera Aposentador del palacio, acompañados por Pedro Esteban, aparejador de las obras del reino y D. Manuel de escobar, arquitecto y maestro mayor de obras de los Reales Alcázares. En él se refiere que en las techumbres de las galerías bajas tenían que colocarse diversas tirantas ⁴⁴ y tornapuntas, así como recomponer ciertos lazos del mismo. Es posible las tirantas que se detectan sobre las yeserías sean de este año o de años posteriores en las que posiblemente se llevan a cabo estas reformas.	(Marín Fidalgo, 2006, p. 200)
Reinado de Carlos III (1759-1788)		
1775	El terremoto de Lisboa hizo resentirse todo el edificio. El Patio de las Doncellas debió de sentir también este temblor. (Es posible que algún paramento se viese afectado).	(Cómez, 2006a)
Reinado de Fernando VII (Primer mandato (marzo-junio 1808) (Segundo mandato 1814-1833)		
1805-1816	Durante el reinado de Fernando VII se intervinieron las galerías encalándolas. Probablemente desde el año 1805-1816 se detectan intervenciones de encalado en los paramentos de yeso del Alcázar de Sevilla con el objetivo de eliminar la policromía ajena a los presupuestos neoclasicistas de la época.	(Cañas Palop, 2010, p. 64) (Chávez González, 2004)

⁴⁴ Tiranta: “Elemento estructural para soportar tracciones. En armaduras de madera, pieza que conecta los estribos, manteniendo su distancia, absorbiendo el empuje de los pares, para que no se transmita al muro” (Nuere Matauco, 2003, p. 371).

	La documentación de este momento afirma que la capa de cal de los muros no parecía fruto de un solo blanqueo, sino de sucesivas intervenciones.	(Chávez González, 2004, p. 35)
1813-1820	<p>“...y en pos de la pulcritud de las estancias, estas llegarían a encalarse completamente, desapareciendo bajo la cal los adornos multicolores así como las yeserías y labores variadas...”</p> <p>“Cinco veces, en el corto espacio de cincuenta y seis años pusieron en el Alcázar sus manos sacrílegas los restauradores del presente siglo... ya encalando despiadadamente el delicado almocárabe de sus muros según acontecía...”</p>	(De los Ríos, 1875, p. 88)
1832	Se cita por primera vez en las relaciones de gastos de 20 de octubre 1832 la necesidad de retirar la cal de los adornos, recomendándose la tarea de desembarazar los adornos de las capas de dicho material que los habían cegado.	(Chávez González, 2004, p. 56)
Reinado de Isabel II (1833-1868)		
1840	Hacia 1840 el estado del Patio de las Doncellas necesitaba de múltiples reparaciones, los paramentos se hallaban en un estado deplorable, azulejos desprendidos, arabescos inutilizados por la cal que cuando no habían desaparecido, necesitaban reponerse.	(Chávez González, 2004, p. 59)
1842	Se establece por primera vez el cargo de “restaurador” en el Alcázar para el que se llamó a Joaquín Domínguez Becquer que lo ostentó desde 1842-1869, “pintor honorario de la real cámara de su majestad”. Su función fue la de dirigir las obras de “restauración” que se llevasen a cabo en ese periodo en el Alcázar. Su actuación se interrumpe en los años 1854-1856, trabajando posteriormente solo en intervenciones puntuales.	(Mérida Álvarez, 2000, p. 687)
1842	<p>Joaquín Domínguez Bécquer proyecta una gran actuación en el Alcázar afirmando</p> <p>“... que por espacio de muchos años no solo habían sido descuidados, por una incalificable negligencia sino que estaban a punto de perder su arquitectura y carácter primitivos... trozos enteros del edificio amenazaban ruinas: toda su rica y delicada ornamentación se hallaba cubierta con gruesas capas de cal que a veces ocultaba un destrozo no remediado...”</p> <p>Un documento atestigua que las reparaciones no se acometen antes de 1843.</p>	<p>(Mérida Álvarez, 2000, p. 684)</p> <p>(Chávez González, 2004, p. 65)</p>
1855	“En las galerías bajas de este patio se eliminó la cal de las yeserías en un intento de devolverle sus colores originales pero se volvieron a pintar al no conseguirlo”.	(Gestoso Pérez, 1889, p. 13)
No se especifica fecha concreta	Se llevan a cabo operaciones de restauración no muy ortodoxas entre las que destaca “una restauración pictórica de la mayoría del palacio que fue objeto de repintes con colores extraordinariamente chillones de dudoso sentido artístico e histórico”.	(Marín, 1992, pág. 16)
1854-1857	<p>En este periodo se limpian las yeserías de las arquerías y de los paramentos de las galerías de cal, se rehace la imposta y la cornisa que volaba encima de las galerías bajas, se completan las portadas en sus adornos y frisos y se policroman las yeserías bajo los presupuestos de una “restauración histórica”.</p> <p>Para la policromía se recomienda “dar un color general de antigüedad a la generalidad de los arabescos”, es decir contribuir a su apariencia fantástica. Además se doraron de nuevo las portadas, los guarnecidos de las ventanas procurando recuperar los colores primitivos, dándole con seguridad un aspecto suntuoso que hacía mucho tiempo que no lucía.</p>	(Chávez González, 2004, p. 123)

	<p>A estas intervenciones sucesivas consideramos que hace referencia Amador de los Ríos en varias ocasiones en la que además cita la incorporación de nuevos vaciados a la obra original.</p> <p>“Las cuatro galerías que circundan el patio se han restaurado, asimismo limpiándolas de la cal con que un inglés de infausta memoria había destruido los bellísimos colores que ostentaban (refiriéndose a don Juan Downie) se han pintado después con raro acierto hasta hacerles recobrar su ser primitivo...”).</p> <p>“Ya destruyendo con el propósito de restaurarla, la obra de yesería, como se hizo en 1843; ora arrancando sin duelo el referido almocárabe y sustituyéndolo con vaciados de la Alhambra, cual se practicó en 1850 y ora, por último, destruyendo todo lo hecho, vistiendo de groseros vaciados los muros del Alcázar”.</p>	(De los Ríos, 1875, pp. 85-89)
1869	Francisco Contreras, que fue llamado para ocupar el cargo de restaurador, elabora un informe de la situación del palacio en el que pone de manifiesto que las tareas llevadas a cabo por los pintores entre 1856-1858 en los paramentos de yeso del Alcázar habían emborronado aún más los colores y adornos de las paredes, contribuyéndose a la pérdida de sus líneas y relieve, creando una mayor confusión si cabe entre lo que había y lo que quedaba.	(Chávez González, 2004, p. 137)
No se especifica fecha concreta	Un abaratamiento en los costes de hierro provoca en este periodo en el alcázar el uso de tirantas entre otros elementos de refuerzo. (Es posible que las tirantas, o ciertos elementos de hierro de refuerzo que se detectan en las yeserías se colocasen en este periodo).	(Mérida Álvarez, 2000)
Materiales	<p>De esta época existe documentación de los materiales empleados en las intervenciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Para el yeso: Se encarga uno “blanco y prieto”, - Aglutinante para la decoración de las yeserías: Se recoge el uso del temple para las paredes y Techos. En concreto el temple “de huevo” por la emulsión que crea por los pigmentos y, por formar una película transparente e insoluble. - Pigmentos: bermellón de China, verde inglés, azul ceniza de Santo Domingo, ocre calamocho, amarillo inglés y amarillo corona, azul de Pavía y azurita mineral, albayalde⁴⁵. 	(Mérida Álvarez, 2000)
Reinado de Juan Carlos I (1975-2014)		
1988-1991	<p>Visita de Isabel II de Inglaterra al Alcázar de Sevilla.</p> <p>Según palabras de la directora- conservadora de este periodo, Consuelo Varela Bueno, se había constatado en los preparativos de la recepción el mal estado de la portada del Salón de Carlos V, por lo que se procedió a su intervención de restauración. La pintura necesaria para su intervención, en torno a los dos millones de euros fue pagada por el “gerente de Emasesa, D. José Prats”.</p>	(Patronato del Real Alcázar de Sevilla, 2003, p. 104)

⁴⁵ *Bermellón de china*: Bermellón artificial

Verde inglés: pigmento verde obtenido mezclando amarillo de cromo con azul de Prusia. Se puede obtener en seco o precipitando el amarillo de cromo sobre el azul en pasta o solución (Giannini & Roani, 2008).

Azul ceniza de Santo Domingo: Francisco Pacheco en su tratado de Arte de la pintura de 1641, nombra a la azurita natural como azul de Santo Domingo y lo describe como “el color más delicado y dificultoso de usar”.

Ocre calamocho: Denominación común de los pigmentos amarillos/anaranjados que se obtienen del óxido férrico.

Azurita mineral: azurita natural

Albayalde: Blanco de plomo

Del pigmento *amarillo inglés*, *amarillo corona* y *azul de pavía* no se ha encontrado bibliográfica. Posiblemente se deba a una denominación de los pigmentos de forma coloquial o a la inexistencia de documentación sobre el tema que se haya conservado.



Capítulo 3

Tipologías decorativas de los revestimientos arquitectónicos en yeso



3. TIPOLOGÍAS DECORATIVAS

3.1. INTRODUCCIÓN. TIPOLOGÍAS DECORATIVAS.

En este capítulo se acomete una revisión de las principales tipologías decorativas características de la decoración hispanomusulmana en yeso, así como las incorporaciones que se realizan de forma paulatina en época mudéjar. No pretende ser un estudio en profundidad de cada una de ellas, sino revisar el carácter fundamental de las mismas, que sirve como introducción para entender el estudio de la decoración del paramento estudiado abordada en la segunda parte de este capítulo.

El yeso, junto a la cerámica, el ladrillo y la madera crean una segunda piel a los edificios. De forma que, a través de esta ornamentación, que sigue un esquema estético preciso, con diferentes colores y texturas se crea la concepción de la fragilidad que, para el mundo musulmán debe tener toda obra humana pues “*Sólo Dios permanece*” (Álvaro Zamora & Navarro Echevarria, 1990).

Una de las características fundamentales de los artistas musulmanes, es la comodidad con la que supieron transferir los sistemas plásticos de una técnica a otra. En este sentido, las yeserías, los azulejos o las armaduras visten a una obra arquitectónica, igual que los diseños de madera o nácar taraceados visten al mobiliario (Rodríguez Zahar, 2010). Además, a esta facilidad de intercambio entre técnicas se añade la facilidad de transmisión geográfica e histórica. Los motivos no sólo se transmiten de una técnica a otra, también lo hacen entre regiones musulmanas y en diferentes épocas. Esta movilidad en las formas, en el espacio y en

los tiempos se justifica por los constantes intercambios culturales y artísticos del mundo islámico (Clévenot, 2000).

De esta forma, los temas decorativos en el arte islámico aparecen tanto en la arquitectura como en las artes decorativas, con independencia de la escala, el material constitutivo o la técnica de ejecución. Un perfecto ejemplo de ello son las yeserías de los paramentos que en muchas ocasiones sustituían tapices y telas, lo que obliga a pensar en que muchos de los elementos decorativos son la copia de formas y ornatos del mundo textil (López Guzmán, 2000). Además según Morales (1991, p. 55) “Los motivos y las ideas no son originales ni fueron inventadas por los musulmanes: se basan en el vocabulario ornamental de las civilizaciones precedentes”.

Por todas estas razones expuestas, existen ciertos elementos unificadores más allá de las características propias de cada región, época o técnica: Tres temáticas comunes: la vegetación (decoración en ataurique), la geometría (los lazos y las estrellas) y la escritura (cúfica y *nasjí*) (Clévenot, 2000). En el arte mudéjar, los temas están estrechamente relacionados con el repertorio hispanomusulmán pues los artistas se volcaron con predilección en los motivos formales de tradición islámica (Fernández Aguilera, 2012). A esto evidentemente se une, textos en castellano, latín y hebreo en el caso de las sinagogas, así como la heráldica y los elementos figurativos. Es muy interesante los elementos figurativos que se incorporan ya que, aunque utilizados en el islam, fueron más frecuentes en las representaciones cristianas (López Guzmán, 2000). Los paramentos de las Huelgas de Burgos o los Reales Alcázares de Sevilla son un buen ejemplo de ello.

En el caso de las yeserías, “la transculturación de motivos formales como las ruedas de lazo o los mocárabes que se produce en la carpintería, no tiene un equivalente en las yeserías realizadas en época mudéjar” (Díez Jorge, 2001, p. 162). Aunque en una primera etapa se recrean elementos característicos de tradición islámica como los motivos vegetales hispanomusulmanes, los lazos o las epigrafías, “paulatinamente se aprecia una mayor cristianización en los resultados estéticos de las yeserías, eliminándose el frecuente uso de mocárabes o de la epigrafía, que queda relegada a una mera repetición y conservación, lo que justifica que mucha de ella se encuentre mal colocada” (Díez Jorge, 2001, p.162). Estas circunstancias provocarán un problema a la hora de definir una determinada manifestación artística como mudéjar, musulmana o cristiana. Además, al anonimato de este tipo de obras se añade una fuerte “ambivalencia estética, en la que tan solo con un profundo conocimiento acerca de las técnicas empleadas o un análisis en profundidad de los materiales constitutivos, podrán determinar su definición” (Lavado Paradinas, 1984, p. 444).

Organización de las yeserías en la decoración

En la decoración islámica siempre ha sido una constante el empleo de los principios de la simetría y de la repetición sistemática de los motivos. La decoración siempre se organiza a partir de una puerta o de una ventana, tendiendo a formar con ellas unidades independientes de la decoración, o bien enfatizando ciertos puntos del edificio como podían ser un mihrab o una puerta de entrada a una estancia. Pero, además de estos presupuestos, es evidente que, para lograr la unidad entre las diferentes partes de una composición “se utilizaron recursos inteligentemente dispuestos, que van más allá de la simple repetición o aplicación de los principios de simetría” (González Ramírez, 1995, p. 79).

Uno de los recursos empleados para garantizar la unidad entre las diferentes partes de una composición, en el caso que nos ocupa, por ejemplo de todos los muros del patio, es la utilización de una franja horizontal, friso o zócalo que la recorre y que le aporta continuidad. Por otra parte, González Ramírez (1995) afirma que la unidad básica de toda composición es el panel rectangular asociado o no a una puerta o ventana. Este panel, decorado con cualquier tema decorativo, *sebka* u otro, puede ser utilizado como una forma de “elemento común” o de “enlace”, asociando composiciones vecinas diferentes, que ocupan por ejemplo las fachadas opuestas de un patio o bien puede duplicarse el mismo panel y realizar un enlace entre dos fachadas que son contiguas y que de otra manera solo quedarían yuxtapuestas. Otro de los recursos, será el empleo de ejes de simetría principales y secundarios no superpuestos, sino que se subordinan los unos a los otros (González Ramírez, 1995).

Generalmente la dirección que presentan estos paneles de yeso tendía a ser horizontal, pero en el caso de las puertas abiertas, o de las ventanas, los paneles toman una dirección vertical como sucede también en las esquinas. Esto demuestra de nuevo, la supeditación de la decoración en yeso a la arquitectura. Por su calidad y textura, estos paneles debieron parecer verdaderos tapices o sedas que podemos llegar a imaginar al observar los conjuntos que se han conservado, a pesar de que en ellos se haya perdido prácticamente toda la policromía (Fernández-Puertas, 1997).

Esta organización de la decoración pasará de forma íntegra al arte mudéjar, que paulatinamente incorpora nuevos elementos o modifica presupuestos para adaptarse a las necesidades de esta nueva tendencia.

En las decoraciones en yeso vamos a encontrar que diferentes elementos decorativos pueden alternarse según un ritmo determinado dentro de un mismo conjunto, o en una misma pieza. “En el caso de las composiciones geométricas esta alternancia es propia y lógica de su naturaleza. En el caso de los elementos vegetales o de los pequeños grupos epigráficos, su

organización seriada potencia el carácter geométrico que más o menos patente subyace en la mayor parte de las composiciones, y a veces tiene un reflejo físico en la organización espacial de todos los flancos que componen una estancia” (López Pertíñez, 2006 , p. 92).

Además hay que destacar que en la decoración de estos edificios, en las secuencias ornamentales que se desarrollan desde la parte inferior de los zócalos de alicatados, hasta los techos de madera, “además de existir una homogeneidad en el discurso cromático, hay una continuidad de temas decorativos y una adecuación de criterios técnicos en la ejecución de los mismos” (López Pertíñez, 2006, p.92). Desafortunadamente, en muchas ocasiones la visión que hemos tenido de los mismos se han visto entorpecida, la mayor parte de las veces, por las alteraciones y pérdidas de los revestimientos decorativos que se han producido en estos recintos.

Una vez realizada una breve introducción y expuesta la organización fundamental de las decoraciones en yeso, se realiza una revisión de las principales tipologías decorativas que se desarrollan en época mudéjar: En primer lugar, **la decoración vegetal** o floral que también se conoce como de ataurique, y que junto a la **decoración geométrica** son los temas decorativos más empleados, bien formando grupos en sí mismos o combinándose entre ellos. Por otra parte destaca la **decoración epigráfica** que se estructura en conjunto con los dos anteriores en creaciones más o menos complejas (López Pertíñez, 2006). A esto se añade la incorporación en época mudéjar de los temas figurativos desarrollándose con profusión los símbolos que son representativos de la corona.

Una vez en este punto, pasamos a analizar los diferentes temas decorativos.

3.1.1. La decoración vegetal.

La decoración vegetal también llamada de *ataurique*⁴⁶ en el arte islámico, tiene un origen diverso pues en sus motivos se detectan precedentes clásicos, bizantinos e incluso persas sasánidas. Este tipo de decoración imprime a todas las artes de la cuenca del Mediterráneo un carácter muy peculiar a partir de los califatos omeyas y abbasí, pues alcanza un increíble desarrollo gracias al espíritu sensitivo tan sutil de esta civilización (Pavón Maldonado, 1990). De esta forma, la decoración de ataurique se va a caracterizar por la estilización desarrollada a partir de los temas vegetales clásicos como las hojas de acanto, las frutas o las flores. Su proceso de formación está basado en una experiencia bastante larga y reiterativa, que culmina en una uniformidad islámica en la que conforme avanza el tiempo se pierden sus orígenes

⁴⁶ “Este término ya era empleado en sus trabajos tanto por Manuel Gómez-Moreno González, como por su hijo Gómez-Moreno Martínez, conocedores de su contenido etimológico, que como indica el profesor Fernández-Puertas es la castellanización de la expresión árabe *al-tawrīq* (hojas, follaje y flora)” (López Pertíñez, 2006, p. 92).

preislámicos⁴⁷ A esta evolución ayudará la técnica de la yesería, puesto que la facilidad de su modelado, le permite introducir variantes y modalidades nuevas. La forma más frecuente es la palma, que puede tener una o dos hojas y, se origina a partir de una abstracción antinaturalista de la hoja de acanto (Fernández-Puertas, 1997; Pavón Maldonado, 1990).

Por otra parte el recurso de la *sebka* tiene bastante importancia en la decoración nazarí y se trata de un diseño repetitivo en forma romboidal. Cuando los arcos decorativos de la *sebka* son florales se denomina *sebka* de ataurique. Por otra parte, cuando los arcos tienen origen arquitectónico son lobulados, semicirculares o mixtilíneos e incluso a veces pueden ser epigráficos prolongando los trazos de la escritura cúfica. Una de las composiciones más bellas que se producen son aquellas en las que las prolongaciones de las letras de la escritura cúfica se entretajan con la *sebka* superpuesta. Cuando las diferentes *sebkas* se entrelazan pasando unas por encima de otras de forma alterna se les da el nombre de apeinazadas, el mismo nombre que se les da a las vigas alternas de la armadura. Sin duda el rasgo más distintivo de este tipo de estructuras es que normalmente el espacio restante entre las composiciones de *sebka* siempre se rellena con decoración vegetal o de ataurique. En este recurso decorativo siempre se demuestra un perfecto control de la simetría así como el *horror vacui* característico de la decoración musulmana por rellenar con formas vegetales todas las superficies y espacios vacíos. La diferenciación de los planos se consigue tanto por los motivos decorativos en relieve, como por la policromía (Fernández-Puertas, 1997). Generalmente en los fondos predomina el rojo aunque también se encuentra con bastante frecuencia los tonos azules.

Pavón Maldonado (2004) al analizar la decoración vegetal pone como ejemplo la desarrollada en la Alhambra. En este sentido afirma que el ataurique es la decoración de yeso principal de las salas regias o las *qubbas* del siglo XIV. Estas decoraciones se caracterizan por ser composiciones sencillas, generalmente asociadas a la decoración geométrica o de lacería simulando verdaderos “jardines estereotipados” que son a los que probablemente se refieran las inscripciones poéticas (Pavón Maldonado, 2004, p. 731). El repertorio de formas florales que se utiliza en las yeserías es selectivo, es decir, siempre utiliza el mismo elenco de formas. En él destacan las palmas y palmetas lisas denticuladas, digitadas y floreadas y pimientos asidos a tallos ondulantes, por lo general contorneando la decoración del *sebka* o cubriendo las enjutas y el intradós de los arcos (Pavón Maldonado, 2004). De entre ellas cabe resaltar las palmas y palmetas que son elementos habituales y en su mayor parte, presentes en los revestimientos murales desde la época preclásica. “Dentro del mundo hispanomusulmán

⁴⁷ “Se trata de una concurrencia de formas, aparentemente anónimas, unidades y composiciones vegetales antiguas, arcaicas, que han pasado por los diferentes periodos del islám occidental: omeya, taifa, almorávide y almohade; todo un ciclo lineal a través del cual Roma, Bizancio y lo omeya discurren o se dejan dominar por una reelaboración pertinaz y genial cuyo final nunca se acaba de vislumbrar”(Pavón Maldonado, 1990, p. 12).

pueden encontrarse diferencias en sus representaciones que van desde los aspectos más naturales con evidentes influencias de época califal, hasta las formas más estilizadas y abstractas del periodo nazarí” (López Pertíñez, 2006, p. 103). A partir de este periodo las formas de las palmas adquieren aspectos que son totalmente irreconocibles si se comparan con sus primeras representaciones. En ellas observamos que se alargan, deforman o comprimen para formar en sí mismas el marco de una composición (como ocurre en el caso de la sebka o de los arcos lobulados) o la organización en grupos de varias de ellas lo que dificulta su identificación individual. Aunque sus variantes son infinitas, entre las más representadas encontramos las palmas de dos hojas, las palmas multifolia y las palmas gallonadas sobrepuestas (López Pertíñez, 2006).

Aparece también la hoja de acanto (aunque en muy pocas ocasiones), la piña, la venera entrelazada con dos palmetas, rosetones convencionales de ocho o más puntas, palmetas y pimientos con el cáliz y el *hom* o árbol de la vida con eje central que se utilizaba en las decoraciones del s. XI. Por influencia de la decoración naturalista mudéjar de Toledo, se incorporan en la segunda mitad del s.XIV, rosetones, flores de cinco o seis puntas, margaritas, simulaciones de hojas de vid con racimos de uvas y hojas de roble. Esta incorporación de formas, ligada a la importancia del mocárabe que se da en este periodo, revoluciona la estética tradicional musulmana, en la que toda la decoración en primer plano destaca sobre un fondo de palmetas digitadas. A este enriquecimiento se añadirá además el naturalismo cristiano que aportará el reinado de Pedro I (Pavón Maldonado, 2004).

Paulatinamente en los imperios islámicos tardíos se advierte un gran interés por la observación de la naturaleza y su fiel interpretación, en definitiva un mayor naturalismo, en el que son claras las influencias occidentales. Estos cambios van a ser evidentes en el caso peninsular con el desarrollo del arte mudéjar. Hasta el s. XIV, los alarifes utilizan todo el repertorio floral y geométrico del arte islámico lo que aporta al arte mudéjar una unidad, que no viene dada porque los alarifes sean de religión islámica sino porque las obras que realizan son de naturaleza islámica. Lo que varía en el arte mudéjar como ya hemos visto, es la concepción de la arquitectura, puesto que esta se realiza para los cristianos con necesidades y costumbres que difieren en gran medida de las del Islam (Lavado Paradinas, 1989; Pavón Maldonado, 1990).

Identificar las formas de estos temas es bastante difícil pues según indica el profesor Fernández-Puertas, es complejo incluso para los especialistas, si no están familiarizados con las secuencias evolutivas de la flora clásica en el arte hispanomusulmán (López Pertíñez, 2006) [Fig. 31].

A medida que avanza el mudéjarismo a la altura del s. XV y en sus etapas finales que son ya coetáneas del Renacimiento, se da una abundante proliferación de temas que se cargan de naturalismo, en contacto con el mundo gótico castellano, de igual manera que se dejan influir por la reiteración de algunos temas como el grutesco o una geometría que cada vez olvida más su pasado oriental y se inclina a un occidentalismo claro (Lavado Paradinas, 1984; Pavón Maldonado, 1990) [Fig. 32].

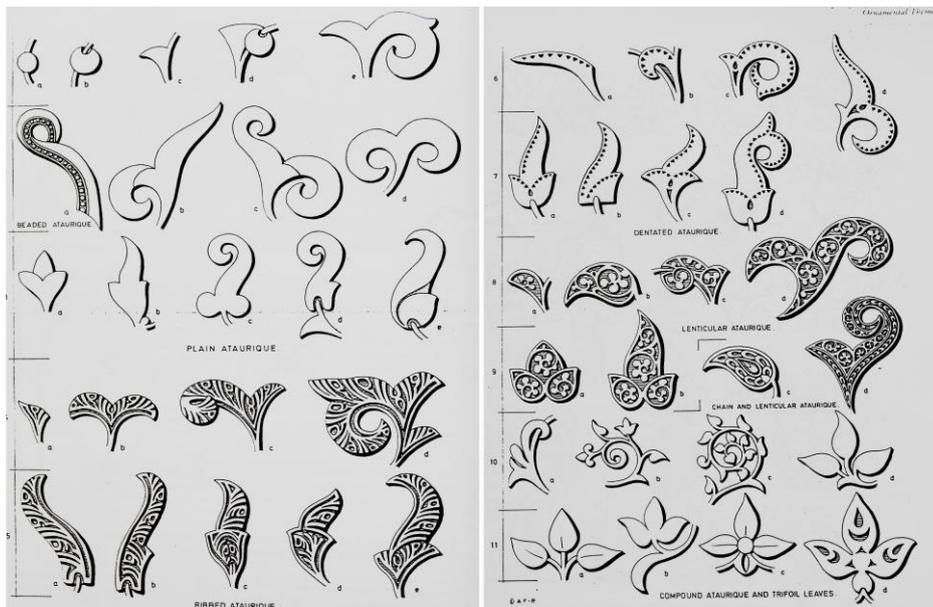


Figura 31. Ejemplos de algunas de las formas de ataurique que se desarrollan en este periodo. Esquema aportado por (Fernández-Puertas, 1997,2000, p. 98-99).

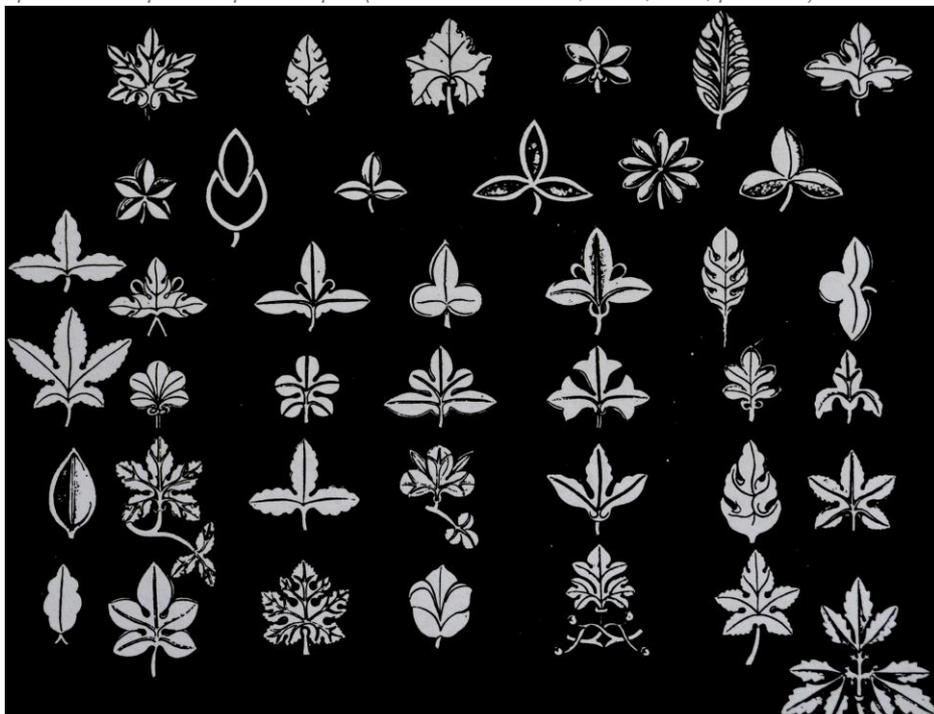


Figura 32. Ejemplos de flora naturalista que se desarrolla en el arte mudéjar. Esquema aportado por (Pavón Maldonado, 1990, p. 179).

3.1.2. La decoración geométrica.

Autores como Pavón Maldonado (1989) defienden que el *opus sectile* romano realizado a partir de teselas, desarrolló dibujos de lacería que anteceden a los islámicos y en este sentido no se puede olvidar que el soporte islámico conservó la silueta de los capiteles clásicos o el acanto romano, por lo que es clara su relación con el mundo clásico. A pesar de ello, en el mundo antiguo los patrones geométricos ya sean helenísticos, bizantinos o persas, no fueron considerados más allá de la pura ornamentación, es decir marcos para las composiciones figurativas. Es en época islámica cuando estos ocupan un papel central es decir, son la composición en sí misma, que llena el espacio vacío, como consecuencia del aniconismo religioso (Rodríguez Zahar, 2010).

De esta forma, este tipo de decoración heredada del mundo clásico experimenta una evolución a lo largo de los siglos que va desde los primeros motivos geométricos utilizados en el mundo clásico y bizantino, pasando por las formas decorativas del califato de Córdoba hasta alcanzar su mayor esplendor con los “artesanos mudéjares y la Granada nazarí” (Fernández Aguilera, 2012, p. 41). La decoración geométrica era la predominante, encontrándose el resto de tipologías supeditadas a ella. Los hispanomusulmanes desarrollaron composiciones geométricas a las que denominaron lazo, estableciendo una escuela occidental dentro del mundo árabe que difería de la del mundo oriental. En Al-Ándalus, la cuadrícula cuadrada y el lazo de 8 que se generaba a partir de ella, son las más importantes (Fernández-Puertas, 1997).

Así, encontramos que en este tipo de revestimientos decorativos la geometría subyace de forma más o menos explícita en casi todas las composiciones, sean del tema que sea. A la hora de realizar una decoración propiamente geométrica, se usa el lazo que no es otra cosa que una “cinta que define y dibuja los polígonos que constituyen este tipo de decoración” (López Pertíñez, 2006, p.115). Este lazo estará sometido siempre a unos principios proporcionales determinados para cada caso, pero que guardan como aspecto común el generar sus decoraciones en torno a los desarrollos de unas estrellas que marcan visiblemente la estructuración del dibujo y que pueden presentar seis, ocho, diez, doce, catorce, dieciséis o más puntas (Morales, 1991; López Pertíñez, 2006).

En la España musulmana, el lazo se convierte en un elemento de características propias adquiriendo complejas combinaciones en su etapa final. El artista geómetra sabe jugar con “las diferentes proporciones para cubrir los muros de tupidas redes de polígonos, por un lado del ancho del lazo y de las formas que este dibuja (ancho de calle⁴⁸) y, por otro las dimensiones de

⁴⁸ *Ancho de calle*: “Medida de la proporción geométrica, por la que esta subdividido y organizado el espacio de una composición de lazo y que en muchos casos puede corresponder al ancho (diámetro) de sus sinos

la superficies a cubrir” (López Pertíñez, 2006, p. 115). Cuando el lazo utilizaba un diseño de cintas para trazar su contorno, se disponían de forma que las cintas cruzaran alternativamente por encima y por debajo de cada una, hecho que se denomina “ley del lazo” (Fernández-Puertas, 1997). Este sistema está presente no solo en los temas geométricos sino también en los vegetales y epigráficos [Fig. 33].

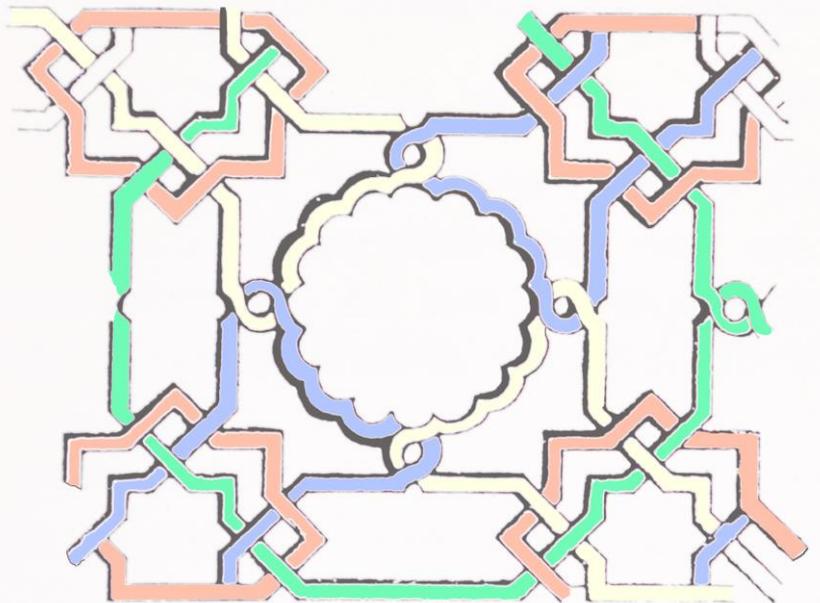


Figura 33. Esquema de la ley del lazo representada con colores tomando como base un modelo aportado por (Pavón Maldonado, 1989).

Aunque el lazo de 6, probablemente nace en *Madinat al-Zahra*, cabe pensar que su apogeo junto con la presencia del lazo de 12 se generaría en los s. XII y XIII bajo estímulos de Oriente y Egipto. El lazo hispánico de mayor número de zafates es el de 16 y de 24, destacando como composiciones más agraciadas de la Alhambra el lazo de 16, rodeado de ocho lazos de 8, y el lazo de 12 rodeado de seis lazos de 9, cuyos esquemas básicos parecen proceder de la geometría decorativa de los mosaicos de la Antigüedad. Estos motivos se aplican a cualquier material y a todas las escalas (Pavón Maldonado, 2004). Por otra parte, a todas las piezas que se generan por el lazo en un trabajo geométrico, ya esté o no presente de forma evidente en él la estrella que le da el nombre (estrella de ocho=lazo de ocho) o (estrella de seis=lazo de seis) se les denomina generalmente zafates. “Los zafates que conocemos por sus nombres son las almendrillas, los zafates redondos, harpados, alfordón, copa, aspilla, costadillo y candilejo” (López Pertíñez, 2006, p. 125) [Fig. 34].

secundarios y a 1/2 ó 1/3 de los principales o a la mitad de una cenefa de enmarque de la composición principal o al doble de esta. Es una medida cambiante en cada composición ya que depende de la anchura y altura de la misma, así como del tipo de lazo de que se sirve su decoración y la organización de la misma” (López Pertíñez, 2006 , p. 118).

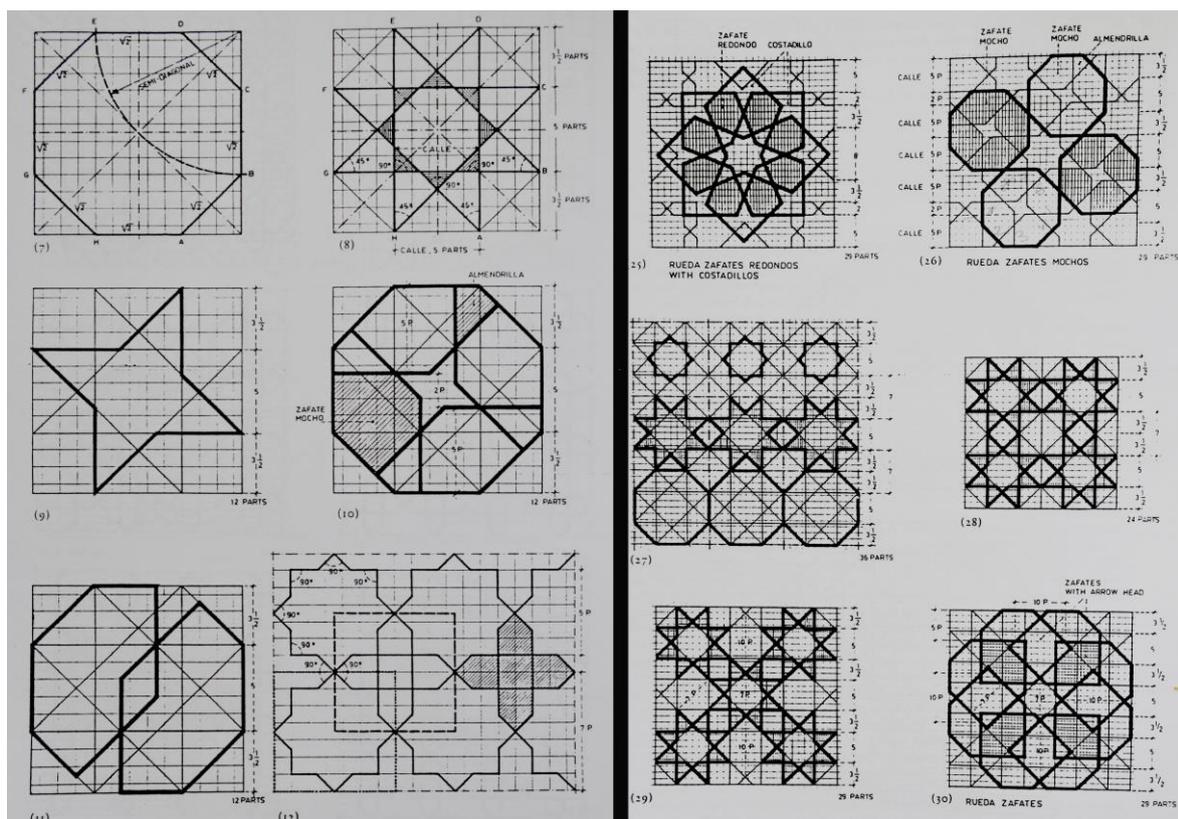


Figura 34. Distintos modelos del lazo de 8 aportados por (Fernández-Puertas, 2007, p.341-337).

Además, en este sentido no hay que olvidar que hay ciertos motivos decorativos como las octógonos entrecruzados⁴⁹, arcos lobulados, meandros, nudos, ochos...”que aparecen más o menos exentos y desvinculados de una trama geométrica evidente, pero que mantienen bajo su aparente espontaneidad unos trazados geométricos similares que generan, proporcionan y estructuran sus composiciones” (López Pertíñez, 2006 , p. 114). Uno de los motivos que se repite frecuentemente entre los geométricos es el medallón⁵⁰. El de cuatro lóbulos debió emplearse en el arte hispanomusulmán como consecuencia de la influencia “*abbas*” o fatimí, aunque medallones de este tipo ya existen en edificios visigodos o de fuerte tradición romana. También existen el de seis y el de ocho característico en el arte hispanomusulmán posterior al califato y en el mudéjar, que aparece en el Salón de Embajadores del Alcázar de Sevilla mezclado con el de seis. A partir del s. XIII comienzan a verse los medallones de doce lóbulos, generalizándose su uso en el s. XIV (González Ramírez, 1995). También son frecuentes en

⁴⁹ “Los octógonos son una mezcla entre el lazo de ocho y los sistemas de nudos, en las que las tramas de cuadrícula organizan el espacio y los entrecruzamientos de las cintas anudan las figuras que al contrario que en los nudos que pueden ser abiertos, aquí están cerradas; la cinta no continúa cruzándose como en las trenzas infinitamente, ni genera más composición que las formas precisas ochavadas, necesarias para hacer tupida la decoración. Esta organización se detecta en carpintería, cenefas en capiteles y yeserías” (López Pertíñez, 2006 , p. 122).

⁵⁰ *Medallón*: “Motivo decorativo circular u oval, generalmente rodeado por una moldura, de carácter parietal, y en cuyo interior contiene figuras pintadas o en relieve”.

este periodo los medallones alternados con cartuchos o cartelas también lobuladas. Un ejemplo muy característico va a ser el de los frisos conformados por cartelas lobuladas [Fig. 35]

En el apartado de la decoración geométrica hay que hacer también mención a las múltiples formas de cenefas a base de “ovoides, figuras almendradas, espirales y las formadas por un triángulo apoyado por su punta y coronado por un arco semicircular o de herradura” (González Ramírez, 1995, p. 100).

El espléndido desarrollo que alcanza la decoración geométrica, se debe fundamentalmente a los estudios matemáticos y geométricos que desarrolla esta civilización, tema que ha dado lugar a la polémica sobre si este era verdaderamente el motivo o se debía a su habilidad como artesanos. Sea como fuere está claro que la destreza y el ingenio en la decoración geométrica fue en aumento desde el arte califal cordobés hasta el arte del s. XV cuyo ejemplo de complejidad es la Alhambra (Pavón Maldonado, 2004). A esto se une la riqueza cromática que se aplica a los mismos, lo que hace que tomen relevancia las composiciones geométricas en diferentes planos. Por otra parte, los trazados en negativo y positivo crean efectos de ilusión de tridimensionalidad, que en las yeserías se hace mucho más evidente.



Figura 35. Yeserías del Patio de las Doncellas del Alcázar de Sevilla donde puede observarse tanto el empleo de medallones lobulados con decoración heráldica en su interior (en este caso un castillo). A la izquierda cartela lobulada con decoración epigráfica en su interior.

3.1.3. La decoración epigráfica:

La decoración epigráfica es el único arte especialmente árabe del Islam pues está basado en las letras de su alfabeto⁵¹. Su relación con la palabra divina, ha conllevado que durante siglos sea el elemento decorativo más importante de la civilización islámica y esto se puede comprobar en las escasas obras artísticas islámicas que carecen de este tipo de inscripciones (Morales, 1991)⁵².

Cuando se analiza la caligrafía en la decoración islámica se debe tener en cuenta su valor dual: por un lado constituye en sí mismo un tema ornamental de primer orden, mientras que por otra parte se convierte en sustituto de las representaciones figurativas. El estudio de las inscripciones en edificios musulmanes aporta muchos datos sobre la propia obra; su origen, patrocinador, fecha de construcción o la funcionalidad de los espacios. En este sentido “la caligrafía se convierte en el equivalente abstracto de la decoración figurativa que caracteriza los edificios de otras civilizaciones”(Morales, 1991, p. 58).

A pesar de ello, la integración de los textos de caligrafía en la decoración, ya sea en artes menores o arquitectura, es tal que en ocasiones no necesariamente aporta un mensaje. En este sentido se entiende que, el gran auge que tuvo la caligrafía árabe no se explica solamente como papel simbólico de la palabra divina, sino que también se debió en gran medida a las posibilidades plásticas que ofrecían las letras de su escritura. Por este motivo, algunas veces, se trata solo de palabras sueltas, bendiciones, frases banales, textos coránicos o poéticos (Rodríguez Zahar, 2010; González Ramírez, 1995).

Sea de una forma o de otra, la escritura generalmente se extiende en bandas y queda perfectamente integrada con el resto de elementos decorativos. “Su sola presencia imprime un elemento estético de islamicidad, en un edificio aunque solo ocasionalmente aporta un sentido iconográfico. La mayoría de las veces no existe mayor conexión significativa entre las escrituras y el objeto más allá de su armonía plástica” (Rodríguez Zahar, 2010, p. 149). Además, cuando se analiza la epigrafía árabe encontramos que, “sumada a la dificultad que supone el conocimiento y lectura de la grafía, la mezcla de muchos de sus rasgos cuando va acompañada

⁵¹ “El alfabeto árabe comprende 28 letras y su escritura, derivada del arameo y se lee de derecha a izquierda. Como este alfabeto, más antiguo, contiene menos consonantes que el árabe. Por ello éste último emplea como complemento uno o varios puntos diacríticos encima o debajo de ciertas letras. Este artilugio a base, de agregar de uno a tres puntos permite formar hasta cinco consonantes distintas de un solo signo” (González Ramírez, 1995, p. 101).

⁵² Los griegos y los romanos no concedieron apenas importancia a la epigrafía en sus manifestaciones artísticas y, aunque los bizantinos y cristianos de oriente destacaron el papel de la misma en los delicados evangelios de lujo, no fue suficiente para alcanzar la importancia decorativa que la caligrafía tiene en los edificios del Islam (Rodríguez Zahar, 2010).

de abundante decoración vegetal: botones, tallos y hojas pueden confundirse con la propia escritura” (López Pertíñez, 2006).

En el mundo musulmán existen dos tipos de escritura que se van a ver reflejados en las representaciones decorativas: el *cúfico* de carácter sobrio, monumental y anguloso, y el *nasjí*, mucho menos solemne y en sentido cursivo. A partir de estos dos tipos básicos se producen variantes según las zonas geográficas y la cronología (Morales, 1991).

Cúfica.

La escritura cúfica “ofrece un conjunto de formas rectilíneas y angulosas, de indudable valor estético y nula espontaneidad” (Morales, 1991). Hasta el s. XII, fue el único tipo de escritura utilizada en arquitectura, sus líneas rectas y angulosas se adaptaban perfectamente a los espacios arquitectónicos donde queda patente su intencionalidad estética puesto que en la mayoría de los casos, la escritura no presenta “puntos diacríticos o signos para las vocales por lo que su lectura resulta prácticamente imposible para los no iniciados” (González Ramírez, 1995, p. 101). Generalmente el estilo cúfico es el utilizado para las citas del Corán y se caracteriza por presentar franjas de inscripciones con una escritura sencilla y pausada en la que se distinguen perfectamente los trazos verticales y los trazos horizontales. En el primer periodo islámico, este tipo de escritura tenía dos variantes: la llamada cúfica seca de trazos angulosos y rígidos y la cúfica suave o redondeada en la que se incorpora a los trazos angulosos algunas líneas redondeadas que puede identificarse como el prototipo de los modelos cursivos (González Ramírez, 1995). Paulatinamente, este tipo de escritura evoluciona, incorporándose en los extremos superiores de sus trazos verticales o a las letras finales de las palabras motivos florales de una elevada elegancia lo que dará lugar a una variante denominada *cúfico florido*. Posteriormente, la decoración floral adquiere mayor importancia, ocupando toda la franja epigráfica como un fondo continuo de roleos vegetales sobre el que destacan las letras (Morales, 1991). “En el arte hispanomusulmán, la decoración árabe se caracteriza por trazos verticales de menor altura, con bucles redondos y estilizadas creencias floridas, que también aparecen al final de las palabras letras” (Morales, 1991, p. 56). Existen otras variantes decorativas a parte del cúfico florido como son el cúfico trenzado o el cúfico geométrico (Rodríguez Zahar, 2010).

La escritura cúfica alcanza su máximo apogeo decorativo en el periodo nazarí. Tanto en el reinado de Yusuf I como en el de Muḥammad V, la caligrafía nazarí demuestra que las composiciones están cuidadosamente proporcionadas con su emplazamiento, y que le proporcionan una tonalidad y luminosidad adecuada. Por ejemplo, en las numerosas epigrafías que se encuentran en los paramentos de la Alhambra, la escritura cúfica prolonga los trazos de

las letras en las cintas geométricas para formar sebkas, círculos, arcos y otros diseños (Fernández-Puertas, 1997)[Fig. 37].

Nasji

En este segundo tipo de caligrafía, a diferencia del primero, predominan las líneas curvas. Su uso en la arquitectura es menos frecuente y los ejemplos que se encuentran son siempre de época relativamente tardía (Morales, 1991). Este tipo de escritura es más elegante que la primera y, generalmente se emplea para describir la función de las alcobas o elementos arquitectónicos, así como para las citas poéticas.

“Fue muy empleada en el reinado de Muḥammad V como vehículo propagandístico exhibiendo el lema de la dinastía nazarí *“Wa la ghalib ila Ala- “Sólo Alá es vencedor”*, en lugares centrales del diseño (López Borges *et al.*, 2005, p. 2). Una variante de este tipo es el *tulut* en el que se aprecia cierto valor monumental. Se utilizó en ocasiones en arquitectura cuando se precisaba de una escritura de carácter cursivo. Su uso se generalizó en Oriente Próximo, sirviendo de base para otras variantes posteriores (Morales, 1991).

Tanto uno como otro tipo de escritura siempre estaban policromados. Generalmente las letras se doraban con pan de oro o plata y se perfilaban profundamente en negro, dejando los fondos en rojo o en azul. En ocasiones el fondo de las epigrafías se rellenaban con decoración vegetal donde las incisiones se pintaban de rojo y azul; en algunos casos las superficies planas se policromaban también con oro y plata (Fernández-Puertas, 1997) [Fig. 36].



Figura 36. Imagen de detalle de la epigrafía de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V. En la zona interior se utiliza el estilo cursivo, mientras que en el exterior se emplea el cúfico. Imagen extraída de (Fernández Aguilera, 2012, p. 124).

La caligrafía árabe en época mudéjar.

Dentro de los recursos artísticos que siguen utilizándose en época mudéjar destaca el empleo de la epigrafía árabe, que no solo se mantiene en las iglesias o palacios reutilizados sino que se proyecta en obras de nueva creación. La finalidad de su uso es difícil de explicar, posiblemente “se solicite y demande con el objetivo de aleccionar por medio de un lenguaje visual más familiar a los musulmanes” (Díez Jorge, 2001, p. 312). De esta forma, las epigrafías son bastante frecuentes como elementos decorativos en el arte hispanomusulmán y en el mudéjar, por lo que se pueden encontrar indistintamente en los distintos soportes⁵³.

El uso de la epigrafía árabe en combinación con la latina o con la letra gótica o incluso hebreas es corriente hasta mediados del s. XIV; a partir de esa fecha su empleo disminuye, sustituyéndose por una mayor preferencia por los motivos geométricos islámicos entrelazados con los naturalistas góticos. Las yeserías del Patio de las Doncellas, realizadas a mitad del s. XIV, son un buen ejemplo de ello. A las epigrafías árabes que se repiten en todos los paramentos se unen inscripciones góticas, como la oración del “*Ánima Christi*” que enmarcaba la primitiva capilla de San Clemente (hoy puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V), cuya decoración se ha conservado hasta la actualidad. Con el paso del tiempo los textos que se reproducen en los muros repiten errores fonéticos y gramaticales debidos al desconocimiento de la lengua y a la incorporación de artistas de otros grupos sociales de diferente procedencia. De esta manera, las letras árabes pierden sus puntos diacríticos en la cursiva, repiten errores y se acomodan al mundo cristiano para convertirse finalmente en textos ilegibles e indescifrables (Díez Jorge, 2001).

En años posteriores, Felipe II muestra un particular empeño en destruir las epigrafías árabes que se conservaban en este tipo de espacios. Este hecho demuestra que tenían un alto contenido simbólico, y que debían de percibirse aún como “una clara señal de identidad islámica” (Díez Jorge, 2001, p. 313). Bajo sus órdenes se destruyeron las inscripciones árabes más visibles a los ciudadanos como las de iglesias o puentes, conservándose las de ámbitos privados como las de los palacios (Díez Jorge, 2001).

En los Palacios de Pedro I, la epigrafía islámica va a funcionar como uno de los elementos más importantes, que sirve como recurso para ensalzar el poder y la grandeza del rey y que además

⁵³ Las epigrafías en madera son bastante frecuentes tanto en policromía plana como tallada y, sobre los distintos elementos de armaduras de cubiertas incluidos sus arrocabes pero no sobre puertas y ventanas. En este sentido en la investigación llevada a cabo en el Patio de las Doncellas del Alcázar de Sevilla, se ha alcanzado un logro espectacular debido a la cantidad de textos tallados que aparecen en las mismas y que no presentan coincidencias con obras de similar cronología (Fernández Aguilera, 2012).

es símbolo patente de “la continuidad que existe entre las cortes árabes y las castellanas capaz de surgir efecto tanto en un súbdito cristiano como musulmán” (Marquer, 2013, p. 508). Además es bastante probable que el monarca tuviera que validar las inscripciones musulmanas antes de que estas se utilizaran para la decoración del palacio, de esa forma se aseguraba que no se representaba ninguna inscripción en contradicción con la fe cristiana (Marquer, 2013) [Fig. 37].

En la actualidad es muy frecuente que este tipo de epigrafías aparezcan alteradas, pues a menudo, las restauraciones o reposiciones posteriores a la obra original se realizaban por manos inexpertas que no conocían el árabe. De esta forma, los cartuchos epigráficos se acortaban o se ampliaban reutilizando piezas con el objetivo de adaptarse a los espacios disponibles. Esto ha sido constatado en decoraciones contemporáneas al Palacio de Pedro I como ha demostrado (Fernández-Puertas, 1997) en sus estudios realizados en la Alhambra.



Figura 37. Hoja de la puerta de Media Naranja. Texto árabe cursivo en el plano exterior y latín gótico en el interior. Imagen extraída de (Fernández Aguilera, 2012, p. 124).

3.1.4. Otros elementos de importancia.

3.1.4.1. Los motivos figurativos:

De manera contraria a lo que suele creerse, no existe en la religión del Islam una prohibición expresa a la representación de figuras humanas y de animales. La única alusión a este tipo de representaciones en el Corán se refiere a los ídolos que los paganos reverenciaban y consideraban objetos de culto. De hecho, es frecuente encontrar en las primeras obras del arte Islámico representaciones figurativas como en los mosaicos, las pinturas murales, las esculturas de los califas omeyas o los mosaicos de las mezquitas de la Cúpula de la Roca o Damasco.

A pesar de ello, es significativa la ausencia de figuras humanas en las mezquitas desde las primeras representaciones artísticas. Este hecho se relaciona con la destrucción de los ídolos en la Kaaba y el profundo deseo de los artistas musulmanes de imitar la casa del profeta en la Medina. Por este motivo, se impuso desde este momento, la ausencia de representaciones figurativas en los edificios religiosos y su mobiliario así como en el Corán (Morales, 1991).

No sucede lo mismo en sus obras de carácter civil donde se encuentran numerosas representaciones figurativas. Uno de los primeros ejemplos lo encontramos en los frescos de *Qusayr 'Amra* (724-748) en la sala de espera de los baños donde las escenas de caza y de mujeres desnudas se encuentran tratadas con un modelado clásico muy expresivo y unas proporciones muy cercanas a las de la pintura bizantina (1:8) [Fig. 38]. Por otra parte, en las pinturas de la sala del Harem del palacio *Yawsaq al-Jaqani* se observa que se ha perdido prácticamente cualquier parecido con la pintura bizantina. Las proporciones ahora son de (1:5) y no existe expresividad en los rostros. La mirada está perdida y se tiende más a representar el concepto de bailarina (González Ramírez, 1995). En la península, es muy significativa la presencia de cuadrúpedos en Madinat al-Zahra, un buen ejemplo de ello son el ciervo y la gacela que fueron muy representados en los marfiles y en la cerámica de los talleres califales (Pavón Maldonado, 1989). En estas representaciones se advierte una concepción estética propia que se encuentra basada en demostrar “que el artista no tiene la intención de imitar la realidad en competencia con Dios, el único que puede dar la vida. De ahí que se abandonen las apariencias sensibles de la naturaleza como hemos visto y se tienda a representar conceptos, tipos, ideas o formas, más que individuos (Morales, 1991).



Figura 38. Imágenes de bailarinas del palacio de Qusayr' Amra en Jordania.

En el arte mudéjar estos temas cobrarán un nuevo sentido y tomarán mayor fuerza respecto a su etapa precedente islámica. Por ello, junto a los temas geométricos y vegetales, alcanzan una especial importancia los motivos figurativos y los heráldicos con un especial desarrollo de los temas medievales literarios y cotidianos e incluso zodiacales. También se detectan en este periodo representaciones de los mitos del mundo clásico en las techumbres mudéjares castellano-leonesas, como los trabajos de Hércules, la guerra de Troya, Apolo y las musas y naturalmente temas bíblicos y religiosos que encargan sus nuevos promotores (Lavado Paradinas, 2006). Siguiendo en esta línea, a partir del reinado de Pedro I de Castilla, se van haciendo más frecuentes las temáticas animalísticas en las que además se incorporan otro tipo de recursos como el mítico o narrativo cuyos primeros ejemplos se desarrollan en el Real Alcázar de Sevilla⁵⁴.

El sentido del simbolismo del reinado de Pedro I, se acentúa con la utilización de este tipo de elementos. En el Salón del Techo de Felipe II, el llamado Arco de los Pavones, perpetúa “la magnificencia, perfección y virtud del Príncipe, donde acompañando a las águilas emblemáticas del poder que, devorando a otras aves más débiles se agrupan en el dintel, dos pavos reales se elevan en las enjutas de la arcada” (Cómez, 2006a, p. 76)[Fig. 39].

⁵⁴ “Los temas caballerescos extraídos de la *Crónica Troyana*, encargada por Alfonso XI para la educación del príncipe Pedro, - al igual que el *De Regimine Principum* de Egidio Colonna, que fray Juan García de Castrojeriz traduciría y comentaría también para el infante- junto con los temas cinegéticos del *Libro de la Montería* de Alfonso XI para el uso del heredero, se presentaban conjuntamente en la iconografía de las salas aledañas al salón del trono como testimonio de la rica cultura, procedente de fuentes diversas, que había sido atesorada desde tiempos de Alfonso X el Sabio por la monarquía castellana”(Cómez, 2008, p. 53).

En particular *La Crónica Troyana*, libro encargado por su padre Alfonso XI, se terminó de iluminar un año después de su muerte, en el primer año de reinado de Pedro I, lo que sin duda significaría para él un excelente regalo a sus dieciséis años que influiría en gran medida en su educación “La febril imaginación juvenil quedaría absorta ante las hazañas de la epopeya homérica pero adquiriría muy pronto lastimeros ecos de tragedia griega” (Cómez, 2006a, p. 73).

El símbolo del pavo real⁵⁵ fue utilizado en todo el arte andalusí, conservándose ejemplos desde Córdoba a Granada como símbolo de la inmortalidad, la magnificencia, la perfección y la virtud. En la representación de este palacio alcanza uno de los más bellos modelos que se conservan realizado de la mano de artistas toledanos (Cómez, 2006a).



Figura 39. Imagen general del Salón del Techo de Felipe II en el Real Alcázar en el cual pueden observarse los pavos reales anteriormente mencionados.

El simbolismo de Pedro I, influirá en la decoración de la Alhambra, todavía musulmana, como puede observarse en la cúpula central de la Sala de la Justicia donde pueden distinguirse diez personajes musulmanes con espadas y en los extremos escudos de la Banda de Pedro I custodiados por leones sentados. Este hecho será denunciado por Ibn Jaldún, visitante y huésped de Al-Andalus en el s. XIV quien “expone que los musulmanes granadinos, desde finales del s. XIII adoptaban usos hábitos y costumbres de los cristianos y viceversa” (Pavón Maldonado, 2004, p. 733).

⁵⁵ “Desde la antigüedad romana, el pavo real estuvo asociado a la apoteosis y a la fastuosidad, lo que, unido a la leyenda oriental que veía en su cola desplegada el cielo estrellado, hicieron de él una imagen del paraíso muy difundida en el mundo bizantino; la vieja creencia de que la carne de este animal era incorruptible propagada por San Agustín, lo convirtió en símbolo imperecedero de inmortalidad” (Cómez, 2006a, p. 76).

3.1.4.2. Los mocárabes.

Aunque este tipo de decoración no aparezca en el paramento estudiado del Real Alcázar de Sevilla, se ha considerado importante realizar una pequeña mención debido su uso frecuente en las decoraciones en yeso de este periodo.

Los mocárabes son uno de los elementos más representativos de la arquitectura musulmana, pues “permiten construir una infinidad de variedad de frisos longitudinales, pero, sobre todo, son un sistema que posibilita la construcción de asombrosas cúpulas”⁵⁶ (Palacios Gonzalo, 2011, p. 1021). Estos elementos arquitectónicos se pueden realizar gracias a una serie de piezas esféricas o prismáticas, que yuxtaponiéndose las unas con las otras van rellenando el espacio y por adición, pueden ir formando una cornisa lineal o una forma cupulada. Según su procedencia geográfica, van a presentar rasgos que permiten diferenciarlas. En Occidente (Magreb y Al-Ándalus), los mocárabes están formados por madera o yeso y son piezas diferentes las unas de las otras (Palacios Gonzalo, 2011). El sistema de mocárabes que se genera en la arquitectura musulmana de occidente, crea una normalización a partir de “8 piezas inmutables con las cuales se lleva a cabo cualquier combinación de mocárabes por compleja que pueda ser” (Palacios Gonzalo, 2011, p. 1028) De esta forma, el conjunto se forma a partir de una primera hilada adosada al muro sobre la que se añaden sucesivas capas verticales hasta formar una cornisa o una cúpula⁵⁷. La sencilla coordinación dimensional permite que se acoplen perfectamente las unas a las otras, rellenando el espacio tanto en horizontal como en vertical (Palacios Gonzalo, 2011).

En Oriente, en el imperio otomano, la formulación es diferente. Generalmente están formados por piedra de cantería o mármoles y se tallan en una misma pieza, es decir en hiladas horizontales de sillares. De esta forma, aunque la identidad de cada mocárabe permanece, no son piezas independientes como sucedía en Ándalus o en el Magreb (Palacios Gonzalo, 2011).

La utilización de este recurso no tiene ninguna función tectónica, sirve solo para ocultar la arquitectura mediante un elemento decorativo de gran belleza. En el Occidente musulmán los mocárabes se convirtieron en un elemento muy recurrente tanto en el Norte de África como en España a partir del s. XIII. Será en estos lugares donde logren los mejores efectos de riqueza y complejidad, empleándose en cornisas, aleros de los tejados, roscas de los arcos, capiteles o bóvedas (Morales, 1991). El ejemplo más significativo de su uso en el Palacio de los Leones de la Alhambra, considerada “verdadera catedral del mocárabe” (Pavón Maldonado, 2004, p.

⁵⁶ La utilización de los mocárabes permite pasar de la planta cuadrada a la cubierta circular mediante la repetición y superposición de motivos en diferentes niveles, ocupando totalmente la trompa, llegándose incluso a sobrepasar sus niveles para recubrir toda la superficie de la bóveda (Morales, 1991).

733). Su realización era costosa y laboriosa para la que se necesitaban muchos andamios por lo que su construcción se reduce en época mudéjar.

3.2. ANÁLISIS DE LA DECORACIÓN DEL PATIO DE LAS DONCELLAS.

Este apartado no pretende ser un estudio en profundidad de la decoración del Patio de las Doncellas puesto que no es el objetivo de esta tesis doctoral. Con esta revisión se ha aspirado a reconocer y describir formalmente las tipologías decorativas que se desarrollan en la zona seleccionada para esta investigación, con la finalidad de conocer de manera más exhaustiva la situación del paramento antes de proceder al estudio de sus policromías o su estado de conservación.

Como ya se ha visto en el estudio documental, el conjunto del Patio de las Doncellas supone una original apuesta decorativa realizada por alarifes musulmanes para un rey cristiano. Además, las vicisitudes a las que se ha visto sometido el conjunto, ha provocado que la obra se haya ido enriqueciendo con el paso del tiempo con sucesivas intervenciones y remodelaciones que son visibles en el estudio formal de su composición y estructura. Estas intervenciones, dificultan a menudo, la identificación de los diferentes motivos decorativos tanto si son originales como posteriores, pues los enmascaran hasta tal punto, que en ciertos casos resultan irreconocibles.

Para abordar este análisis de la decoración ha sido fundamental la consulta de las publicaciones realizadas por Pavón Maldonado (1988; 1989; 1990; 2004; 2011; 2014a; 2014b) o Fernández-Puertas (1972; 1997) y para el conocimiento de las traducciones epigráficas, la publicación realizada por De los Ríos (1875), pues sin esta información habría sido imposible abordar esta descripción.

El primer paso para un análisis formal en profundidad del conjunto ha sido la realización de una descripción pormenorizada en la que se vean reflejada tanto la estructura como sus elementos decorativos. Este estudio resulta muy interesante como paso previo al análisis de materiales, pues puede aportar información fundamental a la hora de reconocer originales y añadidos así como para determinar la técnica de ejecución. Debido a la complejidad y extensión de la superficie es imprescindible para su estudio, el levantamiento gráfico, que en este caso, como se anticipó en la metodología, se realizó a partir del trabajo de campo (calcos directos, documentación fotográfica, toma de medidas) y la planimetría de base realizada.

De manera general con una primera observación se puede afirmar que en las yeserías de este paramento se ejecuta el estilo “moderado” de las decoraciones en yeso, donde se alterna la presencia de espacios lisos y espacios llenos de decoración en contraposición al estilo “compacto” donde las paredes se encuentran completamente cubiertas de yeserías (Fernández-Puertas, 1997).

La zona seleccionada para este estudio comprende fundamentalmente los siguientes elementos decorativos que se analizan con detalle a lo largo de este capítulo:

- Puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V.
- Ventana occidental.
- Puerta pequeña o de escape.
- Friso superior
- Friso inferior.

Al final del capítulo se aportan los siguientes planos para su consulta.

- *Plano 1. Planimetría del paramento.*
- *Plano 2. Planimetría del paramento acotada.*
- *Plano 3. Levantamiento gráfico del paramento.*
- *Plano 4. Levantamiento gráfico del paramento. Localización de los calcos directos realizados sobre el mismo para efectuar el levantamiento.*
- *Plano 5. Descripción de los elementos decorativos.*
- *Plano 6. Ordenación estructural de la Puerta de Acceso al Salón del Techo de Carlos V.*
- *Plano 7: Ordenación estructural del intradós de la Puerta de Acceso al Salón del Techo de Carlos V.*
- *Plano 8: Ordenación estructural de la Ventana Occidental.*
- *Plano 9. Ordenación estructural de la Puerta pequeña o de escape.*
- *Plano 10. Ordenación estructural del Friso Superior.*
- *Plano 11. Disposición de las epigrafías del Friso Superior*
- *Plano 12. Ordenación estructural del Friso Inferior.*

Ordenación estructural y descripción de la decoración formal.

Debido a la complejidad de la decoración y con el objetivo de facilitar tanto su análisis como su comprensión, se han analizado de forma individualizada los diferentes espacios decorativos que conforman el paramento. De esta forma, se analiza a continuación una descripción pormenorizada e independiente de la *Puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V y su intradós, la ventana occidental, la puerta pequeña o de escape, el friso superior y el friso inferior*. En la descripción de cada uno de los espacios decorativos se aporta un plano en el que se detallan cada uno de los elementos decorativos que lo componen.

3.2.1. Puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V.

La portada monumental que se conserva en el muro sur/este presenta algunos elementos característicos, que la sitúan en una posición privilegiada entre las construcciones llevadas a cabo en este emplazamiento. Como portada de acceso a la primitiva capilla y actual Salón del Techo de Carlos V, es uno de los lugares en los que más se ha centrado la atención decorativa y por lo tanto ha sido susceptible de ser más intervenido; no sólo en cuanto a términos de policromía se refiere sino también en lo que respecta a su decoración en relieve.

El uso religioso de este ámbito, según los distintos autores, está acreditado por la existencia de una inscripción latina en caracteres góticos en yeso, que a modo de filacteria⁵⁸, enmarca el vano de entrada en el que se reproduce una oración. Se trata de una versión, posiblemente la más antigua localizada, de una oración muy devocional de la Iglesia Católica, "Corpus Christi", cuyo origen está datado en la primera mitad del s. XIV. Su autor es desconocido y fue muy recomendada por San Ignacio de Loyola al que muchos atribuyen de manera errónea su creación ya que se han encontrado varios manuscritos datados antes del nacimiento del santo⁵⁹.

Por otra parte, no se conoce con exactitud el momento en el que la sala a la que da acceso esta portada dejó de utilizarse como capilla, lo que sí está documentado es una intervención en el s. XVI en la que se coloca el artesonado renacentista, por lo que se hace que se conozca desde entonces como el Salón del Techo de Carlos V (Fernández Aguilera, 2012). En cuanto a la oración, en el caso de que no se admitiese el uso religioso de la estancia, "se puede constatar en esta oración la expresión de un alma angustiada que anhela su salvación y

⁵⁸ *Filacteria*: "Cinta o banda que se representa como si fuera de tela, pergamino etc., con las extremidades enrolladas y que lleva un epígrafe o leyenda" (Fatás & Borrás, 1998, p. 148).

⁵⁹ Los datos aportados sobre la oración han sido consultados en http://www.encyclopediacecilia.org/wiki/Anima_Christi. [Obtenida el 11/11/2015]

defensa del maligno enemigo, el alma de Don Pedro temerosa de sus súbditos hostiles” (Cómez, 2006a, p. 67).

Dejando a un lado la funcionalidad del espacio, si se observa con detenimiento el revestimiento de yeso de la portada se comprueba que son fácilmente reconocibles, a pesar de las posibles intervenciones efectuadas sobre ella, los presupuestos del arte mudéjar. En ella se desarrollan las tres tipologías decorativas de tradición islámica: *geométrica*, *vegetal* y *epigráfica*; que se combinan con la incorporación de elementos característicos del arte cristiano; filacteria con texto en latín en caracteres góticos que recorre la portada, elementos vegetales de índole naturalista, emblemas y escudos identificativos del monarca Pedro I, así como figuras antropomórficas.

Como queda constatado en las construcciones de este periodo, la aplicación de estos presupuestos, conseguiría enmascarar la verdadera apariencia de los edificios, ocultando sus aspectos estructurales, dotándolos de una gran riqueza y suntuosidad. Pavón Maldonado (2004, p. 585), identifica esta portada como obra original del monarca Pedro I y, atribuye además los artifices de su construcción pues según el autor “es toledana con programa granadino de tres ventanas de medio punto cubriéndose los paños rectangulares con el estilo naturalista”.

Ordenación estructural

La puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V, es de madera, apeinazada de dos hojas de dimensiones 458x160x9 cm con sentido de apertura al exterior. Los postigos están compuestos por dos hojas de 156cm x 36 cm x 4,6 cm) (Fernández Aguilera, 2012).

El siguiente esquema presenta una breve descripción de su ordenación estructural en yeso desde la zona inferior a la zona superior (*Ver Plano 6. Ordenación estructural de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V*).

- ❖ **Arco:** El arco de entrada es de medio punto peraltado, siendo su flecha de 186 cm mayor que su semiluz, de 155 cm.
- ❖ **Dintel:** Moldura de yeso lisa sin decoración aparente de 13,5 cm de ancho.
- ❖ **Paño horizontal inferior.** Sobre el dintel de madera se presenta una banda decorativa que alterna motivos vegetales
- ❖ **Celosías:** Estructura formada por tres celosías de programa granadino rematadas por figuras antropomórficas.
- ❖ **Paños decorativos verticales vegetales:** A ambos lados de las celosías se sitúan dos bandas con decoración floral en su interior de dimensiones idénticas.

- ❖ **Paños decorativos geométrico/vegetales separados por discos:** Entre celosías se disponen placas decorativas rectangulares y esféricas
- ❖ **Friso superior de arquillos y escudos:** Representada por escudos de Castilla, León y de la Orden de la Banda.
- ❖ **Epigrafía latina y musulmana:** Se distinguen dos filacterias epigráficas, una latina que rodea toda la portada y reproduce una oración latina y una banda con escritura árabe que enmarca la anterior solo en los laterales verticales.
- ❖ **Cadenetas:** Destacan tres tipos: cadeneta de palmetas, cadeneta de palmetas asidas a roleos ondulados y cadenetas de acanto.
- ❖ **Paños laterales verticales:** A ambos lados de la portada se desarrolla una decoración simétrica que alterna cartelas florales y lóbulos decorativos en los que se insertan los símbolos de la corona. La única diferencia entre estos dos espacios es la decoración interior de los lóbulos.

Descripción de la decoración formal

La presencia del arco de medio punto en este programa decorativo desarrollado por alarifes toledanos se justifica porque, a pesar de la presencia que tuvo en las decoraciones toledanas el arco de herradura, en el s. XIV se adquiere por influjo granadino la utilización del arco de medio punto peraltado con angrelado. Esta incorporación queda patente en construcciones de Tordesillas, Toledo y en Sevilla, así como en esta portada del Alcázar (Pavón Maldonado, 2014a).

El angrelado del arco se caracteriza por presentar el intradós “ornamentado a base de pequeños lóbulos que se cortan formando picos” (Fatás & Borrás, 1998, p. 28) La disposición de estos angrelados en los arcos, es un recurso típico de la decoración de tradición islámica habiendo sido identificados entre otros emplazamientos, en el califato de Córdoba, en el arte almohade y en el nazarí granadino, transmitiéndose al mudéjar (Pavón Maldonado, 1990). En la parte superior del angrelado se desarrolla una decoración vegetal en S en la que se incorporan palmetas digitadas [Fig. 40].



Figura 40. Detalle del arco de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V.

Por otra parte el espacio decorativo de las albanegas⁶⁰ es bastante complejo como se pudo comprobar y documentar gracias a la cercanía del andamio. Es probable que la ornamentación actual de esta zona sea repuesta sobre una anterior que parece conservarse debajo, sin embargo, los repintes y el estado de la decoración inferior no permiten afirmar este hecho con seguridad. A pesar de que la documentación consultada ha sido extensa, no se han detectado referencias a una intervención concreta en esta zona por lo que, en el caso de que éstas fueran repuestas, el motivo se desconoce.

⁶⁰ *Albanega*: “Triángulo comprendido entre el alfiz y el arco en arquitectura musulmana” (González Ramírez, 1995, p. 307).

Mientras que la zona externa presenta una decoración geométrica como se puede comprobar en la documentación fotográfica, la inferior y (posiblemente anterior) parece desarrollarse en ataurique. Es de destacar que, la zona derecha y la izquierda se encuentran tan alteradas que parece que no repiten el mismo modelo. Probablemente la decoración externa geométrica representa un losange o sebka que se obtiene mediante la superposición de arquillos unidos por sus claves; un esquema difícil de identificar debido a las alteraciones y reposiciones [Fig. 41].

La zona inferior del arco se remata con volutas y descansa sobre jambas lisas. Por otra parte, enmarcando los espacios triangulares que se generan en las albanegas se desarrolla una cadeneta geométrica, posiblemente de botones o hexágonos, cuyas formas no se distinguen claramente debido a las intervenciones de repolicromados. Esta banda se envuelve a su vez por una entrecalle en la que se desarrolla una cadeneta geométrica que sigue la ley del lazo, cuyas formas se atribuyen como derivadas del arte bizantino y copto (Pavón Maldonado, 1989) [Fig. 41].



Figura 41. Estado actual de las albanegas y decoración que se observa debajo.

La clave del arco se remata con una piña también muy alterada. El símbolo de la piña, que aparece de forma reiterativa en la decoración de este paramento, tradicionalmente se ha considerado como elemento simbólico con significado de inmortalidad, longevidad o resurrección (Pavón Maldonado, 2014b). Ha sido un fruto muy habitual en civilizaciones antiguas y es representado por el arte bizantino, visigótico o romano. En Roma, por ejemplo se identifica la piña con el dios Atis y fundamentalmente se detecta en el remate de los frontispicios de las casas y en las estelas funerarias más importantes del imperio. De entre todos los frutos, la piña fue el que tuvo mayor continuidad en las artes islámicas de occidente y es bastante frecuente en el mudéjar toledano y el nazarí granadino. Su representación generalmente está asociada a lugares principales de la decoración como el árbol de la vida, intradós de los arcos o composiciones de sebka [Fig. 42].

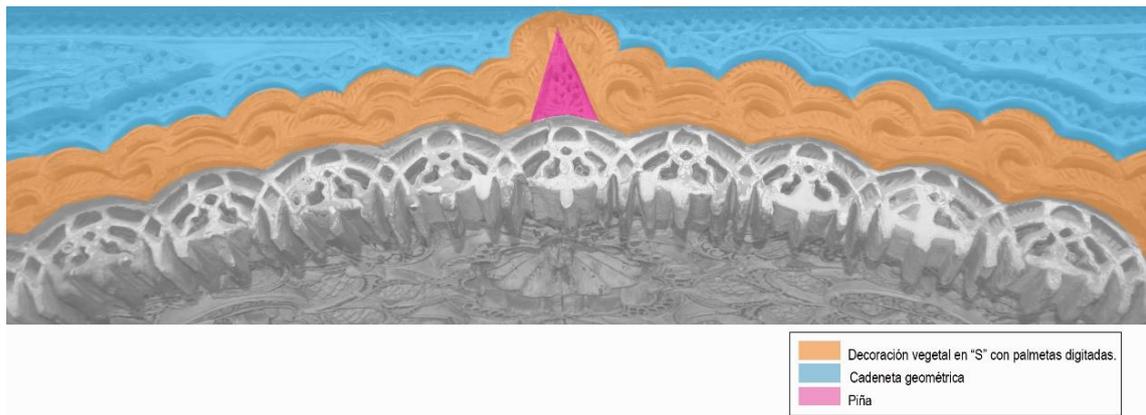


Figura 42. Esquema de la decoración que se desarrolla en el arco.

El dintel sirve como separación de la decoración del arco y de la zona superior que es liso sin decoración aparente. Sobre el mismo se desarrolla un paño que alterna sistemáticamente motivos vegetales en la que su situación actual, enmascarada por sucesivos repintes e intervenciones, dificulta la identificación de motivos. A pesar de ello, se pueden distinguir frutos como la piña o palmetas digitadas entre otros. Enmarcando esta banda en la parte superior e inferior se desarrolla una cenefa repetitiva de hojas de acanto. Su utilización, según Pavón Maldonado (1990), se debe a que este vegetal, que en Madinat al- Zahra, pasó a decorar estrechas cenefas, pervive hasta incorporarse a las decoraciones del arte nazarí y mudéjar como sucede en este caso. En la zona inferior de esta cenefa destaca otra cenefa estrecha de palmetas y roleos [Fig. 43].



Figura 43. Detalle de la decoración de esta zona.

Uno de los elementos más representativos de la portada son las celosías. Esta zona está compuesta por tres celosías separadas por elementos decorativos verticales. Las celosías son uno de los elementos arquitectónicos fundamentales de las viviendas hispanomusulmanas, y su decoración es siempre muy característica como puede comprobarse en cada una de las puertas principales del patio. Su funcionalidad era la de mantener aireada e iluminada la habitación cuando las puertas de la portada o de cualquier otro vano estaban cerradas

(Fernández-Puertas, 1984). En las puertas de entrada suelen aparecer tres celosías como ocurre en el resto de las puertas mayores de entrada del patio así como en otros espacios contemporáneos a la construcción como es la puerta de entrada a la Sala de la Barca en Palacio de la Alhambra de Granada.

El esquema decorativo que se desarrolla en este caso es el siguiente:

- *Celosía izquierda*: Presenta arco lobulado sobre el que se dispone una figura central, retrato de Pedro I con turbante y bigote (Cómez, 2006b). Las albanegas están decoradas con palmetas lisas. La zona calada presenta decoración geométrica con estrellas de seis puntas y lazo de doce.
- *Celosía central*: Presenta arco mixtilíneo sobre el que se dispone una figura central, un león, símbolo del monarca. Las albanegas se encuentran decoradas con palmetas lisas y palmetas digitadas. La zona calada presenta decoración de ataurique.
- *Celosía derecha*: Presenta arco lobulado sobre el que se dispone una figura central, “retrato de María de Padilla con rubia cabellera, amante de D. Pedro, que se reconoce como legítima reina de Castilla después de su muerte” (Cómez, 2006b, p. 65). Las albanegas están decoradas con palmetas lisas. La zona calada presenta decoración geométrica con estrellas de seis puntas y lazo de doce [Fig. 44].

Rellenando el espacio restante entre celosías se observan paños rectangulares de decoración vegetal en posición vertical separados por un disco en el centro. Son simétricos dos a dos [Fig. 45].



Figura 44. Figuras antropomórficas que rematan las celosías de esta portada.

- *Paño superior*: Presentan tallos vegetales que siguen la ley del lazo con botones en el centro en la parte más externa que se rellenan con palmetas digitadas en los fondos.
- *Disco central*: Disco con flor en el centro de seis pétalos rodeada por decoración geométrica. Esta flor de seis pétalos tiene una gran presencia en el arte romano y en el visigótico con la diferencia de que la que aparece en estas civilizaciones se encuentra inscrita en un círculo, mientras que la que aparece en este disco está inscrita en una estrella de seis puntas (Pavón Maldonado, 1989).
- *Paño inferior*: Presenta trazos angulares geométricos en la parte más externa que se rellenan con palmetas digitadas en los fondos.



Placa superior



Disco central



Placa inferior

Figura. 45. Paños decorativos que se sitúan entre celosías. Placa superior vegetal, disco central y placa inferior geométrica – vegetal.

A ambos lados de las celosías observamos dos paños rectangulares verticales simétricos. La zona de mayor relieve de estas placas de decoración está formada fundamentalmente por hojas de inspiración naturalista muy similares a los modelos expuestos por Pavón Maldonado (1990) como representativos de la flora naturalista de la ornamentación mudéjar toledana de los s. XIV y s. XV. Estas flores se unen entre sí por tallos que siguen la ley del lazo y acaban alternativamente en hojas más pequeñas o piñas. El fondo, en un nivel de relieve inferior está formado por palmetas digitadas. Enmarcando todo el panel se desarrolla una cadeneta geométrica análoga a la que enmarca las albanegas del arco [Fig. 46].

En su conjunto, estas placas decorativas verticales se asocian perfectamente a los modelos clasificados como tallos y roleos de los que penden hojas y frutos tenidos tradicionalmente como árboles de la vida o de la felicidad. Estos elementos decorativos, que son característicos de la decoración cordobesa, se desarrollan también en épocas posteriores, por ejemplo en el mudéjar toledano, vertiente en la que se desarrolla esta portada. En concreto el modelo que aquí se representa se corresponde con el modelo de roleos paralelos sin eje central (Pavón Maldonado, 2014b).



Figura 46. Esquema de la decoración que se desarrolla en los paños vegetales laterales.

La banda decorativa superior, en la zona más alta de la portada, se caracteriza por la presencia de emblemas de la corona bajo una serie de arquillos mixtilíneos que descansan sobre dobles columnillas. En la zona superior se produce el encadenamiento de palmetas emparejadas así como veneras que se repiten en toda la banda. Según Pavón Maldonado (1990, p. 81) “la venera se asociaría con palmetas, generalmente dos palmetas entre las que se acopla la valva formándose una felicísima combinación de motivos”. Todos estos elementos decorativos se unen mediante un tallo en el que se sigue la ley del lazo. El fondo en un nivel inferior, se rellena con decoración de ataurique de las que destacan las palmas digitadas.

Entre los emblemas representados destacan el castillo, el león rampante y el de la banda. Estos emblemas se identifican con la serie heráldica representada en la decoración del Real Alcázar de Sevilla por parte del rey Don Pedro pues, “aparecen los escudos de Castilla y de León, intercalándose alternativamente entre ellos el escudo de la orden de la Banda” (Cómez, 2006a, p. 30) Estas representaciones aparecen en las yaserías del interior del palacio pero también en la gran fachada del Patio de la Montería [Fig. 47].

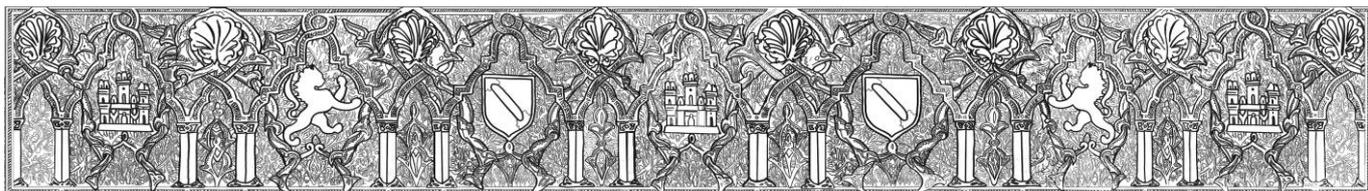


Figura 47. Friso superior de arquillos y escudos.

- El escudo de la *Orden de la Banda* en obras mudéjares es identificativo del reinado de don Pedro I y, por lo tanto, perteneciente probablemente al proyecto original. Esta orden fue fundada por el rey Alfonso XI antes de la batalla del Salado. Denominada “Orden de la Vanda e del torneo e de la justa” (Cómez, 2006a, p. 31). Tenía como objetivo premiar a los súbditos leales. Llegó a ser tal su importancia y simbología que si se demostraba que un caballero murmuraba contra el rey, se le expulsaba de la corte y se le privaba del escudo de la banda para siempre. La banda, engolada por dragantes, se convirtió en el símbolo de la política de Don Pedro, que ya había sido utilizada en el reinado de su padre, Alfonso XI, que castigó a los enemigos y premió a los leales súbditos, pues el fin principal de este símbolo era la fidelidad al rey (Cómez, 2006a).

Durante su reinado, Pedro I lo mandaría estampar en todas sus obras arquitectónicas como su símbolo representativo (Pavón Maldonado, 2011). Este emblema fue fundamental en su reinado, pues es también símbolo de la alianza con el monarca nazarí Muḥammad V, al que don Pedro cede la banda por la lealtad mostrada a Castilla y que este acepta, añadiendo la inscripción árabe o el lema *Sólo Dios es vencedor*. A juicio de Pavón Maldonado (2011) esta banda, como elemento decorativo, es obra exclusiva de estos dos monarcas y

cronológicamente se sitúa entre 1362 y 1369, éste último, año en que muere Pedro I, ya que Enrique de Trastámara, su sucesor, no colocaría este emblema en sus construcciones andaluzas o castellanas en contradicción al monarca anterior. Formalmente el escudo de la banda se caracteriza por dibujarse diagonalmente desde el ángulo superior al inferior contrario con dos líneas paralelas que dejan entre sí una anchura similar a un tercio del ancho del escudo. Todas las bandas españolas se caracterizan por tener el trazado recto. Según Valero de Bernabé (2007), la representativa de D. Pedro es la *Banda engolada de dragantes*⁶¹[Fig. 48].



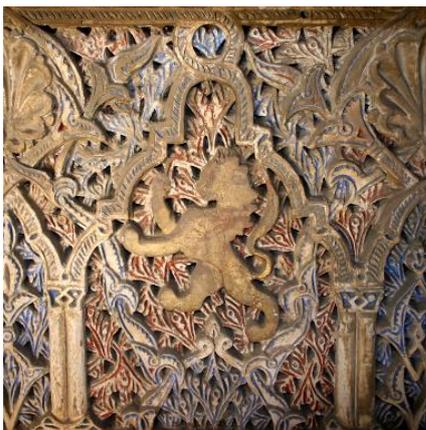
Figura 48. Detalle del escudo de la banda engolada por dragantes del friso superior.

Por otra parte, se identifican los *leones rampantes* enfrentados (en el sentido de que ambos miran hacia el centro de la portada). El león es la figura heráldica más antigua y empleada, no solo en la heráldica española sino en la mundial. Este símbolo está presente en todas las civilizaciones y culturas. Aunque sea un animal extraño en la fauna europea, su utilización se debe a que se ha considerado “símbolo de la soberanía, la autoridad, la magnanimidad y la vigilancia, denotando al caballero clemente que perdona a los que se le humillan y destruye a los que se le resisten” (Valero de Bernabé, 2007, p. 131). La introducción de este emblema en

⁶¹ La banda engolada de dragantes fundada por el rey Alfonso XI fue utilizada por sus sucesores que fueron armando nuevos caballeros de la Banda lo que hizo que se convirtiese en la Divisa Real de Castilla. Sin embargo, tanto se incrementó su número que en tiempos de Enrique IV decayó su uso debido a que se concedió también a los caballeros cuantiosos de procedencia no hidalga. “Fernando el Católico la concedió a caballeros de toda España y Carlos V nombraría a los últimos caballeros ya en el s. XVI cayendo en desuso hasta desaparecer en su reinado” (Valero de Bernabé, 2007, p. 75).

En lo referente a su simbología, este emblema se podría relacionar con la victoria de San Jorge sobre el dragón. La figura del santo y de su caballo estaría formada por “una banda” que es símbolo de la lanza del caballero y en el extremo inferior se colocaría “la cabeza del dragón” pero atendiendo a las leyes heráldicas de la armonía y el equilibrio se debe añadir otra cabeza semejante en el otro extremo por lo que se obtiene “una banda engolada por sendas cabezas de dragones en ambos extremos, lo que en términos heráldicos se denomina como dragantes” (Valero de Bernabé, 2007, p. 248).

España la realiza Alfonso VII de Castilla quien hizo grabar en sus monedas un león. Esta costumbre sería seguida por sus sucesores y “junto con el castillo se convertiría en las armas parlantes de los reinos de Castilla y León” (Valero de Bernabé, 2007, p. 130). El dibujo heráldico del león no corresponde a unas reglas estrictas y el resultado no se identifica con el dibujo del león al natural, puesto que al no estar presente en la fauna europea, a menudo los artífices dibujaban algo que no habían visto en su vida. Por este motivo, su diseño se ajusta a una imagen estereotipada. En los emblemas de este patio su representación se corresponde con la típica de la Edad Media, la de rampante que se caracteriza por situarse en posición casi vertical, afianzado en el suelo con la pata posterior izquierda y levantando las otras tres en actitud de atacar o de trepar. La cabeza se representa de perfil, solo se le ve un ojo y una oreja, con la boca abierta y los dientes y lengua visibles como las garras de las cuatro extremidades. La cola se representa levantada (Valero de Bernabé, 2007). El siguiente cuadro recoge algunas de las posiciones en las que se podían representar este símbolo (Messia de la Cerda y Pita, 1998). Además, según Valero de Bernabé (2007) el color representativo de los leones siempre es el oro [Fig. 49].



Nombre	Cuerpo	Patas	Cabeza	Cola
Rampante erecto		↗	↗	↗
Empinado	\	↗	↗	↗
Pasante (caminando)	—	↗	↗	↗
Detenido o parado	┌	↗	↗	↗
Sentado	∧	↗	↗	↗
Erguido y sentado	┌	↗	↗	↗
Tumbado	└	↗	↗	↗
Durmiente	├	↗	↗	↗

Figura 49. León representado en esta zona de la portada.

En tercer lugar, se representa el *castillo*. Esta es una de las figuras más comunes de la heráldica española, resultado de la larga guerra de la reconquista que conllevó que la frontera entre cristianos y musulmanes fuese variando en función de los éxitos de las campañas militares. De esta necesidad de afianzar las fronteras surgen un gran número de castillos. El castillo representado en esta portada es identificativo de este periodo conocido como “castillo real castellano que aparece en las armas parlantes del Reino de Castilla” (Valero de Bernabé, 2007, p. 512). Es una fortaleza con tres torres. La central y más alta es la torre del homenaje y las dos que lo flanquean son gemelas. Presenta tres puertas y una ventana ojival en cada torre que además está rematada por almenas (Valero de Bernabé, 2007)[Fig. 50].



Figura 50. Emblema heráldico del castillo.

Una vez analizados todos estos elementos, hay que detener la atención en las epigrafías de la portada que ocupan también un lugar preferencial y son muy características del periodo en el que se enmarca la obra ya que, junto a un texto latino, se desarrolla una banda epigráfica islámica.

Como señalábamos anteriormente, la filacteria latina de la portada reproduce el texto de una famosa oración católica. Si se analiza con atención la escritura se detecta que el texto no está completo y que, además presenta incorrecciones que se han atribuido o bien, al desconocimiento del latín por parte de los alarifes que trabajaron en la portada o que puede deberse a, restauraciones inadecuadas en momentos posteriores si se tiene en cuenta el gran número de obras que se han llevado a cabo en estas galerías (Fernández Aguilera, 2012). El texto completo en latín es el siguiente:

“Anima Christi Sanctifica me Corpus Christi salva me Quia tu es Christus libera me Christe lava me Passio Christi conforta me Jhesus audi me ne permitas separari A te ab hoste maligno defendeme (Cómez, 2006a, p. 67)”⁶².

Y el representado tiene algunas variantes:

Epigrafía vertical izquierda: ANIMA CRISTE SANTIFICAME CORPUS CRISTE SALVAME SAGUINES CRIST

Epigrafía horizontal central: E LAUAME ACALATAS CRISTE LAUAME PASSOS CRISTE CONFORTAME O S CRIS

Epigrafía vertical derecho: IHESUS SAUDEME INIPRIMITA SEPARARE TE APOSTOL MADINO DEFENDEME⁶³

Lo que está claro con esta oración es que es una oración vinculada a la eucaristía lo que da fuerza a la hipótesis del ámbito religioso de la sala a la que daba paso (Fernández Aguilera, 2012). Por otra parte se detecta una epigrafía islámica también en esta zona, separada de la anterior por una banda de palmetas, en un friso vertical inmediato a la inscripción latina de la puerta que presenta la siguiente leyenda (De los Ríos, 1875, p. 146) [Fig. 51]. Esta banda epigráfica que desciende en el extremo vertical, se enmarca por una cadeneta de acanto como se puede observar [Fig. 52].

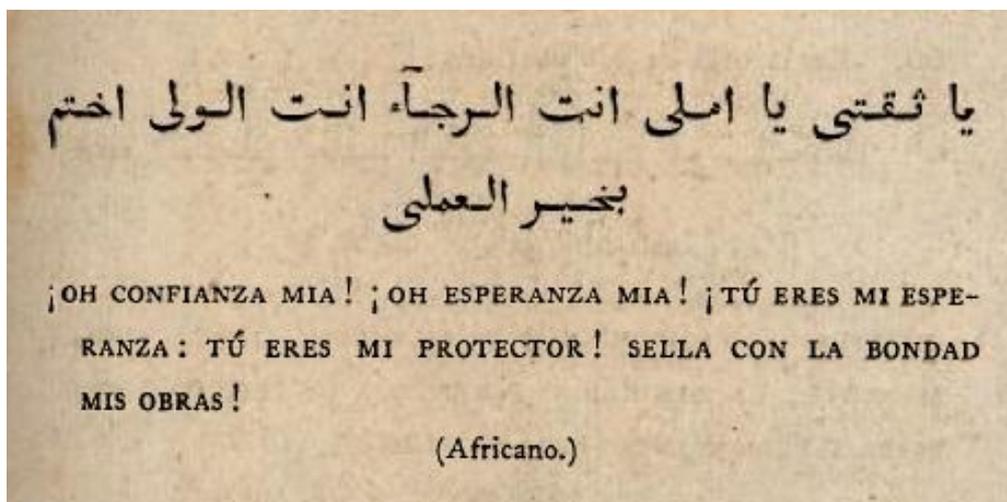


Figura 51. Traducción (De los Ríos, 1875, p.146).

⁶² Traducción de la oración completa: “Alma de Cristo, santifícame ; Cuerpo de Cristo sálvame; Sangre de Cristo ; embriégame; Agua del costado de Cristo, lávame; Pasión de Cristo, confórtame ¡Oh buen Jesús! óyeme ; Dentro de tus llagas, escóndeme; No permitas que me aparte de Ti; Del maligno enemigo, defiéndeme; En la hora de mi muerte, llámame; Y mándame ir a Ti; Para que con tus santos te alabe. Por los siglos de los siglos, Amén” (Fernández Aguilera, 2012, p.92).

⁶³ Transcripción del texto en latín sobre la yesería obtenido de (Fernández Aguilera, 2012, p. 92).

Es muy característico de esta portada encontrar diferentes cadenetas que sirven para decorar los espacios que quedan entre los diferentes módulos decorativos. Los motivos que se representan son siempre vegetales y se caracterizan por presentar un delicado relieve a pesar de las intervenciones que, en algunos tramos lo enmascaran.

La cadeneta decorativa principal está formada por palmetas cuyo modelo se repite sistemáticamente en toda la portada. Esta cenefa se adapta a los módulos decorativos y enmarca prácticamente todo el espacio. Por otra parte, la zona derecha e izquierda de la puerta, desde la quicialera hasta la zona inferior esta decoración cambia y se sustituye por una cenefa estrecha de palmetas asidas a roleos ondulados. Enmarcando la epigrafía musulmana que se desarrolla en el lado derecho se dispone una cadeneta de acanto ya mencionada. El acanto es un vegetal que se emplea en Madinal al- Zahra para a decorar cenefas estrechas y desde allí se transmite al arte nazarí y al mudéjar y es característica del mudéjar toledano (Pavón Maldonado, 1990) [Fig. 53]. Este tipo de decoraciones también aparecen en otros palacios como la Alhambra de Granada, que López Pertíñez (2006) ha recogido, ilustrando su policromía [Fig. 54].



Cadeneta de palmetas



Cadeneta de palmetas asidas a roleos.

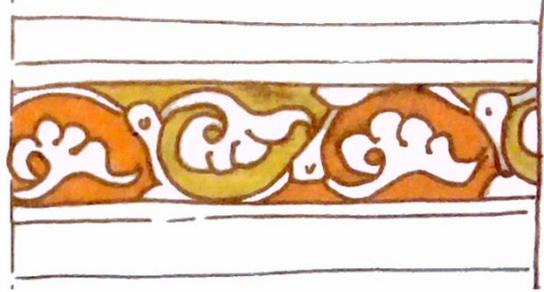
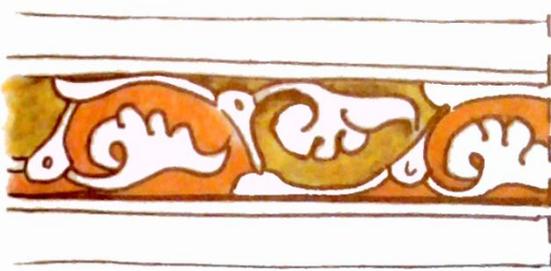


Cadeneta de acanto.

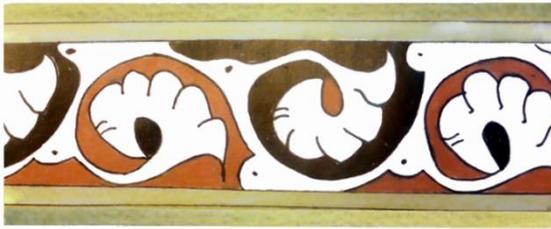
Figura 52. Izquierda. Diferentes cadenetas identificadas en la portada.

Figura 53. Derecha. Epigrafía latina, epigrafía islámica y cadeneta de acanto que las separa.

Imágenes de archivo. Decoraciones del Palacio de la Alhambra.
(López Pertíñez, 2006, p.101).



Alfarje de la escalera de acceso al Peinador de la reina.



Fragmento conservado en el Museo de la Alhambra. nº 10001.



Zócalo (pintura mural). Patio del Harén.

Decoración en yeso localizada en la Puerta de Acceso al
Salón del Techo de Carlos V. Real Alcázar de Sevilla.



Decoración localizada en la zona lateral con restos de policromía azul.



Decoración localizada en la zona lateral con restos de policromía roja.

Figura 54. Comparación de Imágenes de archivo de decoraciones identificadas en la Alhambra en las que se reconstruye la policromía con decoraciones identificadas en el Real Alcázar de Sevilla.

A ambos lados de la puerta se disponen dos zonas verticales de decoración predominantemente vegetal cuyos esquemas compositivos son simétricos a excepción de la decoración interior de los lóbulos que se dispone de forma diversa en el lado derecho y en el izquierdo. Este esquema aparece en otras decoraciones como en la pintura mudéjar del zócalo del Alcázar de los Reyes cristianos en Córdoba (Pavón Maldonado, 1988) [Fig. 55].

Los medallones circulares lobulados, los discos y las cartelas vegetales se unen por una entrecalle con cenefa geométrica y vegetal (sólo en las cartelas vegetales) entre dos bandas lisas. La unión entre los diferentes elementos sigue la ley del lazo.

El esquema desarrollado es el siguiente: Medallón lobulado-disco-cartela vegetal- disco-medallón lobulado-disco-cartela vegetal- disco- medallón lobulado [Fig. 56].

- *Medallones circulares lobulados:* Los medallones circulares presentan dieciséis lóbulos y su interior se utilizan para representar los símbolos de la corona. Estos símbolos se disponen en relieve sobre un fondo de ataurique con palmetas digitadas. Se disponen 3 medallones en cada banda vertical. En la zona izquierda comenzando desde arriba se disponen los emblemas en el siguiente orden: castillo- escudo de la banda- y león rampante y en la zona derecha se invierte el esquema. El medallón superior e inferior de cada banda se remata con piñas en tres de sus lados mientras que el central se remata con dos. Los espacios sobrantes se conectan con los discos.
- *Cartelas vegetales:* Son cartelas lobuladas que presentan roleos vegetales en las zonas externas con un fondo de ataurique creando un micromundo vegetal. Se disponen 2 cartelas vegetales en cada lateral.
- *Discos:* Entre cartelas vegetales se disponen discos que presentan decoración geométrica en su interior. En la zona central se genera una estrella de cuatro puntas. La decoración interna de estos discos está bastante alterada por lo que es difícil identificar el esquema compositivo. Se disponen 4 discos en cada lateral.

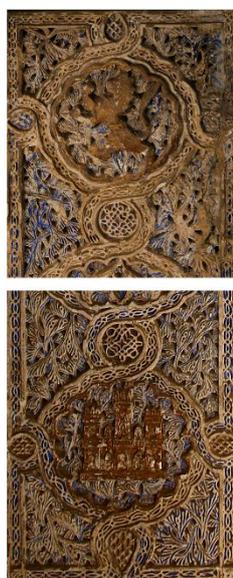
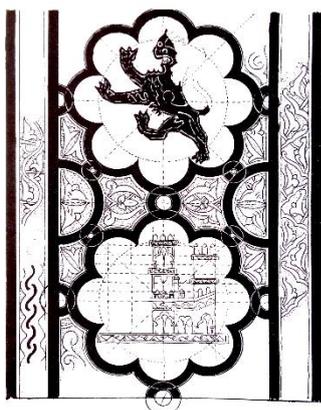


Figura 55. Comparación del esquema decorativo. Izquierda. Modelo aportado por (Pavón Maldonado, 1988) Pintura mudéjar del Alcázar de los Reyes Cristianos. Córdoba.

Derecha. Lado derecho de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V.

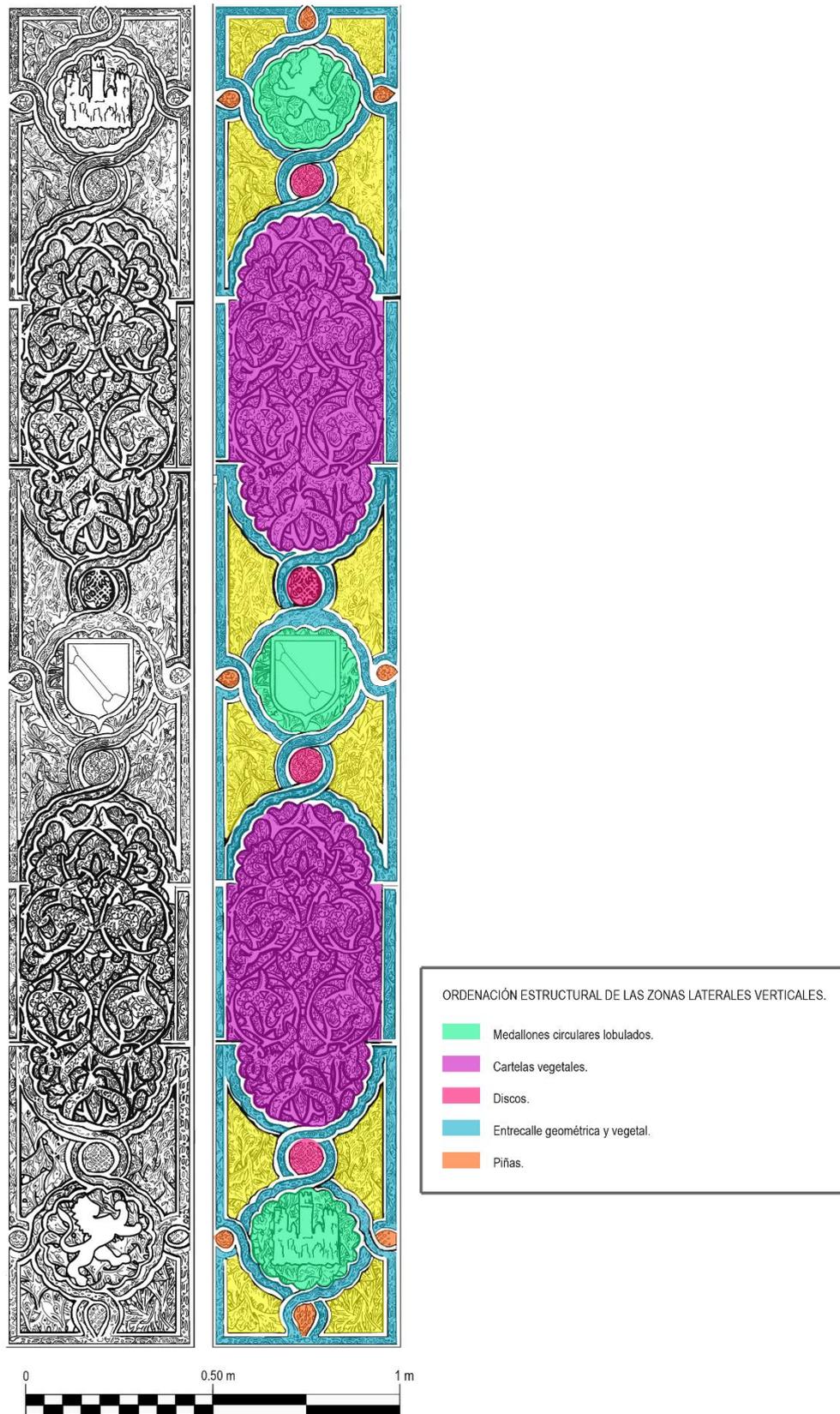


Figura 56. Ordenación estructural de las zonas laterales.

3.2.1.1. Intradós de la puerta de Acceso al Salón del Techo de Carlos V:

El intradós del arco presenta una rica decoración vegetal, que descansa sobre dos hermosas portaditas de yeso, denominadas taqas, que son características de los palacios musulmanes. Se disponen como hornacinas que servían para contener vasijas con agua, aunque en esta ocasión los arcos se presentan cegados por lo que no tienen superficie para el apoyo de ningún recipiente (Fatás & Borrás, 1998). En cuanto a su construcción, Pavón Maldonado, (1988, p. 107), señala que, a pesar de que la portada fuese realizada por alarifes toledanos, las taqas habrían sido realizadas por alarifes granadinos como las del resto del patio (*Ver Plano 7. Ordenación estructural del intradós de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V*).

Ordenación estructural

- ❖ **Taqas:** Se disponen dos tacas simétricas en la zona inferior del intradós.
- ❖ **Angrelado:** Relieve del arco.
- ❖ **Paño decorativo vegetal interno:** Decoración que se desarrolla en la parte interna.
- ❖ **Cadenetas verticales externas.** Recorren todo el espacio externo del intradós.

Descripción de la decoración formal

Taqas: Estos espacios se utilizan para desarrollar un complejo programa decorativo cuya proporción de los elementos arquitectónicos que la componen ha sido estudiada en profundidad por Fernández-Puertas (1997, pp. 44-47). A pesar de que se sigue el mismo esquema arquitectónico, en las taqas que se disponen en este arco se varía ligeramente las proporciones [Fig. 57, Fig. 58]. En este caso concreto, las taqas presentan un arco de medio punto festoneado en el que el intradós está decorado con ondulaciones convexas. El espacio cegado del mismo se aprovecha para desarrollar una decoración geométrica incisa con estrellas de cinco puntas, situándose en el centro un octógono con decoración epigráfica. Las albanegas del arco sirven, como en el resto de los arcos del patio, para el desarrollo de decoración vegetal. Enmarcando la portada de yeso, se sitúan tres cartuchos lobulados en los extremos y uno central de dimensiones inferiores sobre el arco [Fig. 59]. Las dos taqas son simétricas pero cambia la epigrafía que se desarrolla en los cartuchos.

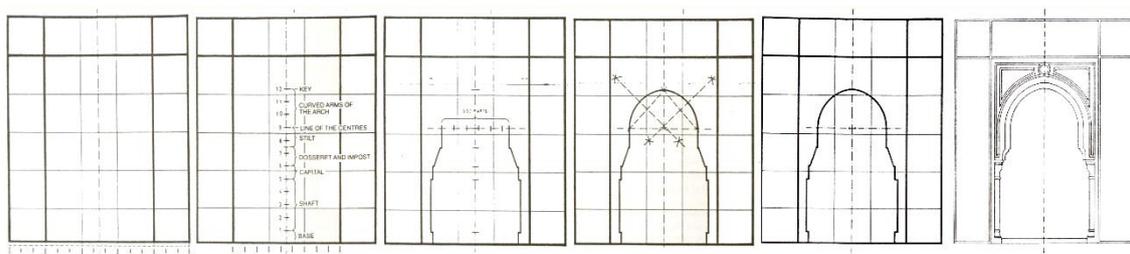


Figura 57. Sistema de ejecución de la taqa del intradós. Esquema extraído de (Fernández-Puertas, 1997, p.44-47).

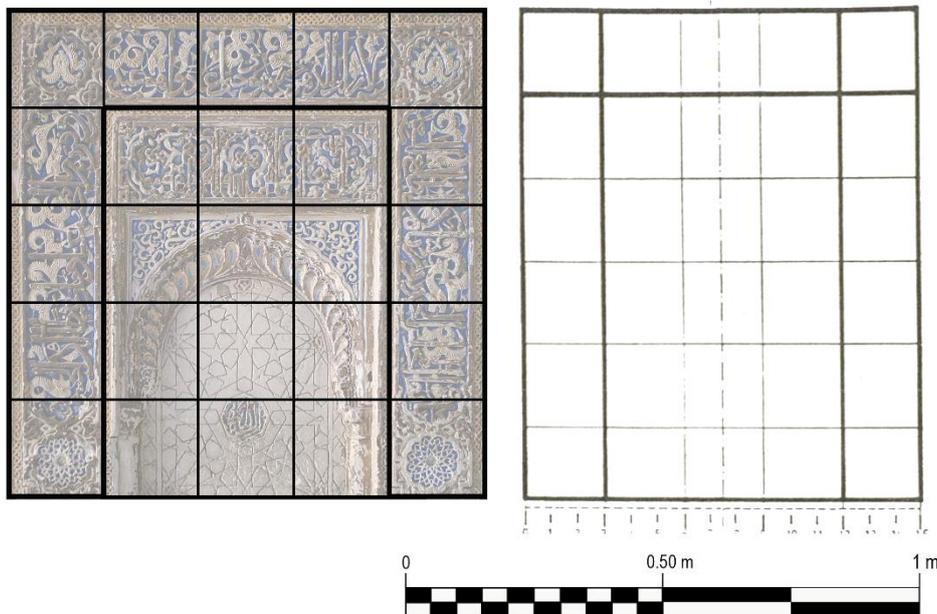


Figura 58. Disposición de la taqa del intradós de la Puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V (izqda.) comparándolo con el esquema aportado por (Fernández-Puertas, 1997, p. 45). En la imagen puede observarse cómo varían las proporciones respecto al esquema original de la decoración islámica. (Dimensiones del intradós del Patio de las Doncellas 91x96 cm aprox.).

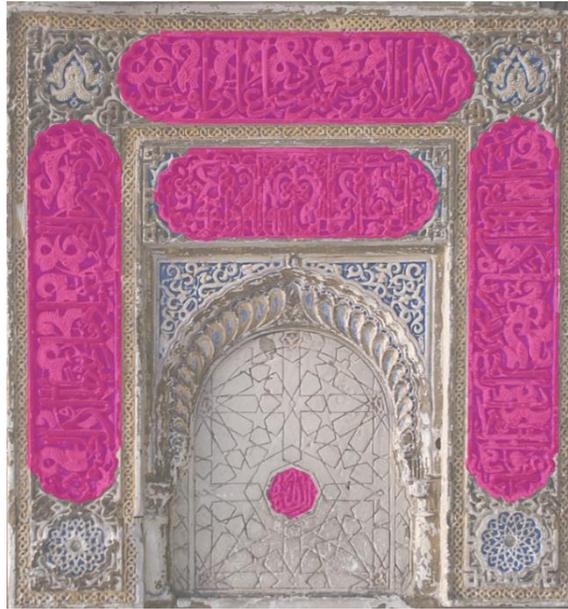


Figura 59. Taqa del intradós de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V. Señalización de los cartuchos epigráficos.

En las zonas externas del intradós se disponen cadenetas que recorren todo el espacio externo del intradós y se sitúan a continuación del angrelado del arco. El esquema es bastante sencillo y, se define por tres franjas verticales: La central presenta palmetas asidas a roleos ondulados y a ambos lados se sitúan franjas de botones. Los botones siguen la ley del lazo y en ciertos puntos de la composición forman círculos que en su interior presentan estrellas de cuatro puntas. En cuanto a la decoración del interior del arco, presenta un rico programa vegetal en el que se insertan una serie de elementos particulares como piñas, veneras, volutas, palmas digitadas o roleos vegetales que aportan al conjunto un gran movimiento y un particular virtuosismo. El espacio está rematado en la clave del arco por un gran florón de doce pétalos que converge en el centro en una flora diminuta. Estos florones con centros convergentes son muy representados en estelas funerarias visigóticas y románicas. Estas unidades logran pasar por diferentes periodos y son muy utilizadas en las decoraciones de los s. XIII y XIV (Pavón Maldonado, 1990) [Fig. 60].

Fig. 60. Florón. Intradós.



3.2.2. Ventana occidental:

El actual Salón del Techo de Carlos V, se ilumina a través de dos ventanas geminadas⁶⁴ que se abren a la galería del patio, cuyos parteluces son de origen califal (Fernández Aguilera, 2012). A pesar de que en ambas se desarrolla un esquema compositivo similar, la decoración que presentan los paneles que las enmarcan es diferente. En este caso el estudio se centra en la ventana occidental que según la distribución de talleres que hace Pavón Maldonado (1988) esta decoración es moderna, del s. XIX tal y como se expuso en el capítulo 2.

Ordenación estructural

La decoración en yeso se desarrolla enmarcando la ventana a modo de alfiz o arrabá que es aquella moldura que “a modo de dintel y sus dos soportes verticales enmarca un arco en la arquitectura musulmana (Fatás & Borrás, 1998, p. 18). En ella destaca lo siguiente (*Ver Plano 8. Ordenación estructural de la ventana occidental*).

- ❖ **Arcos:** La estructura de esta ventana dividida por un parteluz, da origen a dos arcos geminados.
- ❖ **Paño de sebka:** La decoración de sebka se desarrolla en el cuerpo central del alfiz del arco.
- ❖ **Cartuchos Epigráficos:** Los cartuchos epigráficos se desarrollan en torno al cuerpo central enmarcando la decoración de sebka. Presentan estilo *nasji* o *cursivo* con el fondo decorado en ataurique.
- ❖ **Paneles cuadrados:** Que se colocan entre epigrafías.
- ❖ **Remate central superior.** Moldura que remata la decoración de la ventana.

⁶⁴ *Geminadas*: “dícese de los vanos, ventanas o columnas unidos de dos en dos” (Fatás & Borrás, 1998, p. 159).

Descripción de los elementos decorativos

Los dos arquillos de la ventana presentan el intradós angrelado y las albanegas decoradas con palmetas planas. Están sostenidos por una columna de serpentina y un capitel corintio. Fernández-Puertas (1997)⁶⁵ expone la ejecución de este tipo de arcos como ejemplo el arco de entrada de la sala de la barca [Fig. 61].

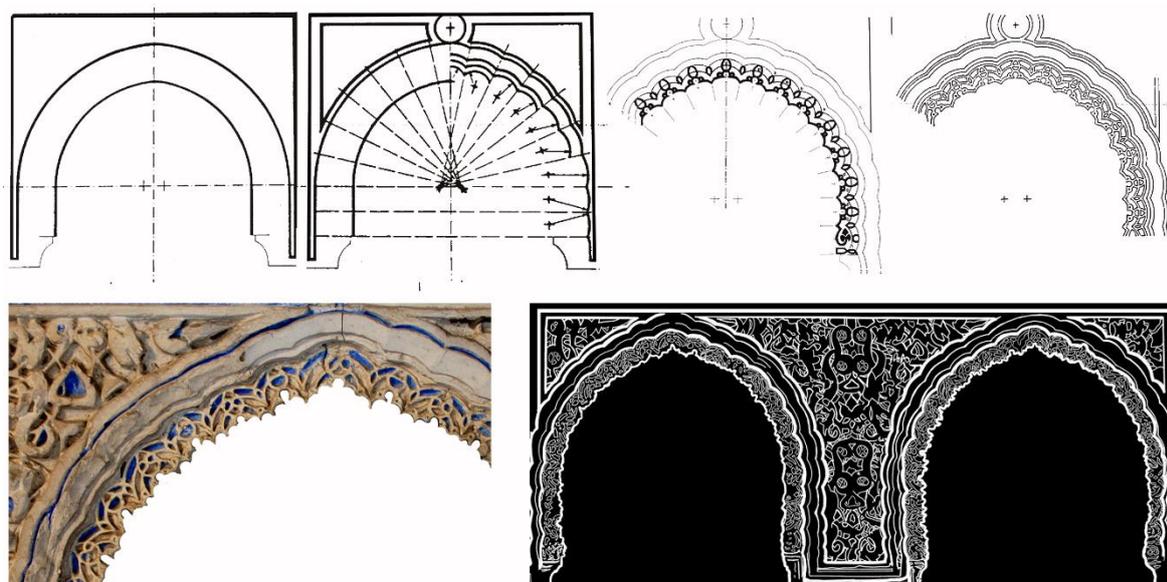


Figura 61. Ejecución del arco y documentación de los arquillos presentes en la ventana geminada del patio de las Doncellas. Arriba. Proceso de ejecución, extraído de (Fernández-Puertas, 1997, p.48-49. Abajo izquierda. Fotografía de detalle del arco derecho de la ventana. Abajo derecha. Levantamiento gráfico de la ventana occidental del Patio de las Doncellas.

El cuerpo decorativo central se caracteriza por el desarrollo de una red de paño de sebka que se repite sucesivamente a lo largo de todo el espacio. Este recurso decorativo que nace en el califato de Córdoba tiene una amplia difusión en los siglos posteriores, lo que justifica su presencia en este espacio (Pavón Maldonado, 1990). Ésta se caracteriza por presentar cartuchos epigráficos en cada uno de los rombos que se generan y palmetas digitadas en los fondos. Los extremos superior e inferior se rematan por piñas y en el centro se dispone una flor de inspiración mudéjar de tres pétalos [Fig. 62].

⁶⁵ Tomando como referencia a Fernández-Puertas (1997), este complejo perfil lobulado del arco se habría realizado de la siguiente forma:

- Se dibuja un arco con los mismos centros con lo que se obtiene una amplia banda decorativa.
- Divide este en 15 segmentos iguales sin contar con el central, y desde la mitad de cada segmento coloca el compás a nivel del perfil inferior y traza cuatro arcos en orden creciente para cada segmento (y un quinto arco que le da el perfil más bajo del mismo).
- En este punto se deja un agujero diminuto vacío en los puntos donde se había colocado la punta de su compás en cada segmento, y utiliza esta red para trazar un complejo diseño geométrico que parece que surge de vértice central.
- El arco de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V se habría realizado de la misma manera tomando en lugar de 15 segmentos, 36.

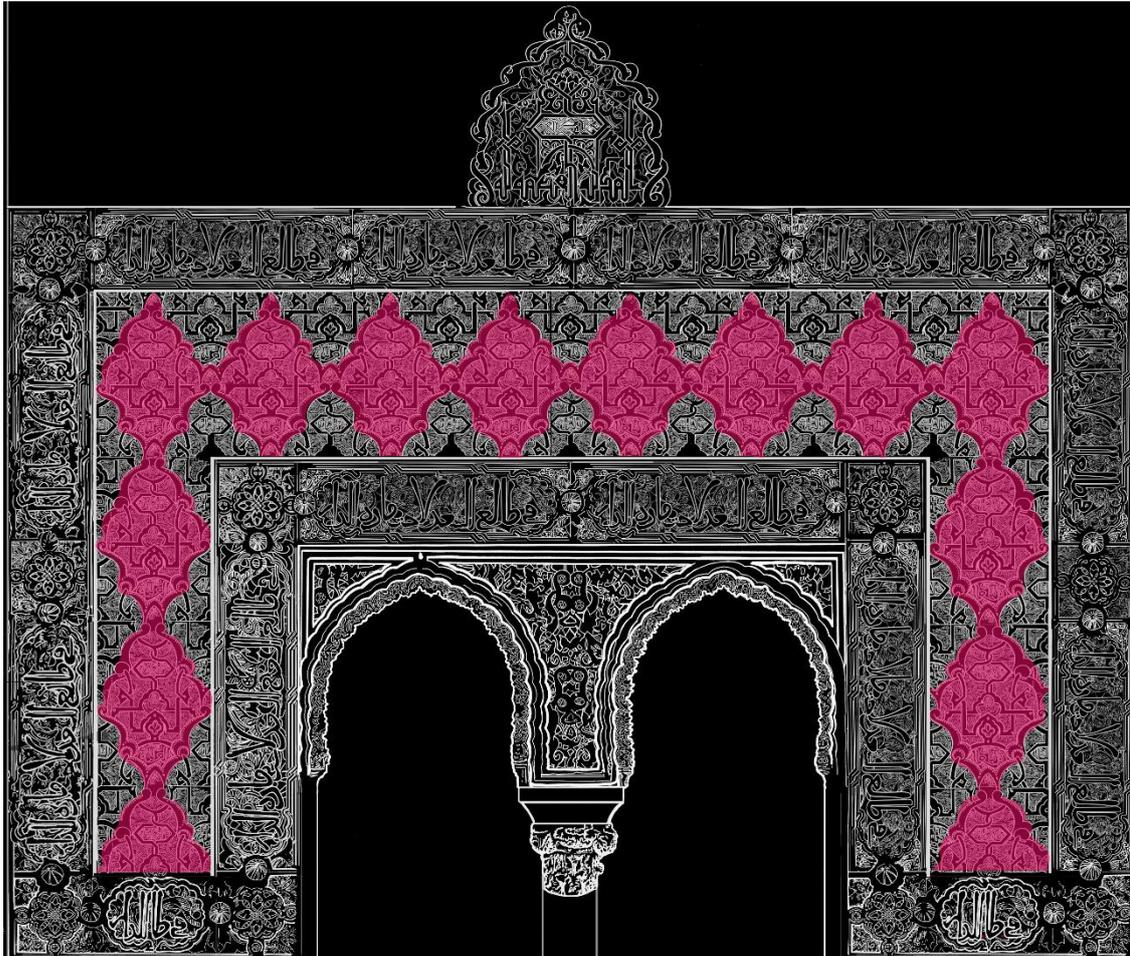


Figura 62. Decoración en sebka presente en la ventana occidental.

Rodeando al cuerpo central de la sebka se disponen 14 cartuchos epigráficos. Se ha podido constatar que existe un módulo epigráfico idéntico que se repite en 8 cartuchos, mientras que los 6 restantes son todos diferentes entre sí. Todos se rematan con nueve lóbulos en los lados cortos, y el fondo está decorado con palmetas digitadas con arillos o discos. Según De los Ríos (1875, p.146), la inscripción que se repite en esta ventana es la siguiente: [Fig. 63].

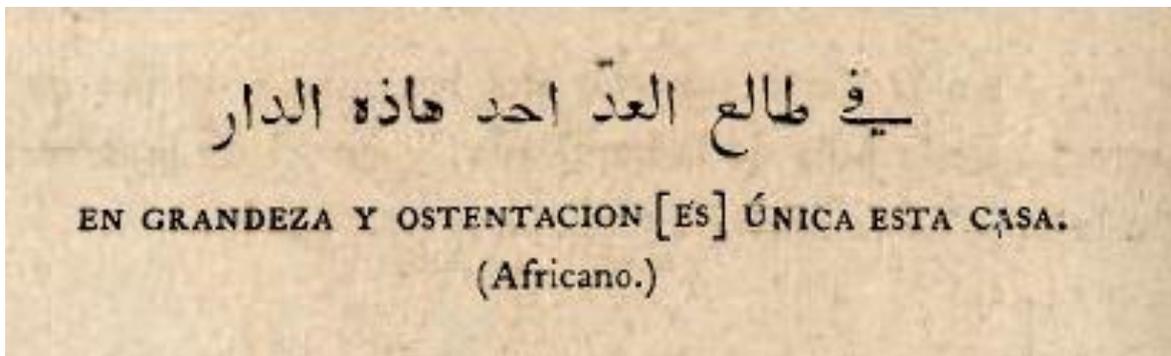


Figura 63. Traducción aportada por (De los Ríos, 1875, p.146).

Los cartuchos epigráficos están separados por paneles cuadrados que presentan en el interior medallones circulares de doce lóbulos en todos sus lados a excepción de los cartuchos centrales, que cabe la posibilidad de que sea un añadido posterior, donde no se detecta esa forma de separación. El interior de los medallones circulares está decorado con una flor formada por cuatro palmetas emparejadas cuyos tallos inferiores forman cuatro rombos. El medallón circular lobulado se encuentra inscrito en un cuadrado donde los espacios resultantes se rellenan con palmetas digitadas.

Todos los paneles cuadrados son idénticos lo que puede ser indicativo de que hayan sido realizados a molde y se representan un total de 10 veces en esta portada. Estos paneles cuadrados coinciden con los expuestos por Fernández-Puertas (1997, p. 389). Según el autor, las esquinas de los paneles decorativos de un diseño siempre han sido un problema para los arquitectos y diseñadores tanto del arte islámico como de otras épocas. Por este motivo es frecuente encontrar en las superficies decoradas de yeso, paneles cuadrados en las esquinas [Fig. 64, Fig.65].



Figura 64. Modelos aportados por (Fernández-Puertas, 1997, p.389) que representan los identificados en el Salón de Comares, sala de la Barca, galerías del Patio de los Leones, fachada de Comares y la sala de los Reyes.



Figura 65. Panel cuadrado representado en esta zona.

Toda la decoración de la ventana se remata por un panel decorativo que se caracteriza por presentar decoración geométrica, vegetal y epigráfica de gran complejidad. Esta moldura se repite sistemáticamente en todo el Patio de las Doncellas, así como en el interior del Salón del Techo de Carlos V, o la fachada del palacio. Según De los Ríos (1875) la epigrafía que se representa en este elemento del patio también es coincidente con la de otras estancias. El modelo en yeso debe ser resultado de un vaciado a molde. Este hecho se ha comprobado en este estudio comparando este módulo con el remate de la puerta pequeña mediante los calcos realizados directamente de la decoración en el estudio de campo, demostrándose que tanto en su estructura como en contenido son idénticos. La traducción epigráfica según es la siguiente (De los Ríos, 1875, p.128) [Fig. 66].

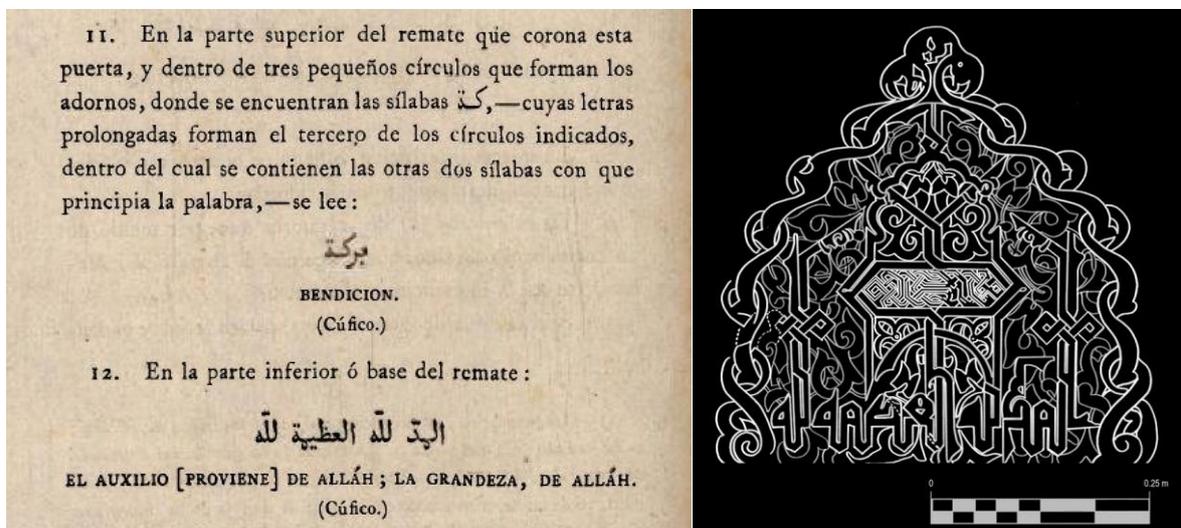


Figura 66. Traducción de (De los Ríos, 1875, p.128) y levantamiento gráfico del remate superior.

3.2.3. Puerta pequeña o de escape.

Al igual que en la ventana, la decoración se desarrolla enmarcando el hueco de la puerta a modo de alfiz. Según la distribución de talleres que hace (Pavón Maldonado, 1988, p. 107), la decoración de esta puerta también corresponde a vaciados alhambrenos del s. XIX

Ordenación estructural

La ordenación estructural de la decoración de la puerta pequeña o de escape, es muy sencilla y algunos de sus elementos están muy relacionados con el programa decorativo de la ventana occidental. Básicamente se desarrolla paño central que se enmarca con epigrafías árabes en sus lados externos y presentan un remate central en la zona superior. Fundamentalmente, el esquema decorativo es el siguiente (*Ver Plano 9. Ordenación estructural de la puerta pequeña o escape*).

- ❖ **Arco.** De medio punto
- ❖ **Paño central de octógonos.** La decoración mediante octógonos se desarrolla en el cuerpo central del alfiz del arco.
- ❖ **Cartuchos epigráficos:** Los cartuchos epigráficos se sitúan en torno al cuerpo central enmarcando la decoración de octógonos.
- ❖ **Paneles cuadrados:** Que se colocan entre epigrafías y son idénticos a los expuestos en la ventana occidental.
- ❖ **Remate central superior.** Análogo al de la ventana occidental.

Descripción de los elementos decorativos

El arco de esta puerta es angrelado y presenta decoración de ataurique en las albanegas mediante palmas lisas y digitadas. Aunque no son idénticas, la decoración de esta albanega es muy similar a la que presenta la ventana occidental. Enmarcando esta puerta se articula un panel con decoración vegetal y geométrica. Este módulo decorativo está articulado por una composición de 22 octógonos que se entrelazan mediante un tallo vegetal. El tallo divide la tabla horizontal y verticalmente guardando las leyes del lazo. Según Pavón Maldonado (1989) el esquema octogonal que se utiliza en esta portada es antiguo y de traza básica, y se utiliza en las decoraciones hispanomusulmanas para producir otras variantes. En la siguiente figura se observa el trazado de este tipo de composiciones (Fernández-Puertas, 1997, p.341). A la derecha se marca el esquema de una de las placas de yeso que componen esta puerta [Fig. 67].

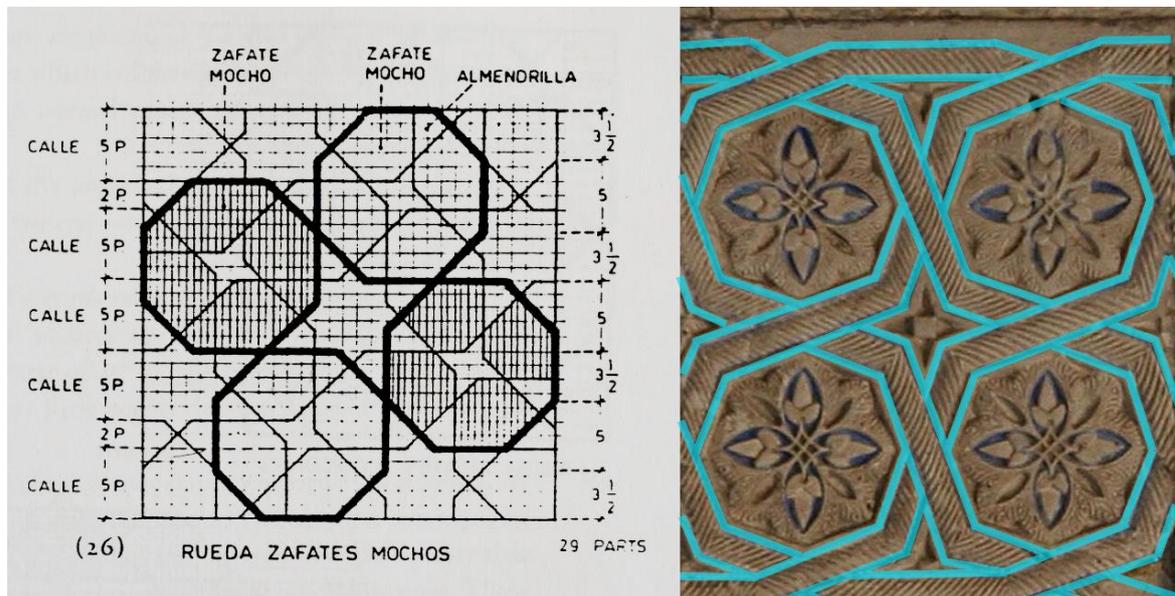


Figura 67. Izquierda. Modelo aportado por (Fernández-Puertas, 1997, p.341). Derecha, Placa de octógonos de la puerta pequeña o de escape en la que se señala su trazado.

Rodeando el panel de octógonos se disponen seis cartuchos epigráficos lobulados, en las que dos presentan la misma epigrafía mientras que el resto son todos diferentes entre sí. Las epigrafías coincidentes son idénticas tanto en dimensiones como en contenido a los ocho cartuchos repetitivos de la ventana occidental que señalábamos con anterioridad, mientras que los restantes son todos diferentes entre sí. Esto hace pensar que se hayan obtenido mediante uno o varios moldes fundamentales que se cortan o se alargan según el espacio tal y como se expone en el esquema decorativo donde se señalan tanto las placas repetitivas como la línea de unión entre placas [Fig. 68]. Según De los Ríos (1875, p. 146), una de las inscripciones que aquí se representa se repite con frecuencia en el Alcázar de Sevilla y, coincide entre otras con

las de la ventana occidental [Fig. 69]. Por otra parte los cartuchos epigráficos, al igual que en la ventana, se separan por placas de círculos lobulados inscritos en cuadrados con una flor en su interior. Estas placas son idénticas a las de la ventana y sólo se colocan en las esquinas. Además la decoración, al igual que en la ventana occidental se remata por un vaciado en yeso idéntico al que se identifica en la ventana occidental [Fig. 68].

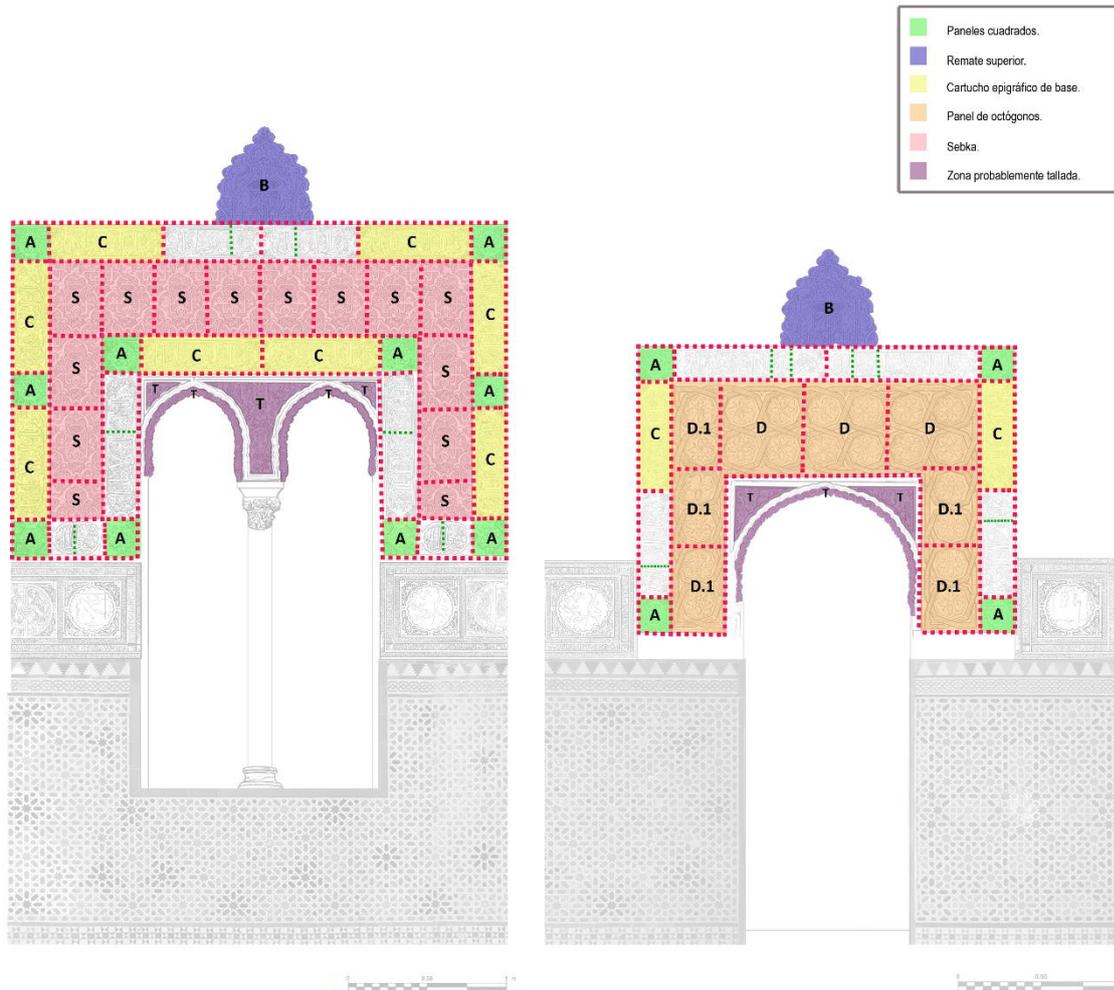


Figura 68. Disposición de las epigrafías y los elementos decorativos de la ventana occidental y la puerta pequeña o de escape. En líneas discontinuas se marcan las uniones entre placas detectadas en esta zona.

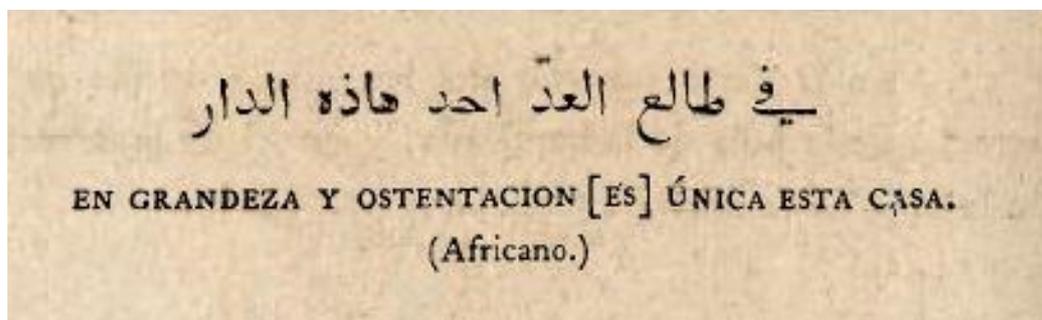


Figura 69. Traducción aportada por (De los Ríos, 1875, 146).

Los siguientes espacios decorativos; tanto el friso superior como el friso inferior de yeso son bastante representativos del patio puesto que se desarrollan en todo el espacio de manera repetitiva. El friso inferior con sus variantes (fundamentalmente en las epigrafías), se representa en los cuatro lados del patio y el friso superior, aunque no se localiza en el muro del Palacio Gótico, si lo hace en la zona interna de las arquerías. Este hecho se identifica como uno de los recursos empleados por los artistas hispanomusulmanes para garantizar la unidad y la continuidad entre las diferentes partes de una composición, en este caso de cada uno de los paramentos del patio, lo que favorece que se perciba el conjunto como un todo.

En la distribución de talleres que hace Pavón Maldonado (1988) las yeserías del friso del paramento sur/este son sevillanas originales del s. XIV. Lo que no queda claro en esta descripción es si solamente se refiere al friso superior o también incluye el inferior que se desarrolla en la zona limítrofe con el zócalo de alicatado.

3.2.4. Friso superior

El friso superior corrido se localiza en la parte más alta del muro en la zona limítrofe con el friso de madera que se coloca a continuación del alfarje. Este friso, como ya se ha comentado, se desarrolla en una amplia zona del patio y sigue un esquema repetitivo basado en una composición geométrica cuyos espacios interiores se utilizan para desarrollar decoración vegetal y epigráfica.

Ordenación estructural

Este espacio decorativo se articula por una serie de figuras geométricas que se forman en el espacio que resulta del cruce de las cintas o cuerdas. Son las siguientes (*Ver Plano 10. Ordenación estructural del friso superior*).

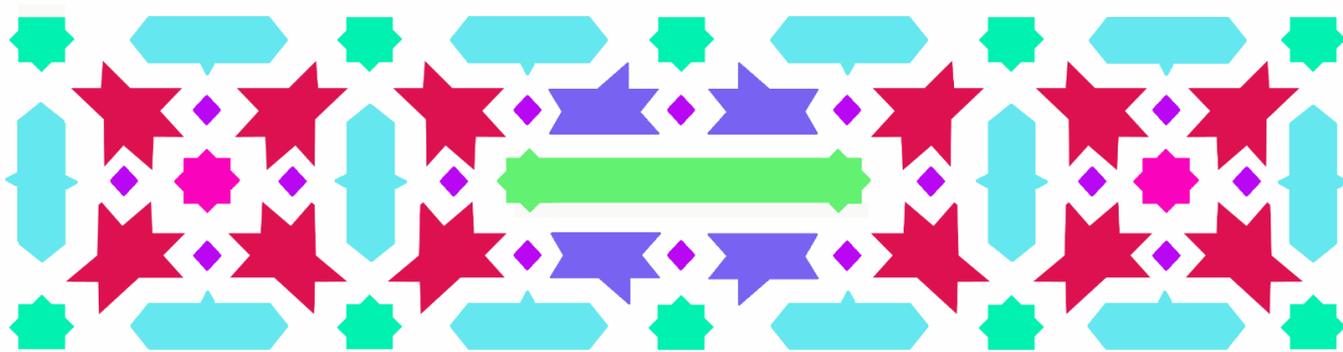
- ❖ **Sinos:** Estrellas centrales cuyo número de puntas determina el lazo. En este caso son estrellas de ocho.
- ❖ **Sinos de ocho mutilados.** Estrellas de ocho a las que se ha eliminado un vértice.
- ❖ **Candilejos de cinco puntas.**
- ❖ **Candilejos de seis puntas.**
- ❖ **Cartuchos epigráficos horizontales de puntas estrelladas.** Presentan una venera en la mitad central.
- ❖ **Cartuchos horizontales y verticales epigráficos que acaban en punta y sus variantes.** Repiten la misma epigrafía en su interior
- ❖ **Almendrillas:** Sirven para articular los espacios restantes.
- ❖ **Rombos.** Presentan una flor en su interior.

- ❖ **Cartucho epigráfico corrido inferior:** que se remata en los extremos por un panel cuadrado.
- ❖ **Entrecalle.**

Además se aporta un esquema de la disposición de las epigrafías superiores en las que se ha señalado aquellas que son diferentes o aparecen invertidas (*Plano 11. Disposición de las epigrafías del friso superior*).

Descripción de los elementos decorativos

El espacio que se genera entre los siguientes módulos decorativos se articula por medio de entrecalles en las que se sigue la ley del lazo. Esta zona decorativa es bastante compleja de analizar tanto por la variedad de elementos decorativos que presenta como el estado en el que los mismos se encuentran. A pesar de que se identifica un módulo preciso que se repite es difícil detectar líneas de unión entre placas debido a las sucesivas intervenciones. En la figura inferior se presenta el esquema que se repite a lo largo del paramento que se altera en las zonas coincidentes con las esquinas de los muros con el objetivo de adaptarse al espacio [Fig. 70].



LEYENDA

- Sino de ocho con venera en el interior.
- Sinos de ocho mutilados. Epigrafía interior.
- Candilejos de 6 vértices. Ataurique interior.
- Candilejos de 5 vértices. Ataurique interior.
- Cartucho horizontal de puntas estrelladas. Epigrafía interior.
- Cartuchos horizontales y verticales que acaban en punta.
- Rombos
- Cartucho epigráfico corrido inferior.

Figura 70. Disposición de las epigrafías y los elementos decorativos de la ventana occidental y la puerta pequeña o de escape. En líneas discontinuas se marcan las uniones entre placas detectadas en esta zona.

La descripción de los elementos formales es la siguiente:

Sinos: Las estrellas de ocho puntas se caracterizan por presentar una moldura lisa que las enmarca y en su centro una venera. Se sitúan en la zona central del friso y siempre aparecen enmarcadas por cuatro estrellas de seis puntas [Fig. 71].

Sinos de ocho mutilados: Están enmarcadas por una moldura lisa y presenta decoración epigráfica en su interior. Por sus características formales se han detectado dos textos diferentes en el interior de estas epigrafías que siguen un esquema predefinido pero que, en ocasiones se alteran e incluso aparecen invertidas, hecho que se ha atribuido a las posibles intervenciones sobre el paramento [Fig. 71].



Fig. 71. Izquierda. Sino de ocho puntas con venera interior. Derecha. Sino de ocho mutilado con epigrapha.

Candilejos de seis vértices: Son zafates que se caracterizan por presentar una moldura lisa que las enmarca y el interior ornamentado con palmetas digitadas. Generalmente aparecen en grupos de 4 enmarcando a dos elementos decorativos: sinos de ocho puntas con la venera en su centro y cartuchos epigráficos verticales.

Candilejos de cinco vértices: Son zafates de similar tipología a los anteriores a los que se ha eliminado un vértice para situarlos enmarcando un cartucho epigráfico largo. Estas estrellas aparecen en grupos de 4 rodeando a un cartucho epigráfico horizontal largo que en su mitad presenta una venera. Al igual que las anteriores se caracterizan por presentar una moldura lisa que las enmarca y el interior ornamentado con palmetas digitadas [Fig. 72].

Cartuchos epigráficos horizontales de extremos estrellados: Son cartuchos largos horizontales cuyos extremos acaban en punta. En su interior se desarrolla un texto de epigrapha islámica, separado en el centro por una venera [Fig. 73].



Figura 72. Izquierda. Detalle de un candilejo de seis vértices.

Figura 73. Derecha. Epigrafía larga con venera en medio, rodeada por candilejos de cinco vértices.

Cartuchos horizontales y verticales que acaban en punta: A lo largo de todo el friso se disponen cartuchos horizontales y verticales que acaban en punta en los lados largos. Las que se disponen en horizontal presentan un saliente en la mitad del lado corto hacia el interior de la moldura, mientras que las que se sitúan verticalmente presentan salientes en la zona media de los dos lados cortos. Los cartuchos verticales son hexágonos irregulares que resultan al eliminar las líneas quebradas de los lazos de 6 (Pavón Maldonado, 1989). Las epigrafías verticales se disponen en el centro del paño mientras que las verticales lo hacen en los extremos.

Mientras que a, pesar de las variaciones comentadas, todos los cartuchos presentan las mismas dimensiones, la epigrafía que se desarrolla en el interior no es idéntica como se pudo comprobar a partir de los calcos realizados *in situ*; presentan alteraciones importantes y se encuentran muy deterioradas, lo que se ha atribuido a las sucesivas intervenciones en esta zona [Fig. 74]. Esto ha permitido conocer que en ciertos puntos, la composición de los diferentes módulos se altera e incluso se identifican epigrafías invertidas. Esta información resulta muy interesante pues evidencia que las intervenciones en esta zona no se han reducido solo a repolicromados sino que también se han introducido piezas nuevas diferentes a las originales o se han retallado las existentes. En el plano que se adjunta se muestra el estudio realizado sobre la composición y las alteraciones encontradas en las epigrafías.

Rombos: En los espacios que quedan en las entrecalles se generan figuras romboidales que presentan flores de cuatro puntas en su interior.

Banda epigráfica corrida inferior: La banda epigráfica continua inferior presenta epigrafía islámica en cursiva. Esta banda horizontal al llegar al extremo izquierdo coincidente con la portada de acceso al Salón del Techo de Carlos V, desciende verticalmente hasta llegar al zócalo de alicatado. Esta banda epigráfica se encuentra muy alterada y no está claro si se repite una misma epigrafía o si es un texto diferente, porque a pesar de que se encuentran zonas que se repiten, no se ha podido determinar la estructura actual [Fig. 75]. La complejidad de este friso así como las sucesivas bandas epigráficas que presenta dificulta la tarea de asociar la traducción que aporta De los Ríos (1875, p.134) a la decoración actual [Fig. 76].



Calcos realizados in situ sobre la decoración existente. En ellos se observa que, a pesar de repetirse la misma epigrafía en el interior de las diferentes cartelas se observan cambios significativos en cuanto a la disposición de la misma.

Fig. 74. Cartuchos epigráficos correspondientes al friso superior. Análisis realizado.



Figura 75. Detalle del friso epigráfico inferior.

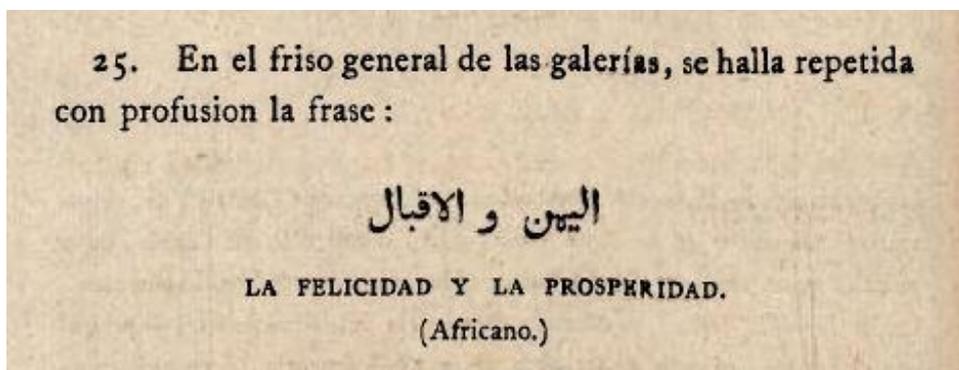


Figura 76. Traducción aportada por (De los Ríos, 1875, p. 134).

Los cartuchos epigráficos que se disponen en esta zona del patio, coinciden con lo expuesto por Marquer (2013) en el que al hablar de las epigrafías afirma que el objetivo de las inscripciones es la comunicación en un sentido amplio, pues además del mensaje favorece la relación entre el texto y la sociedad. Por ese motivo en las inscripciones que se disponen en esta zona, en un sitio inalcanzable para la vista, lo que cuenta es la conexión simbólica que surge con súbditos, embajadores y enemigos.

3.2.5. Friso inferior:

Sobre el zócalo de alicatado se dispone un friso de medallones⁶⁶ lobulados articulados por decoración epigráfica cúfica con fondo vegetal o de ataurique y elementos geométricos.

Ordenación estructural

En la zona estudiada se distinguen tres tramos fundamentales que repiten siempre el mismo esquema compositivo. Mientras que la longitud de los cartuchos epigráficos se alarga o se acorta para adaptarse al espacio, los lóbulos decorativos son idénticos lo que responde a una ejecución por molde. Los tres tramos son los siguientes (*Ver Plano 12. Ordenación estructural del friso inferior*).

- ❖ Desde la puerta de acceso a la ventana occidental: *medallón lobulado- cartucho epigráfico-medallón lobulado.*
- ❖ Desde la ventana occidental a la puerta pequeña o *de escape*: *medallón lobulado- cartucho epigráfico -medallón lobulado-cartucho epigráfico – medallón lobulado – cartucho epigráfico – medallón lobulado.*
- ❖ Desde la puerta pequeña o *de escape* a la esquina del muro: *medallón lobulado*

Rodeando cada uno de los tramos:

- ❖ *Epigrafía islámica en cursivo.*
- ❖ *Bandas geométricas.*

⁶⁶ *Medallón*: “Motivo decorativo circular u oval, generalmente rodeado por una moldura, de carácter parietal, y en cuyo interior contiene figuras pintadas o en relieve” (González Ramírez, 1995, p. 312).

Descripción de los elementos decorativos

El friso que se dispone sobre el paño de alicatado se caracteriza fundamentalmente por los medallones y los cartuchos epigráficos que la recorren. Los medallones están compuestos por círculos de 24 lóbulos en cuyo interior se representan de forma sistemática los emblemas identificativos de la corona pintados. El orden siempre es el mismo: castillo- león- escudo de la Banda cuyo esquema se repite a lo largo de todo el patio. Estos lóbulos decorativos se encuentran inscritos en cuadrados en los que los fondos se rellenan con palmas digitadas. En el eje horizontal y vertical del cuadrado que los enmarca el círculo lobulado se une al cuadrado mediante la ley del lazo. Esta banda externa forma esvásticas geométricas en las esquinas del cuadrado.

Por otra parte, los cartuchos epigráficos son rectangulares y los lados cortos están rematados por quince lóbulos. El interior de estos cartuchos se aprovecha para la representación de textos coránicos en estilo cúfico trenzado donde las verticales se entrecruzan al subir. Estos cartuchos son muy similares a las que se encuentran en el Torreón de Comares de la Alhambra (Cabañero Subiza & Lasa Gracia, 2004) [Fig. 77, 78].

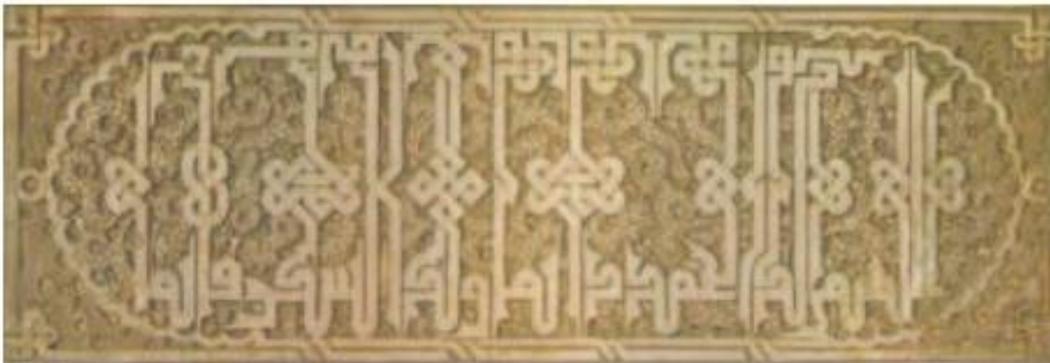


Fig. 77. Epigrafía del Torreón de Comares (Cabañero Subiza & Lasa Gracia, 2004, p.358).

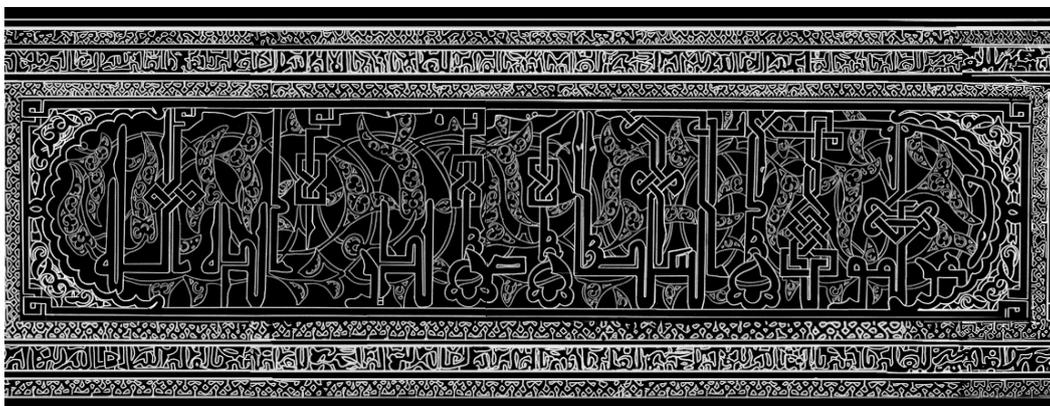


Fig. 78. Epigrafía del muro sur/este del Patio de las Doncellas.

En estos cartuchos, el espacio de los fondos se rellena con palmetas floreadas de dos puntas. Esta variante nace de la palmeta lisa clásica que tuvo amplia acogida en el arte copto sasánida, y los califatos orientales de Córdoba (Pavón Maldonado, 1990). La utilización de estas palmetas floreadas aumenta en el arte nazarí, mariní y el mudéjar.

Según De los Ríos (1875, p. 136) “en el friso que corre alrededor del patio, rodeada por la inscripción (refiriéndose a la banda epigráfica exterior) y en medallones que separan castillos, leones y escudos de bandas, se encuentra en grandes caracteres cúficos de traza cuidada, la siguiente leyenda, unas veces abreviada, otras completa, según la extensión de los muros y el número de huecos y con frecuencia invertida” [Fig. 79].

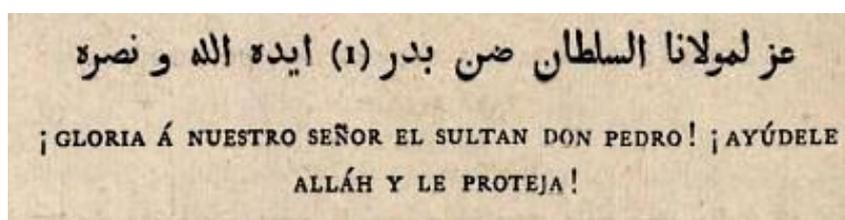


Figura 79. Traducción aportada por (De los Ríos, 1875, p.136).

Como elemento articulador del espacio discurren dos cadenas geométricas enmarcando todo el friso. La disposición interior de estas cadenas, coincide con la presentada por Pavón Maldonado (1990, p. 66), identificativa de uno de los cimacios del Patio de los Leones de la Alhambra de Granada, así como la representada Fernández-Puertas (1972) correspondiente al paño decorativo de la Torre de las Damas en el Palacio del Partal en la Alhambra de Granada donde la disposición del círculo lobulado presenta un esquema muy parecido al que se desarrolla en este friso, mientras que en el Partal el esquema de base está formado por hexágonos, en el Patio de las Doncellas son pentágonos.

Estas entrecalles dibujan dos esquemas pentagonales, que se entrecruzan entre sí conforme a la ley del lazo. En las yeserías de esta zona esta ley del lazo es apenas perceptible debido a las sucesivas intervenciones sobre la obra original, pero el dibujo que aporta Fernández-Puertas (1972, p. 39) permite que se distinga esta articulación claramente [Fig. 80].

El espacio resultante entre las dos bandas geométricas descritas con anterioridad, se aprovecha para desarrollar una epigrafiya en cursiva que en la actualidad se encuentra bastante deteriorada. Según De los Ríos (1875, p. 136), “en una pequeña faja inmediata al zócalo la cual rodea a la inscripción central” se leería lo siguiente [Fig. 81]. Tanto la epigrafiya interior de los cartuchos, como la exterior, sirvieron en el momento de su construcción para afirmar la legitimidad del poder del rey D. Pedro, pues reconocen su superioridad divina al ampararlo bajo la protección de Dios (Marquer, 2013).

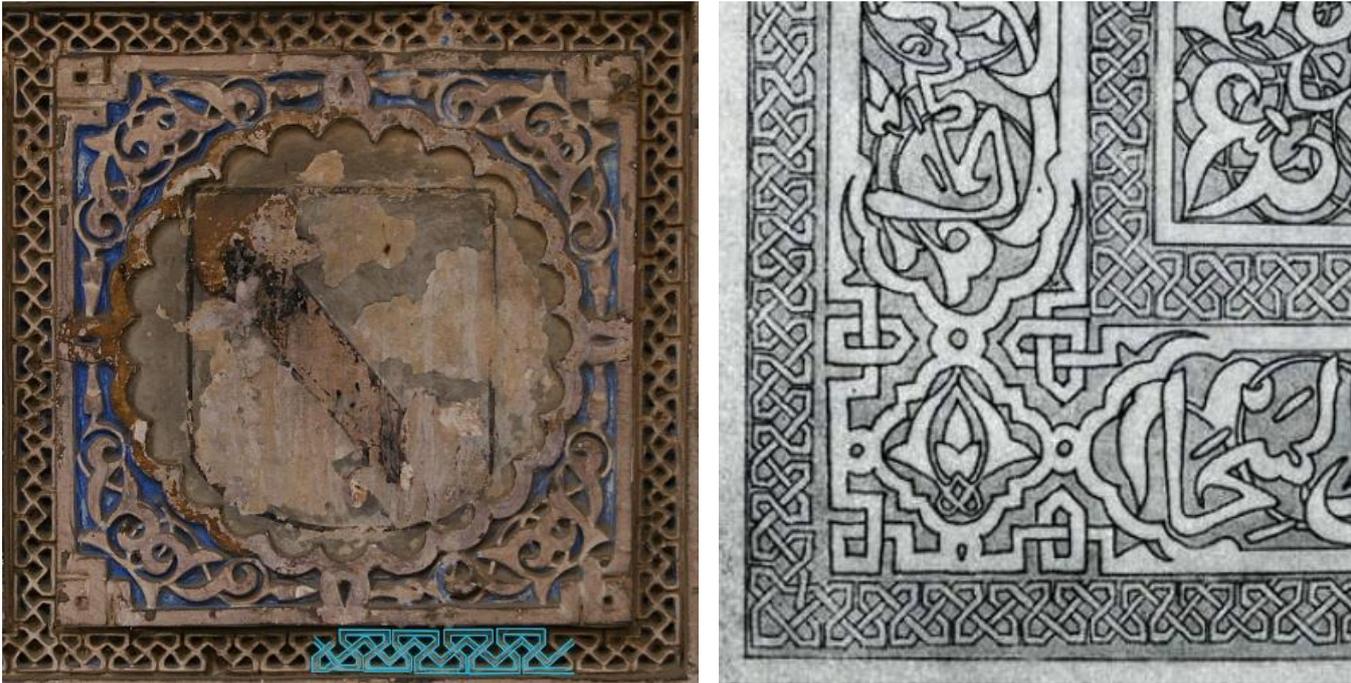


Figura 80. Izquierda. Detalle de uno de los medallones del patio. Derecha. Detalle de un diseño aportado por (Fernández-Puertas, 1972, p.39).

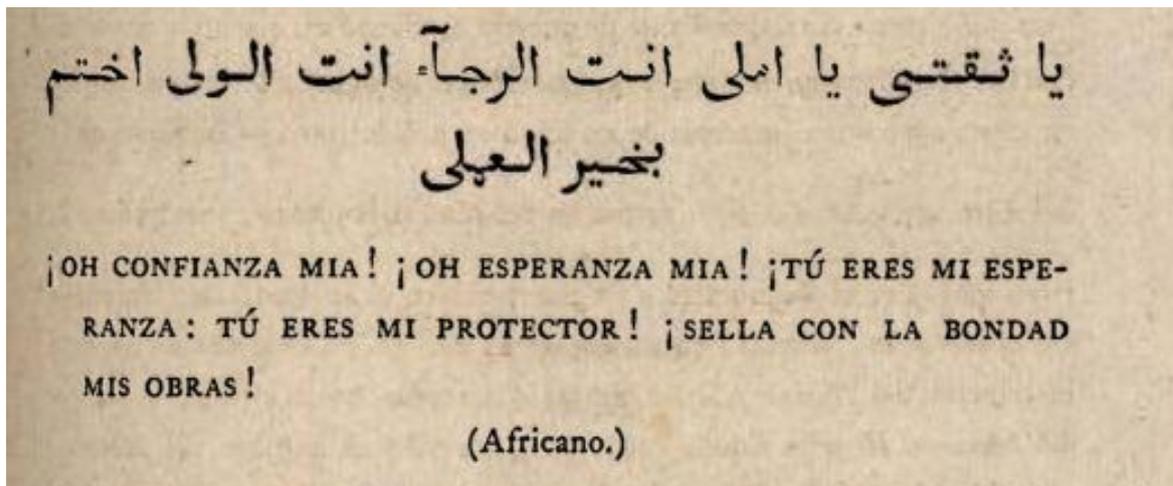
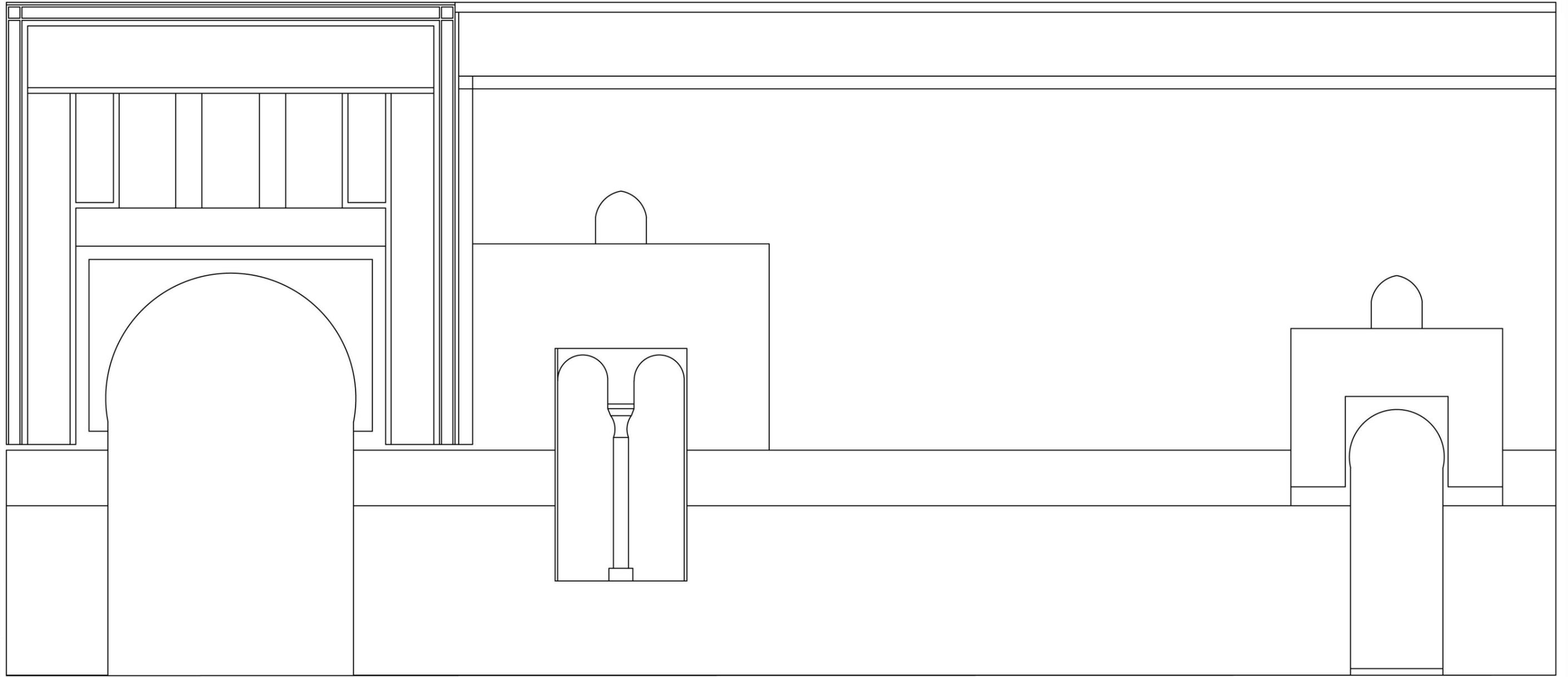


Figura 81. Traducción aportada por (De los Ríos, 1875, p.136).



0 0.50 1 m

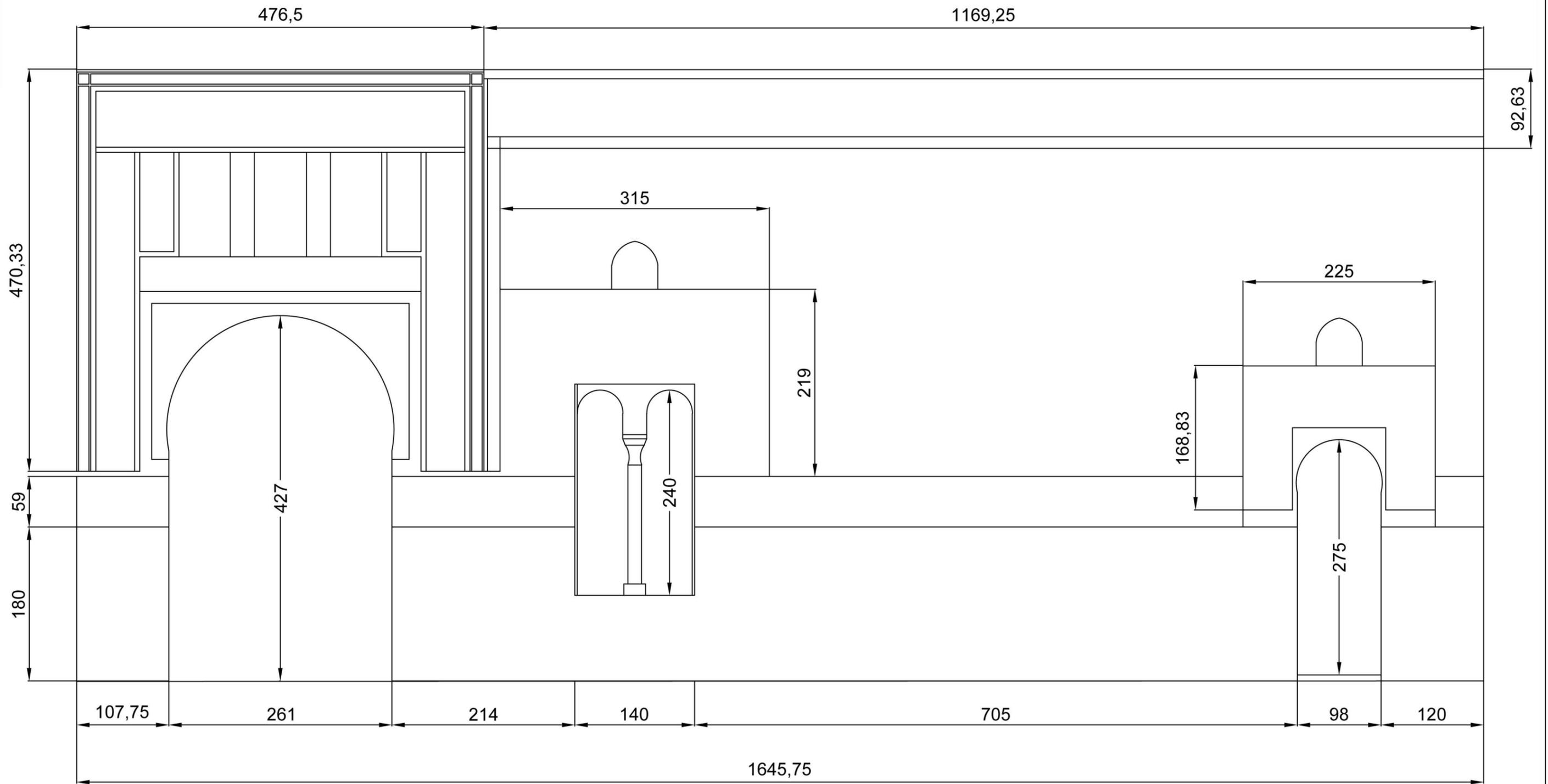
PLANO 1

DIRECTORES:
VICTOR J. MEDINA FLÓREZ.
ANA GARCÍA BUENO.

DOCTORANDA:
ANA ISABEL CALERO CASTILLO.

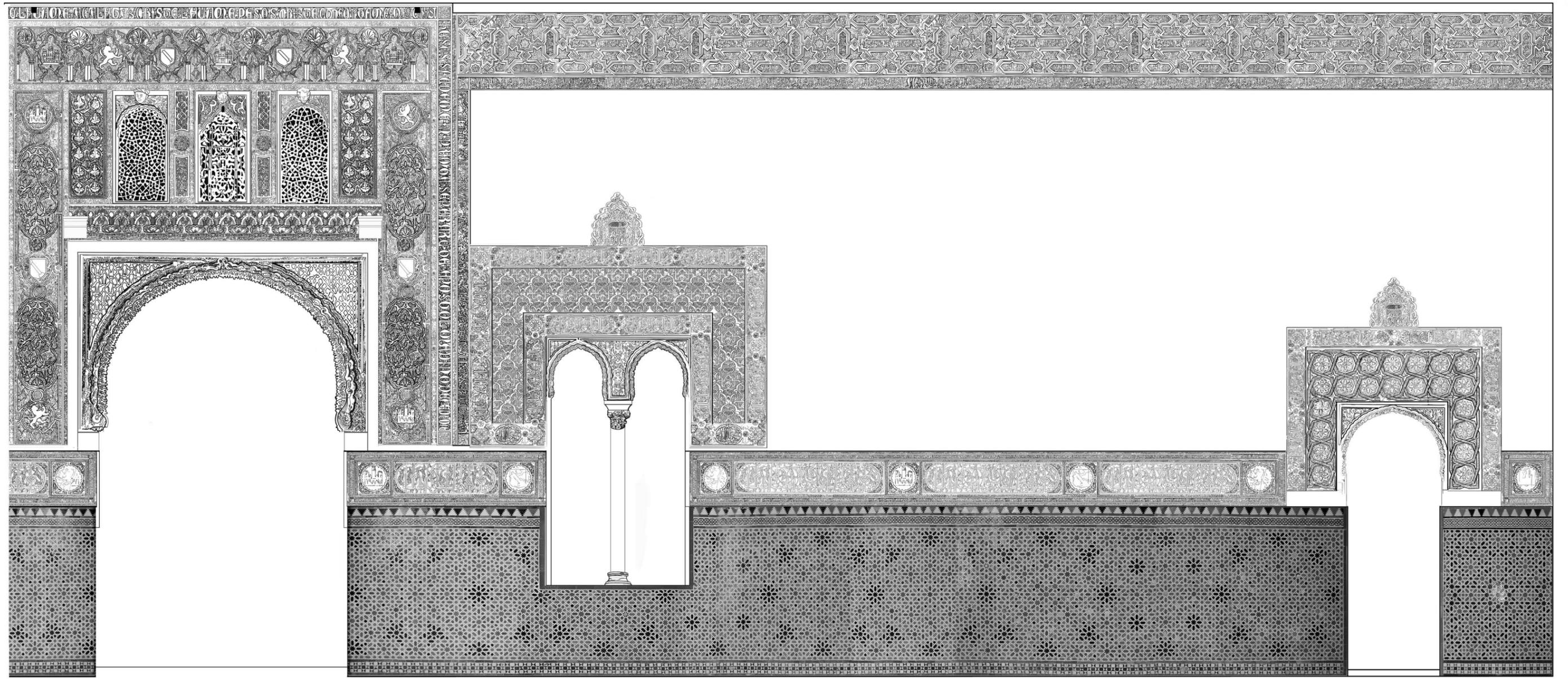
LOCALIZACIÓN:
PAÑO DE YESO SURESTE. PATIO DE LAS
DONCELLAS.

FICHA DE REGISTRO:
PLANIMETRÍA DEL PARAMENTO.

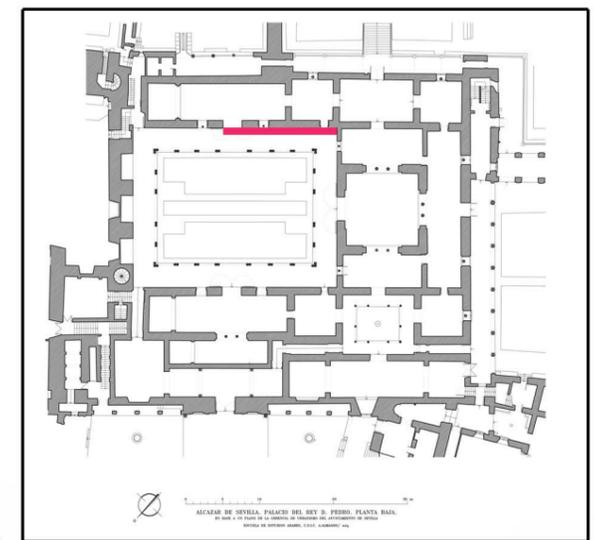
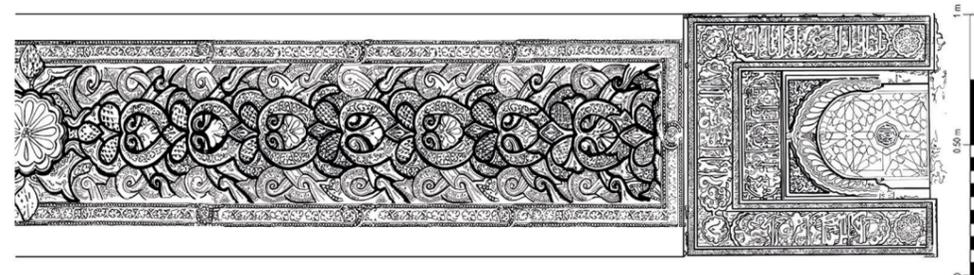


Cotas en cm

PLANO 2		DIRECTORES: VÍCTOR J. MEDINA FLÓREZ ANA GARCIA BUENO	DOCTORANDA: ANA ISABEL CALERO CASTILLO	LOCALIZACIÓN: PAÑO DE YESO SUR/ESTE. PATIO DE LAS DONCELLAS.		FICHA DE REGISTRO: PLANIMETRÍA DEL PARAMENTO.		
---------	--	--	---	--	--	--	--	--

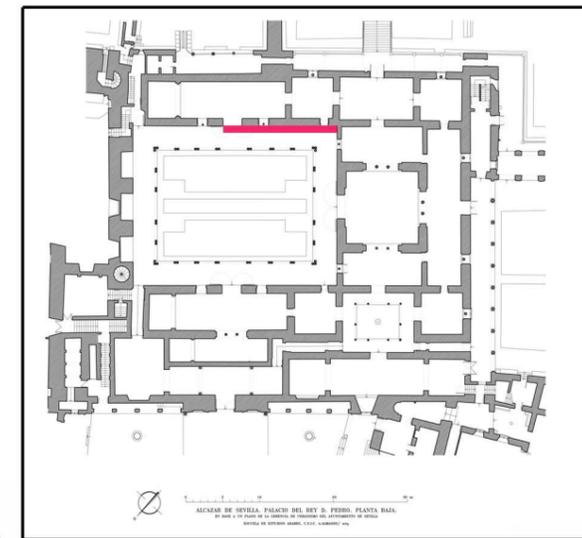
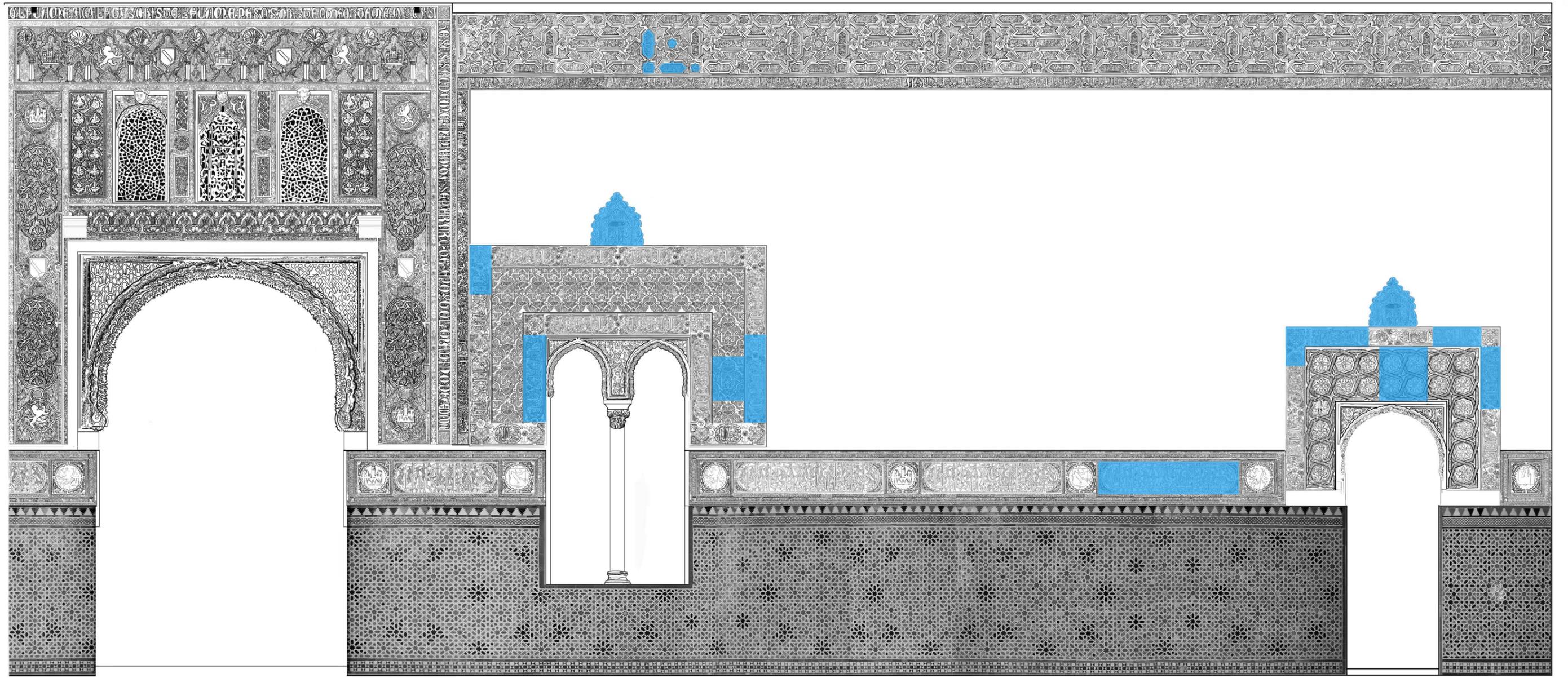


Intradós derecho. Puerta de acceso al salón del techo de Carlos V.



Localización en el plano. Imagen dcha.

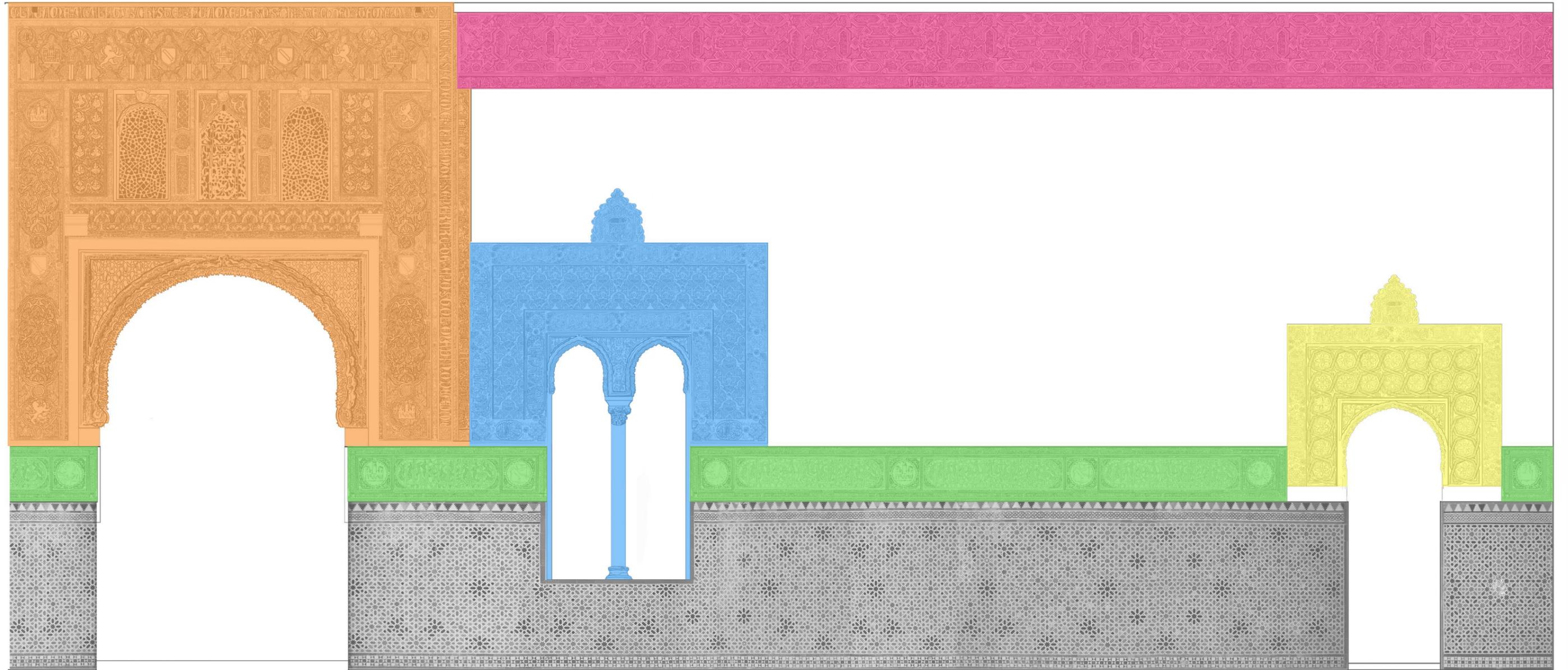
<p>PLANO 3</p>		<p>DIRECTORES: VÍCTOR J. MEDINA FLÓREZ ANA GARCIA BUENO</p>	<p>DOCTORANDA: ANA ISABEL CALERO CASTILLO</p>	<p>LOCALIZACIÓN: PAÑO DE YESO. MURO SUR/ESTE PATIO DE LAS DONCELLAS.</p>		<p>FICHA DE REGISTRO: LEVANTAMIENTO GRÁFICO DEL PARAMENTO.</p>	
----------------	--	---	---	--	--	--	--



0 0.50 1m

Localización en el plano. Imagen dcha.

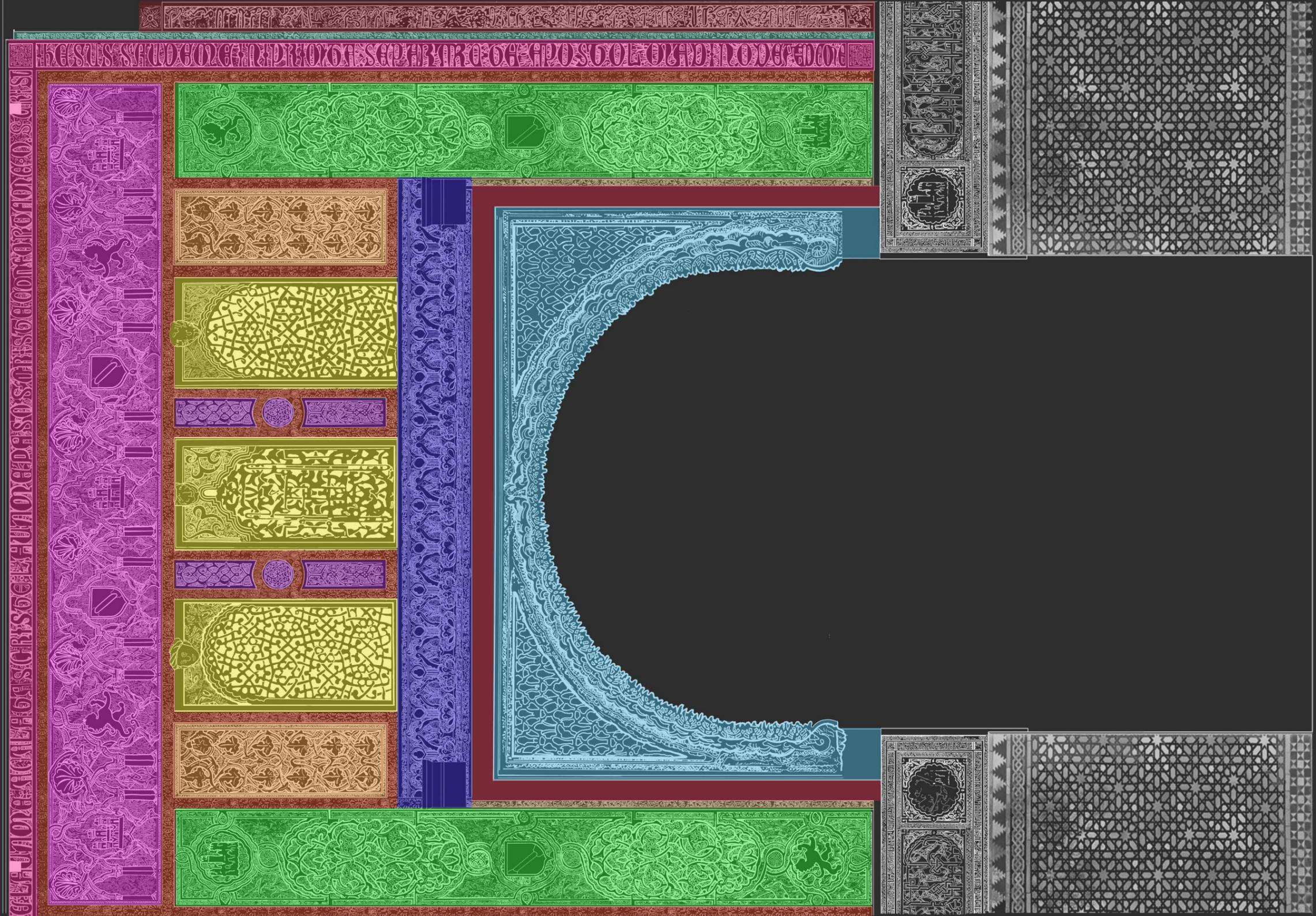
<p>PLANO 4</p>		<p>DIRECTORES: VÍCTOR J. MEDINA FLÓREZ ANA GARCIA BUENO</p>	<p>DOCTORANDA: ANA ISABEL CALERO CASTILLO</p>	<p>LOCALIZACIÓN: PAÑO DE YESO SUR/ESTE. PATIO DE LAS DONCELLAS.</p>	<p>LEYENDA: </p>	<p>FICHA DE REGISTRO: LOCALIZACIÓN DE LOS CALCOS DIRECTOS REALIZADOS.</p>		
----------------	--	---	---	---	---	---	--	--



0 0,50 1 m

- PUERTA DE ACCESO AL SALÓN DEL TECHO DE CARLOS V. ANTIGUA CAPILLA.
- FRISO INFERIOR.
- VENTANA OCCIDENTAL.
- FRISO SUPERIOR.
- PUERTA PEQUEÑA O DE ESCAPE.

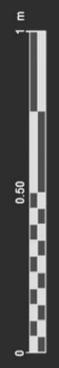
PLANO 5		DIRECTORES: VÍCTOR J. MEDINA FLÓREZ. ANA GARCÍA BUENO.	DOCTORANDA: ANA ISABEL CALERO CASTILLO.	LOCALIZACIÓN: PAÑO DE YESO SUR/ESTE. PATIO DE LAS DONCELLAS.	FICHA DE REGISTRO: DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DECORATIVOS.		
---------	--	--	--	--	--	--	--



LEYENDA

- Arco
- Dintel
- Paño horizontal inferior
- Celosías
- Paños decorativos verticales vegetales
- Paños decorativos geométrico/vegetales separados por discos

- Friso superior de arquillos y escudos
- Epigrafía latina
- Cadeneta de palmetas
- Cadeneta de palmetas asidas a roleos ondulados
- Cadeneta de acanto
- Paños laterales verticales
- Epigrafía islámica



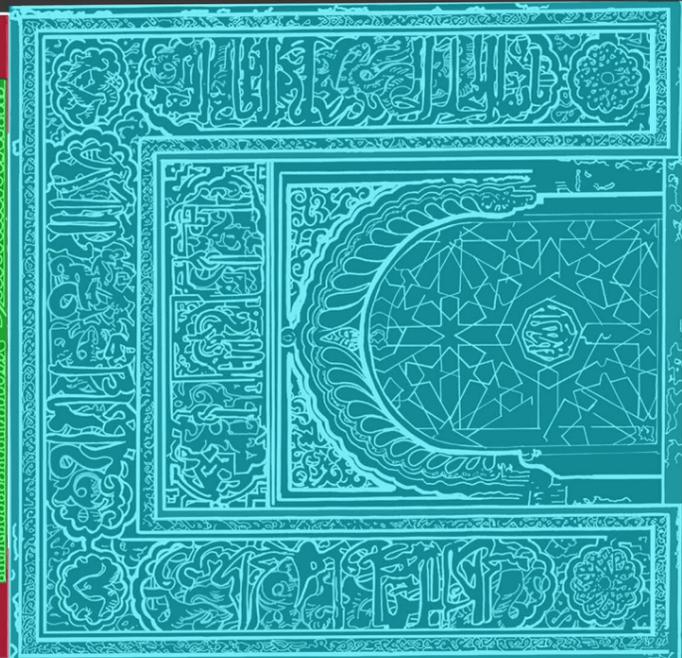
PLANO 6

DIRECTORES:
VICTOR J. MEDINA FLÓREZ
ANA GARCÍA BUENO

DOCTORANDA:
ANA ISABEL CALERO CASTILLO

LOCALIZACIÓN:
PANO DE YESO SUR/ESTE. PATIO DE LAS
DONCELLAS.

FICHA DE REGISTRO:
ORDENACIÓN ESTRUCTURAL.
PUERTA DE ACCESO AL SALÓN DEL
TECHO DE CARLOS V.



LEYENDA

- Taqa de yeso
- Angrelado
- Paño decorativo interno
- Cadenetas verticales externas



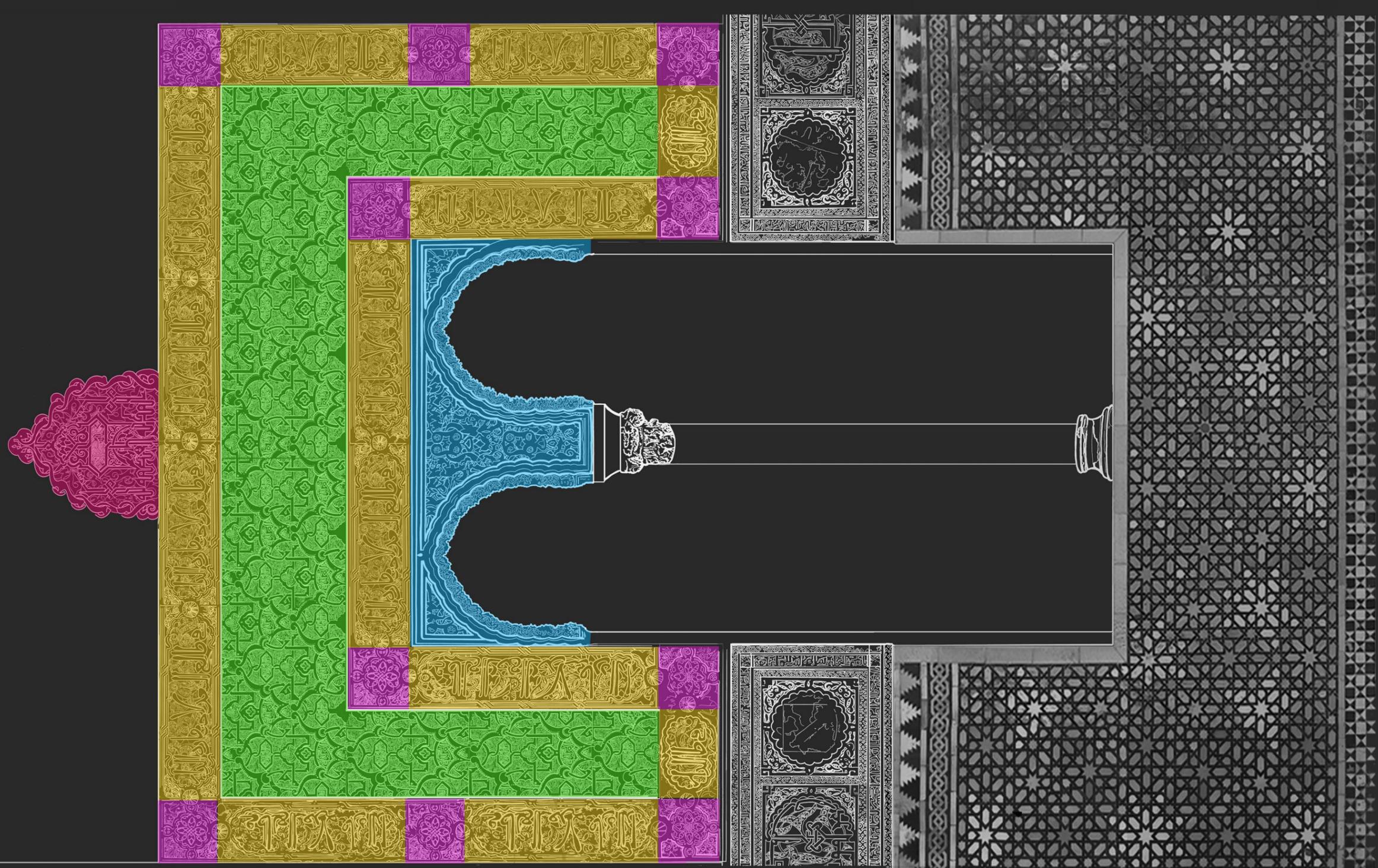
PLANO 7

DIRECTORES:
VICTOR J. MEDINA FLÓREZ
ANA GARCÍA BUENO

DOCTORANDA:
ANA ISABEL CALERO CASTILLO

LOCALIZACIÓN:
PAÑO DE YESO SUR/ESTE. PATIO DE
LAS DONCELLAS.

FICHA DE REGISTRO:
ORDENACIÓN ESTRUCTURAL.
INTRADÓS.



LEYENDA:

- Arcos.
- Paño de sebka.
- Cartuchos epigráficos.
- Paneles cuadrados.
- Remate central superior.



PLANO 8

DIRECTORES:
VICTOR J. MEDINA FLÓREZ.
ANA GARCÍA BUENO.

DOCTORANDA:
ANA ISABEL CALERO CASTILLO

LOCALIZACIÓN:
PAÑO DE YESO SUR/ESTE. PATIO DE LAS
DONCELLAS.

FICHA DE REGISTRO:
ORDENACIÓN ESTRUCTURAL.
VENTANA OCCIDENTAL.

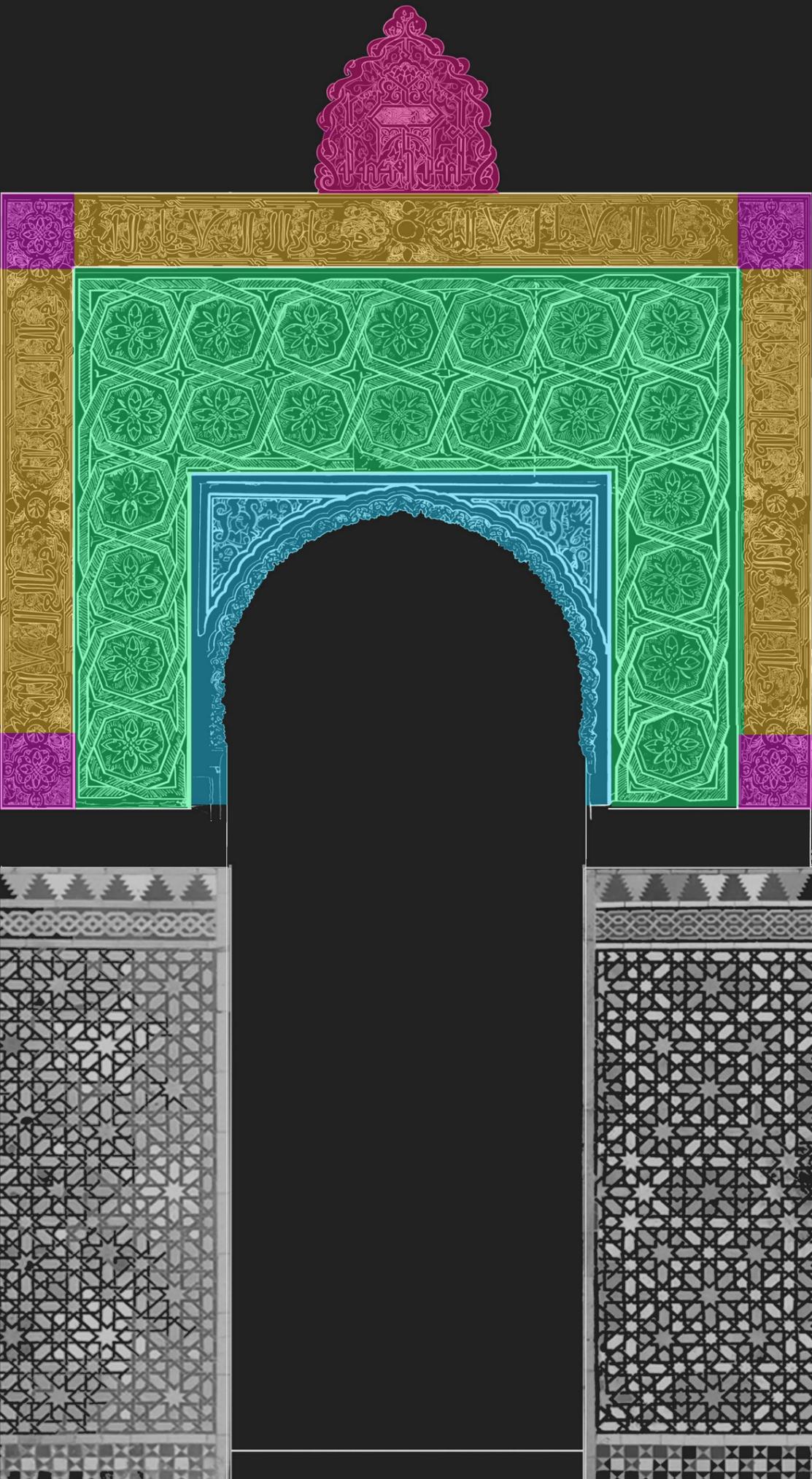
PLANO 9

DIRECTORES:
VICTOR J. MEDINA FLÓREZ
ANA GARCÍA BUENO.

DOCTORANDA:
ANA ISABEL CALERO CASTILLO

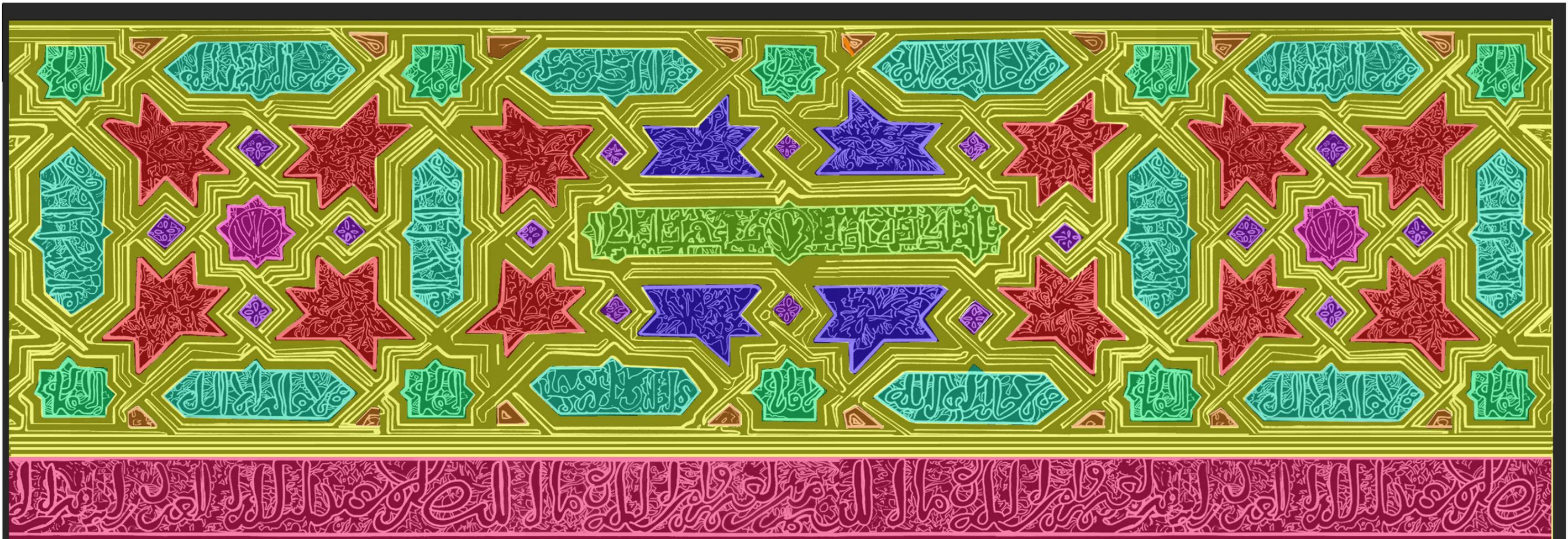
LOCALIZACIÓN:
PANO DE YESO SURESTE. PATIO DE LAS
DONCELLAS.

FICHA DE REGISTRO:
ORDENACIÓN ESTRUCTURAL.
PUERTITA PEQUEÑA O DE ESCAPE.



LEYENDA

-  Arco.
-  Paño central de octógonos.
-  Cartuchos epigráficos.
-  Paneles cuadrados.
-  Remate central superior.



LEYENDA

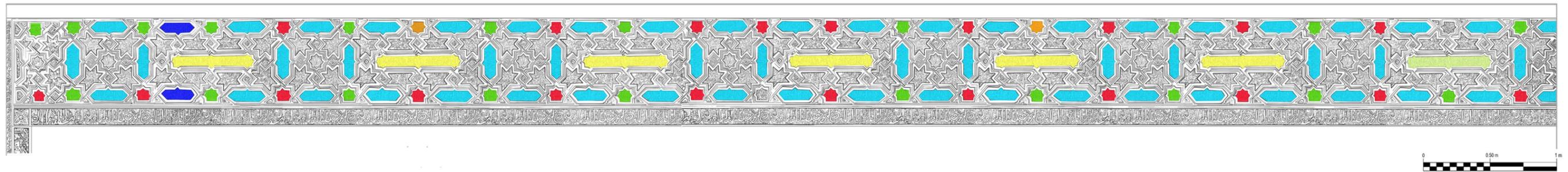
- Sinos de ocho puntas. Venera interior.
- Sinos de ocho puntas mutilados. Epigrafía interior.
- Candilejos de seis puntas. Ataurique interior.
- Candilejos de cinco puntas. Ataurique interior.
- Cartucho horizontal de puntas estrelladas. Epigrafía interior
- Cartuchos horizontales y verticales que acaban en punta
- Almendrilla
- Rombos
- Cartucho epigráfico corrido inferior.
- Entrecalle



Localización en el levantamiento gráfico.

PLANO 10		DIRECTORES: VICTOR J. MEDINA FLÓREZ ANA GARCÍA BUENO	DOCTORANDA: ANA ISABEL CALERO CASTILLO	LOCALIZACIÓN: PAÑO DE YESO. SUR/ESTE PATIO DE LAS DONCELLAS.	FICHA DE REGISTRO: ORDENACIÓN ESTRUCTURAL. FRISO SUPERIOR.		
----------	--	--	---	--	--	--	--

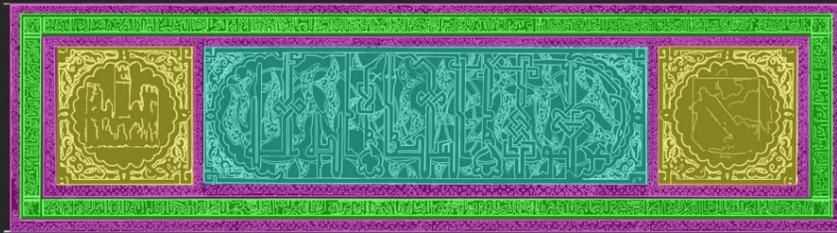
ANÁLISIS DE LAS EPIGRAFÍAS LOCALIZADAS EN EL FRISO SUPERIOR.



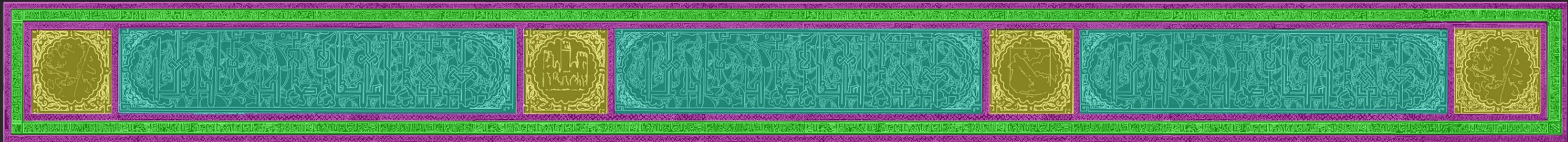
- EPIGRAFIA VERTICAL (A) EPIGRAFÍA HORIZONTAL (B)
- EPIGRAFÍA DIFERENTE A B.
- EPIGRAFÍA C
- EPIGRAFÍA C INVERTIDA
- EPIGRAFÍA D
- EPIGRAFÍA E
- EPIGRAFÍA F

PLANO 11		DIRECTORES: VÍCTOR J. MEDINA FLÓREZ ANA GARCIA BUENO	DOCTORANDA: ANA ISABEL CALERO CASTILLO	LOCALIZACIÓN: PAÑO DE YESO SUR/ESTE. PATIO DE LAS DONCELLAS.	FICHA DE REGISTRO: DISPOSICIÓN DE LAS EPIGRAFÍAS SUPERIORES.
----------	--	--	---	--	--

Primer tramo.



Segundo tramo.



Tercer tramo.



LEYENDA

- Medallones lobulados. Símbolos heráldicos.
- Cartuchos con epigrafía en cúfico trenzado.
- Epigrafía en cursivo.
- Bandas geométricas



Localización en el levantamiento gráfico.

PLANO 12

DIRECTORES:
VICTOR J. MEDINA FLÓREZ
ANA GARCÍA BUENO

DOCTORANDA:
ANA ISABEL CALERO CASTILLO

LOCALIZACIÓN:
PAÑO DE YESO SUR/ESTE. PATIO DE LAS
DONCELLAS.

FICHA DE REGISTRO:
ORDENACIÓN ESTRUCTURAL.
FRISO INFERIOR.



Capítulo 4

Revisión de materiales



4. REVISIÓN DE MATERIALES

Este capítulo se centra en varios apartados que tienen como objetivo fundamental profundizar en el conocimiento tanto del material de base, como de las policromías que conforman el revestimiento decorativo de yeso del Patio de las Doncellas.

En primer lugar, en el punto 4.1 *Breve referencia histórica* se lleva a cabo una contextualización del uso decorativo del yeso que tiene como objetivo realizar una introducción tanto del origen de su uso como de su utilización en nuestro país ya sea en épocas precedentes a la estudiada como en periodos posteriores.

Tras esta introducción histórica, el segundo apartado 4.2 *Técnica de ejecución*, se centra en la técnica de realización de las yeserías mudéjares, haciendo especial hincapié en las yeserías hispanomusulmanas cuyas técnicas de ejecución son fundamentalmente las mismas, así como en sus precedentes peninsulares.

Los siguientes apartados 4.3. *Análisis de los materiales constituyentes. El soporte* y 4.4. *Análisis de la policromía* abordan los materiales presentes en este tipo de revestimientos decorativos realizando una completa revisión tanto de sus principales características como de sus particularidades.

4.1. BREVE REFERENCIA HISTÓRICA.

El yeso, constituyente fundamental del revestimiento decorativo del Patio de las Doncellas objeto de estudio de esta tesis doctoral, “era ya conocido desde la Antigüedad como material de recubrimiento utilizado en los interiores arquitectónicos con fines materiales o decorativos” (Bruquetas Galán 1994, p. 76). El hecho de que se utilice un término griego para designarlo “Gypsum”, rebautizado por los musulmanes como “Al-yiz”, y mantenido en castellano antiguo como “aljez” nos da claramente una prueba de su conocimiento en el tiempo (Lavado Paradinas, 1991).

Las primeras referencias del empleo de yeso en decoración arquitectónica se remontan a la ciudad neolítica de Çatal Hüyük en Anatolia, (Turquía), 6000 años a. C., en la que los arqueólogos detectaron este material en suelos, muros y techos de las viviendas, así como el soporte de pinturas y relieves de animales (Gárate Rojas, 1999).

Los antiguos egipcios estaban bastante familiarizados con su uso, pues lo empleaban tanto en el enlucido de sus pinturas murales como en sus máscaras funerarias donde presenta una mayor difusión. La mayor parte de los morteros de esta época están realizados a base de sulfato cálcico, obtenido por la cocción de la piedra de yeso (Rubio Domene, 2006). La técnica se propagaría desde Egipto por todo el Mediterráneo y el mundo romano (Bruquetas Galán, 1994).

Los romanos, aunque utilizaron con mayor frecuencia los morteros de cal y arena no desconocían el uso del yeso, tallado o vaciado para el interior de sus edificios. Los autores clásicos como Teofrasto s. IV a.C. y Plinio el Viejo- s. I. a.C. describen en sus escritos los procedimientos de fabricación y de su obtención. De esta forma, a través de la información recogida en las referencias documentales y la que se obtiene de los restos arqueológicos, se confirma que su uso era corriente para la decoración de techos y bóvedas en edificios romanos (Bruquetas Galán, 1994). Sin embargo, no debía ser un material muy estimado, pues Vitrubio expresa una clara preferencia por los morteros de cal y polvo de mármol para la elaboración de cornisas y decoraciones en relieve (Bruquetas Galán, 1994).

En España las primeras manifestaciones artísticas de este material proceden del mundo romano, pues “serán los romanos los que exporten su técnica en sus distintas conquistas a través del mediterráneo” (Rubio Domene, 2006, p. 58). En el Imperio Romano se explota en Segóbriga (en Saelices, provincia de Cuenca), un yacimiento muy importante de *lapis specularis*, es decir de yeso *espejuelo* de alta calidad que se transportaba hasta Roma por el puerto de Cartagena (De Villanueva, 2004). En la península se conservan algunos restos de

decoraciones talladas o vaciadas, y en algunos casos policromadas pertenecientes a villas del periodo romano como es el caso de las ruinas de Villajoyosa cuya técnica es muy similar a la que conoceremos en el mundo islámico (Rubio Domene, 2006).

En cuanto al origen de las yeserías hispanomusulmanas, existen diversas teorías acerca de su difusión en la península que se atribuye tanto a romanos como a musulmanes. Por una parte, otros autores como Díez Reyes (2004, p.17) destacan que parece que son los árabes los que traen a España esta técnica cuando entran en España en el siglo VIII (invasión de Tarik y Muza en el año 711). Por otra, otros como “Torres Balbás no descartan una posible relación o procedencia de las españolas islámicas con los relieves de época romana” (González Ramírez, 1995, p. 111). Pavón Maldonado (2004), también plantea este interrogante al relacionar la técnica de ejecución de los relieves romanos con las yeserías hispanomusulmanas.

Dejando a un lado el debate sobre sus orígenes, lo que más sorprende de las yeserías de tradición hispanomusulmana es el contraste entre la construcción pobre de sus muros de base y la riqueza de su ornamentación con geometrías complejas, elementos vegetales y profusión de caligrafías que además se policromaban con bellísimos colores. El empleo del yeso decorativo, mediante moldes o tallado es especialmente característico de la civilización árabe en la ornamentación arquitectónica de sus edificios. A partir de este momento arraigará la técnica de la yesería que prevalecerá en el arte español durante siglos adaptándose a las diferentes corrientes y manteniendo sus procedimientos (Bruquetas Galán, 1994).

Según Bruquetas Galán (1994) esta pervivencia se debe a varios factores entre los que destaca la fácil obtención de este material en la península ibérica, así como su sencillez de elaboración, que permitía además un trabajo rápido y sencillo que se adaptaba de manera particular a la ornamentación musulmana. A ello se une la seducción o el interés que el arte de la yesería había provocado sobre reyes y nobles. Pedro I, por ejemplo, sucumbe totalmente al influjo de estas decoraciones cuando proyecta su palacio en el Alcázar de Sevilla.

Recientemente, De Villanueva Domínguez (2012) ha establecido una clasificación de las yeserías de tradición islámica que se desarrollan en nuestro país en varios periodos: califal cordobés, taifa, almorávide, almohade, mudéjar toledano, naturalismo toledano, mudéjar sevillano, nazarí granadino y mudéjar castellano. Como ya hemos visto en otros apartados, para entender las yeserías de estilo mudéjar, que alcanzaron su mayor esplendor en la segunda mitad del s. XIV, hay que partir de sus orígenes hispanomusulmanes, observar la evolución estilística, la introducción iconográfica y su simbología entre otros aspectos (Fernández-Puertas, 1984).

En la España islámica no aparecen decoraciones en yeso realizadas por los musulmanes hasta los años 962-975 fecha en la que al-Hakam II amplía la mezquita mayor de Córdoba y utiliza el yeso para decorar los arcos ciegos del mihrab (Pavón Maldonado, 2004). La escasa representación que tienen las yeserías en los primeros tiempos del islam español en **época califal** (cuyo límite perdura aproximadamente hasta mitad del s.XI), se ve superada en **época taifa** en edificios como la Aljafería de Zaragoza con las excelentes yeserías de su patio, en la que destacan los arcos mixtilíneos enlazados realizados en yeso con una banda ancha lisa enmarcando las figuras geométricas y relleno con decoración vegetal en los espacios intermedios (De Villanueva Domínguez, 2012). La invasión de los **almorávides** supone la unificación de los criterios artísticos y un nuevo impulso de los motivos ornamentales hispanomusulmanes. En este periodo destaca la incorporación de los mocárabes, utilizados en arcos y bóvedas, así como una decoración que se desarrolla con fondos profundos. Aparecen dos decoraciones, una en el plano inferior que tiende a la compacidad, formada por palmetas digitadas sencillas y otra en primer término más lisa y rica, “con predominio de palmetas enlazadas que se rellenan con vegetales de diferente naturaleza” (De Villanueva Domínguez, 2012, p. 9). A este momento le sigue el periodo **almohade** que, de origen africano como el anterior, se caracteriza porque no se incorporaron nuevas formas sino que se dieron nuevos valores al repertorio estético almohade a través de la armonía de las proporciones, la austeridad y la pureza de líneas (Pavón Maldonado, 2004). Según Navarro Palazón & Jiménez Castillo (2005, p. 251) “existe unanimidad entre los investigadores sobre la originalidad del estilo decorativo que encontramos en los edificios almohades conservados y en la convicción de que la austeridad que lo caracteriza fue impulsada desde el poder”. Además, en lo que respecta a los recursos decorativos empleados, durante este periodo se generalizan en las yeserías “la superposición de tramas vegetales de geometría sencilla a base, normalmente de hojas lisas sobre el fondo de ataurique digitado” (Navarro Palazón & Jiménez Castillo, 2005, p. 274). A pesar de su relación con el poder, el arte almohade no solo fue representativo de las élites sociales sino que también llegó en profundidad a la sociedad andalusí de la época. La sencillez de sus motivos decorativos derivó en un trabajo de labra mucho más llevadero y más económico en el que “este abaratamiento y el continuo empleo del yeso debieron de incidir positivamente en la arquitectura doméstica” (Navarro Palazón & Jiménez Castillo, 2005, p. 234). Como ejemplos significativos destacan las yeserías del Patio del yeso del Alcázar de Sevilla, representativas de las altas élites y las de Siyasa en Cieza (Murcia), pertenecientes a la arquitectura doméstica.

Tras la conquista de Andalucía occidental por parte de los cristianos, la ocupación musulmana se va a ver reducida prácticamente al reino de Granada, dando lugar a una de las etapas más importantes del arte desarrollado en la península ibérica por parte de los musulmanes: **el arte nazarí**. En este periodo, destacan las decoraciones de yeso que se realizan en el Palacio de la Alhambra, que alcanzan su mayor delicadeza y virtuosismo y que también se verán influenciadas por los intercambios estilísticos realizados con otras ciudades ya cristianas como Sevilla (De Villanueva Domínguez, 2012). Las yeserías nazaríes están presentes prácticamente en todo el palacio granadino, cubriendo muros, arcos, cúpulas y techumbres con complejas decoraciones y colores muy ricos, que junto a otros elementos de la decoración musulmana, como las carpinterías o los alicatados, forman una especie de “*horror vacu*”; es decir la característica tendencia de la ornamentación musulmana a rellenar todos los espacios (López Borges *et al.*, 2005). En este periodo las yeserías se caracterizan por presentar una gran riqueza y abigarramiento de motivos que son muy recargados, alternando la talla a diferentes niveles (Rubio Domene, 2010)[Fig. 82].



Figura 82. Fachada de Comares en el Palacio de la Alhambra. Puede observarse la riqueza de la decoración que ocupa prácticamente todo el espacio.

Por otra parte, tras la recuperación de los cristianos de gran parte del territorio, Castilla y Andalucía, representadas por Toledo y Sevilla respectivamente, son los dos focos más potentes del arte mudéjar, siguiéndoles en importancia de Córdoba y Zaragoza (Pavón Maldonado, 2004). Tras la conquista de Toledo en 1085, los artistas musulmanes que se quedan en la ciudad en una primera fase copian los modelos califales cordobeses y los taifas, pero pronto se ven influenciados por las decoraciones almorávides y almohades, que fusionan creando un estilo propio denominado **mudéjar toledano** que tiene su mayor exponente en la sinagoga de Santa María la Blanca de Toledo. A partir del s. XIV se incorporan paulatinamente las formas góticas (en especial los frutos y las hojas) en las yeserías de esta zona dando lugar al **naturalismo toledano**, cuyos máximos exponentes son las yeserías de la Sinagoga del Tránsito, donde “lo islámico y la flora gótica alcanzan un equilibrio perfecto” (Pavón Maldonado, 1990, p. 17)” o las del Alcázar de Sevilla realizadas por los artistas toledanos que trabajaron en la decoración del palacio (De Villanueva Domínguez, 2012)[Fig. 83].



Figura 83. Decoración de Santa María la Blanca de Toledo.

Por otra parte, el **mudéjar sevillano** se manifestó desde un principio bajo el influjo de los presupuestos almohades. A pesar de ello, la construcción del Palacio de Pedro I, supuso un enriquecedor intercambio entre sevillanos, toledanos y granadinos que influirá en las yeserías posteriores. La complejidad de los talleres que se encargan de la decoración del palacio es grande pues “junto con los granadinos, trabajaron artistas que conocían el arte meriní de Marruecos, y junto a los mudéjares andaluces lo hicieron maestros venidos desde Toledo, como está documentado. En este sentido: hispanomusulmanes y mudéjares tienen modos distintos de usar e interpretar el lazo, el ataurique y la epigrafía” (Fernández- Puertas, 1984, p. 145). El

mismo autor considera que quizás las salas del Alcázar más interesantes desde el punto de vista decorativo son el Salón de Embajadores y sus colaterales, puesto que en ellas se desarrolla un programa iconográfico con una clara intencionalidad simbólica [Fig. 84]. Por otra parte, en otro de los espacios más representativos del conjunto: el Patio de las Doncellas, “la dualidad de los talleres mudéjares- toledano y andaluz- es evidente” (Fernández-Puertas, 1984, p. 199). Se puede decir que uno de los factores más importantes en la implantación de este tipo de decoración en yeso, es la fascinación que produjo la yesería sobre los reyes y los nobles que hicieron traer alarifes musulmanes para decorar sus casas, palacios e incluso las iglesias. Es de destacar que en este momento, el gusto por la yesería se extiende prácticamente por toda la península, incluso por aquellos territorios donde la dominación musulmana no fue importante (Bruquetas Galán, 1994).



Figura 84. Decoración actual del Salón de Embajadores. Real Alcázar de Sevilla.

En el s. XIV y XV, la simbología tomará un sentido trascendental como sucede en Toledo o será representativa de la organización jerárquica y del poder como sucede en el Real Alcázar de Sevilla, siendo el reinado de Pedro I el que marca un punto culmen en el desarrollo de las yeserías mudéjares (Fernández-Puertas, 1984). La incorporación de elementos cristianos es más intensa a partir de la segunda mitad del s. XIV en Castilla y León, y los elementos decorativos góticos irán desplazando cada vez más el arte islámico. Una de las innovaciones

más importantes, será la incorporación de figuras de personas y animales, en la mayoría de los casos con un programa iconográfico simbólico (Fernández- Puertas, 1984).

A partir del s. XVI se produce una cierta preferencia hacia las formas cristianas, aunque no obstante se mantienen todavía algunas formas islámicas como los lazos y el ataurique (Díez Jorge, 2001). En el Renacimiento, la decoración de la yesería mudéjar utiliza temas de inspiración nazarí muy alterados que se combinan con elementos platerescos (Fernández- Puertas, 1984). La disminución de su producción se debe, por una parte a un posible rechazo a las formas moriscas que representaban y, por otra parte a una pérdida de interés que no volverá a encontrar hasta el s. XVII una revitalización en las formas del arte barroco (Díez Jorge, 2001).

Sobre todo será en el ámbito del gusto barroco y rococó que se afianza sobre la Europa de los siglos XVII, XVIII donde el uso del “estuco” para relieves y decoraciones arquitectónicas, exprime todas las posibilidades fantásticas e ilusionistas de esta técnica en particular. En los palacios y en las iglesias las cúpulas no se conciben como superficies que delimitan o cierran el espacio sino como una transición a una espacialidad que se expande (AA.VV, 1978a).

Durante el s. XVIII la tradición del estuco continúa en España de manera paralela a la decoración con mármoles, trasladándose muchos, del campo de la escultura y marquetería lapidaria al de los revestimientos en yeso. De este periodo se conservan numerosos ejemplos como los estucos de la iglesia de San Miguel de Madrid así como los del Salón Comedor del Palacio de Aranjuez. Respecto al yeso que se utiliza en este periodo se puede decir que era habitual la incorporación de aditivos como cola y goma arábiga con el objetivo de endurecer el estuco, retrasar el fraguado y permitir su pulido. En la mayoría de los casos se utilizaba el alabastro muy blanco, puro y de una gran calidad que permitía obtener un resultado muy brillante (Sanz Arauz, 2009).

En España, la Guerra Civil va a suponer una total ruptura con los oficios tradicionales de construcción. La competencia de las fábricas industrializadas y los fenómenos migratorios hacen que desaparezcan prácticamente los hornos tradicionales de cal y yeso, quedando hoy en día escasos ejemplos de estos hornos tradicionales, que se reducen a Aragón (Maluenda y Albarracín), y en Andalucía (Morón de la Frontera)⁶⁷ (De Villanueva Domínguez & Sanz Arauz, 2009).

⁶⁷Probablemente el yeso utilizado en el paramento del Real Alcázar de Sevilla, sea procedente de la cantera de Morón de la Frontera.

Actualmente el término “estuco” es bastante impreciso y genera bastantes confusiones cuando se realizan investigaciones de este tipo. Respecto a esto, Bruquetas Galán (1994, p. 79) aporta lo siguiente “La palabra estuco en España actualmente designa la forma generalizada, tanto para un material de recubrimiento arquitectónico plasmado o esculpido, como a la capa de preparación de una pintura mural o de caballete”. Hasta el s. XVIII la distinción en España era bastante más clara y con “yesería” se refería exclusivamente a aquellas decoraciones arquitectónicas realizadas en yeso (Bruquetas Galán, 1994). Es importante conocer estas diferencias en la terminología con el objetivo de evitar errores cuando se analizan fuentes documentales.

Una vez en este punto, se aborda con detalle el análisis de la técnica de ejecución de las yeserías de tradición hispanomusulmana.

4.2. TÉCNICA DE EJECUCIÓN.

A pesar de todas las investigaciones realizadas hasta el momento sobre este tipo de técnica, no es fácil individualizar la ejecutada en cada momento histórico pues son escasas las noticias y en muchas ocasiones no son claras. La ejecución de este tipo de decoraciones como en casi todas las técnicas artesanales en uso en los siglos pasados, era el resultado de una experiencia empírica ligada a secretos y a recetas de taller de lo que poco o nada ha quedado en los documentos que han llegado hasta nuestros días (AA.VV, 1978a).

Como se ha referido anteriormente, el yeso utilizado como revestimiento parietal en relieve, aparece por primera vez en la península ibérica en época romana. Sin embargo, la técnica precedente al desarrollo de la ornamentación en yeso islámica en nuestro país, va a presentar rasgos sustancialmente distintos tanto respecto a la decoración hispanomusulmana propiamente dicha, como a la posterior mudéjar.

4.2.1. Precedentes peninsulares: Los relieves romanos.

En época romana, las decoraciones en relieve se emplean básicamente como elemento auxiliar de otras técnicas artísticas. Uno de los motivos principales de su elección para un revestimiento decorativo deviene del hecho de los bajos costes de los materiales de base y de la facilidad de modelado respecto a otras técnicas como la piedra o el mármol. A esto se une la gran posibilidad de variaciones decorativas pues permite modelar diversas estructuras arquitectónicas: molduras, cornisas, capiteles, casetones para el techo y otros elementos decorativos, adquiriendo una gran belleza.

Las formas utilizadas por los romanos para los relieves son muy diversas y todas utilizadas posteriormente en el Renacimiento: el clásico marco en óvulos y dentículos, rosetones, flores, volutas, meandros y hojas de acanto, así como elementos figurativos...En época romana la decoración de estuco se encontraba profundamente unida a la pictórica, siendo muchos los ejemplos que se han conservado hasta nuestros días, todos ellos de una gran belleza (Tomba dei Pancraci, Domus Aurea, Bilbilis, Villa di Livia...) [Fig. 85, 86,87].



Figura 85. Decoración parietal de la Villa di Livia conservada en el museo Nazionale Romano. Palazzo Massimo. Roma



Figura 86. Detalle de los relieves de la zona alta del muro.



Figura 87. Detalle de decoración en relieve realizada en el techo conservado en el Museo Nazionale Romano. Palazzo Massimo Roma.

El dibujo preparatorio se realizaba sobre el mortero fresco y en ciertos restos, aunque no de forma habitual se ha encontrado tierra roja para definir las líneas de contorno. El amasado se realizaba con las manos o con prensas de madera, mientras que la definición del modelado se podía hacer mediante talla o molde o bien combinando ambos. La talla se realizaba con el auxilio de espátulas de todas las formas (curvas, planas...) que, generalmente eran de madera, aunque existen referencias de que algunas pudieran ser metálicas (Famiglietti & Scioscia Santoro, 2001). Esta técnica se utilizaba generalmente para hacer decoraciones más libres, sobresalientes o escenas figurativas reales. Además se utilizaban terrajas y moldes de madera como se ha puesto de manifiesto en los relieves de *Bilbilis* (Guiral Pelegrini & Martín-Bueno, 1996). El examen comparativo de cornisas de diferentes puntos geográficos, muy distantes entre sí ha evidenciado una circulación en el Imperio de estos moldes o terrajas. Esto se justifica por la existencia de artesanos itinerantes cualificados para la preparación de pintura mural y estucos (tectores) que se llevaban con ellos este tipo de elementos auxiliares (moldes y terrajas) para hacer las decoraciones (Cagnana, 2000).

Para el acabado final se utilizaban pinceles suaves, bañando continuamente la superficie con una lechada de cal para saturar la porosidad del material y obtener una superficie más parecida al mármol (Famiglietti & Scioscia Santoro, 2001). En el caso de las cornisas Guiral Pelegrini & Martín-Bueno (1996), afirman que una vez moldeadas con el uso de la terraja que se desliza sobre la masa de estuco colocada a tal efecto, se enlucía la pared con la capa de mortero que recibe la pintura, de esta forma se deduce que los pintores y estucadores o trabajaban en un mismo equipo o eran los mismos que sabían tanto enlucir el muro como manejar las terrajas con habilidad.

Cuando se realizaban relieves de gran tamaño, era frecuente el uso de materiales auxiliares como clavos y pernos metálicos, además se ha comprobado el uso de fibras vegetales en la mezcla del mortero para favorecer tanto su adhesión como para hacerlo más ligero (Famiglietti & Scioscia Santoro, 2001). También se identifica el uso de cañas, incisiones o cuñas de madera con el objetivo de facilitar su adhesión al muro ya que los elementos más sobresalientes se realizaban en varias capas (Guiral Pelegrini & Martín-Bueno, 1996).

En el empleo del material de base del revestimiento también encontramos diferencias importantes puesto que, mientras que en las yeserías hispanomusulmanas el material fundamental es el yeso con la adición de ciertos aditivos con el objetivo de mejorar sus propiedades, en época romana, la cal y el uso de ciertos áridos adquieren una mayor importancia respecto al yeso. Según Famiglietti & Scioscia Santoro (2001) el conglomerante más utilizado en los estucos romanos es la cal, a la que tanto Plinio como Vitrubio manifiestan un gran interés de que fuese de gran calidad.

En cuanto al yeso, Vitrubio desaconsejaba su uso porque “fragua rápidamente e impide un secado homogéneo del conjunto”, mientras que Plinio lo recomienda “como elemento principal en los revestimientos, relieves de edificios y cornisas” (Guiral Pelegrini & Martín-Bueno, 1996, p. 458). A pesar de que Vitrubio lo desaconsejara es frecuente detectar su empleo en los relieves de los revestimientos parietales de este periodo. Este hecho se explica debido a la gran expansión del imperio romano lo que determinó que el empleo de determinados materiales estuviera condicionado en muchas ocasiones a la disponibilidad de la zona geográfica en el que se realizan este tipo de decoraciones.

En este sentido los análisis realizados en la península itálica evidencian un predominio de la cal y de inertes como la puzolana roja o gris tanto por su carácter hidráulico como por aportar una mayor resistencia del mortero al ambiente húmedo en la primera capa del mortero, mientras que en los estratos superficiales se utiliza polvo de travertino o marmolina (Famiglietti & Scioscia Santoro, 2001; Cagnana, 2000). Por otra parte, los análisis efectuados a estucos romanos en relieve localizados en la península ibérica, manifiestan una mayor utilización del yeso como demuestran los relieves hallados en Torre La Cruz cerca de Villajoyosa (Alicante) que decoraban unas dependencias termales fechadas a mediados del s. III. En esta ocasión se trata de yesos realizados a molde con algún vestigio de policromía (Marcos Pous, 1962) o los hallados en la villa romana de La Torrecilla en Getafe (Madrid) (Alonso, Blasco & Lucas, 1992).

El empleo de yeso en la composición de los relieves romanos hispánicos también ha sido expuesta en los estudios publicados en *Bilbilis* que señalan que los componentes fundamentales de los relieves analizados son carbonato cálcico, yeso y en menor proporción materiales arcillosos. “En función de la presencia más abundante de uno u otro se distinguen tres grupos” (Guiral Pelegrini & Martín-Bueno, 1996, p. 458).

- Mezcla a base de carbonato cálcico.
- Mezcla a base de yeso.
- Mezcla a base de cal y yeso en similares proporciones.

Por otra parte, en lo que respecta a su policromía los datos que se tienen son más bien escasos, aunque era frecuente que se policromasen como atestiguan los restos que se han conservado hasta nuestros días. Algunos autores afirman que preferentemente los colores se obtendrían mediante la incorporación de los pigmentos a la mezcla antes de ser modelados, obteniendo de este modo un ahorro de tiempo, una mayor precisión y estabilidad (Famiglietti & Scioscia Santoro, 2001). Por otra parte también se deduce que en estas decoraciones se realizasen con técnicas análogas a la de la pintura mural de la parte inferior del muro, bien al fresco en el caso de que la composición del mortero fuese de carbonato cálcico, con agua de cal o bien se

aplicasen con alguna técnica al seco como era corriente en los retoques efectuados sobre las pinturas murales [Fig. 88].



Figura 88. Detalle de restos de policromía en el fragmento de cornisa n.029 procedente del conjunto arqueológico de Castulo empleado para este estudio.

4.2.2. Particularidades técnicas de las yeserías: Yeserías talladas y yeserías de molde.

Las técnicas empleadas en época mudéjar son fundamentalmente las mismas que se utilizan en el periodo de la dominación musulmana, aunque se van incorporando variantes tecnológicas con el paso del tiempo. Entre las primeras referencias documentales sobre la técnica de ejecución de este tipo de revestimientos encontramos que ya eran mencionadas en por *Ibn Jaldún*⁶⁸ en su *Muqaddima* en un tratado del s. XV al hacer referencia a la decoración interior de los edificios y en él se refiere tanto a moldes como a la talla directa (Irwin, 2008; Marcos Pous, 1962)⁶⁹.

Las técnicas para la ejecución de yeserías son dos; la talla y el molde. La técnica de la talla exigía un gran cuidado y laboriosidad, lo que se traducía en un buen acabado de las superficies trabajadas. Por otra parte se utilizaba la técnica del molde cuyo procedimiento facilitaba la reproducción sistemática de los motivos decorativos, pero a cambio se obtenía un resultado más tosco que se refinaba con retoques a cuchillo. Las yeserías del primer periodo se caracterizan por el empleo de la técnica de la talla y son muchos los ejemplos de yeserías de época taifa, almorávide y almohade en las que se distingue perfectamente la utilización de esta técnica que alcanza su mayor esplendor y desarrollo en época nazarí, periodo que se caracteriza por su gran delicadeza y belleza de los trazados. En esta misma época, la técnica sufrirá un cambio en el que a la talla directa sobre los paramentos, se incorporará la técnica del vaciado mediante moldes, utilizándose desde ese momento ambas técnicas contemporáneamente (Rubio Domene, 2006).

Este hecho se ha confirmado en las yeserías del oratorio de la Madraza donde se ha comprobado la convivencia de ambas técnicas. La utilización de una u otra va a depender de la extensión y el motivo decorativo, de manera que cuando es relativamente reducido se utiliza el procedimiento de la talla, mientras que cuando se trata de una superficie más amplia y el tema se repite se utiliza el procedimiento a molde (García Bueno *et al.*, 2010b).

⁶⁸ El historiador del s. XIV tuvo la oportunidad de conocer el arte hispanomulmán. En el curso de su agitada vida viajó por todo el Occidente musulmán, por Sevilla, Granada, Fez, Túnez el Cairo o Damasco. Ocupó empleos y cargos cerca de príncipes, reyes y gobernantes e incluso llegó a ser embajador del rey de Granada Marcos Quesada, 2006). En 1364 llega a Sevilla donde se encuentra con Pedro I que procuró atraerlo para que se quedara a su servicio (Cómez, 2006a).

Procedimiento por talla: “Así, figuras hechas de yeso se colocan en las paredes. Se mezcla [el yeso] con agua y se solidifica quedando cierta humedad en él. Se cincelan esculturas simétricas con brocas de hierro hasta que queda brillante y agradable. A veces se cubre las paredes con piezas de mármol, ladrillo, arcilla, conchas [nácar] o azabache... pegados con cal viva. Y de este modo las paredes acaban pareciendo coloridos lechos de flores” (Irwin, 2008, p. 143).

Procedimiento por moldes: Respecto al ornato y embellecimiento de las casas “se consiste en aplicar sobre el muro figuras en relieve hechas de yeso cuajado con agua, el cual se vacía con un bello y agradable pulimento” (Marcos Pous, 1962, p. 130).

La técnica del molde será la que se emplee con mayor éxito tras la conquista, manteniéndose durante todo el siglo XVI y XVII. Con la evolución de las técnicas también se produce un cambio en la denominación de los artesanos que las llevan a cabo. Mientras que hasta el siglo XVI y XVII se llamaba yeseros a aquellos que labraban la yesería, a partir del s. XVII se denominará yeseros a los encargados de vender el yeso y entalladores a los encargados de su labra (Díez Jorge, 2001).

Respecto a las herramientas empleadas, la información que ha llegado hasta nosotros de este tipo es relativamente escasa por lo que hay que buscarla en los oficios artesanales que han perdurado hasta la actualidad. Entre las más empleadas destacan las batideras para mover en yeso en los cubos, las gavetas o fuentes de mezclas y los diferentes útiles de metal para trabajar el yeso fresco o modelar; punzones, cinceles, limas, palos, buriles, palillos de modelar, terrajas y pequeños martillos. Por otro lado, para sostener los moldeos de algunos arrocabes y frisos eran necesarias varillas, listones, maderas y elementos de cañizo" (Lavado Paradinas, 1984, p. 439) [Fig. 89].



Figura89. Imagen reconstruida de las herramientas empleadas para la ejecución de la decoración. Imagen extraída (Patronato de la Alhambra y Generalife, 2015, p.44).

A partir de las construcciones mudéjares conocemos además los sistemas de andamiajes empleados para encalar, enlucir los muros o decorarlos. Los sistemas que se situaban en el exterior de los edificios se colocaban sobre bases de yeso que nivelaban el terreno y apoyaban los postes sobre los muros, “sujetos por los agujeros de los mechinales y por puntales que evitaban el movimiento en diagonal” (Lavado Paradinas, 1984, p. 439). En los interiores se intentaban buscar dobles soportes para los postes y otros medios auxiliares con el objetivo de evitar tener que realizar los agujeros de los muros y, que a su vez, sujetaban el andamio a la pared. En algunos casos, los ensamblajes a bisel y con espaldón fortalecían este sistema de soporte para el operario, que así podía trabajar cómodamente a su altura con las yeserías, tallándolas o colocando las piezas realizadas a molde. De esta manera permitía al artista “tener a mano las artesas con la batidera, la talocha, la llana, las paletas o paletines diversos, la espátula, la rasqueta, las reglas, ángulos y cepillos u otro tipo de elementos como cañas, anillos o piezas de cerámica que en ocasiones se utilizaron como recursos para diseñar formas geométricas complicadas y conseguir resultados artísticos sorprendentes” (Lavado Paradinas, 1984, p. 439).

Una vez realizada esta breve introducción sobre las técnicas empleadas en los revestimientos de yeso de época mudéjar, a continuación se desarrollará cada una de las técnicas empleadas para la obtención de la composición en relieve así como las utilizadas para su policromía.

4.2.3. Técnica de ejecución de las yeserías talladas.

Como ya se ha comentado, en el trabajo de decoración de los paños de yeso se producen cambios en la técnica y los materiales con el paso del tiempo, es bastante difícil precisar cuándo se producen. La técnica más primitiva es la de la talla, permite una mayor libertad y creatividad al artesano que la ejecuta, pues posibilita la improvisación con el tallado de rasgos deformes o ciertos temas vegetales difíciles de trazar. Este tipo de decoración generalmente se realiza directamente sobre el enlucido y en otros casos sobre un elemento ornamental que se adhiere a él (Lavado Paradinas, 1984). Esta técnica era bastante difícil pues se requería un buen conocimiento de la técnica para que el yeso no fraguase rápidamente y pudiera modelarse durante varios días (López Guzmán, 2000).

Gárate Rojas (1999), indica que en el proceso de la talla intervendrían dos tipos de personas:

- *Especialistas encargados del diseño*: Dentro de este grupo se encontrarían los artistas, alarifes, arquitectos, maestros de muro...profundos conocedores de la geometría, incluso de álgebra, alquimia y el Corán. Gente culta, formada entre filósofos y poetas que eran grandes conocedores del color. Además eran expertos en escritura, pues era quien se les encargaba el trazado de las caligrafías de los muros. Aunque no hayan llegado restos arqueológicos hasta nuestros días, es probable que se realizasen modelos con un plan de color previo que posteriormente serían trasladados al muro.
- *Artesanos*: Tras el trabajo de los especialistas encargados del diseño, intervendrían los artesanos que conocían perfectamente las cualidades del yeso y su forma de trabajarlo, tanto para tallar los diseños establecidos, como para policromar las superficies. Estas personas eran las encargadas de elegir el aljez, controlar la temperatura de los hornos en los que lo preparaba para poder ser utilizado, así como de los productos necesarios para atrasar el endurecimiento y poder realizar la compleja operación de su tallado sin ningún tipo de problema.

Síntesis del Procedimiento

Elaboración del diseño. Teniendo en cuenta las dimensiones de los muros y el espacio a decorar, los especialistas (artistas, arquitectos...) establecerían el diseño previo que posteriormente se realizaría sobre el paramento.

Aplicación del enlucido. En segundo lugar se prepararía el mortero de yeso a aplicar sobre el muro por los artesanos. Una vez preparado, el yeso fresco se colocaría sobre la pared y se frataría. Además, la inexistencia de líneas de unión de placas así como el espesor de la capa

de mortero que no resistirían al desmoldeo de las piezas son rasgos distintivos de esta tipología. Este sistema de ejecución se identifica en las yeserías del Cuarto Real de Santo Domingo (García Bueno & Medina Flórez, 2004).

Dibujo preparatorio. Una vez que la superficie estuviese lista, se podría proceder de la siguiente manera, bien a través de modelos anteriormente mencionados, realizando un dibujo preparatorio inicial, por cordada o inciso (García Bueno *et al.*, 2005) o por una retícula fina en cuadrados, con ayuda de una regla y compás, y ya en ese punto se tallan dos o más planos de profundidad⁷⁰ (Lavado Paradinas, 1984). Además, en este enlucido se podían recortar motivos que se colocarían posteriormente, y que eran realizados en el taller (Rubio Domene, 2010).

Tallado: La talla se realiza sobre el enlucido seco a punta seca, cuchillo u otro elemento cortante metálico. Esto permite gracias a la punta del cincel o del punzón una alternancia de superficies que luego se colorean o retallan con una diminuta flora en el fondo. De esta manera, se logran efectos en dos o tres niveles, y fondos con calados y sombreados a partir de un fino rallado” (Lavado Paradinas, 1984, p. 444) [Fig. 90].

Figura 90. Artesano tallando un texto. Imagen extraída de (Rubio Domene, 2010, p.118)



⁷⁰ “Este sistema de trabajo aparece en la Alhambra, en los paños de yeserías del Patio del Harén donde al haberse perdido las capas de imprimación blanca se dejan ver las trazas de los buriles que replanteaban cada uno de los motivos” (Rubio Domene, 2010, p. 193).

En el caso de la realización de celosías⁷¹ y pretilos el procedimiento sufre algunas variantes:

El artífice no trabajaría directamente sobre el muro, sino a pie de obra, colocando sobre una tabla una gruesa capa de yeso (González Ramírez, 1995). Una vez en este punto, se realiza el diseño sobre la placa y se vacían completamente los fondos, caracterizándose generalmente el caso de las yeserías por presentar una decoración geométrica de lazo (López Guzmán, 2000). De esta forma, se obtiene un trabajo ornamental completamente calado que después se utiliza con función de cierre y de paso de luz en forma de celosía o como pretil. Después de este recorte y talla, se ejecutarían los detalles y se aplicaría el color al que en muchas ocasiones se añadían piezas de vidrio azules, verdes, melados y violetas (Jiménez Castillo, 2006; Álvaro Zamora & Navarro Echevarria, 1990)⁷².

Generalmente, el material que se identifica en las yeserías realizadas por este método se caracteriza por un “yeso oscuro” también denominado “yeso negro” con un alto contenido en tierras, granulometría gruesa y textura poco homogénea que ha sido identificado, entre otros lugares, en las yeserías talladas del Cuarto Real de Santo Domingo o el oratorio de la Madraza (García & Medina, 2004; García Bueno *et al.*, 2010b). Además, era frecuente la adición de ciertos materiales que confiriese propiedades diferentes al yeso empleado. Uno de los más utilizados es la cal, que “además de aumentar el tiempo de fraguado de los yesos y por tanto permitir tallar durante más tiempo, les da unas características muy buenas de dureza y resistencia a la humedad lo que ha contribuido a facilitar su conservación” (García Bueno, 2000, p. 489). Además es una constante en la arquitectura española, la utilización de yesos a los que se añaden áridos, lo que justifica la identificación de este tipo de materiales cuando se realizan análisis (Gaspar Tebar, 1995).

⁷¹ *Celosía*: “Tablero calado para cerrar vanos que impide ser visto pero que no impide ver” (Fatás&Borrás, 1998, p.74).

⁷² Álvaro Zamora & Navarro Echevarria (1990, p. 302) hace referencia a George M. (1985) *La arquitectura del mundo islámico*. Alianza Editorial. Madrid. “que recoge el modo tradicional del trabajo de yeso todavía vigente en algunos países islámicos. En la actualidad se siguen labrando las celosías sobre placas de yeso regulares apoyadas en un soporte de madera, extrayendo el material, hasta lograr el recorte y vaciado definitivo del motivo”.

La disimetría, diferencia de tamaños y variantes entre ornamentaciones iguales de las celosías que se han conservado de este periodo, indican una factura de talla individualizada y no de una repetición moldeada de un motivo idéntico (Álvaro Zamora & Navarro Echevarria, 1990).

4.2.4. Técnica de ejecución de las yeserías a molde:

En época nazarí se desarrolla un nuevo procedimiento que es el trabajo a molde. Una de las explicaciones que se ha dado a este avance de la técnica, es que la riqueza de los motivos que se realizan en esta época son mucho más complejos y por lo tanto que requieren mayor tiempo de ejecución que los desarrollados en periodos anteriores lo que habría empujado a la creación de un sistema que agilizase el trabajo (Rubio Domene, 2010). Además, también aumenta la superficie decorada, mientras que en un primer momento se combinan espacios decorados y lisos, posteriormente se tiende a ocupar todos los espacios con ornamentación.

El procedimiento a molde, sirve para efectuar una repetición sistemática de motivos más rápida a partir de un vaciado sobre una matriz en negativo, obteniéndose placas sueltas que posteriormente se acoplan al muro mediante un sistema específico de fijación. Con esta técnica se desarrollan los temas epigráficos, geométricos y algunos vegetales, alternando su posición en el plano. Generalmente estas piezas a molde, “enmarcan frases hechas, partes de un lazo, cadenas, o un fragmento de una parte que consta de otros muchos detalles individuales” (Lavado Paradinas, 1984, p. 444).

Una vez que las piezas se sacaban de los moldes y se colocaban sobre el paramento, se trabajaba sobre ellas para mejorar su acabado. En este procedimiento se incorporan algunos detalles decorativos que no eran fácil de conseguir mediante el procedimiento a molde, y donde por lo general se puede reconocer la mano del artesano que la ejecuta (Lavado Paradinas, 1984).

Para la ejecución de los moldes, se utiliza yeso blanco, mucho más puro con menos impurezas y arcillas. Este tipo de mortero se identifica en las yeserías del oratorio de la Madraza y se caracterizan por presentar en todas las muestras materiales muy similares (García Bueno *et al.*, 2010a). Una vez que las placas de yeso habían rellenado todo el espacio, se colocan elementos decorativos añadidos como columnas, arcos, mocárabes...) que se realizan en yeso negro quedando la base de la decoración terminada (Rubio Domene, 2012).

Aunque al igual que ocurría en el caso de la decoración tallada, la estructura de cada panel decorativo se diseñaba previamente en proporción al muro, en algunas ocasiones los moldes que se utilizaban no se habían realizado específicamente para esa superficie. En esas ocasiones, a menudo los diseños no coincidían exactamente con el espacio que se tenía que decorar por lo que estos se cortaban al azar como si se tratase de una pieza textil (Fernández-Puertas, 1997).

Capa anaranjada o desmoldeante

Es característico, al analizar las yeserías realizadas a molde, detectar una fina capa de color rojo/anaranjado muy intenso, la mayor parte de las veces discontinua, situada sobre el yeso y bajo la capa blanca de base para la aplicación de la policromía. Presenta un tamaño de grano fino. Se ha atribuido el origen de esta capa a un posible desmoldeante empleado en la ejecución de las placas mediante moldes. Para evitar que la colada de yeso, se pegase al molde, antes de verter la colada, se impregnaba de una capa de polvo (arcillas) lo que permitía, tanto que el molde no se pegase, como soportar las sucesivas copias. Una vez fraguada la placa de yeso, y al despegarlo del molde duro, queda sobre la superficie del mismo una capa coloreada de unas micras de espesor que son las que actualmente se detectan en los análisis científicos (Rubio Domene, 2010).

Este desmoldeante se ha identificado en diferentes revestimientos como en el caso de las yeserías del Generalife de época nazarí en los que los análisis realizados a una serie de fragmentos permitieron determinar su ejecución mediante la técnica del molde (Bellamy & Calvin Velasco, 2012). Esta capa también se ha detectado en las yeserías del oratorio de la Madraza como una capa discontinua de color tierra ocre/rojiza que se ha atribuido a una arcilla o barbotina empleada para el desmoldeo de las diferentes piezas (García Bueno *et al.*, 2010a). Por otra parte, en el estudio realizado en el mihrab de la mezquita de Fiñana se ha detectado la presencia de huevo en esta capa que en este caso concreto se ha atribuido a que probablemente hubiera sido utilizado como “un sistema para impermeabilizar los moldes y de esta forma facilitar el desmoldeo de las piezas (Bueno Vargas *et al.*, 2006).

Tipos de moldes

Se distinguen varios procedimientos a molde para la realización de este tipo de técnica cuyo uso se mantiene en el tiempo para la reposición de placas perdidas o en mal estado de conservación así como para realizar nuevas decoraciones imitando el estilo de este periodo.

Moldes de barro: Es una técnica empleada desde la antigüedad hasta hoy. Esta técnica consiste en amasar el barro hasta que adquiere la consistencia adecuada, de forma que al presionarlo sobre el motivo a reproducir se introduce en todos los huecos y detalles del relieve. La superficie sobre la que se realiza el molde se debe impregnar con un desmoldeante con polvo de talco o arcilla para que después pueda despegarse sin problema. Una vez que el barro se encuentra sobre el motivo decorativo a reproducir se dejan unos centímetros por encima, sobre la que se aplica escayola o una madera a la cual se adhiere el barro y que sirve como base para arrancar el bloque. Este sistema presenta algunos inconvenientes puesto que es

difícil reproducir con exactitud motivos complicados y los moldes se pueden utilizar solo una vez (Rubio Domene, 2010).

Moldes de cola: Junto con los moldes de barro, han sido los más utilizados tradicionalmente. Su tecnología es más simple y consiste en aplicar sobre el motivo que se quiere reproducir cola animal en caliente, de forma que llegue a todos los espacios. Posteriormente, una vez que la cola se enfría y pasa a ser gelatinosa se aplica, como en el caso anterior, una base de escayola. Al igual que en el caso anterior tiene ciertas limitaciones pues se puede utilizar un número reducido de veces pues se deforma y puede perder volumen. A esto se añade la dificultad que tiene para reproducir motivos que se encuentren en vertical por el estado líquido de la cola (Rubio Domene, 2010).

Moldes de escayola: Es un molde rígido, normalmente de escayola que se obtiene a partir de un modelo en barro o de escayola, adaptado de manera que la talla de sus motivos está en V, para permitir las copias. Permite hacer un número ilimitado, siempre que se aplique un material desmoldeante (Rubio Domene, 2010). En periodo nazarí, se utiliza este tipo de moldes duros de yeso utilizando arcilla como desmoldeante que quedaba fijada en el vaciado que se obtenía⁷³

Moldes de azufre: Se introduce como una nueva técnica de trabajo con los cristianos y que estos se utilizan para la repetición de escudos. Estos moldes eran bastante resistentes y en ellos se utilizaba el aceite como desmoldeante. Este tipo de molde tenía la ventaja de no manchar de barro los nuevos vaciados, por lo que pronto sustituiría a los moldes duros de yeso y desmoldeantes de arcilla (Rubio Domene, 2012).

Sea el molde que sea el utilizado, posteriormente se vierte el yeso líquido y se obtiene la placa del motivo reproducido. En este punto, mientras que el yeso estaba en estado líquido podían introducirse algunos elementos metálicos (generalmente clavos de hierro forjado de unos 12 cm de largo de sección cuadrada), metiendo la cabeza en la masa del molde, para que una vez endurecido, sirviese como apoyo a la sujeción de la placa al muro. En yeserías desprendidas del muro se localiza también en la parte trasera una serie de hendiduras, generalmente siguiendo un esquema rómbico, cuyo objetivo sería favorecer la posterior fijación al muro (Rubio Domene, 2010).

⁷³ Rubio Domene (2012), afirma que la capa naranja de desmoldeante sirve para identificar las yeserías nazaríes de otras de periodos anteriores de época almohade-almorávide; así como posteriores de época mudéjar.

Sistema de fijación de los moldes al muro

El sistema que se expone, es el resultado del estudio de las yeserías de la Alhambra. Aunque no se descarta la utilización de otros sistemas, es bastante probable que éste mismo o muy similar fuera el utilizado en los edificios mudéjares, sobre todo teniendo en cuenta el trabajo de alarifes nazaríes en el Alcázar de Sevilla.

Una vez colocado el friso inferior de alicatado, el artesano disponía la colocación de las placas de yeso sobre el paramento. Para ello, se aplicaba unos tantos de barro⁷⁴ por el reverso de la placa, que al hacer contacto con el paramento permiten nivelarla con las colindantes y realizar una primera fijación al muro. Con esta primera fijación el reverso quedaba prácticamente hueco en el que podían observarse los clavos incorporados en el momento de realización de la placa. Una vez en este punto se vertía una colada de yeso negro desde la zona superior, poniendo especial cuidado en que este llegase a todos los puntos, quedando la pieza fijada al muro (Rubio Domene, 2010). Es evidente, que el trabajo se realizaba desde las zonas inferiores a las superiores. Esto se ha constatado además en intervenciones de restauración donde se observa que las zonas que presentan más oquedades son las superiores junto a los arrocabes o alfarjes de madera, ya que la realización de la colada en estas zonas sería mucho más complicada (Rubio Domene, 2010)⁷⁵. Generalmente en la zona de unión entre placas se emplea un yeso negro para rematar la unión de una placa con otra [Fig. 91].

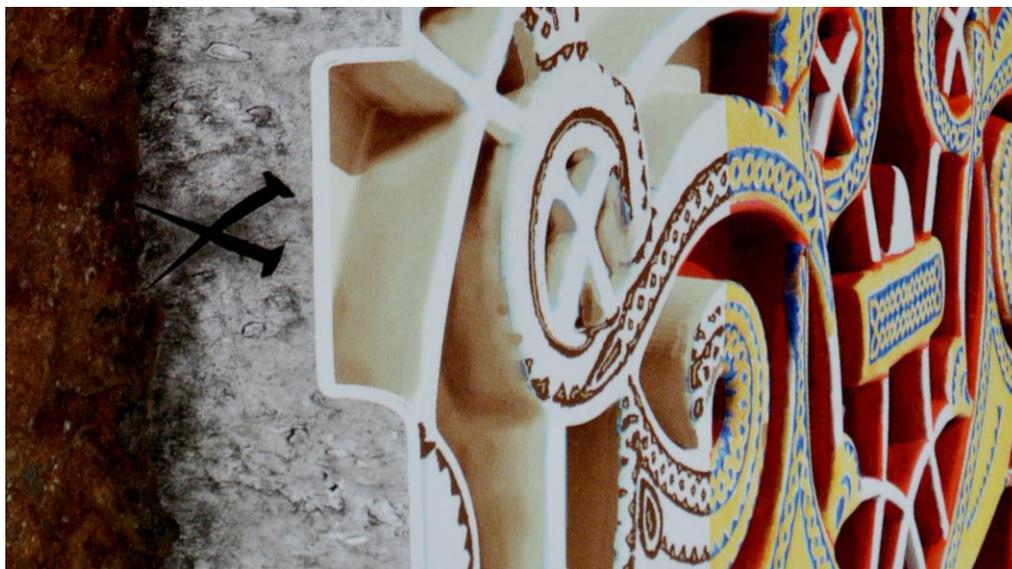


Figura 91. Imagen virtual de una placa de yeso vista de perfil en la que se observan los clavos colocados para favorecer su adhesión al muro, la capa de preparación o base para la aplicación de la policromía y la policromía efectuada. Extraída de (Rubio Domene, 2010, p.217).

⁷⁴ “Generalmente se utilizaba un número par de tantos de barro con el objetivo de mejorar la nivelación de la placa y evitar el balanceo en ninguno de sus lados” (Rubio Domene, 2012, p. 208).

⁷⁵ Arredondo y Verdú (1991) al describir las propiedades del yeso, destaca que presenta una buena adherencia a ladrillo, piedra...siendo deficiente su adhesión a madera y superficies lisas. A pesar de esa buena adherencia hay que añadir que ésta propiedad disminuye con el tiempo, acelerándose con la presencia de humedad.

4.2.5 Policromía.

Los artistas islámicos decoran los paramentos de sus construcciones con un gusto especial por la reiteración y repetición de motivos de forma incansable. En esta ornamentación, la policromía tiene su origen en la riqueza cromática que los beduinos utilizaban para contrastar la pobreza de color del desierto (Fernández-Puertas, 1984). En Irán los colores preferidos eran el azul y el verde, quizás porque inconscientemente evocaban a la vegetación y el agua. En España, el Norte de África o Egipto se desarrollan escalas diferentes en función de los materiales de los que se disponía, pero siempre en una paleta cromática de colores vivos (González Ramírez, 1995). Este sentido textil de la ornamentación se transmitirá a los reinos cristianos de la Península Ibérica siendo característico también del arte mudéjar que se desarrolla con posterioridad (Fernández- Puertas, 1984).

Los paños decorativos con su relieve, y la vibración de su tallado y colorido, aportan una gran riqueza a los revestimientos parietales. Aunque se conservan restos de yesos y madera pintados, es en los zócalos de cerámica donde se puede percibir prácticamente completas las cualidades y riqueza del color original. A pesar de ello, es incuestionable la importancia que el color de las yeserías hubo de tener en el efecto final de estas decoraciones (García Bueno, 2000).

A continuación se analiza su forma de realización.

Preparación de la superficie

En el proceso de ejecución de las yeserías hispanomusulmanas, una vez completa la ornamentación en relieve del paramento, repasadas las uniones (en el caso de que se realizasen a molde) y cepillada la superficie, se dispone una capa de terminación. Esta capa se aplicaba con el objetivo de obtener un acabado de la superficie adecuado y uniforme para recibir la policromía. El objetivo era conseguir una capa uniforme que ocultase las diferencias entre los materiales de base (yeso blanco, yeso negro, capa de desmoldeante, imperfecciones de la pieza o señales de la ejecución de la talla) y sirviese de base para la aplicación del color⁷⁶.

Bruquetas Galán (1994), afirma que esta capa estaría formada por carbonato cálcico mezclada a veces con yeso, mientras que Rubio Domene (2010) alega que los análisis realizados en las

⁷⁶ Otros autores afirman que “una vez acabada la superficie esta se podría bruñir con un paño húmedo, cuero, madera o con un cepillo, añadiendo incluso aceites que proporcionan al muro mayor permeabilidad y apariencia más rica”. Otras veces se empolva con una mezcla fina de yeso y talco y se pule luego hasta que queda brillante” (González Ramírez, 1995, p. 113). Lavado Paradinas (2006) reafirma la teoría del bruñido y la impermeabilización con aceites.

A pesar de ello nuestro grupo de investigación nunca ha encontrado evidencias de este tipo de acabado de la superficie en los estudios realizados hasta la fecha.

yaserías de Granada mineralógicamente en su mayor parte están compuestas por sulfato cálcico y probablemente algún aditivo orgánico no detectado hasta la fecha. Por otra parte, los análisis efectuados a restos de yaserías de la Aljafería de Zaragoza, han detectado una capa de preparación blanca compuesta por yeso y blanco de plomo (Solé Ugüelles & Alòs Trepal, 2012). Esta capa de “enjalbegado” también se identifica en las yaserías talladas del Cuarto Real de Santo Domingo, del oratorio de la Madraza, así como en fragmentos de yaserías depositadas en el museo de la Alhambra (García Bueno & Medina Flórez, 2004; García Bueno, *et al.*, 2010a; García Bueno *et al.*, 2006).

Aplicación de la policromía

Una vez que la superficie estaba preparada se procedía a su policromado. Se realizaría con una gran variedad de pigmentos y de buena calidad entre los que destacan: rojos, azules, verde, blancos, negros y oro, aunque también aparecen otros como el amarillo. Además era corriente que se pintaran algunos detalles casi diminutos incluso en la parte más alta de los muros como los mocárabes.

La técnica pictórica ejecutada era de una gran precisión y delicadeza lo que creaba efectos de exquisitez. Una de las características fundamentales de la misma es que se trata con detalle y esmero todas las zonas de la composición, incluso aquellos lugares que estaban muy por encima del nivel visual y que el visitante apenas llega a alcanzar (Fernández-Puertas, 1997).

Teniendo en cuenta estas premisas, para este trabajo se ha realizado una revisión de publicaciones sobre los materiales empleados en las policromías de distintos revestimientos en yeso de diferentes cronologías. Los resultados que se han extraído de esta revisión se exponen al final de este apartado en la Tabla II. *Materiales identificados en policromías de yaserías de tradición hispanomusulmana.*

Con ello se ha podido constatar que, en la decoración pintada de este tipo de revestimientos se utilizaba una amplísima gama de pigmentos como se muestra en el siguiente esquema [Fig. 92]. Sin embargo, en muchos casos este colorido se ha perdido y por ello tenemos una visión distorsionada de los acabados arquitectónicos. Generalmente esta situación se debe a la mayor inestabilidad del soporte de madera y yeso, pero también de las técnicas pictóricas, además en ocasiones “no se trata tanto de una pérdida como del ocultamiento o alteración del color por las capas superpuestas en las labores de mantenimiento” (García Bueno *et al.*, 2006, p. 1602).

PALETA UTILIZADA EN LAS YESERÍAS DE TRADICIÓN HISPANOMUSULMANA	
Azules	Azurita natural, Lapislázuli,
Rojos	Tierra roja, cinabrio/Bermellón, minio
Amarillo	Ocre amarillo, oropimente y litargirio.
Verdes	Malaquita, verdigrís.
Negro	Negro de carbón vegetal, negro de humo, negro de hueso, negro marfil y negro de hierro
Blanco	Carbonato cálcico, blanco de plomo,
Oro	Corlas, oro sobre bol.

Fig. 92. Paleta utilizada en las yeserías de tradición hispanomusulmana.

Los pigmentos azules se suelen localizar en motivos vegetales y, especialmente en la decoración pintada de superficies lisas como es el caso de los mocárabes. También se puede encontrar en la policromía de palmas digitadas, así como en los fondos de las epigrafías junto con los verdes [Fig. 93], [Fig. 94]. Por otra parte, los rojos se utilizan principalmente en los fondos de las decoraciones vegetales, como es el caso de las propias palmas o de elementos de la sebka. Este color también se detecta en decoraciones lisas en combinación con los azules. En el caso de los pigmentos negros, generalmente se utilizan para el dibujo de las zonas planas que posteriormente se rellenan con otros colores. También se suele utilizar este pigmento para las líneas que enmarcan las composiciones o para reforzar el movimiento de los elementos que las forman (García Bueno *et al.*, 2006; García Bueno, 2000) [Fig. 95]. Por otra parte, los acabados metálicos debieron ser un factor determinante en el efecto final de estas policromías, pues aunque han llegado hasta nuestros días muy deteriorados, seguramente se utilizaron con relativa frecuencia (García Bueno, 2015). López Borges *et al.*, (2005) afirma que los dorados se utilizarían preferentemente para las zonas en alto relieve y pequeñas miniaturas [Fig. 96].

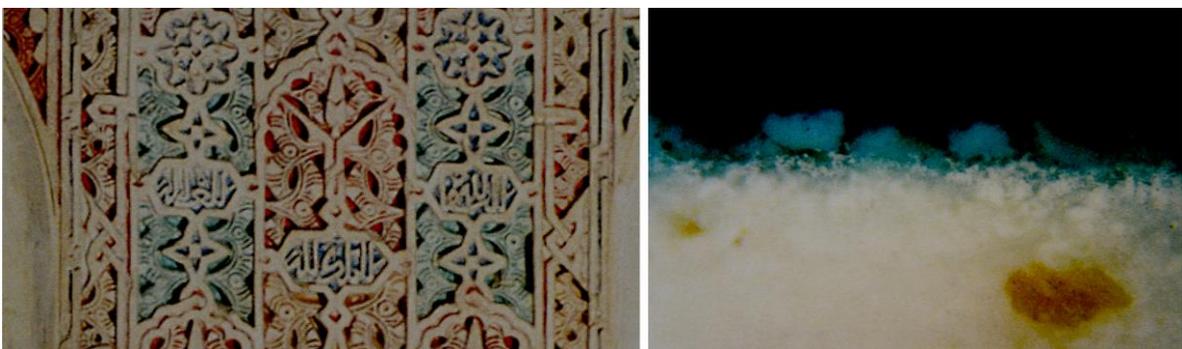


Figura 93. Verdigrís aplicado al temple sobre las yeserías del Cuarto Real de Santo Domingo de Granada.



Figura 94. Sello de la Academia. Tinta negra, temple rojo azul y pan de oro. Dibujo de referencia para la composición inferior de la estampa XIX, parte 2º, de Antigüedades árabes de España, grabada por José González. Museo de la Academia, MA/483. En esta ilustración puede observarse una interpretación de la policromía realizada en estos elementos en los que se utiliza el dorado para las letras y el azul para los fondos.



Figura 95. Distintas tonalidades de azul, correspondientes a diferentes intervenciones que se observan en el intradós de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V.



Figura 96. Decoración en rojo y negro en las yeserías de los mocárabes del oratorio de la Madraza.

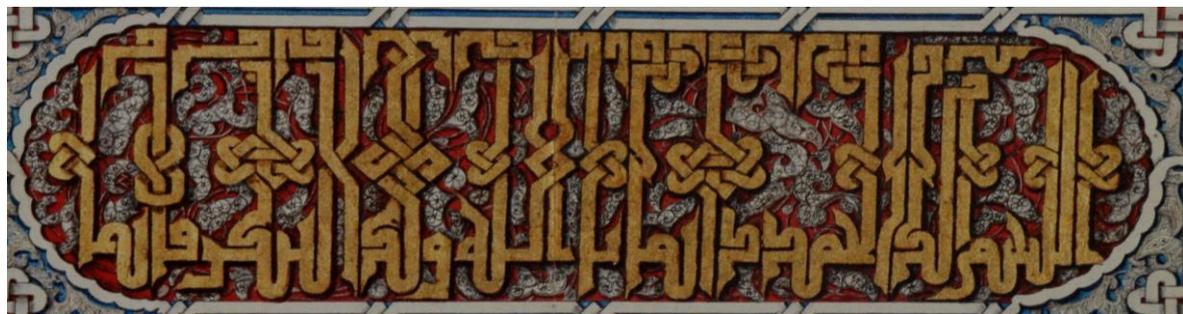


Figura 97. Sello de la Academia. Tinta negra, temple rojo azul y pan de oro. Dibujo de referencia para la composición inferior de la estampa XIX, parte 2º, de Antigüedades árabes de España, grabada por Juan Moreno Sánchez. Museo de la Academia, MA/481. En esta ilustración puede observarse una interpretación de la policromía realizada en estos elementos.

En cuanto a los aglutinantes empleados en la técnica, las investigaciones publicadas hasta la fecha han demostrado la utilización de temple de cola animal, goma arábiga y huevo en los estratos inferiores y posiblemente originales (García Bueno *et al.*, 2006; Rubio Domene, 2010).

Por otra parte, en los estudios de caracterización de materiales realizados por el grupo de investigación en el que se incluye esta tesis doctoral, se ha detectado la presencia de cola animal como aglutinante de la policromía del oratorio de la Madraza, la casa Buenaventura en el barrio del Albaycín, fragmentos de yeso conservados en los depósitos del museo de la Alhambra, o las yeserías de la Fachada del Palacio de Pedro I. Por otra parte se ha identificado goma arábiga en las yeserías del camaranchón del Real Alcázar de Sevilla o en el Cuarto Real de Santo Domingo.

De entre ellas cabe destacar especialmente el estudio realizado en los fragmentos de yeso depositados en el museo de la Alhambra o el camaranchón, puesto que son espacios en los cuales no ha habido intervenciones y por lo tanto, los materiales identificados son sin duda originales.

Además, en muchas ocasiones sobre los estratos originales se detectan repolicromados históricos en los que se emplea como aglutinantes aceite de linaza y resinas diterpénicas, como es el caso del oratorio de la Madraza de Granada y la fachada del Palacio de Pedro I en el Real Alcázar de Sevilla (García Bueno *et al.*, 2010a; Almagro *et al.*, 2010) o temple en otros casos⁷⁷ (Rubio Domene, 2010). El empleo de los aceites y resinas es muy perjudicial para las decoraciones en yeso puesto que impregnan los estratos originales creando una capa impermeable que impide la transpiración de los muros y, por lo tanto favorece su degradación. Además de ocultar y perjudicar las policromías inferiores, estas intervenciones se caracterizan en la mayor parte de los casos, por una ejecución burda que contrasta con las decoraciones a pincel con finísimo trazado característica de las policromías originales (García Bueno *et al.*, 2010a). Por otra parte, según García Bueno (2015) en lo que al color se refiere, rara vez se cambiaba el color original, siendo mucho más rigurosos de lo que *a priori* se podría pensar. Por ejemplo en el caso de la fachada del Palacio de Pedro I, los cambios cromáticos que se producen en los repolicromados se deben a alteraciones naturales de los pigmentos empleados en las policromías, que inducen a una interpretación errónea de los mismos en periodos sucesivos (García Bueno, 2015).

⁷⁷ Rubio Domene (2010) afirma que en el caso de la Alhambra la técnica de la pintura con cola animal no era considerada como técnica a utilizar en la Alhambra y que por lo tanto su identificación corresponde a intervenciones recientes de restauración.

Dorado

El conocimiento del oro es uno de los descubrimientos más antiguos de la cultura humana. Son testimonio de ello los restos arqueológicos (joyas, cerámicas...) que han llegado hasta nuestros días tanto procedentes de Oriente como de Occidente. En todas las civilizaciones antiguas el oro tiene una referencia mitológica y astrológica, principalmente asociado al concepto de luz y sol como símbolo de la divinidad (González- Alonso, 1997; López Zamora & Dalmau Moliner, 2007).

En el desarrollo de su proceso tecnológico, una vez que se descubre su ductilidad comienza a utilizarse no solo como pieza sino también en láminas finas para recubrir objetos de menor valor, haciéndolos más suntuosos (González- Alonso, 1997). El conocimiento de la técnica del dorado y plateado se desarrolla en las primeras dinastías egipcias mediante la técnica tradicional al agua sobre bol. Ejemplo de ello son numerosos objetos que han llegado hasta nuestros días, así como indicios de que además determinadas zonas de sus construcciones arquitectónicas pudieron también estar doradas (López Zamora & Dalmau Moliner, 2007).

Este procedimiento era también conocido en época romana como evidencian tanto los restos arqueológicos, como las fuentes documentales. Plinio el Viejo habla en sus escritos de la técnica de la doradura, que era común en los capiteles de los patricios ricos, en mosaicos y en estucos. En los últimos era muy común este tipo de acabado cuya herencia procedía directamente de Grecia (González- Alonso, 1997).

Tanto en periodo musulmán como en el posterior mudéjar es frecuente la decoración con oro tanto de objetos cotidianos (jarrones), personales (pendientes, pulseras...) así como en la decoración arquitectónica (yeserías, alfarjes...). En la Alhambra, así como en otros monumentos coetáneos como el Real Alcázar de Sevilla, es notable la presencia del oro en los revestimientos de yeso en combinación con otros materiales. A pesar de ello, aún hoy en día no poseemos una receta que nos indique con precisión el sistema de fijación del oro en las decoraciones arquitectónicas de tradición hispanomusulmana. En las yeserías de la Alhambra los restos de oro, se detectan fundamentalmente en motivos de frutas, cordones y cintas, conchas o veneras, así como en los motivos epigráficos, cúficos o cursivos (Rubio Domene, 2010). En el caso de la investigación realizada sobre algunos fragmentos de yesería depositados en el museo de la Alhambra se evidencia que estos acabados metálicos se habrían realizado con láminas de estaño sobre las que se aplica el oro. En este sentido, García Bueno (2015), señala que la utilización del estaño en este tipo de dorados podría ser una de las causas de que en muchos casos se hayan perdido este tipo de acabados ya que el estaño se corroe

con facilidad formando sales y al ser la base del oro este se desprende (García Bueno *et al.*, 2006).

Por otro lado, en el caso del Real Alcázar, las capas de oro más antiguas se encuentran muy deterioradas, presentado tanto en imágenes de microscopía óptica como de electrones retrodispersados, restos muy escasos, a veces difíciles de detectar (López Cruz, 2012).

Debido a las repetidas intervenciones que se han llevado a cabo sobre este tipo de paramentos, es frecuente encontrar la combinación de distintos materiales y técnicas de dorado de diferentes épocas en estratos sucesivos. Por ello, se ha considerado conveniente, al estudiar este apartado realizar una revisión de las posibles técnicas que hayan podido emplearse sobre estas decoraciones, que además pueden servir de base para identificar tanto los estratos originales como los correspondientes a intervenciones posteriores [Fig. 98, 99].

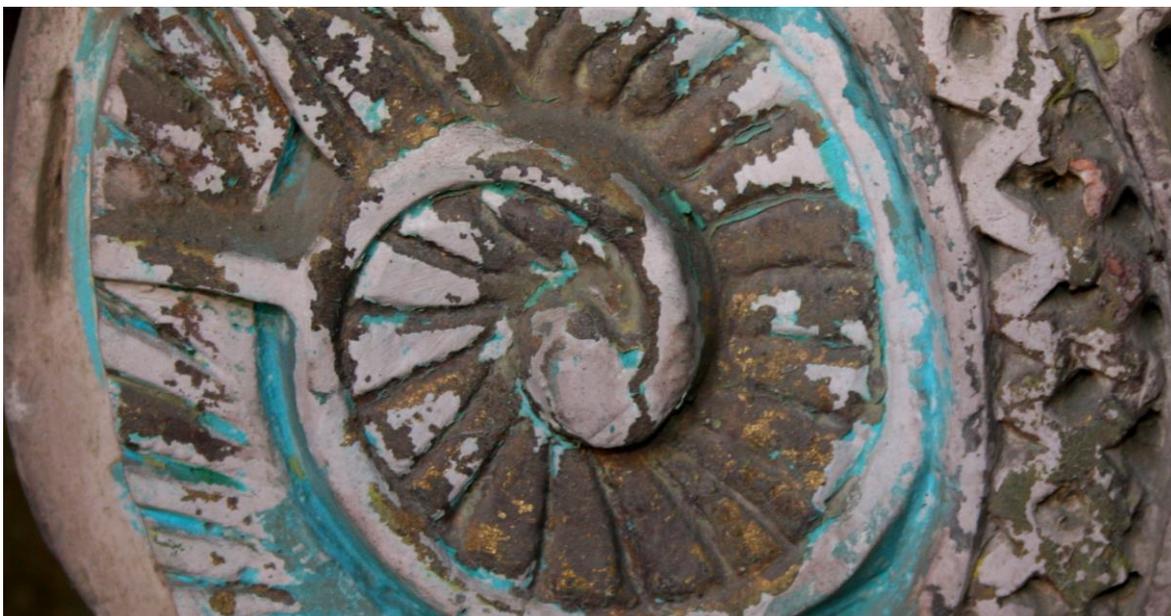


Figura 98. Detalle de la decoración de oro que se conserva en las ménsulas del arco de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V.

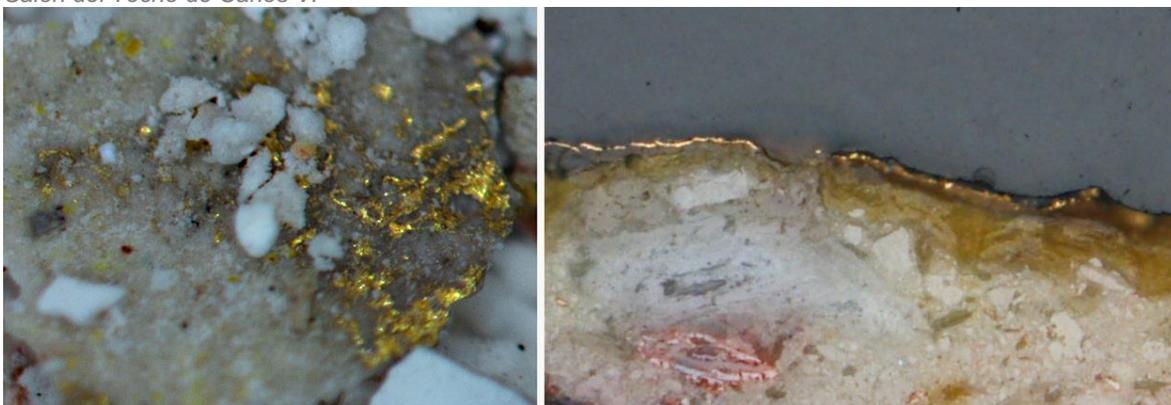


Figura 99. Imagen de microscopio estereoscópico y microscopía óptica tomada de un castillo del friso superior de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V, realizada sobre una base de amarillo de cromo y plomo, correspondiente por lo tanto a una intervención del s. XIX o posterior.

La técnica de aplicación según los tratados:

La escasez del oro en la naturaleza, así como su precio elevado, ha conllevado que las aleaciones de éste con otros metales haya sido un tema constante de preocupación tanto para los artesanos encargados de su aplicación, como a los tratadistas que recopilaban las diferentes técnicas. En general los métodos que se describen tienen en común la búsqueda de la imitación de los metales preciosos, utilizando en su lugar otros materiales más económicos y asequibles para el artesano. El desarrollo y la aplicación de la técnica del dorado alcanzan su máximo esplendor en la Edad Media, especialmente en la pintura sobre tabla, aunque también se aplicará en otros soportes, como los revestimientos arquitectónicos (López Zamora & Dalmau Moliner, 2007).

Para poder manipular el oro era preciso reducirlo a finas láminas que pudieran adaptarse a las superficies que tenían que ser doradas. Esta operación era llevada a cabo por los “batihojas” y se obtenía por medio de un martilleo que constaba de varias fases “afinación, laminado y formación de panes” (López Zamora & Dalmau Moliner, 2007, p. 121). El oro en láminas se obtenía directamente de las monedas y cuanto mayor era la pureza de esas, mejor era la cualidad de las láminas que se obtenían⁷⁸. A pesar de que en la Edad Media existían otros procedimientos aparte de las láminas, como era el de la aplicación de oro en polvo Rinaldi *et al.*, (1986), autores árabes como al-Biruni (siglo XI d.C.) o Kashani (1300) ponen de manifiesto la utilización del dorado en lámina para los objetos no metálicos (Barrio *et al.*, 2005, p. 24). Esta información junto a los restos de dorados en yesería que se han conservado hasta nuestros días permite considerar que efectivamente fuese este el sistema empleado.

A pesar de que el dorado sobre tabla fuera el más conocido en la Edad Media, las técnicas de dorado tradicionales son susceptibles de ser aplicadas en una gran variedad de soportes a parte de los paneles de madera, tal y como se pone de manifiesto en los diferentes tratados. En cuanto a los procedimientos para dorar sobre muro, la mayoría de los manuscritos coinciden en la aplicación de mordientes oleo- resinosos (Manuscrito Boloñes, Cennino Cennini...), aunque también se encuentran referencias a la utilización de adhesivos acuosos a base de colas animales y vegetales o claras de huevo a las que se añaden diferentes pigmentos o cargas (López Zamora & Dalmau Moliner, 2007).

Entre las posibles técnicas utilizadas en el dorado de las yeserías destacan las siguientes:

⁷⁸ Cennino Cennini se lamentaba de la excesiva delgadez de las láminas de oro que existían en comercio (Rinaldi *et al.*, 1986).

- *Dorado al agua:*

Se caracteriza por una preparación previa de la superficie con una cama constituida por óxido de hierro purísimo, denominado bol, en suspensión con un adhesivo acuoso. Con esta preparación se persigue un triple objetivo: delimitar con color las zonas a dorar y aislarlas, procurar un mejor asentamiento del pan metálico, facilitar y obtener un bruñido más perfecto (González- Alonso, 1997). Una vez preparada la superficie a dorar, ésta se humedece con cola suave de conejo o pergamino y se aplica el oro que previamente ha sido cortado en el pomazón.

Esta técnica ya era descrita por Cennino Cennino en su Libro del arte. En este tratado el autor ya era consciente de los problemas de la utilización de estaño dorado y pan de plata puesto que tendían a ennegrecerse, y aconsejaba a los artistas la utilización siempre que fuera posible de oro fino para sus acabados metálicos, ya que aunque fuese más caro, de esta forma se obtenían mejores resultados, tanto en el presente como en el futuro (Cennini, 1988, p. 98):

“si trabajas bien y dedicas tu tiempo a tus trabajos y empleas buenos colores, adquirirás fama en tal forma que alguien rico te pagará por la persona pobre, y tu nombre será tan conocido como que usas buenos colores; que, si un maestro recibe un ducado por una figura, a ti te ofrecerán dos, y lograrás tu propósito como que es proverbio antiguo que quien trabaja mucho, gana mucho. Y caso de que no fueras bien pagado, Dios y Nuestra Señora recompensarán tu alma y tu cuerpo”

Cennino Cennini. Del dorado. Capítulo XCVI. Cómo debes acostumbrarte a trabajar siempre con oro fino y buenos colores.

- *Dorado a la sisa:*

Posiblemente una de las técnicas empleadas en las intervenciones posteriores a la obra de ejecución original sea la “sisa española”. Este era un sistema “de dorado en mate, que consistía aplicar pan de oro sobre un barniz espeso, denominado sisa y algunos pigmentos de poder secativo” (Bruquetas Galán, 2002, p. 370). Entre los pigmentos que se utilizaban se encontraban el ocre, blanco de plomo y litargirio⁷⁹. La sisa se aplicaba sobre la zona a dorar y se dejaba secar un tiempo de forma que al estar mordiente se adhiriese el pan de oro. Posteriormente se colocaba el pan metálico y en el caso de que se hubiera secado se

⁷⁹ “Una libra de ocre claro de Calamocha, con una tercera parte de Albayalde y una onza de Litargirio en aceite secante y bien molido: revolver en la losa pudiendo guardarse en el tarro. Desleír con aceite de linaza” (González- Alonso, 1997, p. 161).

refrescaba con una capa de aceite fina. Esta preparación es adecuada para la aplicación de hojas de plata fina, estaño para corlas, pan de oro falso y fino y hojas metálicas de aluminio (González- Alonso, 1997).

Este sistema se empleaba para decorar objetos cuyo soporte no permitía el bruñido del oro como la piedra, el muro, las rejas... así como para aquellos que estaban a la intemperie y corrían riesgo de humedades. “El oro se asentaba con brochas planas o paletas, pinceles o plumas, ayudándose de vaho y algodón para alisarlo” (Bruquetas Galán, 2002, p. 398).

- *Dorado al barniz:*

Este tipo de dorado consiste en la utilización de un barniz conformado por aceite de linaza al que se añaden determinadas sustancias para formar un mordiente adecuado. Además, su lenta velocidad de secado favorece el trabajo de la aplicación del oro sobre la superficie deseada. Este tipo de dorado es un procedimiento de aplicación más rápido y sencillo que el del dorado al agua, permite su aplicación sobre cualquier tipo de superficie y además todo tipo de pan metálico (oro fino, plata fina, bronce, aluminio... (Martínez Hurtado, 2002).

Según exponen López Zamora & Dalmau Moliner (2007) en la actualidad en muchas ocasiones se utiliza el término *mixtión*⁸⁰ que significa mezcla para denominar a otros tipos de dorados (sisa, barniz...) pero este es un término contemporáneo ya que no aparece en los tratados de técnicas antiguos.

- *Corlas o corladuras:*

La corla consiste en la aplicación de un barniz coloreado transparente sobre superficies metálicas, generalmente conformadas por panes de plata, oro falso y en periodos anteriores sobre estaño (González- Alonso, 1997). Su aplicación aspiraba a sustituir la aplicación del oro y por lo tanto con una finalidad de ahorro económico. Las primeras manifestaciones de esta técnica se producen en España en los siglos XI y XII, pero su uso se hará más generalizado en los siglos XVII y XVIII del Barroco español (González- Alonso, 1997). En cuanto a los aglutinantes empleados para su elaboración se puede afirmar que las corlas en Italia y en España experimentan una evolución técnica que va desde las emulsiones con temple magros (proteínas y aceite de linaza) características de la Antigüedad y la Edad Media, hasta los temple grasos (proteínas y aceite de linaza) existentes desde el s. XI y que prolongan su uso hasta el s. XV. Por ejemplo, las corlas de aceite se realizaban con aceites cocidos a los que se

⁸⁰ Otros autores al hablar de *mixtión* exponen que es un “barniz cuya base es aceite de linaza cocido, al que se le incorporan algunas resinas que le confieren el carácter mordiente apropiado para adherir panes de oro. Se emplea para los dorados que no van a ser bruñidos” (Calvo, 1997, p.146). Esta definición pone de manifiesto la variedad de terminología existente en la actualidad para denominar a este tipo de aplicaciones.

incorporaban las resinas y colorantes que aportaban los tonos deseados y que, generalmente eran amarillas (González- Alonso, 1997).

En la policromía de la Fachada del Palacio de Pedro I en el Real Alcázar de Sevilla es frecuente detectar una capa de amarillo de plomo o litargirio acompañado por una considerable cantidad de aceites y resinas con el objetivo de simular el aspecto del oro (López Cruz, 2012).

TABLA II.

Materiales identificados en las policromías de las yeserías de tradición hispanomusulmana.

*En la siguiente tabla se presenta las conclusiones extraídas en la revisión de artículos en los que se exponen los resultados de investigación relativos a las policromías identificadas en revestimientos de yeso de diferentes cronologías y que tienen el interés de que son estudios realizados sobre en decoraciones que se han conservado en sus emplazamientos originales hasta la actualidad, así como fragmentos depositados en museo de diversa procedencia, pero que se encuentran contextualizados.

- Yeserías de época taifa: El estudio se ha realizado sobre unos fragmentos de decoración en yeso correspondientes a un palacio de época taifal (s.XI), el Palacio de Balaguer en Lleida, ornamentación que se ha relacionado estrechamente con la Aljafería de Zaragoza. Las investigaciones concluyeron que podrían haber sido realizados por el mismo taller artesanal.
- Yeserías de época tardoalmohade o protonazarí. El estudio se ha realizado sobre un conjunto de yeserías de unas excavaciones realizadas en la Plaza del Cardenal Beluga de Lorca, Murcia que se recuperaron de un edificio de potentes muros probablemente pertenecientes a un palacio que Julio Navarro y Pedro Jiménez dataron en el segundo tercio del siglo XIII.
- Yeserías nazaríes:
 - o Decoración del Cuarto Real de Santo Domingo, edificio datado en el primer periodo del arte nazarí (1237-1314).
 - o Decoración de la casa de la calle Buenaventura en el Albaycin. Casa Yanguas. Edificación nazarí-s.XIV- con una ampliación morisca en el s.XVI y grandes reformas en época barroca, S. XVII y XVIII y contemporáneas s.XIX y XX.
 - o Decoración del oratorio de la Madraza de Granada. Edificio de época nazarí, s. XIV, inaugurado por Yusuf I y mantenido en uso hasta la actualidad.
 - o Decoración del corral del Carbón de Granada, edificio nazarí del s. XIV, de gran importancia histórica por ser la única alhóndiga árabe conservada íntegramente en España.
 - o Decoración nazarí en el mihrab de la mezquita de Fiñana en Almería.

- Decoración de la Alhambra.
 - Decoración *in situ*. Zona de los palacios. Los fragmentos analizados se identifican con dos periodos diferentes. Un primer grupo se identifica con la decoración del Palacio del Partal y se atribuye al primer periodo nazarí. Un segundo grupo pertenece al Palacio del Mexuar y el Palacio de los leones, decoradas ambas durante el periodo nazarí de Muhammad V (1362-1391).
 - Fragmentos conservados en el Albert Museum de Londres.
 - Fragmentos de yeso almacenados en los depósitos del Museo de la Alhambra.

- Yeserías mudéjares. Datadas cronológicamente en la reforma que realizan los Reyes Católicos en los laterales de la fachada del Palacio de Pedro I.

PIGMENTOS			
AZULES			
Azurita natural $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$	Cuarto Real de Santo Domingo. Granada.	(García Bueno & Medina Flórez, 2004)	Se identifica como una policromía original por la morfología del pigmento. En algunas muestras se detectan granos de hematites que podrían haber sido añadidos para conseguir un color más parecido al lapislázuli.
	Casa de la calle san Buenaventura. Albaicín	(García Bueno <i>et al.</i> , 2005)	Azul muy alterado de apariencia verde. En presencia de humedad el carbonato básico de cobre, característico del pigmento azurita tiende a color verde.
	Alhambra. Granada	(López Borges <i>et al.</i> , 2005)	Identificado en el Palacio del Partal y se atribuye al primer periodo nazarí.
		(García Bueno <i>et al.</i> , 2006)	Se identifica entre los pigmentos azules empleados en la policromía.
Fachada del Palacio de Pedro I. Sevilla	(López Cruz, 2012)	Ha sido el pigmento más empleado de las tonalidades azules en toda la fachada.	
Ultramar natural $\text{Na}_3\text{Ca}(\text{Al}_3\text{Si}_3)\text{O}_{12}\text{S}$	Palacio de Balaguer. Lleida.	(Solé Ugüelles & Alòs Trepà, 2012)	Se utiliza como fondo de la decoración pictórica en los intradoses de los arcos. Se identifica como policromía original del Palacio Taifa. S.XI.
	Alhambra. Granada	(Cardell-Fernández & Navarrete-Aguilera, 2006)	Identificado en las yeserías del Palacio del Mexuar y el Palacio de los leones decoradas ambas durante el periodo nazarí de Muhammad V (1362-1391).
		(López Borges <i>et al.</i> , 2005)	Corresponde a estratos originales en los fragmentos conservados en el Albert Museum de Londres.
		(García Bueno <i>et al.</i> , 2006)	Se detecta en un considerable número de muestras.
Azurita artificial $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$	Oratorio de la Madraza. Granada	(García Bueno <i>et al.</i> , 2010a)	Aparece mezclado con barita, blanco de zinc o titanio en intervenciones recientes.
	Fachada del Palacio de Pedro I. Sevilla	(López Cruz, 2012)	Es uno de los pigmentos de terminación más abundantes que aparece en algunas muestras mezclado con gran cantidad de blanco de plomo con la intención de rebajar la tonalidad azulada. En ocasiones puntuales aparece mezclada con azurita sintética.
Azul de Prusia $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$	Oratorio de la Madraza. Granada	(García Bueno <i>et al.</i> , 2010a)	Se identifica con intervenciones recientes.
	Alhambra. Granada	(López Borges <i>et al.</i> , 2005)	Se identifica con intervenciones recientes.
Ultramar artificial $\text{Na}_3\text{Ca}(\text{Al}_3\text{Si}_3)\text{O}_{12}\text{S}$	Oratorio de la Madraza. Granada	(García Bueno <i>et al.</i> , 2010a)	Se detecta mezclado con barita, blanco de zinc o titanio.
	Alhambra. Granada	(Cardell-Fernández & Navarrete-Aguilera, 2006)	Se identifica en intervenciones recientes del patio de los leones mezclada con barita.
	Fachada del Palacio de Pedro I. Sevilla	(López Cruz, 2012)	Aparece mezclado en casos puntuales con azurita sintética. También es frecuente detectarlo, mezclado con blanco de plomo así como con barita.

ROJOS			
Tierra roja F ₂ O ₃	Palacio de Balaguer.	(Solé Ugüelles & Alòs Trepal, 2012)	Aparece mezclado con sulfuro de mercurio en las decoraciones en rojo realizadas sobre una base naranja. Se identifica como policromía original del Palacio Taifa. S.XI.
	Posible decoración Palacio. Lorca	(Pérez Asensio <i>et al.</i> , 2012)	Corresponde a estratos originales de una decoración tardoalmohade-protonazarí. Generalmente se utiliza para los fondos, y atauriques y epigrafía en nivel inferior.
	Cuarto Real de Santo Domingo.	(García Bueno & Medina Flórez, 2004)	Es uno de los pigmentos rojos identificados en las policromías.
	Casa de la calle san Buenaventura. Albaicín	(García Bueno <i>et al.</i> , 2005)	Se identifica en los estratos originales.
	Oratorio de la Madraza.	(García Bueno <i>et al.</i> , 2010a)	Mezclado con bermellón.
	Corral del Carbón.	(Blanca López & Blanca López, 2012)	Localizado en la policromía de los yesos de los arcos del vestíbulo.
	Alhambra.	(López Borges <i>et al.</i> , 2005)	Corresponde a estratos originales, posiblemente como desmoldeante.
		(García Bueno <i>et al.</i> , 2006)	Se detecta solo en una muestra.
Fachada del Palacio de Pedro I.	(López Cruz, 2012)	Se identifica como una policromía bien definida en las estratigrafías pictóricas de las palmas lobuladas rojas de las albanegas.	
Cinabrio/ Bermellón HgS	Palacio de Balaguer.	(Solé y Alòs, 2012)	En las muestras se ha identificado sulfuro de mercurio. No se ha podido comprobar hasta la fecha si se trata de cinabrio o bermellón. Es el color más abundante, aparece perfilando atauriques, cartelas...
	Posible decoración Palacio.	(Pérez Asensio <i>et al.</i> , 2012)	Corresponde a estratos originales de una decoración tardoalmohade-protonazarí. Se utiliza en fondos elevados sobre otros inferiores realizados en oscuro (tierra roja), motivos en segundo nivel y alternancia de gallones en veneras.
	Cuarto Real de Santo Domingo.	(García Bueno & Medina Flórez, 2004)	Se identifica en la policromía de este revestimiento.
	Casa de la calle san Buenaventura. Albaicín	(García Bueno <i>et al.</i> , 2005)	Se detecta pérdida de intensidad cromática, debida posiblemente al contacto con la humedad.
	Oratorio de la Madraza.	(García Bueno <i>et al.</i> , 2010a)	Mayoritariamente aparece sin estar mezclado. Cuando aparece con tierra roja o tierra roja y minio se atribuye a estratos originales, mientras que cuando se encuentra con litopón o barita se asocia a intervenciones recientes.
	Corral del Carbón.	(Blanca López & Blanca López, 2012)	En las muestras se ha identificado sulfuro de mercurio. No se ha podido comprobar hasta la fecha si se trata de cinabrio o bermellón. Se identifica en los mocárabes del Zaguán.
	Mihrab de la mezquita de Fiñana. Almería	(Bueno Vargas <i>et al.</i> , 2006)	Se identifica un cinabrio- bermellón muy alterado.

	Alhambra.	(López Borges <i>et al.</i> , 2005)	Se identifica tanto en estratos originales como recientes. Los autores atribuyen la identificación en estratos originales a cinabrio, mientras que en los recientes a un bermellón.
		(Cardell-Fernández & Navarrete-Aguilera, 2006)	Identificado en el Palacio del Partal y se atribuye al primer periodo nazarí.
		(Cardell-Fernández & Navarrete-Aguilera, 2006)	Identificado en las yeserías del Palacio del Mexuar y el Palacio de los leones decoradas ambas durante el periodo nazarí de Muhammad V (1362-1391).
	Fachada de Pedro I.	(López Cruz, 2012)	Aparece mezclada con rojo de plomo.
Minio Pb ₃ O ₄	Cuarto Real de Santo Domingo.	(García Bueno & Medina Flórez, 2004)	El pigmento se encuentra mezclado con rojo de hierro. La muestra estaba localizada en el fondo de los paneles de sebka.
	Oratorio de la Madraza.	(García Bueno <i>et al.</i> , 2010a)	Mezclado con Bermellón.
	Alhambra.	(Cardell-Fernández & Navarrete-Aguilera, 2006)	Identificado en el Palacio del Partal y se atribuye al primer periodo nazarí.
	Fachada del Palacio de Pedro I.	(López Cruz, 2012)	Aparece en ocasiones mezclado con bermellón. Se utiliza principalmente en los fondos.
AMARILLOS			
Ocre	Palacio de Balaguer.	(Solé Ugüelles & Alòs Trepà, 2012)	Aparece en la decoración de los lóbulos de los intradosos laterales, como color de fondo de diseños vegetales perfilados en negro. Se identifica como policromía original del Palacio Taifa. S.XI.
	Oratorio de la Madraza.	(García Bueno <i>et al.</i> , 2010a)	Se mezcla con malaquita y verdigrís para reforzar la tonalidad verdosa. (En un caso se identifica como original, en el resto intervenciones recientes).
	Fachada del Palacio de Pedro I.	(López Cruz, 2012)	Ha sido identificado en un gran número de estratos, en los que suele aparecer mezclado con blanco de plomo.
Oropimente As ₂ S ₃	Oratorio de la Madraza.	(García Bueno <i>et al.</i> , 2010a)	Se identifica como uno de los pigmentos utilizados para reforzar la tonalidad verdosa.
Amarillos de plomo y estaño	Oratorio de la Madraza.	(García Bueno <i>et al.</i> , 2010a)	Puede haber sido empleada para aportar luminosidad a los pigmentos verdes o para obtener un color más verde cuando el pigmento era demasiado oscuro o azulado.
Amarillo de Nápoles	Cuarto Real de Santo Domingo.	(García Bueno & Medina Flórez, 2004)	Puede haber sido empleada para aportar luminosidad a los pigmentos verdes o para obtener un color más verde cuando el pigmento era demasiado oscuro o azulado.
Amarillo de Cromo PbCrO ₄ ·PbSO ₄	Alhambra.	(López Borges <i>et al.</i> , 2005)	Pigmento moderno. Se identifica con intervenciones recientes.
	Fachada del Palacio de Pedro I.	(López Cruz, 2012)	Se identifica en capas amarillas de preparación del oro realizadas con óxidos de hierro y amarillo de cromo con capas o restos de oro superpuestos. En otras ocasiones, se encuentra sin capa de oro, lo que plantea que los dorados han podido perderse, o bien que se han empleado estas capas pictóricas amarillas para crear un efecto dorado.

VERDES			
Malaquita $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$	Cuarto Real de Santo Domingo.	(García Bueno & Medina Flórez, 2004)	Mezclada con verdigrís. Estratos originales.
	Oratorio de la Madraza.	(García Bueno <i>et al.</i> , 2010a)	Aparece mezclada con verdigrís a lo que se añade pigmento amarillo para reforzar la tonalidad verdosa. (En un caso se identifica como original, en el resto intervenciones recientes).
	Alhambra.	(Cardell-Fernández & Navarrete-Aguilera, 2006)	Identificado en las yeserías del Palacio del Mexuar y el Palacio de los leones decoradas ambas durante el periodo nazarí de Muhammad V (1362-1391). Se identifica también en intervenciones recientes mezclado con barita.
Verdigrís Acetato de cobre de composición variable	Cuarto Real de Santo Domingo.	(García Bueno & Medina Flórez, 2004)	Aparece solo o mezclado con malaquita. Estratos originales.
	Oratorio de la Madraza.	(García Bueno <i>et al.</i> , 2010a)	Aparece mezclada con malaquita a lo que se añade pigmento amarillo para reforzar la tonalidad verdosa. (En un caso se identifica como original, en el resto intervenciones recientes).
Verde esmeralda $3\text{Cu}(\text{AsO}_2)_2 \cdot \text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$	Fachada del Palacio de Pedro I.	(López Cruz, 2012)	Corresponde a intervenciones recientes.
NEGROS			
Negro de humo Negro de carbón vegetal	Palacio de Balaguer. Lleida.	(Solé Ugüelles & Alòs Trepal, 2012)	Se localiza de forma puntual como realce de los contornos de las policromías realizadas sobre superficies planas. Se identifica como policromía original del Palacio Taifa. S.XI.
	Posible decoración Palacio. Lorca,	(Pérez Asensio <i>et al.</i> , 2012)	Corresponde a estratos originales de una decoración tardoalmohade-protonazarí. Se detecta en cintas, cadenetas, perlas de los festones en los arcos, calle central de las hojas lisas de los arcos de sebka y enjutas de los gallones de las veneras.
	Casa de la calle san Buenaventura. Albaicín	(García Bueno <i>et al.</i> , 2005)	Se utiliza en esta portada nazarí en motivos vegetales para dibujar líneas que resaltan el movimiento de los diferentes temas.
	Oratorio de la Madraza.	(García Bueno <i>et al.</i> , 2010a)	Se identifica con una intervención original.
	Corral del Carbón.	(Blanca López & Blanca López, 2012)	Carbón con presencia de nódulos de cinabrio. Se identifica en los mocárabes del Zaguán y en la policromía de los arcos del vestíbulo.
	Mihrab de la mezquita de Fiñana. Almería	(Bueno Vargas <i>et al.</i> , 2006)	Se ha identificado en este caso en la zona correspondiente a una de las incisiones de los filetes de enmarque de las yeserías.
	Alhambra.	(Cardell-Fernández & Navarrete-Aguilera, 2006)	Identificado en el Palacio del Partal y se atribuye al primer periodo nazarí. Identificado en las yeserías del Palacio del Mexuar y el Palacio de los Leones decoradas ambas durante el reinado de Muhammad V (1362-1391).
		(Bueno Vargas <i>et al.</i> , 2006)	Parece corresponder a líneas de dibujo.
Negro de hueso	Cuarto Real de Santo Domingo.	(García Bueno & Medina Flórez, 2004)	Se identifica mezclado con tierras. Esta mezcla se conoce desde época romana en la pintura del s. I.
	Oratorio de la Madraza.	(García Bueno <i>et al.</i> , 2010a)	Se encuentra mezclada con barita en intervenciones recientes.
	Alhambra.	(Bueno Vargas <i>et al.</i> , 2006)	Aparece asociado a líneas de dibujo.

BLANCOS			
Blanco de plomo $Pb_3(CO_3)_2(OH)_2$	Palacio de Balaguer. Lleida.	(Solé Ugüelles & Alòs Trepal, 2012)	Se aplica previamente al policromado una capa de blanco de plomo y yeso. Se identifica como preparación de la policromía original del Palacio Taifa. S.XI.
	Alhambra. Granada	(López Borges <i>et al.</i> , 2005)	Corresponde a estratos originales.
Barita	Oratorio de la Madraza.	(García Bueno <i>et al.</i> , 2010a)	Aparece mezclado con azurita artificial, ultramar artificial y bermellón. La cronología de la barita como pigmento hace que se identifique con estratos originales.
	Alhambra. Granada	(Cardell-Fernández & Navarrete-Aguilera, 2006)	Aparece mezclado con ultramar artificial y malaquita en intervenciones modernas.
	Fachada del Palacio de Pedro I	(López Cruz, 2012)	Aparece mezclada con otros pigmentos en intervenciones modernas.
Blanco de zinc	Oratorio de la Madraza.	(García Bueno <i>et al.</i> , 2010a)	Aparece mezclado con azurita artificial o ultramar artificial. Pertenece a estratos modernos.
Blanco de titanio	Oratorio de la Madraza.	(García Bueno <i>et al.</i> , 2010a)	Aparece mezclado con azurita artificial o ultramar artificial. Pertenece a estratos modernos.
CAPA METÁLICA			
Presencia de oro. (Au) en mayor/menor proporción o aleaciones	Alhambra. Granada	(Cardell-Fernández & Navarrete-Aguilera, 2006)	Amarillo de plomo y estaño como base del oro. Identificado en las yaserías del Palacio del Mexuar y el Palacio de los Leones decoradas ambas durante el periodo nazarí de Muhammad V (1362-1391).
		(Bueno Vargas <i>et al.</i> , 2006)	Se identifican láminas de estaño que sirve de base al oro.
	Fachada del Palacio de Pedro I. Sevilla	(López Cruz, 2012)	La capa de oro se aplica sobre una sisa. La capa de oro se aplica sobre una base de amarillo de cromo.
PÚRPURAS			
Mezcla de cinabrio/ bermellón y azurita	Alhambra. Granada.	(López Borges <i>et al.</i> , 2005)	Corresponde a estratos originales.
NARANJA			
Mezcla de sulfuro de mercurio y ocre amarillo	Restos atribuidos al Palacio de la Aljafería. Zaragoza.	(Solé Ugüelles & Alòs Trepal, 2012)	Actúa como fondo. Sobre el naranja, una vez aplicado como base se pintaron unos motivos vegetales en rojo oscuro (sulfuro de mercurio y óxidos de hierro) que posteriormente eran perfilados en negro para resaltar sobre el fondo naranja. Se identifica como policromía original del Palacio Taifa. S.XI.

AGLUTINANTES			
Huevo	Corral del carbón. Granada	(Blanca López & Blanca López, 2012)	Se identifica probablemente este aglutinante en las yeserías de este emplazamiento pero no se descarta la presencia de cola animal.
Cola animal	Oratorio de la Madraza.	(García Bueno <i>et al.</i> , 2010a)	Se identifica en estratos de repolicromado.
	Alhambra. Granada.	(García Bueno <i>et al.</i> , 2006)	Se identifica en las muestras estudiadas de los fragmentos de yeso depositados en los almacenes del museo de la Alhambra.
Goma arábica	Cuarto Real de Santo Domingo	(García Bueno & Medina Flórez, 2004)	Se identifica en todas las muestras analizadas.
	Oratorio de la Madraza. Granada	(García Bueno <i>et al.</i> , 2010a)	Se identifica en los estratos originales.
Aceite	Madraza	(García Bueno <i>et al.</i> , 2010a)	Se identifica cola animal aceite de linaza y resinas diterpénicas en capas de repolicromado.
	Fachada del Palacio de Pedro I	(López Cruz, 2012)	Se identifica en los repolicromados sucesivos a la obra original
Resinas diterpénicas	Oratorio de la Madraza.	(García Bueno <i>et al.</i> , 2010a)	Se identifica cola animal, aceite de linaza y resinas diterpénicas en capas de repolicromado.

4.3. ANÁLISIS DE LOS MATERIALES CONSTITUYENTES. EL SOPORTE.

Principales materiales constituyentes según las fuentes documentales.

Breve introducción

Como hemos visto, no existe en ninguna de las grandes áreas del empleo del yeso como material decorativo (estucos, yeserías, estatuaria...) una receta única para su elaboración. Los procedimientos para realizar estas decoraciones han dependido siempre del material del que disponía el artista o artesano, así como de la experiencia que se tenía del uso de los mismos. En este sentido, las fuentes documentales son necesarias para conocer los materiales constitutivos de las decoraciones en yeso. De entre la documentación que ha llegado a nuestros días destacan, por ejemplo, los cuadernos de nóminas, que aún se conservan de este periodo y de los que se puede obtener información de los materiales empleados. Entre ellos destacan “el barro y la grasa para los moldes, los diversos tipos de yeso, preferentemente el de espejuelo, crin de lino para trabajarlas, aceite para untarlas o engrudo para blanquearlas” (Díez Jorge, 2001, p. 164).

En el caso del mundo musulmán, los artesanos supieron recuperar el yeso como material constitutivo de sus decoraciones y elaborarlo con gran perfección consiguiendo un reconocido prestigio hacia él en el mundo medieval (Lavado Paradinas, 1984). Dentro de los materiales empleados para la realización de yeserías, las Ordenanzas de Toledo, recogen dos tipos de yeso: el yeso blanco y el yeso pardo o negro⁸¹. Según Díez Jorge (2001) ambos materiales se cribaban antes de utilizarse con el objetivo de obtener una mayor pureza, requisito que era imprescindible siempre que se llevaban a cabo trabajos de este tipo.

Además era frecuente la adición de componentes al mortero para la modificación de sus características, generalmente sustancias que aceleraban, retrasaban el fraguado o bien lo endurecían. A pesar de que se conocen algunas sustancias utilizadas para este fin, realmente son muy pocos los datos de este periodo. Es probable la adición de cal⁸², agua de cal así como de colas (Gárate Rojas, 1999). De la misma manera, entre los endurecedores utilizados en este periodo se destacan el alumbre, un sulfato de aluminio y potasio, que favorecía el endurecimiento de los yesos. Por otra parte, también existen referencias a que, en ocasiones a este yeso se añade sulfato de zinc con caliza en polvo, usando un adhesivo de cola, que se

⁸¹ Ordenanzas de Toledo, 1400 años, A.M.To., alacena, 2, legajo 6, n °4.

⁸² En el estudio de materiales llevado en la portada nazarí de la calle de san Buenaventura del Albayzin de Granada se constató la presencia de carbonato cálcico en la matriz del mortero, lo que se atribuyó a la adición de cal al mortero de yeso para retardar el fraguado y poder llevar a cabo los motivos tallados de la decoración (García Bueno *et al.*, 2005).

pulía después con piedra pómez y aceite de linaza. De esta manera se obtenía un material más rico y que pretende con su dureza y blancura emular al mármol, empleado generalmente para decoraciones heráldicas y algunos remates arquitectónicos (Lavado Paradinas, 1984).

Tras este breve preámbulo, en el siguiente apartado se realiza un análisis científico de los materiales constituyentes en este tipo de decoraciones, con el objetivo de abordar, con posterioridad, el estudio específico de los materiales objeto de estudio de esta tesis doctoral. Cabe señalar que se profundiza solamente en aquellos específicos de este tipo de revestimientos (p.e. yeso), mientras que en el caso de otros incorporados, y que no siempre están presentes, como es el caso de la cal, solamente se citan algunas de sus características principales.

4.3.1. Yeso

La utilización del yeso en la construcción y ornamentación con un alto nivel de calidad técnica y formal, es una de las “marcas características de la arquitectura española” (Arauz & Villanueva Domínguez, 2009, p. 1329). Esto ha sido posible gracias a la cantidad de yacimientos de yeso, al desarrollo del arte de tradición hispanomusulmana y al trasvase cultural italiano que se produce en el Renacimiento. En España se establecen tres etapas de la historia tecnológica del yeso: la etapa tradicional, la industrial y postindustrial (Arauz & Villanueva Domínguez, 2009). El contenido de esta tesis doctoral hace que nos centremos solamente en la utilización y producción del yeso en la etapa tradicional.

Con la palabra “yeso” se designa en castellano a varios productos diferentes, naturales y artificiales que presentan distintas propiedades, pero con la característica de que todos están constituidos por sulfato de calcio (CaSO_4), y una cantidad variable de agua de cristalización o sin agua directamente (Mora *et al.*, 2001)⁸³.

⁸³ En otros idiomas a menudo se utilizan términos diferentes para el producto calcinado o la piedra:

- FRANCÉS: *Gypse* para designar a la piedra y *Plâtre* para el yeso cocido.
- INGLÉS: *Gypsum/gypsum rock* para designar a la piedra y *plaster* para indicar pasta o mortero de yeso. De estos términos deriva *gypsum plaster* para el yeso calcinado.
- ALEMÁN: *Gips* se utiliza tanto para la piedra como para el producto calcinado, aunque otros términos más específicos son las palabras *stuckgips* y *putzgips* que designan al yeso calcinado para estucos y revocos respectivamente.
- PORTUGUÉS E ITALIANO: Se emplea *gesso*.

(De Villanueva Domínguez & García Santos, 2001, p. 20)

Las principales formas son:

- Formas naturales: Por una parte, la *piedra natural* (*aljez, selenita o piedra de yeso*), cuya composición química es sulfato cálcico cristalizado con agua (químicamente $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$), en proporción de dos moléculas de agua por cada molécula de sulfato cálcico (sulfato cálcico dihidrato o doble hidrato y la anhidrita CaSO_4) (De Villanueva Domínguez & García Santos, 2001).
- Modificaciones artificiales: Por otra parte, el producto que se obtiene al calcinar y moler la piedra de yeso que está compuesto “por varias fases anhidras o semihidratadas del sistema sulfato- cálcico agua, y que al amasarse con agua tiene la propiedad de endurecer mediante un proceso físico-químico denominado fraguado” (De Villanueva Domínguez & García Santos, 2001, p. 19). El producto en estado plástico de la mezcla de yeso y agua se denomina *pasta de yeso*, mientras que si se le agrega arena o carga adquiere el nombre de *mortero*. También se utiliza el término *escayola* que designa un yeso semihidratado de especial pureza, blancura, así como finura (De Villanueva Domínguez & García Santos, 2001).

Se puede decir que, en general, todas sus variedades presentan unas características comunes que le hacen ser un material apreciado tanto para la construcción como para la ornamentación. Su resistencia y ductilidad facilita en gran parte el trabajo de las decoraciones unido a su bajo coste tanto por su abundancia como por la sencillez en el proceso de manipulación, han sido entre otros, los condicionantes que han favorecido su permanencia en el tiempo (Álvaro Zamora & Navarro Echevarria, 1990).

Naturaleza

El **aljez o piedra de yeso**, “es una roca sedimentaria que forma parte de las evaporitas, por tener origen en la desecación, evaporación de lagos salados o mares interiores sin aliviaderos al mar, con láminas de agua de poco espesor, bajo un clima árido” (De Villanueva Domínguez & García Santos, 2001, p. 23). El aljez o piedra de yeso tiene una densidad de 2,28-2,32, y una dureza de 2 en la escala de Mohs. A temperatura ambiente es el yeso más estable. En la naturaleza se presenta como distintas variedades; “*selenita* (variedad transparente e incolora, que produce hojas de exfoliación incoloras y transparentes, *yeso de alabastro* (variedad masa de grano fino), *espato satinado* (fibroso con brillo satinado); *hierro de lanza* (fácilmente exfoliable en forma de aglomerado de pequeños cristales; *yeso sacaroideo*; *espejuelo*; *rosa del desierto...*” (Díez Reyes, 2004, p. 13). A pesar de cristalizarse en diferentes figuras aspecto

interior y exterior, sus propiedades siguen siendo las mismas con la diferencia de ser más o menos limpio o fuerte.

El sulfato cálcico anhidro o **anhidrita**, se encuentra en la naturaleza con ese nombre o con el de **karstenita**. “Es compacta y sacaroidea y se parece bastante al mármol estatuario y al alabastro. Es blanca o ligeramente coloreada, en gris, rojo y azul También se puede encontrar en la naturaleza, aunque es menos frecuente, el sulfato de calcio semihidrato, conocido con el nombre de **basanita**” (De Villanueva Domínguez & García Santos, 2001, p. 23). Se distingue de la calcita por su peso específico y del yeso monoclinico por su dureza (Díez Reyes, 2004).

Propiedades específicas de cada tipo de yeso

El yeso, cristalino o amorfo es relativamente abundante en España en formaciones geológicas del secundario (triásico) y del terciario (desde el oligoceno al plioceno) continentales (Marcos Pous, 1962). Según los datos del Servicio Geológico de Obras Públicas el suelo de la península llega a ser en más de un 12% de yeso natural, donde a la abundancia de la materia prima se une la calidad del mismo (De Villanueva Domínguez & García Santos, 2001). Los yacimientos más extensos e importantes se localizan en el valle del Ebro, algunas zonas del Duero central, Castilla la Nueva y depresión ibérica, estos últimos del triásico (Marcos Pous, 1962). En la tabla III, se establece un resumen de las características de las distintas formas del sulfato de calcio.

- **Sulfato cálcico dihidratado ($\text{Ca SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).** Producto natural. Según aparece en la naturaleza el aljez o piedra de yeso es sulfato de cálcico con dos moléculas de agua y por lo tanto dihidratado que se presenta de color blanco, cristalizado formando rocas en sistema monoclinico. Para su preparación se cocía la piedra en hornos tradicionales, lo que da lugar a la variedad de diferentes fases y estados alotrópicos del yeso, que son resultado de la acción del calor cuando se somete a temperaturas comprendidas entre 120°C^{84} y 1000°C , en las que la piedra de yeso, “pierde parte o toda el agua de cristalización” (Rubio Domene, 2006, p. 60). Cuando el calentamiento sobrepasa los 900°C , resulta un yeso anhidro, también denominado hidráulico por su capacidad de fraguar debajo del agua (De Villanueva, 2004).

⁸⁴Arredondo y Verdú, (1991, p.2) afirma “que el yeso se obtiene al someter a la roca a una temperatura no mayor de 170°C , donde pierde molécula y media de agua, formándose el sulfato cálcico hemihidrato. Se obtiene así el yeso cocido o deshidratado, el cual amasado con agua una vez pulverizado, se rehidrata formando de nuevo el dihidrato. Si la temperatura es más elevada de la citada, el dihidrato llega a perder toda su agua de cristalización, obteniéndose la anhidrita soluble que es muy inestable y pasa fácilmente al hemihidrato al absorber el agua atmosférica. La anhidrita insoluble se encuentra en la naturaleza también, pero en cantidad menor que el aljez”.

- **Sulfato de calcio semihidratado o hemihidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$):** “Existen dos formas alotrópicas, el semihidrato alfa ($\text{SH}\alpha$) y el semihidrato beta ($\text{SH}\beta$), que se diferencian básicamente en la morfología cristalina y en el comportamiento. Son fases de la primera etapa de deshidratación del yeso y se da una u otra según la presión de agua del sistema: el α se da a alta presión, y el β a baja” (Sanz Arauz, 2009, p. 67).
- Es el producto que se obtiene artificialmente a partir del anterior (sulfato de calcio dihidratado) y se conoce como “yeso cocido o yeso industrial”. Era el empleado comúnmente en la realización de yeserías, resultado de la cocción a unos 128°C , de fraguado rápido, que a veces se mezcla con otro de fraguado más lento, es decir yeso muerto ($400\text{-}500^\circ$) conocido como yeso mate (Bruquetas Galán, 1994).
- **Sal anhidra (CaSO_4) o sulfato cálcico anhidro:** El yeso también se encuentra en la naturaleza como anhidrita que cristaliza en el sistema rómbico presentando cristales tabulares individuales o agregados laminares o granulares, compuestos a veces terrosos (AA.VV, 1978a, p. 110).

TABLA III.
Resumen de las características de las distintas formas del sulfato de calcio.

DENOMINACIÓN	FÓRMULA	TRANSFORMACIÓN	
		TEMPERATURA	NUEVA FORMA
Yeso	$\text{Ca SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	entre 100°C y 115°C bajo presión	semihidrato β semihidrato α
Semihidrato α	$\text{Ca SO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$	$>110^\circ\text{C}$	anhidrita III (α)
Semihidrato β	$\text{Ca SO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$	$140\text{-}200^\circ\text{C}$	anhidrita III (β)
Anhidrita III (α)	Ca SO_4	en torno a 250°C	anhidrita II (insoluble)
Anhidrita III (β)	Ca SO_4	en torno a 250°C	anhidrita II (insoluble)
Anhidrita II	Ca SO_4	1193°C	anhidrita I
Anhidrita I	Ca SO_4	1450°C	fusión

85

⁸⁵ Esta tabla ha sido extraída y traducida de (Turco, 2001, p. 533).

Variedad del yeso. Calidad de los yesos tradicionales

La calidad del yeso puede conocerse a través de su color. Si el mineral está constituido solamente de sulfato dihidrato químicamente puro o casi, su color es blanco, con cristales perfectamente incoloros y transparentes. En el caso de que existan impurezas (sobre todo óxido férrico, arcilla y sustancias orgánicas), el color puede variar mucho, desde ocre, rosado, grisáceo y marrón más o menos intensos (Turco, 2001). Teniendo en cuenta estas consideraciones, en las yeserías objeto de nuestro estudio podemos encontrar tres variedades: yeso negro, yeso blanco y escayola (Rubio Domene, 2006)⁸⁶.

- **Yeso negro:** También denominado “aljez común o “yeso corriente” (Álvaro Zamora & Navarro Echevarria, 1990). El yeso negro es prácticamente igual que el yeso blanco, solo que más contaminado con impurezas, como pueden ser cenizas y manchas de combustión por haber sido obtenido en hornos rudimentarios (Schuster, 1977). Es un yeso más basto que suele contener un 50-60% en peso de hemi/semihidrato y va acompañado de anhídrita. Normalmente aparece como material de obra, de pegue o en el tallado. Fue muy utilizado en época almohade- almorávide y algo menos en época nazarí. Generalmente se ha empleado como material de base para la ejecución de las yeserías talladas, como yeso de colada en la parte posterior de las placas de yeso ejerciendo como material de sujeción de la placa al muro y, como elemento de remate entre una placa y otra con el objetivo de disimular las uniones y se identifica en intervenciones puntuales talladas de restauración en los s. XVII y XVIII en la Alhambra. Prácticamente hoy se encuentra en desuso debido a la progresiva mecanización tanto de los hornos como de la materia prima, que ha derivado en la búsqueda de un yeso más puro y de color más blanco (Rubio Domene, 2006; Rubio Domene, 2010).
- **Yeso blanco:** Más caro y especial. Este tipo de yeso se selecciona y no presenta impurezas. Además “se obtiene en hornos más perfeccionados donde la temperatura oscila entre los 80 y 100º, resultando el yeso semi/hemihidratado” (Schuster, 1977, p. 41). Contiene un mínimo de 66%de hemihidrato y es un yeso de tono blanco no tamizado que comienza a ser empleado de manera generalizada en época nazarí. Generalmente aparece como material de base para los motivos decorativos realizados a molde y, prácticamente no se detecta su uso en etapas anteriores a la nazarí (Rubio Domene, 2006; Rubio Domene, 2010).

⁸⁶ Bielza di Ory (1996, p. 56) establece esta misma clasificación, con la diferencia que hace dos distinciones de yeso negro :

- Yeso negro: Compuesto por una piedra de yeso impura.
- Yeso negro de segunda: Piedra de yeso impura con arenas.

- **Yeso fino o escayola:** Con un mínimo de 80% de hemihidrato en peso. Se obtiene por tamizado en hornos donde los gases no entran en contacto con la materia. De Villanueva (2004) afirma que es un semihidrato beta, por tanto monofase con un tiempo rápido de fraguado. Es un producto especialmente fino para el trabajo de relieves delicados. Según Rubio Domene (2010), aparece en maquetas del s. XIX que reproducen a escala los diferentes alzados del Palacio de la Alhambra, así como en las piezas restauradas a partir de esta fecha por la familia de los Contreras.

En la actualidad, la normativa de cada país, clasifica los productos según la composición química, finura de la molienda, agua de amasado, tiempos de fraguado y resistencia mecánica. De esta forma surge una normativa sobre el yeso en los principales países industrializados; “normas ASTM (Estados Unidos), DIN (Alemania), BS (Gran Bretaña), NF (Francia), UNI (Italia), UNE (España), NP (Portugal)... (De Villanueva Domínguez & García Santos, 2001, p. 9).

Fraguado del yeso⁸⁷

Añadiendo agua al yeso en polvo (yeso hemihidrato) se obtiene una masa plástica, untuosa al tacto, que fragua y se endurece con relativa rapidez. Una vez que al yeso se le añade agua, pasa por diferentes fases que se pueden clasificar de la siguiente manera:

- **Hidratación.** Es el fenómeno que se produce al contacto con el agua y, dependiendo de la cantidad de agua añadida en este momento dependerá la resistencia final del mortero. A mayor cantidad de agua, el fraguado es más lento pero se genera un yeso más poroso y menos resistente. Por otra parte, con menos agua el fraguado es más rápido pero se obtiene un producto más sólido (Bruquetas Galán, 1994). En este

⁸⁷ Según la “teoría del crecimiento cristalino o de la cristalización, seguida por la mayoría de los autores el fraguado se produce en tres fases” (Sanz Arauz, 2009, pp. 79-80-81).

PRIMERA FASE: Periodo de inducción.

- Al contacto con el agua de amasado, las fases anhidras se disuelven parcial o totalmente, liberando iones sulfato y calcio en el seno de la disolución que en poco tiempo queda saturada respecto al yeso como doble hidrato.

- A partir de esa disolución sobresaturada, puede cristalizar el yeso por formación espontánea de núcleos de cristalización (cristalización homogénea), o sobre impurezas, sobre gérmenes inducidos, o sobre las superficies de las fases iniciales que no se hayan disuelto por completo (nucleación heterogénea). La longitud y el tamaño de los cristales, depende entre otros factores, de la relación agua /polvo de yeso cocido al ser amasado y de la reactividad del sólido.

SEGUNDA FASE: Crecimiento cristalino del yeso.

Se produce a la misma vez la disolución de los componentes anhidros (semihidratos y anhidritas) y el crecimiento de la fase hidratada estable a presión y temperatura ambiente. (yeso). El yeso crece como placas o como agujas en superficies laborables de las fases anhidras en disolución o sobre los gérmenes. Esta etapa se caracteriza por una elevación de la temperatura cuando se manipula el yeso.

TERCERA FASE:

Se da una reticulación de los cristales por contacto intercristalino de las nuevas formaciones, con ello va aumentando la resistencia de la masa que va a fraguar.

sentido “está calculado que 145 gramos de yeso hemihidratado necesita 27 gramos de agua para reaccionar, es decir un 18,6%. Esto no es posible por los problemas de amasado, siendo la práctica habitual añadir más cantidad de agua. Este agua en exceso no interviene en el proceso de hidratación del yeso, permanece en la masa ocupando un espacio vacío hasta su evaporación, quedando finalmente vacío el espacio que ocupaba. Dependiendo del exceso de H₂O, quedará una masa más o menos porosa y por lo tanto más resistente” (Rubio Domene, 2010, p. 27). La hidratación del 95% del yeso se produce en 15 minutos aproximadamente y se completa en menos de 30. Una vez hidratado comienza el fraguado.

- **Fraguado:** En la segunda fase, el yeso pierde plasticidad y la mezcla comienza a endurecerse, por lo que el yeso se debe de utilizar de inmediato pues pierde su fuerza si posteriormente se le añade agua para su utilización (Rubio Domene, 2006).. Debido a la rapidez en el fraguado, ha sido corriente desde la Antigüedad la adición de componentes que modificasen este tiempo y que veremos con mayor atención en el siguiente apartado.
- **Cristalización. Al fraguado le sigue el endurecimiento, denominada “fase de cristalización”** en la que se cierra el ciclo del yeso. Es el proceso en el que, se produce el crecimiento de los cristales formando una nueva red cristalina (Rubio Domene, 2006). El agua en exceso se evapora y se produce un aumento de volumen y resistencia de los cristales. La eliminación completa del agua no se produce hasta los seis o doce meses. A veces, en la realización de este tipo de revestimientos, para acelerar este proceso se colocaban estufas o braseros para favorecer el secado (Bruquetas Galán, 1994).

4.3.1.1. Aditivos del yeso:

La velocidad de endurecimiento del yeso puede modificarse con la adición de sustancias que retardan o aceleran el proceso o que mejoran la resistencia mecánica del producto final. Tales productos se incorporan antes o después de la calcinación, durante su molienda o en el amasado con el agua (AA.VV, 1978a, p. 119).

Por otra parte, la solubilidad del yeso dihidrato en agua es baja: 2,23gr/l a 0° y 2,57 g/l a 50°, lo que obliga a tener muy en consideración su utilización en exteriores, sobre todo en zonas húmedas. Tradicionalmente se han empleado productos con el objetivo de solucionar este problema en dos fases, durante la hidratación (mezclas de silicatos, carbonatos, gelatina, caseína albúmina, metilcelulosa, estereato de aluminio...) o después del endurecimiento y secado mediante impregnación con betunes, cera de abeja, caseína, resina, ceras, aceites,

barnices... (Rubio Domene, 2010). Estos aditivos que se utilizados en las diferentes fases del yeso, se clasifican de la siguiente forma:

- ***Aceleradores del fraguado.***
- ***Retardadores del fraguado.***
- ***Endurecedores.***
- ***Impermeabilizantes.***
- ***Áridos.***

Aceleradores del fraguado

Se puede influir en el tiempo de hidratación de las fases anhidras aumentando la velocidad de disolución o la solubilidad respecto a la del dihidrato y reteniendo contemporáneamente la evaporización del agua de la mezcla para impedir que se elimine antes de que se haya terminado la hidratación (AA.VV, 1978a).

En general se utilizan (Gómez González, 1994, p. 87):

- *Variedad de sulfatos: sulfatos de potasio, amonio y aluminio, bisulfato de sodio, y sulfato de calcio dihidratado.*
- *Silicato de sodio, nitratos de sodio y potasio; cloruro de amonio.*
- *Resinas sintéticas en solución o suspensión.*

Retardadores del fraguado

El ralentizado del fraguado favorece el desarrollo de las operaciones de aplicación y modelado de la mezcla. Los retardadores reaccionan sobre todo sobre el desarrollo de la cristalización inhibiendo parcialmente la formación. De esta manera además, se disminuye la solubilidad del dihidrato respecto a las fases deshidratadas permitiendo reducir el agua de la mezcla, y aumentando la dureza del producto final. Entre los productos utilizados los siguientes:

- GRUPO 1: Sustancias orgánicas que actúan como coloides protectores disminuyendo la movilidad del agua: cola fuerte y goma arábiga (los más activos), caseína, albúmina de huevo, queratina y pectina (Gárate Rojas, 1999).
- GRUPO 2: "Electrolitos que disminuyan la solubilidad del yeso; p.ej. algunas sales inorgánicas tales como cloruros de sodio, de potasio, sulfatos de sodio, de potasio, alcoholes, acetona, éteres, azúcares, ácidos cítrico, acético, fosfórico, bórico, láctico y sus sales, etc." (Gárate Rojas, 1999, p. 53).
- GRUPO 3: "Sustancias que modifican la estructura cristalina del yeso como el acetato de calcio y carbonatos de calcio y de magnesio" (Gárate Rojas, 1999, p. 53).

Endurecedores

La utilización de ciertos productos proporciona al yeso un determinado endurecimiento. Se pueden añadir a la masa del mortero o bien se aplican sobre el revestimiento en seco.

Sustancias que se añaden al mortero:

- Mezclando al mortero con determinados aditivos como el sulfato de magnesio, de aluminio, de bario o los silicatos correspondientes se forman sales poco solubles en agua que rellenan los poros consiguiendo el endurecimiento del yeso (Gárate Rojas, 1999).

Sustancias que se aplican en seco:

- Sustancias capaces de combinarse con el sulfato de calcio o con el anhídrido carbónico del aire, y de formar en el interior de la masa compuestos de dureza superior a aquella del yeso: ej. Leche de cal que determina la formación de cristales de carbonato de calcio en el interior del yeso o el hidróxido de cálcico.
- Sustancias que mejoran el endurecimiento, rellenando las porosidades y uniendo los cristales; entre estas se encuentran el caseinato de calcio (parte en peso: caseína 8, cal apagada 2, agua 90) y algunos aceites secantes aplicados en caliente (80-90° C) (AA.VV, 1978a).
- Destacan también compuestos como el alumbre, disoluciones de bórax, aceites o resinas con las que se consigue un endurecimiento superficial más o menos profundo (Gárate Rojas, 1999).

De entre ellos cabe destacar:

- Alumbre: El alumbre es un sulfato de aluminio y de potasio $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$, muy soluble en agua calentada a 96° (Gárate Rojas, 1999).

Tanto Turco (2001) como Gárate Rojas (1999), lo definen como un sistema clásico de endurecimiento de yesos. Para ello se disuelve el alumbre en agua caliente, en proporción de un 20-30% y con esta solución se mezcla el yeso, a lo que, se puede añadir una pequeña proporción de cal apagada⁸⁸. La pasta de yeso y alumbre endurece lentamente pero adquiere una elevada dureza, parecida al mármol que se trata de imitar. Además la superficie de las decoraciones que se realizan de esta forma permite obtener un excepcional acabado liso,

⁸⁸ Turco(2001, p. 50) aporta que la mezcla idónea es:

De 150 a 180 gramos de yeso.
30% de 100 gramos en peso de agua
10-20 gramos de cal apagada

donde las partes de poco espesor y los bordes pueden llegar a tener un aspecto traslúcido como el mármol o el alabastro.

La acción endurecedora del alumbre con el yeso se atribuyó en un primer momento a que la combinación del yeso con el alumbre formaba una sal doble. Sin embargo, investigaciones recientes han demostrado que la acción del alumbre está basada en el hecho de que el ácido sulfúrico combinado con esta sal, transforma al yeso en carbonato de calcio, casi siempre presente en la piedra del yeso, provocando una cristalización más densa. Además, el alumbre cristalizándose, rellena todos los huecos que deja el agua durante la evaporación, dando lugar a la formación de una masa densa, compacta y durísima (Turco, 2001, p. 51).

Impermeabilizantes

Para reducir su solubilidad, se detectan intervenciones históricas de varios tipos que van desde la impregnación de las obras con ceras minerales, fundidas o en solución (principalmente parafina) a la aplicación de revestimientos silicónicos, pero generalmente con resultados que no son satisfactorios en cuanto a que, estos estratos protectivos se deterioran fácilmente ya sea por causas térmicas o por causas mecánicas. En los últimos años ha sido frecuente añadir a las mezclas resinas acrílicas, ureicas, o acetovinílicas que, además de la resistencia a la humedad, mejoran otras propiedades como la resistencia a la compresión, la dureza... (AA.VV, 1978a, pp. 121-122).

Áridos

Con la denominación de agregado o árido se refiere al material inerte utilizado para la confección de morteros y hormigones. Normalmente se encuentran formados por partículas de minerales o granos de (granitos, cuarzos, pórfidos, basaltos...) Según su tamaño se clasifican en agregados finos o gruesos, pudiendo ser naturales o artificiales (Schuster, 1977).

Entre los materiales naturales que se identifican normalmente en los revestimientos de yeso, destaca la presencia de celestina, cuarzo o calcita. Técnicamente se puede mezclar el yeso con áridos normales o ligeros para fabricar los correspondientes morteros, pero se debe tener en cuenta que:

- Las propiedades de los materiales resultantes (mortero de yeso), son diferentes a la de los materiales de yeso (sin árido) lo que influye en la finalidad para la que se utiliza la obra (Gárate Rojas, 1999).
- La naturaleza de los áridos influye en las características del mortero; por ejemplo en el agua de amasado (Gárate Rojas, 1999).
- La solubilidad del yeso en agua, al igual que las reacciones expansivas que se provocan con compuestos como los aluminatos, limitan su actuación (Gárate Rojas, 1999).

En los morteros de yeso, las cargas, a menudo están constituidas únicamente por arena. También, aunque es menos frecuente la mezcla puede ser de arena con polvo de mármol o solamente polvo de mármol. En estos casos se definen como inorgánicas e inertes. Esto significa que la carga tiene una función puramente física, es decir no se producen interacciones químicas entre las cargas y el aglomerante (AA.VV, 1978a, p. 130).

En otros casos se ha detectado la adición de sustancias orgánicas que, además de formar una especie de armadura secundaria, tienen la función de absorber el agua y ralentizar el secado del mortero. Eran de gran utilidad ya que evitan que se formen crestas debido a una excesiva contracción del mortero al finalizar el fraguado (AA.VV, 1978a).

- *Animales: Colas a base de Pielas de rumiantes y similares.*

- *Vegetales: Fragmentos de paja, de cañas o de carbón, fibras de lino, fibras de cáñamo...*

4.3.2. Cal

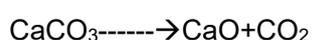
Como se ha anticipado en el apartado de técnicas, las yeserías de tradición hispanomusulmana presentaban con frecuencia un enjalbegado, una capa formada por carbonato cálcico, sólo o mezclado con yeso, como capa de base antes de aplicar la policromía. La cal, también se podía incorporar al amasado del yeso ya que retardaba su fraguado y le aportaba resistencia a la humedad a la vez que dureza.

Además, el empleo de cal se detecta también en intervenciones históricas en las que se aplica bien por razones higiénicas (desinfección de un ambiente específico), con la finalidad de ocultar la policromía del revestimiento por su deterioro o por cambios de gusto o bien como capa de base para repolicromar una superficie decorativa. A veces, este estrato superficial al ser más compacto que el estrato pictórico, puede provocar el desprendimiento de la misma y por lo tanto su pérdida. Por el contrario, en otras ocasiones, la presencia de estas capas sobre los materiales originales han permitido su conservación a través del tiempo al mantenerlas ocultas de la mano humana (Mora *et al.*, 2001).

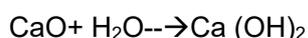
Es bastante frecuente encontrar estas capas de cal sobre los revestimientos de yeso. Entre los ejemplos que podemos citar se encuentran las yeserías de la fachada del Palacio de Pedro I o en la sala de los Reyes del Palacio de la Alhambra (López Cruz, 2015; Áyora-Cañada *et al.*, 2012). Su eliminación permite recuperar tanto restos de policromías precedentes como la delicadeza original de su relieve. Uno de los ejemplos en los que se ha procedido a la limpieza de encalados sobre yeserías nazaríes es la intervención realizada en el Cuarto Real de Santo Domingo de Granada, lo que ha permitido recuperar su color y relieve en gran medida (Almagro, *et al.*, 2008).

Proceso de carbonatación

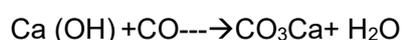
Desde el punto de vista técnico, la cal se define como un aglomerante inorgánico aéreo. La principal característica de la cal es la de constituir un material que, mezclado con la carga, se puede trabajar mientras que se encuentra húmedo, para transformarse una vez seco, en un material bastante resistente al agua, así como dotado de unas buenas propiedades mecánicas y una excelente estabilidad en el tiempo (AA.VV, 1978a). Como es sabido, la piedra caliza obtenida directamente de la cantera se somete a un proceso de calcinación mediante calor. Como consecuencia el carbonato de calcio se convierte en óxido de calcio y se desprende anhídrido carbónico.



La reacción química tiene lugar a temperaturas aproximadamente de 800°- 1000°. La piedra caliza sometida a calcinación, disminuye de un 10% a un 20% su volumen transformándose de una roca compacta y dura en una roca porosa y blanda. El óxido de calcio, obtenido en terrones en estado anhidro es lo que llamamos cal viva. Para poder utilizar este material en construcción es necesario convertirlo en pasta mediante la adición de agua.



El óxido de calcio más agua se transforma en hidróxido de calcio o cal apagada con desprendimiento de calor. Es sobre todo con el hidróxido cálcico con el que se logra formar una masa densa con buenas propiedades adhesivas (Matteini & Moles, 2000). Con el hidróxido de calcio, ya sea en polvo o en pasta confeccionamos el mortero. Este material en presencia de CO₂ del aire origina la regeneración del carbonato cálcico, completándose el ciclo. La carbonatación de los morteros de cal aérea, comienza en la superficie que está en contacto con el aire, avanzando paulatinamente al interior (Schuster, 1977).



Las argamasas de cal sola, aun presentando buenas propiedades adhesivas- no poseen sin la adición de una carga, la cohesión y el cuerpo necesario para que se forme una unión estable. Es por este motivo que siempre se mezcla con una cantidad precisa de carga mineral. De esta forma la calidad de la cal va a depender tanto del tipo de cal, como del proceso de apagado de esta, así como la calidad y características del árido empleado.

Clasificación de las cales

Las cales se clasifican en dos grandes grupos: aéreas, que son aquellas cuyo agente endurecedor es el anhídrido carbónico e hidráulicas que no requieren aire para endurecer (Schuster, 1977).

Cal aérea: Las cales aéreas se pueden usar cuando están exclusivamente en contacto con el aire y se dividen en (Schuster, 1977).

- Cales grasas: contenido de óxido de calcio de 100%-95%. Si el contenido de CaO es superior al 95% se obtiene una cal muy plástica (AA.VV, 1978a).
- Magras: contenido del óxido de calcio menor al 95%. En este caso se obtiene una pasta mucho menos plástica.

Otros tipos: Con la dilución en agua ya sea de la cal hidratada como de la pasta se obtiene ciertos tipos de cales -más o menos líquidas- que según la mayor o menor cantidad de agua tienen el nombre de (AA.VV, 1978a).

- “Suspensión densa de hidróxido de calcio”.
- “Lechada de cal” suspensión acuosa de hidróxido de calcio.
- “Agua de cal” o solución saturada de hidróxido de calcio.

Cales hidráulicas: Las cales hidráulicas endurecen tanto en contacto con el agua, como bajo de ella. Las propiedades de una cal hidráulica, se caracterizan por el alto porcentaje de elementos arcillosos, donde los elementos fundamentales son la sílice (Si), el aluminio (Al) y el hierro (Fe). La mayor o menor hidráulicidad de cada tipo de cal depende de la cantidad de arcilla presente. Esta característica se determina como “*índice de Vicat*” o “*índice de hidráulicidad*” (AA.VV, 1978a). A mayor índice de hidráulicidad le corresponde una mayor rapidez de fraguado y resistencia.

4.3.3. Agua

El agua es el elemento indispensable en la elaboración y endurecimiento del yeso. Debe ser agua limpia, dulce y sin impurezas orgánicas. El agua es el componente que sirve como desencadenante de la reacción de hidratación de los morteros, es necesaria para amasar la mezcla y darle la manejabilidad apropiada para su empleo y manipulación. Es un elemento fundamental del proceso ya que condiciona las características y propiedades de resistencia, flexión y flexo-tracción y es condicionante de la porosidad, la dureza, la permeabilidad, resistencia y tiempo de fraguado (Del Pino Díaz, 2004).

En el caso específico del yeso, el agua desempeña las siguientes funciones:

- Hidrata el yeso en polvo hemihidrato o deshidratado.
- Aporta fluidez a la mezcla, permitiendo trabajarla.
- Se evapora durante el fraguado y el endurecimiento.

El agua, representa en la mezcla del mortero normalmente entre un 60-80% del peso del yeso en polvo. Si se añade agua en exceso se influye sobre el tiempo de endurecimiento, en el cual la velocidad depende linealmente del porcentaje de agua empleado.

De esta forma, cuanto mayor es la cantidad de agua que se utiliza, más tiempo se necesita para su evaporación, tiempo que va a influir sobre la calidad final del mortero. La solidez de la masa endurecida depende de la densidad intercrystalina, densidad que es mayor o menor según el porcentaje de agua empleada. Cuanto mayor sea el porcentaje de agua utilizada, mayor será el número de espacios vacíos o poros, que cuando se evapore el agua queden presentes en la masa. El volumen y la distribución de los poros son los responsables del grado de resistencia que posee el mortero una vez endurecido, por lo que la cantidad de agua empleada en su realización es muy importante (AA.VV, 1978a).

4.4. ANÁLISIS DE LA POLICROMÍA.

En nuestro caso, el análisis de las policromías, presenta una complejidad mayor que el de los materiales constituyentes del soporte, puesto que al problema de conservación de las capas pictóricas originales, se une el de las intervenciones realizadas, ya sea de repolicromado o por la aplicación de capas de cal.

4.4.1. Aglutinantes.

La sucesión de intervenciones históricas sobre las yeserías, dificulta, no solo la percepción del original sino también la identificación de los aglutinantes originales. La utilización de aceites y resinas en las capas de repolicromado impregna los estratos originales de modo que dificulta e incluso imposibilita en algunos casos la caracterización del aglutinante original. Este hecho se agrava además por las siguientes circunstancias:

- A pesar del desarrollo de las investigaciones en este campo en los últimos años, casi todos los análisis orgánicos son destructivos (Parra, 1998).
- La escasez de muestra con la que se puede trabajar (normalmente la toma de muestra es de pocos miligramos en la cual las sustancia orgánica no llega al 10% en peso).
- El envejecimiento del material que puede haber provocado cambios en las propiedades físicas y químicas.
- La posibilidad de la presencia contemporánea de dos o más materiales diversos. Por ejemplo, generalmente los revestimientos arquitectónicos presentan varias capas y, en ocasiones pueden estar realizadas con diferentes aglutinantes zonas relativamente cercanas. Es relativamente simple analizar una capa concreta (la preparación o la capa externa de la pintura), pero es difícil identificar la naturaleza de las capas intermedias (Parra, 1998).
- La contaminación de las muestras por repolicromados o intervenciones de restauración ya comentadas así como por productos del biodeterioro o del ambiente (Parra, 1998).

Atendiendo a la identificación de aglutinantes expuestos en la Tabla II. *Materiales identificados en yeserías de tradición hispanomusulmana* en el apartado 4.2 *Técnicas de ejecución*, en la revisión realizada, detectamos la utilización de temple en la realización de las policromías de yeserías originales (cola animal, goma arábiga o huevo), a los que es frecuente que se incorporen resinas y aceites en las intervenciones posteriores.

Al igual que en el apartado 4.3 *Análisis de los materiales constituyentes. El soporte*, esta sección se centra solo en aquellos materiales identificados en la revisión bibliográfica. Las diferentes técnicas de pintura son muy conocidas y se abordan en profundidad en manuales de restauración, por lo que se examinan en este trabajo solo aquellos aspectos de interés para el conocimiento de las técnicas empleadas en la ejecución de las yeserías.

De esta manera se ha realizado una clasificación de los productos orgánicos que generalmente se han empleado como aglutinantes en decoración arquitectónica en yeso, y que se pueden agrupar principalmente en cuatro categorías:

PROTEÍNAS. *Huevo y cola animal.*

GOMAS VEGETALES: *Goma arábiga*

ACEITES Y CERAS. *Aceite de linaza.*

RESINAS NATURALES: *Resina de colofonia, almáciga y goma laca.*

En todos los casos se puede afirmar que se trata de sustancias con estructuras complejas, y a menudo con diferencias no muy claras entre unas y otras. Por estas razones la identificación exacta de un aglutinante o fijativo orgánico no es siempre posible, y requiere el trabajo de un especialista químico en el sector (AA.VV, 1978b).

4.4.1.1. Técnica pictórica: Temples.

Los denominados *temples* se pueden incluir dentro de los procedimientos al agua, en el que se entiende el temple como un procedimiento en el que el aglutinante admite el agua como diluyente. En este apartado se analizan la cola y el huevo que pertenecen al grupo de las proteínas y la goma arábiga que pertenece al grupo de las gommas (Palet, 2002).

Proteínas: *Huevo y cola animal.*

Las proteínas son compuestos orgánicos muy presentes en la naturaleza, “están formadas por macromoléculas cuyas unidades básicas son los aminoácidos los cuales se unen a través de enlaces peptídicos” (Peris Vicente, 2007, p. 17). “Los aminoácidos están formados por cadenas carbonadas con una función ácido (-COOH) y una función amina (-NH₂) unidas a un mismo carbono. En las proteínas naturales se pueden encontrar hasta veinte aminoácidos diferentes, y será el número, el tipo y la secuencia de éstos lo que determinará la configuración molecular de las proteínas, así como sus propiedades físicas o químicas” (Garófano Moreno, 2011, p. 59).

La función de las proteínas en las técnicas pictóricas es la de dar soporte y cohesionar los pigmentos por lo que la utilización de uno u otro, influye directamente en las características ópticas de la obra (Peris Vicente, 2007). Entre ellos se distinguen principalmente la yema y clara de huevo, tejidos o pieles de herbívoros, escamas de peces, leches de bóvidos...) Desde el punto de vista químico, los diferentes aglutinantes proteicos se caracterizan por el tipo de aminoácido que prevalece en cada uno de ellos.

Las proteínas se pueden dividir en dos clases:

- *Proteínas fibrosas*: Presentan moléculas largas y filiformes dispuestas una junto a otra, y unidas por enlaces de hidrógeno lo bastante fuertes como para no disolverse en el agua, si no es a alta temperatura (colágeno). Son el componente fundamental de los tejidos animales. Entre los ejemplos de proteínas fibrosas encontramos: queratina (lana), colágeno (tendones, cartílagos, huesos, pieles...) que es el caso de las colas de origen animal (AA.VV, 1978a).
- *Proteínas globulares*: Están formadas por moléculas que forman unidades compactas de formas esféricas. Las fuerzas intermoleculares son bajas porque los enlaces de hidrógeno son internos y la superficie de contacto entre las diferentes moléculas es de extensión muy limitada con lo que pueden disolverse en agua, así como en soluciones acuosas de ácidos, bases, sales minerales y metales. Entre los ejemplos de proteínas globulares encontramos la albúmina del huevo (AA.VV, 1978a).

La principal característica que diferencia los aglutinantes constituidos de proteínas fibrosas (colágeno) y las globulares (huevo, caseína...) es que las primeras se emplean diluidas en agua mediante calor, mientras que las segundas, pueden emulsionarse mediante una acción mecánica (batiendo la clara) o se disuelven solamente si el agua contiene determinada cantidad de ácidos o bases (caseína).

Una de las características de los aglutinantes proteicos es la desnaturalización de las características estructurales de las proteínas con el proceso natural de envejecimiento, que en un tiempo relativamente breve convierte a las proteínas en insolubles e inatacables por el agua. La desnaturalización y el consiguiente aumento de resistencia es más rápido y completo en las proteínas globulares que en las fibrosas (AA.VV, 1978a).

Huevo:

El huevo ha sido uno de los aglutinantes proteicos más empleados en todas las culturas y épocas desde la antigüedad, utilizándolo completo (es decir tanto la yema como la clara) o usando sus componentes por separado (o sólo la yema o sólo la clara) (Garófano Moreno, 2011).

Entre los aglutinantes proteicos, el huevo es el que tiene una composición más compleja. “El huevo contiene aceites no secantes entre los que se encuentran los triglicéridos, los fosfolípidos que actúan como emulgentes y una pequeña proporción de colesterol” (Gómez González, 2008, p.89). La proporción de sus componentes es la siguiente:

- Cáscara: Constituido en un 90% de carbonato de calcio.
- Clara de huevo: “Es esencialmente una solución acuosa coloidal de proteínas (principalmente albúmina) que contiene pequeñas cantidades de grasas y sales minerales” (Garófano Moreno, 2011, p. 60). Está formada aproximadamente por un 87% de agua, una pequeña cantidad de polisacáridos (sobre un 2% y, aproximadamente un 12% de proteínas. La película de la clara es muy frágil, por lo que es necesario añadir un plastificante, como, la glicerina (Masschelein-Kleiner, 1992).
- Yema de huevo: “Es una emulsión compuesta por una disolución acuosa coloidal de algunas proteínas fosforadas, más un conjunto de grasas y aceites animales, estabilizadas por unos emulsionantes” (Garófano Moreno, 2011, p. 60). Contiene aproximadamente un 51 % de agua; de 17 a 38% de lípidos, 15% de proteínas: la livetina, la fosvitina, y un fosfolípido; la lecitina (2,2%) que tiene buenas propiedades tensoactivas. La presencia de la lecitina confiere a la yema de huevo la propiedad de estabilizar emulsiones (Masschelein-Kleiner, 1992).

En cuanto a su forma de utilización, la clara no es muy adecuada para utilizarse sola como aglutinante ya que forma “una película muy frágil y parcialmente sensible a la acción del agua, a causa de la ausencia en su composición de aceites y grasas (Garófano Moreno, 2011, p. 60)”. Ha sido utilizada en pintura sobre tabla, en manuscritos, en preparación de tintas y en casos excepcionales en preparaciones para el dorado (Garófano Moreno, 2011).

Por el contrario, la yema de huevo es un aglutinante óptimo, ya que su composición permite la formación de una capa con “excelentes características mecánicas de cohesión, adhesión y elasticidad que suelen mejorar con el tiempo” (Garófano Moreno, 2011, p. 60). Con el envejecimiento se vuelve más insoluble y además no amarillea. Además esta técnica es especialmente adecuada para acabados lisos, como sucede en el caso de las yeserías.

Respecto a su utilización⁸⁹. Rubio Domene (2012) afirma que, a pesar de la complejidad para verificarla en las muestras analizadas, existen documentos⁹⁰ de la época que atestiguan su uso en las yeserías de la Alhambra.

Cola animal:

Es un material químicamente bien definido cuyo componente fundamental es el colágeno, que es una “hidroxiproteína fibrosa insoluble en agua que forma dispersiones coloidales acuosas y se transforma en gelatina en el proceso de fabricación de las colas. Se extrae al hervir la piel, los huesos, los tendones y cartílagos de diversos animales. Contiene proporciones elevadas de glicina, prolina e hidroxiprolina y su estructura forma tres cadenas enrolladas en forma helicoidal mantenida por puentes de hidrógeno, que desaparecen al transformarse en gelatina, compuesta por una sola cadena lineal” (Gómez González, 2008, pp. 101-102). Las gelatinas o colas animales son fluidos tixotrópicos, por lo que la formación de la película sigue dos pasos: “el primero es el paso reversible de sol a gel mediante el reposo y el segundo es la desecación por la pérdida del medio de dispersión. La adhesividad de la capa se debe no solo a causas mecánicas, sino también a interacciones químicas específicas de los enlaces de hidrógeno. El envejecimiento de las proteínas se puede producir por el crecimiento de microorganismos, desnaturalización por el calor, hidrólisis en medio ácido y ataque por agentes químicos como la urea, son sensibles a la humedad y a los ácidos” (Gómez González, 2008, p. 103).

“Las que son menos puras suelen denominarse “colas fuertes”, mientras que las más puras se denominan “gelatinas”, y están compuesta exclusivamente por colágeno” (Garófano Moreno, 2011, p. 59). Las colas más empleadas como aglutinantes han sido las más puras, mientras que las impuras generalmente se han utilizado para la fabricación de sustancias adhesivas. “El factor discriminante era el poder cohesivo y adhesivo de la cola: éste aumenta generalmente con la cantidad de impurezas (colas fuertes), mientras que los aglutinantes requieren unas propiedades mecánicas más equilibradas, y por ende, el empleo de colas más refinadas” (Garófano Moreno, 2011, p. 59). Como ya se había expuesto, en yeserías de tradición islámica ha sido empleada como aglutinante en la aplicación de la policromía como demuestran análisis realizados en fragmentos originales no restaurados, depositados en el museo de la Alhambra

⁸⁹ En escritos antiguos también se menciona la adición de aceite polimerizado, aceite espesado al sol, trementina de Venecia y aceite de linaza en frío, de viscosidad normal, a la yema de huevo o al huevo completo. La adición de aceite al huevo cambia las cualidades de este, y sin perder por completo su carácter de temple pues el medio tiende a adquirir algunas características del óleo” (Mayer, 1993, p. 291).

⁹⁰ Rubio Domene (2012, p.110) hace referencia a los datos que aparecen en el legajo del Archivo Histórico de la Alhambra (L-6-20) DE 1588 en el que se relatan “las ocho condiciones que se han de guardar en pintar y dorar en la torre de Comares”.

(García Bueno *et al.*, 2006), la casa Yanguas (García Bueno *et al.*, 2010a) o en las yeserías de la fachada de Pedro I en el Real Alcázar de Sevilla (López Cruz, 2012).

Gomas vegetales: *Goma arábiga.*

Las gomas vegetales se forman en las plantas a partir de un proceso patológico, la gomosis, que consiste en la formación de una sustancia gelatinosa debido a la degeneración de las células de la madera, de la corteza o de otras partes de la planta: hojas, fruto... Las gomas están constituidas por unidades elementales llamadas monosacáridos, que son polialcoholes cíclicos de naturaleza aldehídica o cetónica. Con el agua, las gomas forman soluciones coloidales y se han empleado tradicionalmente como colas y como diluyentes. Todas las gomas muestran bastante higroscopicidad, es decir tendencia a absorber la humedad de la atmósfera. Las gomas más utilizadas como aglutinantes pictóricos son la goma arábiga y la goma de dragacanto; menos usadas son la de cereza, albaricoque, almendra... Debido al envejecimiento, las moléculas se degradan en fragmentos muy pequeños lo que aumenta la sensibilidad en agua. Igualmente, la película que se forma es bastante propicia a los ataques de hongos y otros microorganismos a la que sirven de nutrientes cuando hay humedad. También son sensibles a la contaminación ácida que puede llegar a producir la hidrólisis de los materiales y la consiguiente despolimerización de sus moléculas (AA.VV, 1978a; Maltese, 1990; Palet, 2002; Masschelein-Kleiner, 1992; Doerner, 1998).

Goma arábiga:

También llamada goma de acacia o goma del Nilo, se obtiene de las acacias gomíferas que crecen en Asia y en África. Las diferentes variedades tienen el nombre de sus países de origen. La exudación de la goma se estimula practicando incisiones de unos 5-10 cm de longitud en la corteza del árbol que debe tener entre seis y treinta años. La goma arábiga es la sal de calcio, de magnesio o de potasio de un ácido orgánico, el ácido arábico. Los análisis muestran que este ácido está constituido por L-arabinosa (30,3%), D-galactosa (36,8%), L-ramnosa (11,4%) y ácido glucorónico (13,8%). El porcentaje de la ramnosa varía según la especie de acacia que la produce (Masschelein-Kleiner, 1992) Presenta un pH ácido, es soluble en agua y se hidroliza en presencia de ácidos diluidos. Con las bases forma sales entre aquellas de metales alcalinos o alcalino térreos que son solubles en agua (AA.VV, 1978a). La goma arábiga no protege demasiado el pigmento, sobre todo si el tamaño de grano es grande. Además, si se aplica en una concentración alta, al secar se agrieta con facilidad, puesto que es quebradiza de por sí (Palet, 2002).

La goma arábiga ha sido empleada en solución acuosa como aglutinante de acuarela y de temple entre otros. El estudio de las pinturas murales de la tumba de Nefertari, demostraron que el aglutinante utilizado había sido una goma arábiga sin ramnosa procedente de una acacia egipcia que puede encontrarse todavía en la región de Luxor (Masschelein-Kleiner, 1992). Por otra parte, este aglutinante también ha sido identificado en pintura mural islámica como es el caso de Qusayr Amra en Jordania, en zócalos pintados hispanomusulmanes (retrete de la Sala de la Barca, Patio del Harén, Peinador Bajo) y en yeserías hispanomusulmanas se ha identificado en el Cuarto Real de Santo Domingo como ya se expuso en la primera parte de este capítulo (Medina Flórez & García Bueno, 2001); (García Bueno & Medina Flórez, 2004).

4.4.1.2. Técnicas pictóricas oleosas y óleo-resinosas.

Los aglutinantes grasos están compuestos por aceites, resinas y ceras. En el caso que nos ocupa vamos a abordar el de los aceites y las resinas. Tanto los aceites como las resinas forman películas que una vez secas, resultan brillantes y transparentes, proporcionando efectos excepcionales. El aceite es el aglutinante básico de algunos procedimientos grasos, entre ellos el de la pintura al óleo. Para la técnica del óleo se han utilizado principalmente tres aceites: aceite de linaza, nueces y adormidera. El principal problema de estos aceites es que amarillean con el tiempo y cuánto más grasos son, mayor es este amarilleamiento, perjudicando con ello a la percepción de las policromías. Su utilización por ejemplo, en las yeserías de la Fachada de Pedro I, ha provocado la impregnación de los restos de policromía de los estratos originales, perjudicando tanto su conservación, como su identificación (Almagro Gorbea *et al.*, 2010).

Aceites secantes: *Aceite de linaza.*

Los aceites secantes se definen como aglutinantes orgánicos de origen vegetal. Usados de manera tradicional en pintura principalmente como aglutinante de las técnicas al óleo u óleo-resinosas, tienen la propiedad de secarse en un tiempo relativamente breve. Los pigmentos se incorporan en el aceite en una película sólida y transparente que se adhiere a casi todos los soportes. La materia prima de la que se obtienen los aceites secativos más usados en la pintura occidental está constituido respectivamente de las semillas de la planta del lino, las nueces maduras y de las semillas de las amapolas. La calidad del producto final depende de la maduración de las semillas, del tipo de terreno y del año. Los aceites secativos más utilizados en pintura son aquellos que proceden de la planta del lino (Maltese, 1990; AA.VV, 1978a).

Desde el punto de vista químico los aceites se definen como ésteres de los ácidos grasos y la glicerina. “Los ácidos grasos de los aceites secantes deben ser insaturados en cierto grado (poseer dobles enlaces) porque estas uniones son las que dan lugar a la polimerización del aceite (secado). Y para que haya una buena reacción de polimerización, tienen que estar en contacto con el oxígeno de la atmósfera y la luz no directa del sol” (Palet, 2002, p. 43).

Entre los ácidos grasos de los aceites se encuentran los siguientes: *palmítico, esteárico, oleico, linoleico y linolénico*. Como hemos visto, los aceites contienen una cantidad de ácidos grasos saturados y más o menos insaturados, por lo que pueden ser no secantes (aceite de oliva), semi-secantes (aceite de amapolas, girasol) y secantes (aceite de lino y de nueces). Los aceites secantes se distinguen de los no secantes porque expuestos al aire en un estrato delgado, forman una película plástica, y después sólida por absorción del oxígeno de parte de los triglicéridos insaturados. En los aceites secantes se encuentran presentes sobre todo ácido linoleico y linolénico ambos muy insaturados.

El empleo del aceite en pintura se debe a que permite un trabajo bastante agradable, también en grandes superficies, cambiando el efecto ya sea con una pintura con cuerpo como con una veladura. Tales prestaciones dependen, como ya se ha comentado de la capacidad del aceite de secarse en un tiempo adecuado a las exigencias del trabajo de la pintura; es decir, ni muy rápida ni muy lenta.

En resumen, El proceso de secado de los aceites se produce en dos fases o estados, la oxidación y la polimerización.

En la oxidación los dobles enlaces de los aceites secantes reaccionan con el oxígeno del aire; absorbiendo oxígeno, el aceite aumenta de peso y de volumen. La velocidad de oxidación es baja al inicio (periodo de inducción), aumenta en un segundo momento y, posteriormente disminuye hasta el agotamiento del proceso. La duración de la oxidación es diferente según el contenido de ácidos grasos, de las condiciones de la temperatura y de la exposición a la luz. Si a los aceites secantes se añade un pequeño porcentaje (1-3%) de sales de algunos metales con propiedades secantes (plomo, manganeso, cobalto, zinc o cobre, el tiempo de oxidación se reduce; se elimina el periodo de inducción y la absorción del oxígeno alcanza rápidamente los valores máximos. Entre las transformaciones debidas a la oxidación están el aumento de viscosidad, el amarilleamiento y la fragilidad. Los aceites que tienen mayor cantidad de ácidos grasos saturados mantienen durante más tiempo un buen grado de elasticidad, pero con un secado más lento (AA.VV, 1978a).

La polimerización de los aceites es bastante compleja y dura en torno a unos 60-100 años en completarse. Cuando el aceite ha polimerizado, mucho antes incluso de este intervalo de tiempo, ya no es fácil disolverlo con disolventes orgánicos, debido a la formación de una red tridimensional que hace que el polímero sea termoestable lo que dificulta la entrada de las pequeñas moléculas del disolvente en el seno de la macromolécula del aceite (Palet, 2002; AA.VV, 1978a).

Aceite de linaza.

El aceite de linaza se obtiene del prensado de la semilla del lino o linaza “*linum usitatissimum*”. La composición de este aceite depende de una serie de factores entre los que destacan la naturaleza de las semillas, el clima, el modo de extracción así como el refinado. El proceso de extracción debe evitar altas temperaturas, que provoca la formación de productos coloreados y modifican la composición de los triglicéridos. Se deben eliminar los fosfolípidos, los mucílagos y todas las otras impurezas que se encuentran presentes en las semillas para obtener un aceite de buena calidad (Masschelein-Kleiner, 1992).

Las características de la capa pictórica que forma el aceite de linaza una vez que está seco, en la que destaca su “resistencia, flexibilidad, cohesión y elasticidad, dan la razón del uso histórico tan extendido que ha tenido este aceite en las técnicas pictóricas de todos los tiempos” (Garófano Moreno, 2011, p. 63). A pesar de que la calidad de la capa que forma es mucho mayor que la del resto de los aceites, tiene el defecto de que tiene una mayor tendencia al amarilleamiento, lo que puede influir en las cualidades ópticas de la capa pictórica (Pedrola, 1998).

Como todas las sustancias orgánicas, el aceite de linaza puede verse afectado por procesos de degradación que alteran sus propiedades originales. Cabe destacar que “la solidez de la capa formada por el aceite disminuye lentamente con el envejecimiento, a causa de una serie de reacciones que la vuelven más dura y frágil. Procesos de oxidación y de hidrólisis provocan una ruptura parcial de las mallas del reticulado del polímero dando lugar así a la formación de importantes cantidades de ácidos dicarboxílico como el subérico, sebácico o azelaico, siendo este último el más importante” (Garófano Moreno, 2011, p. 63). Esta acidez que aumenta con el envejecimiento puede ser muy perjudicial para los materiales con los que está en contacto (Masschelein-Kleiner, 1992).

Hay que señalar que la acción de la luz sobre el aceite de lino es muy compleja; aunque normalmente favorece el amarilleamiento, se ha observado que, cuando se deja un cuadro en la oscuridad, cuando se saca a la luz de nuevo, se oscurece todavía más. Este fenómeno, aparentemente contradictorio, se puede explicar por la formación en la oscuridad de cetonas

insaturadas que son inestables a la luz (Masschelein-Kleiner, 1992). Además, según Matteini & Moles (2000, p. 131), con respecto a los fenómenos fotoquímicos, la oscuridad “suele facilitar el fenómeno de amarilleamiento”.

Es frecuente identificarlo en capas de repolicromado en las yeserías de todos los periodos artísticos (García Bueno & Medina Flórez, 2004; García Bueno *et al.*, 2010a; López Cruz, 2012).

Resinas: *Resina de colofonia y almáciga.*

“Las resinas naturales son compuestos terpénicos derivados del isopreno” (Palet, 2002, p. 45). Estas resinas han sido empleadas en la formulación de barnices finales y de retoque, en mezcla con aceites y con ceras y para producir capas coloreadas transparentes, también llamadas veladuras (Palet, 2002). Se han utilizado especialmente las resinas blandas, ya que las duras son muy ácidas, oscurecen, pierden flexibilidad y se hacen muy insolubles con el tiempo. Forman películas transparentes bastantes duras e impermeables. Las resinas se dividen en diterpénicas (duras), triterpénicas (blandas), gomorresinas, balsámicas y coloreadas. En esta revisión nos centraremos en las resinas duras (resina de colofonia), resinas blandas (almáciga y dammar) y resinas coloreadas (goma laca) (Gómez González, 2008). Para su aplicación deben ir disueltas en algún disolvente orgánico como la “esencia de trementina, éteres de petróleo, cetonas, clorados y aromáticos” (Palet, 2002, p. 45).

Resinas duras: Los componentes mayoritarios de las resinas duras son los *diterpenos*, que tienen veinte carbonos y están formados por cuatro unidades de isopreno. Pueden estar constituidos por moléculas de dos o tres ciclos. Se extraen de árboles de coníferas o de leguminosas. Estas resinas solo se disuelven en caliente, dando lugar a barnices oscuros, muy duros, frágiles y muy ácidos, por ello en la actualidad se desechan en el campo de la conservación (Gómez González, 2008). Entre las resinas duras que hemos encontrado en este tipo de obras, se encuentra la resina de colofonia.

Resina de colofonia:

La colofonia (que también se denomina pez griega) es la resina que se obtiene de la secreción de algunas especies de pinos y también del residuo que se origina de la obtención de esencia de trementina. La colofonia es un material claro, transparente y quebradizo; es bastante pegajoso al tacto y se funde aproximadamente a la temperatura de ebullición del agua. Prácticamente es soluble en todos los disolventes volátiles y en los aceites empleados para pinturas y barnices. Presenta graves problemas de conservación pues tanto las capas pictóricas como los barnices en los que se utiliza son muy débiles y poco duraderos, siempre se oscurecen y se agrietan. Su acidez elevada la hace peligrosa para los pigmentos básicos.

Su tiempo de retención del disolvente es elevado por lo que la película tarda mucho en secarse y se prolonga durante mucho tiempo su estado pegajoso. Además presenta un punto de fusión muy bajo por lo que es peligroso para las obras de arte que se encuentran en exposición directa al sol. A pesar de que hoy en día se considera un producto de muy poca calidad, ha sido bastante utilizado en obras de arte, incluso en el barnizado de instrumentos de música del s.XVIII (Pedrola, 1998; Mayer, 1993; Masschelein-Kleiner, 1992). En yeserías se detectan en ocasiones mezcladas con aceites en los estratos superficiales como es el caso del oratorio de la Madraza donde se identifica en las capas de repolicromado (García Bueno *et al.*, 2010a).

Resinas blandas: Se extraen de especies de angiospermas y está formada fundamentalmente por triterpenos, con 30 carbonos y seis unidades de isopreno. “Son productos tri, tetra, o pentacíclicos con una oxigenación común en el carbono 28, dando lugar a aldehídos, alcoholes o ácidos con dobles enlaces y una cadena lineal más o menos larga. La estructura de base forma tetraciclos (dammaranos y upanos) y pentaciclos, que a su vez pueden ser hexagonales (ursanos y oleanos) o derivados del ciclopentano perhidrofenantreno (lupanos y hopanos)” (Gómez González, 2008, p. 93-94). A este grupo de resinas blandas pertenecen las resinas de almáciga y dammar.

Resina de Almáciga o mastic:

Esta resina se obtiene de una familia de angiospermas, las anacardiáceas y principalmente del lentisco pistacea (*Pistachia lentiscus*), árbol presente en todos los países mediterráneos (Masschelein-Kleiner, 1992). “Los principales triterpenos presentes en la resina mastic son: nor- α -amyrine, 28-norolean-17-3-one, hidroxidammarenone, y el aldehído oleanónico junto con los ácidos oleanónico, morónico, isomasticadienónico. De todos estos el ácido morónico (3-oxoolean-17(18)-en-28-oic acid), el ácido isomasticadienónico y el masticadienónico son considerados como característicos para la identificación de esta resina en muestras antiguas, ya que estos compuestos permanecen en la composición de la resina a lo largo del tiempo” (Garófano Moreno, 2011, p. 71). Generalmente se comercializa como piezas redondeadas de medio centímetro de diámetro aproximadamente. Tiene un color amarillo claro bastante brillante y se oscurece con el envejecimiento. La almáciga fresca es soluble en alcohol, esencia de trementina y otros disolventes fuertes, formando un barniz transparente. Durante el s. XVIII y s. XIX se generaliza su uso mezclándola con aceite de linaza y esencia de trementina, medio que tiende a presentar muchos problemas al secarse formando ampollas, grietas y oscurecimiento de la película pictórica. A pesar de ello, la resina de almáciga es la más flexible de todas las resinas blandas y la menos ácida (AA.VV, 1978a)

4.4.2. Revisión histórica de pigmentos empleados en decoración arquitectónica de tradición hispanomusulmana.

En su *“Tratado de arquitectura hispanomusulmana. III Palacios”*, Pavón Maldonado (2004) señalaba que uno de los aspectos menos conocidos de las yeserías hispanomusulmanas era el de la policromía, destacando la riqueza cromática que hubieron de tener estas decoraciones.

Aunque en la actualidad sigue siendo un tema poco estudiado, afortunadamente se ha tratado con mayor interés en los últimos años y ya han sido publicados diversos estudios científicos, en los que, gracias a diferentes técnicas de análisis aplicadas al Patrimonio (*microscopio óptico, microscopio electrónico de barrido, difracción de rayos X, fluorescencia de rayos X...*), se han podido identificar los pigmentos utilizados en la policromía de las yeserías.

En el siguiente apartado se tratarán los principales pigmentos empleados en este tipo de decoraciones (tanto en estratos originales como en sucesivas restauraciones) que han sido seleccionados a partir de una revisión de artículos publicados y cuyos resultados pueden consultarse en la Tabla II. *Materiales identificados en yeserías de tradición hispanomusulmana* expuesta en el apartado 4.2 *Técnica de ejecución*. Somos conscientes de que no es un catálogo completo y que deberá ser revisado pero, que es fundamental para abordar el estudio específico de las policromías de las yeserías del Patio de las Doncellas.

Entre los pigmentos identificados en las yeserías encontramos dos tipos. Por una parte, los materiales históricos, es decir aquellos que se encuentran en estratos más profundos y probablemente originales, que suelen ser naturales, (aunque en algunos casos pueden ser sintéticos pues muchos de ellos se fabricaban desde la antigüedad) y, por otra parte los modernos, que se identifican con intervenciones recientes y cuya manufactura se relaciona en muchos casos con los avances tecnológicos de la revolución industrial (López Cruz, 2012). Se considera que es importante conocer la secuencia estratigráfica de ambos, la cronología de su uso, así como sus particularidades, pues nos pueden aportar información concluyente para nuestro estudio [Fig. 100].

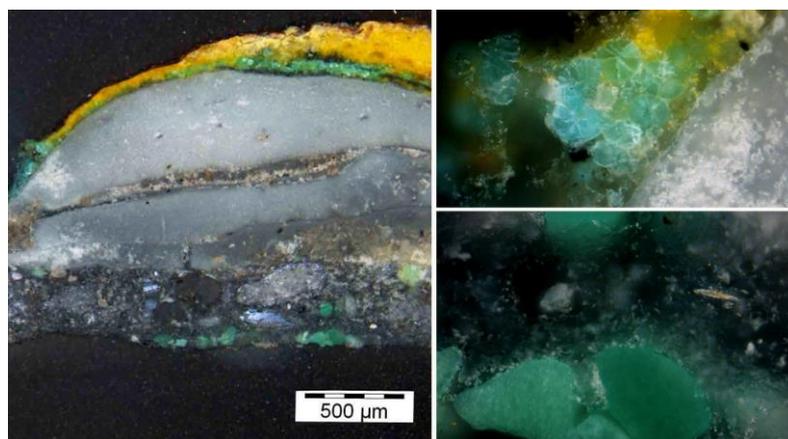


Figura 100. Microscopía óptica de una de las muestras de las yeserías del patio de las Doncellas. En la parte inferior de la muestra se detectan granos de malaquita, probablemente correspondientes a la policromía original. En los estratos superiores se identifica verde esmeralda (pigmento industrial) y una capa de dorado realizada sobre una base de amarillo de cromo y plomo.

Breve introducción histórica

Desde la Antigüedad clásica existía en el Mediterráneo un comercio muy activo de productos pictóricos, muchos de ellos llegados de Oriente. La mayor parte de los pigmentos que se empleaban en la Edad Media y Moderna, ya circulaban entonces “azurita, malaquita, oropimente, bermellón, rejalgar, tierras de variados colores vegetales y animales y también algunos colores artificiales como el cardenillo, el albayalde o el minio” (Bruquetas Galán, 2012a, p. 70).

Este comercio alcanza un desarrollo importante en la Baja Edad Media: venecianos, genoveses, catalanes o valencianos comerciaban con un gran número de productos entre los que destacan los orientales como el lapislázuli de Afganistán, el oropimente de Siria y Asia o el bermellón español entre otros. La importancia o los puertos de distribución de estos pigmentos cambian durante los siglos según el poder de las potencias europeas hasta llegar al s. XVIII donde la mayor parte de los pigmentos son todavía importados (Bruquetas Galán, 2012a).

La revolución científica del s. XVIII fue un gran aliciente para la utilización y la fabricación de pigmentos sintéticos ya que al mayor número de pigmentos disponibles en el mercado, se unió su producción industrial. La fundación de las nuevas industrias de pigmentos, como Lefranc en Francia o Windsor & Newton en Inglaterra no solo redundó en la fabricación y comercialización de los productos, sino también en la investigación de nuevos pigmentos como es el caso del azul de Prusia o del azul ultramar artificial (Kroustallis & Del Egido, 2012). Las principales consecuencias de estas aportaciones fue principalmente la de una mayor disponibilidad de productos, muchos de ellos de precio más asequible y que mejoraban las cualidades de los anteriores respecto a toxicidad o permanencia, lo que provocó la sustitución paulatina de ciertos pigmentos y colorantes cuyo uso había resultado habitual en los siglos precedentes (San Andrés Moya, 2012).

4.4.2.1. Pigmentos azules

El azul es el color que más importancia ha tenido en la historia de la humanidad y por ese motivo, han sido muchos los pigmentos que lo han representado. Este hecho se debe a que la grandiosidad azul de nuestro planeta tenía que hacer mella en la mente del hombre (Palet, 2002). Entre los pigmentos azules que se han identificado de manera más frecuente en este tipo de obras se encuentran: el lapislázuli y azurita natural en las capas más profundas y por lo tanto originales, mientras que en intervenciones posteriores es frecuente la presencia de azurita sintética, azul ultramar artificial y azul de Prusia.

Pigmento: ULTRAMAR NATURAL (LAPISLÁZULI).

Composición: $3\text{Na}_2 \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 2\text{Na}_2\text{S}$. “Su composición química es la de un silicoaluminato complejo, que contiene sodio y azufre en forma de polisulfuro, responsable del color en un entorno cristalino tipo zeolita, no conteniendo ningún elemento químico cromóforo típico. Como mineral es una mezcla de Lazurita, Edenita, Mica, Calcita, Pirita, Sodalita, Forsferita y Wollastonita diseminadas. Para su uso como pigmento es importante seleccionar el mineral más rico en Lazurita y quitarle las impurezas acompañantes mencionadas” (Palet, 2002, p. 79).

Otras denominaciones: Caeruleum Scyticum; armeniam blue, natural ultramarine, ultramar natural, lapislazzuli outremer (lapis), ultramarine (echt), oltremare. Los griegos la compararon a un claro cielo nocturno centelleante de estrellas y el nombre de azul ultramar deriva de su procedencia, para referirse al azul que procedía de más allá del mar (San Andrés Moya *et al.*, 2010).

Origen: natural mineral.

Técnicas: Debido a que se aclaraba con la cal y que era muy costoso para emplearlo a gran escala, el lapislázuli rara vez está presente en pintura mural, si no es en pequeños acabados a tempera casi siempre asociados con la azurita (AA.VV, 1978a). Ciertos autores afirman que en la Edad Media se creía que le confería virtud a la pintura, reservándose para la ropa de la virgen y de Jesucristo. En templos con goma arábiga y con huevo aportaba excelentes resultados. Por otro lado con la aparición de la técnica del óleo el pigmento no parecía tan majestuoso debido a la acción del aceite y, para remediarlo tenía que añadirse blanco de plomo (Parrilla Bou, 2009; Plesters, 1991).

Aparición/ periodo de empleo: Desde s. V - s. XV hasta principios del s. XX aprox.

En la antigüedad era más empleado como piedra preciosa y, parece ser que no se aplicó como pigmento hasta el s. VI-VII en las pinturas murales de Bamiyan en Afganistán, aunque no sería hasta el s. XV que se refinase su proceso de elaboración en el que se obtuvo un color puro y brillante (Plesters, 1991; Restrepo Baena, 2002). El yacimiento de explotación del lapislázuli se encontraba en Badakshan en la zona noroeste de Afganistán, circunstancia que, unida a la de

la complejidad de su purificación fue la responsable de que fuese un pigmento con un precio tan alto lo que motivó solo pudiera utilizarse por aquellos que disponían de recursos económicos elevados (San Andrés Moya *et al.*, 2010). Su alto precio conllevó que muchos pintores desecharan su uso, sustituyéndolo por otros pigmentos como la azurita (Delamare, 2013). Además, su comercio por vía veneciana propició que fuese mucho más utilizado en Italia que en el resto de los países europeos

Estabilidad/ problemas de conservación: Estable a la luz, al calor y los álcalis. En ácidos, aunque sean débiles y diluidos, pierde color por pérdida del sulfuro en forma de ácido sulfhídrico (H₂S). Debido a la acidez del aglutinante y de los barnices se producen alteraciones que se observan a menudo, en forma de manchas azul- grisáceas sobre pinturas antiguas en las que se ha utilizado este pigmento (AA.VV, 1978a).

Referencias documentales de interés para este estudio. El lapislázuli tradicionalmente ha sido un pigmento tan caro como el oro por lo que se usaba siempre en decoraciones muy ricas. Su uso en arquitectura se restringía a los palacios más lujosos. Entre las decoraciones de tradición islámica en las que ha sido identificado destaca las pinturas murales de Qusayr´Amra (Medina Flórez & García Bueno, 2002), el alero de la Fachada de Pedro I (López Cruz, 2012), las yeserías del Palacio de Balaguer en Lleida (Solé Ugüelles & Alòs Trepas, 2012), en las yeserías del Mexuar y en decoraciones de yeso del Palacio de la Alhambra como en el Palacio de los Leones, fragmentos depositados en el Albert Museum de Londres y en fragmentos de yeso almacenados en los depósitos del museo de la Alhambra (García Bueno *et al.*, 2006).

Identificación: Constituido por cristales grandes, transparentes y de aspecto vítreo. El tono del color característico es azul violáceo. Puede contener impurezas de calcita (lo que da lugar a la birrefringencia⁹¹), y de pirita (con luz reflejada se observan reflejos dorados). La calcita (birrefringente) no está presente en el pigmento azul ultramar artificial por lo que ésta es una de las características que permite identificar el natural del artificial (Gómez González, 2008). El ultramar natural presenta cristales irregulares que recuerdan a la forma de los fragmentos de vidrio roto (AA.VV., 1978b; Palet, 2002).

⁹¹ *Birrefringencia:* “Es una de las propiedades características de los pigmentos cuando se observan con luz polarizada. La birrefringencia se caracteriza porque los materiales anisótropos desdoblan el rayo de luz, incidente en dos, ambos polarizados y perpendiculares entre sí, ofreciendo un brillo característico con los polarizadores cruzados (bermellón, láminas metálicas...)” (Gómez González, 2008, p. 79).

Pigmento: AZURITA NATURAL

Composición: $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$. Carbonato básico de cobre.

Otras denominaciones: Lapis armenum; Caeruleum Cyprum, azul de Alemania, azul de montaña, azul de Santo Domingo, azul de cenizas, azul de España, azul de Sevilla, azurro di Alemagna, azurro della Magna, Azurro di Montagna, Azurro tedesco o teutónico, montain blue, lapis armenius, azurium citramarinum.

Origen: natural mineral.

Técnicas: A pesar de que al ser un carbonato, es sensible a los ácidos, históricamente ha sido bastante permanente cuando se ha utilizado con la técnica del temple o del óleo, aunque se observan cambios en lo que a su color se refiere. "Cuando se asocia con un aceite da un color más verdoso y si se mezcla con yema de huevo se obtiene un color más parecido al verdigrís" (López Cruz, 2012, p. 67).

Aparición/ periodo de empleo: Desde s.V - s.XV hasta s.XVIII aprox.

El pigmento obtenido de la piedra azurita ha tenido un papel esencial en la pintura mural de oriente. Ha sido usado en China occidental y en China central en las pinturas murales de las dinastías Sung y Ming. Por otra parte, aunque era conocido en época egipcia y romana, no ha sido habitualmente utilizado debido quizás a la permanencia de uso del azul egipcio. A partir de la Edad Media es más frecuente encontrar información sobre el pigmento y su forma de preparación, extendiéndose su uso en este periodo a pesar de la supremacía que todavía ostentaba el azul ultramar natural (Rinaldi *et al.*, 1986; Gettens & West Fitzhugh, 1991a). En ocasiones se aplicaba como capa subyacente para dar más realce al lapislázuli de la capa superior. Según Palet (2002), el descubrimiento del azul de Prusia en el s. XVIII, desplaza la utilización de este pigmento.

Estabilidad/ problemas de conservación: Es soluble en ácidos, aun siendo débiles (ej. Ácido acético), por este motivo algunas capas pictóricas en las que se ha empleado este pigmento (por ejemplo en mantos de vírgenes) han llegado a nuestros días completamente ennegrecidos; bajo el efecto de la humedad y el ácido sulfhídrico, se convierte en sulfuro de cobre, de color negro. En presencia de humedad la azurita (carbonato básico de cobre) se transforma en la malaquita, de color verde. Por otra parte, cuando se encuentra en un ambiente salino o con sales del sustrato se convierte en atacamita (cloruro de cobre hidratado) (AA.VV., 1978a; Mora *et al.*, 2001; Gómez González, 2008).

Referencias documentales de interés para este estudio. Este pigmento tiene una gran relevancia en España ya que, al poco tiempo de llegar los españoles a América (en la isla que llamaron la Española) se encontraron unos ricos yacimientos de azurita que se empezaron a explotar rápidamente. De este interés por el mineral deja constancia Cristóbal Colón en la carta que envía a los reyes Católicos tras su segundo viaje, y pronto se convirtió en una de las

mercancías habituales que se enviaban desde Santo Domingo a Sevilla hasta bien avanzado el s. XVII. En la ciudad de Sevilla se refinaba y se preparaba para pintar (Bruquetas Galán, 2012a). Este hecho podría haber facilitado su adquisición para las obras de mantenimiento del Real Alcázar.

Entre los lugares en los que se ha identificado su uso destaca la casa Yanguas de la calle san Buenaventura en el barrio del Albaicín de Granada. En este caso los restos de azurita aparecían bastante degradados, prácticamente verdes, debido a su alteración en presencia de la humedad (García Bueno *et al.*, 2005). Este fenómeno también se ha identificado en las yeserías de la Fachada de Pedro I donde se observa que, debido a las condiciones ambientales húmedas, un pH alto y la presencia de cloro, se ha transformado en hidroxiclورو de Cu tipo atacamita $\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$ con colores verdes claros (López Cruz & Velilla, 2014).

También se ha identificado de manera generalizada en el Cuarto Real de Santo Domingo y en yeserías de la Alhambra de Granada (García Bueno & Medina Flórez, 2004; López Borges *et al.*, 2005; García Bueno *et al.*, 2006).

Identificación: Se presenta en forma de cristales generalmente grandes y con contornos bien definidos. Al proceder del mineral machacado los granos suelen ser irregulares. El tono del color es ligeramente verdoso y los cristales presentan birrefringencia y vivos colores de interferencia (AA.VV, 1978b).

Pigmento: AZURITA ARTIFICIAL

Composición: $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$. Carbonato básico de cobre artificial.

Otras denominaciones: azul verditer, blue verditer azul de plata, azul bice, azul de Montaña.

Origen: Sintético inorgánico.

Técnicas: Puede utilizarse en todas las técnicas artísticas, pero puede reaccionar con las grasas y los aceites (Eastaugh *et al.*, 2007).

Aparición/ periodo de empleo: Desde el s. XVI- s. XVII hasta s. XIX

Se menciona por primera vez en la literatura del s. XVII como un pigmento de cobre de origen sintético, siendo la versión sintética del pigmento azurita. Anteriormente se detectan otros azules artificiales pero realizados solo a pequeña escala o para uso individual (Eastaugh *et al.*, 2007). Este pigmento fue considerado como un pigmento sustituto de la azurita y del lapislázuli y se identifica en manuscritos del s. XVII, extendiéndose su uso a lo largo de todo el s. XVIII (San Andrés Moya *et al.*, 2010).

Estabilidad. Problemas de conservación: Pueden presentar degradaciones de color de mayor o menor intensidad debido a su alteración (López Cruz, 2012).

Referencias documentales de interés para este estudio. Se identifica en intervenciones de repolicromado de las yeserías de la Madraza y de la Fachada de Pedro I (López Cruz, 2012; García Bueno *et al.*, 2010a).

Identificación: El tamaño de partícula de la azurita artificial normalmente es más homogéneo que en la azurita natural y el color es bastante similar. Las partículas de la azurita artificial pueden ser redondas (Gettens & West Fitzhugh, 1991a). En el estudio llevado a cabo en las policromías de las yeserías de la Fachada de Pedro I, ha sido un pigmento muy común en las muestras estudiadas. Los estratos de azurita sintética se caracterizan en este caso por la presencia masiva de esferulitos⁹² de tamaño medio de 10-15µ, constituidos por un agregado de pequeños cristales aciculares con disposición fibroso-radial (López Cruz, 2012).

Pigmentos industriales:

Pigmento: AZUL DE PRUSIA.

Composición: $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$. Ferrocianuro férrico. Ferrocianuro de amonio férrico precipitado al reaccionar un ferrocianuro con un sulfato y luego un (bi) cromato (Mayer, 1993).

Otras denominaciones: azul de Berlín, azul de París, azul de Amberes, blu di prussia, blu di berlino, blu di Parigi, Blu di Anversa, Blu di Sassonia, Blu cinese, american blue, chinese blue, cyanine, french blue, gas blue, hamburg blue, iron blue, milori blue, oriental blue, steel blue, toning blue, neublau, oelblau, mineralblau...

Origen: Sintético inorgánico.

Técnicas: Es sensible a los álcalis por lo que no se puede utilizar en frescos (Mayer, 1993). Según Delamare (2013), el azul de Prusia todavía se utiliza por los artistas en pasteles, en óleos, acuarelas, pero no en pintura acrílica.

Aparición- periodo de empleo: Desde el s. XVIII hasta la actualidad.

No se conoce con seguridad la fecha en la que Diesbach y Dippel hicieron este descubrimiento, aunque se establece como la más aproximada entre los años 1704 y 1706. Una de las primeras referencias escritas que se tiene del azul de Prusia es la que aparece en la revista alemana "Miscellanea Berolinensia" en la que se habla de la belleza de su color y se recomienda como pigmento, pero no se aporta ningún dato referente a su fabricación. Sus propiedades hicieron que muy pronto se utilizase como sustituto del lapislázuli y la azurita (que eran muy caros) el índigo y el azul de esmalte, lo que justifica su presencia en un gran número de obras de arte del s. XVIII y s. XIX (San Andrés Moya, 2012).

⁹² *Esferulítico*: "Asociación de cristales aciculares que convergen en un punto central desde direcciones radiales en las tres dimensiones del espacio" (Gómez González, 2008, p.79).

Estabilidad. Problemas de conservación: Pigmento poco cubriente e inestable a la luz. Es resistente a los ácidos diluidos pero no a los álcalis. No puede utilizarse en fresco ni tampoco a los procedimientos que impliquen un medio alcalino como la caseína. Cuando se aglutina con aceite, se vuelve verdoso con el tiempo no por defecto del pigmento, sino por el amarilleo del aceite (Palet, 2002).

Referencias documentales de interés para este estudio. Ha sido un pigmento muy utilizado sobre todo en el s. XIX como lo demuestra su uso en las pinturas de David, Ingres, Horace o Vernet (Rinaldi *et al.*, 1986). En las publicaciones consultadas se detecta como uno de los pigmentos usados en las intervenciones recientes de la Madraza (García Bueno *et al.*, 2010a) y la Alhambra (López Borges *et al.*, 2005).

Identificación: Siendo un pigmento sintético, está constituido por partículas muy pequeñas, distinguibles solo con un gran aumento (1500x) de color azul intenso. La identificación se puede confirmar con un ensayo químico para la detección del hierro (AA.VV, 1978b).

Pigmento: AZUL ULTRAMAR ARTIFICIAL

Composición: $\text{Na}_{8-10} \text{Al}_6 \text{Si}_6 \text{O}_{22-24} \text{S}_{2-4}$. Silicato compuesto por Na, Al, Si, O, y S.

Otras denominaciones: Ultramar francés, azul de Guimet, oltremarino francese, azurro di Guimet, french ultramarine, french blue, new blue, permanent blue, synthetic ultramarine.

Origen: químicamente y físicamente similar al ultramar natural (lapislázuli) pero no contiene calcita y pirita. Sintético. Inorgánico.

Técnicas: Es adecuado para todas las técnicas excepto para el fresco, debido a su sensibilidad frente a los agentes atmosféricos, sobre todo a la humedad (Matteini & Moles, 2000). Con aglutinantes acuosos como las gomas vegetales, témperas o temple al huevo, el azul ultramar artificial adquiere colores puros y luminosos. Por otra parte, con los aglutinantes oleosos, “y como consecuencia de su acusada profundidad lumínica, en capas gruesas parece un azul oscuro casi negro, por lo cual se suele utilizar en estos medios mezclado con blanco de plomo o como una fina veladura sobre fondos azul claro o blancos (reflectores)” (Doerner, 1998, p. 68) Debido a sus extraordinarias propiedades técnico-pictóricas y su específica tonalidad de color, este pigmento se posiciona entre los más importantes e indispensables en la pintura al óleo, temple o acuarela (Doerner, 1998).

Aparición-periodo de empleo: Desde el s. XIX hasta la actualidad.

La escasez de pigmentos azules en el s. XIX unido al elevado precio del lapislázuli, llevaron al gobierno de Napoleón a la búsqueda de un nuevo pigmento que fuera capaz de satisfacer las necesidades de este mercado. Tras varios intentos, los esfuerzos se vieron recompensados con el descubrimiento en 1828 del azul ultramar artificial por Guimet en Francia, que funda la primera fábrica para su explotación en 1831 (San Andrés Moya, 2012). Su descubrimiento fue

uno de los grandes eventos en la historia de los pigmentos artísticos. Fue resultado de una profunda investigación química como consecuencia de la observación fortuita de un color misterioso incrustado en los hornos en los que se fabricaba ceniza de sosa y desde entonces se ha convertido en uno de los pigmentos más empleados (Mayer, 1993). Considerando el alto precio del lapislázuli, el ultramar artificial sustituyó muy pronto a su antecesor como demuestra su utilización por parte de los impresionistas y los post-impresionistas (Plesters, 1991).

Estabilidad. Problemas de conservación: Los álcalis no lo descomponen, pero los ácidos provocan que pierda color desprendiendo sulfuro de hidrógeno (López Cruz, 2012).

Referencias documentales de interés para este estudio. Se detecta en las intervenciones modernas de las yeserías nazaríes de la Alhambra y de la Madraza mezclado con blancos como la barita y en la fachada del Palacio de Pedro I (López Cruz, 2012; García Bueno *et al.*, 2010a; Cardell-Fernández & Navarrete- Aguilera, 2006).

Identificación: Está constituido por cristales muy pequeños y homogéneos en forma y color (AA.VV, 1978b). El análisis por difracción de rayos X demuestra que no existe diferencia cristalográfica entre el azul ultramar natural y el azul ultramar artificial. Por otra parte, la imagen microscópica del ultramar artificial es muy característica y puede diferenciarse del natural, sobre todo por el tamaño de partícula que es más pequeña y homogénea, así como por ser más oscuro que el natural y tener un poder colorante mayor, además de las diferencias ya comentadas en el análisis del lapislázuli (Palet, 2002).

4.4.2.2. Pigmentos rojos.

Los pigmentos rojos presentan una gran importancia en la ornamentación hispanomusulmana. Generalmente su uso se detecta en los fondos de las decoraciones, así como en las zonas internas de las palmas para dar sensación de relieve. Por este motivo se han identificado una gran variedad de pigmentos de este color en este tipo de ornamentaciones entre los que destacan el ocre rojo, el cinabrio/bermellón o el minio. A diferencia del caso de los azules, normalmente no se detectan en los repolicromados la utilización de rojos industriales.

Pigmento: TIERRA ROJA

Composición química: Óxidos de hierro que contienen silicatos y otras sustancias.

Otras denominaciones: hematites, almagra, rubricae, rojo inglés, tierra roja, sinopia, almazarrón.

Origen: Puede ser natural o sintético. Los óxidos de hierro constituyen un ejemplo de pigmentos que han permanecido en el tiempo. El hidróxido de hierro FeOOH tiene varias formas cristalinas diferentes. La variedad α es la goethita que es la más importante en lo que a pigmentos se refiere. Se caracteriza por su color amarillo (ocre) y su fuerte índice de refracción. Por otra parte, las formas β (akaganeita) y γ (lepidocrocita) son de menor importancia, la lepidocrocita se presenta en forma de cristales tabulares de una tonalidad rojiza- marrón. En cuanto al óxido de hierro, Fe_2O_3 , también tiene sus variedades cristalinas, de las cuales, la más conocida es el hematita, un mineral muy abundante en la naturaleza de color rojo anaranjado. Es muy conocido que el calentamiento de la goethita da lugar al hematita. Esta transformación ha sido muy importante en el mundo del arte, ya que debido a la escasez de ocre rojo naturales este procedimiento ha sido la base para la fabricación del ocre rojo artificial. Posiblemente se conociera en la Prehistoria, pero sobre todo en época romana donde está documentado (Delamare, 1987).

El efecto de esta transformación, en ciertos casos accidental se puede ver todavía en pinturas murales realizadas en su origen con goethita, que o bien han sufrido incendios o calentamientos por diversos motivos, se puede observar la transformación irreversible de la goethita (amarilla) en hematita (roja). La industria de este tipo de pigmentos tiene su apogeo a principios del siglo XX en Francia (Delamare, 1987).

Técnicas: Es un pigmento apto para todos los procedimientos incluso para el fresco. Se utiliza sobre todo para las carnaciones, en la imprimación de los lienzos y en el dibujo preparatorio del muro para recibir la pintura al fresco (Parrilla Bou, 2009).

Aparición- periodo de empleo: Desde la Prehistoria hasta la actualidad

Conocido y empleado desde la Prehistoria es el más antiguo de los rojos empleado en la pintura (Mora *et al.*, 2001). De la misma manera es el pigmento más difundido en todas las civilizaciones del hombre y se encuentran restos de este pigmento como material de pintura, tinte, decoraciones, cosmética...La literatura griega y romana distinguían cuatro tipos de rojos a base de óxidos de hierro: hematites, rubrica, sinopia y ocre. Su uso no ha disminuido con el paso del tiempo, siendo un pigmento que continúa utilizándose en la actualidad.

Estabilidad. Problemas de conservación: Extraordinariamente resistente a la luz y compatible con todos los pigmentos (AA.VV, 1978a).

Referencias documentales de interés para este estudio: Este pigmento ha sido identificado en yeserías hispanomusulmanas de todas las épocas, desde las primeras manifestaciones taifas del Palacio de Balaguer en Lleida (Solé Ugüelles & Alòs Trepapat, 2012), hasta las yeserías mudéjares de la Fachada de Pedro I (López Cruz, 2012). En ocasiones se identifica solo como en el caso de Lorca (Murcia) en el que se utiliza para los fondos, atauriques y epigrafía de un nivel inferior (Pérez Asensio *et al.*, 2012), mientras que en otras ocasiones aparece mezclado con cinabrio/bermellón, como en el caso de la Madraza de Granada (García Bueno *et al.*, 2010a). También se identifica en otras edificaciones de Granada como el Cuarto Real de Santo Domingo (García Bueno & Medina Flórez, 2004), y el Corral del Carbón (Blanca López & Blanca López, 2012).

Identificación: Semiopaco. Los granos del pigmento se presentan en forma y aspecto diverso. A veces se distinguen cristales de un color rojo intenso con nícoles cruzados (AA.VV, 1978b; Palet, 2002).

Pigmento: **CINABRIO /BERMELLÓN.**

Composición química: HgS. Sulfuro de mercurio rojo. Sulfuro de mercurio rojo que se encuentra en la naturaleza como mineral.

Otras denominaciones: vermilion (cinnabar), vermilion (zinnober), vermillon (cinabre), (vermiglio (cinabro), cinnabaris...

Origen: Mineral. Natural/Artificial. El cinabrio y el bermellón son dos nombres asignados a un mismo compuesto químico HgS que tiene diferente origen. En el caso del cinabrio su origen es natural mientras que el caso del bermellón es un pigmento artificial que puede obtenerse por diferentes métodos (Baez Aglio & San Andrés Moya, 2003).

Técnicas: Plinio y Vitrubio indicaban que no podía mezclarse con cal (Abad Casal, 1982). Cennino Cennini desaconsejaba su uso en fresco ya que al estar desprotegido el pigmento, es más probable que se produzca su oscurecimiento. En cambio, cuando se utiliza en técnicas grasas, los aceites y resinas actúan como protectores del pigmento, por lo que se considera excepcional su oscurecimiento con estas técnicas (Baez Aglio & San Andrés Moya, 2003). Uno

de los puntos a destacar es que ha sido muy frecuente su uso en óleo mezclado con blanco de plomo sin que se produzca ennegrecimiento con el paso del tiempo (Gettens *et al.*, 1991a).

Aparición- Periodo de empleo: Desde las antiguas civilizaciones históricas hasta la actualidad.

Pigmento conocido desde época helénica pues ha sido identificado en estatuas ya desde el s. IV a.C. Uno de los yacimientos más importantes es el de las minas españolas (Almadén) tanto por la cantidad de mineral como por la calidad del mismo. Hasta el s. I el mundo grecorromano obtenía este pigmento de las minas de Éfeso, pero a partir de este momento se sustituye por el cinabrio traído de España (Bruquetas Galán, 2012b) y se ha identificado, entre otros lugares, en las pinturas murales de Pompeya en Italia⁹³. Los estudios realizados en el yacimiento de *Bilbilis* han permitido afirmar que en este periodo “el cinabrio siempre se utiliza en las capas finales y normalmente, muy delgadas. En ocasiones esta capa final de cinabrio se superpone a otra, también de color rojo, a base de hematites. En algunas de las muestras el cinabrio se ha mezclado con minio (pigmento de un tono más anaranjado), muy probablemente con la intención de utilizar menos cantidad de cinabrio” (Guiral Pelegrín & Martín-Bueno, 1996, p. 522) Plinio y Vitrubio designan a este pigmento con el nombre de minium al que Vitrubio, dedica dos capítulos de su obra *Los diez libros de Arquitectura*.

Por otra parte, Teofrasto refiere en sus manuscritos que su obtención se hacía a partir de riscos inaccesibles, lanzando flechas para arrancarlo (Mayer, 1993).

Tanto el cinabrio como el bermellón artificial son de los pocos pigmentos rojos brillantes conocidos desde la antigüedad. El resto de pigmentos rojos que se conocen hasta el s. XX, fundamentalmente el minio y las lacas, poseían unas cualidades diferentes a las de este pigmento (Baez Aglio & San Andrés Moya, 2003).

El cinabrio tuvo un gran uso en la antigüedad clásica, sin embargo pronto comenzó a sustituirse por su variedad sintética, el bermellón. Parece que el proceso de obtención del bermellón se desarrolló en China alrededor del siglo IV y que fue traída a Occidente por los árabes. La introducción del bermellón en el ámbito artístico fue paulatina, al principio era un material caro, como el cinabrio, pero en el s. XV su uso ya era habitual, intensificándose su empleo en el Renacimiento (San Andrés Moya *et al.*, 2010).

Según Bruquetas Galán (2012b) los árabes mejoraron considerablemente las técnicas metalúrgicas en las minas de Almadén. La importancia de su producción se atestigua también en época de los reyes católicos los que, con el objetivo de proteger las rentas de las minas

⁹³ Existe una discusión acerca de si los griegos conocían el yacimiento de Almadén y lo utilizaban para la extracción del mineral. Mientras que la traducción de Plinio, o las investigaciones de D.E. Eichholz traducen el término griego *Iberia* como una ciudad española, otros autores como E.R. Caley y J.F.C Richards interpretan que el yacimiento español no era conocido en época griega y que *Iberia* parece referirse a otra antigua ciudad conocida con ese mismo nombre en el Caúcaso en la parte oeste de la Georgia rusa (Baez Aglio & San Andrés Moya, 2003).

prohíben en 1495 la entrada en España de productos que pertenecían a la rama del azogue, como el bermellón. Incluso se detecta un caso en contra de la venta del bermellón importado de Venecia (Kroustallis, 2012).

En el pasado se han utilizado los dos nombres – cinabrio y bermellón- indistintamente para describir cualquiera de los productos, pero en el s. XVII el segundo término era más frecuente y a partir de la segunda mitad del s. XVIII, el término cinabrio era utilizado únicamente para designar el mineral nativo (Baez Aglio & San Andrés Moya, 2003).

Por otra parte, es difícil de establecer cuando deja de emplearse el cinabrio natural con fines artísticos. “Es probable que con la introducción del bermellón artificial, fuese desplazado cayendo paulatinamente en desuso. No obstante su desaparición de los proveedores no parece producirse antes de 1880” (Baez Aglio & San Andrés Moya, 2003, p. 159)

En 1907, la incorporación del rojo de cadmio ha conseguido igualar cromáticamente al bermellón, presentando además mejores propiedades de permanencia, por lo que ha conseguido que disminuya su demanda y por lo tanto su fabricación (Baez Aglio & San Andrés Moya, 2003).

Estabilidad. Problemas de conservación: Es un pigmento bastante estable, compatible con otros pigmentos y no reactivo. Una de las características de los sulfuros es que reaccionan con los compuestos de plomo formando sulfuro de plomo negro pero como ya se ha referido, la mezcla con blanco de plomo, que era habitual en las carnaciones, ha llegado a nuestros días prácticamente inalterada. Se ha comprobado por otra parte que cuando se produce un oscurecimiento en las mezclas de estos dos pigmentos, éste se produce por una transformación del cinabrio más que por la combinación química del plomo con el azufre para formar sulfuro de plomo negro. Así, hay que destacar que el cinabrio y el bermellón se transforman bajo el efecto de la humedad y quizás también de la luz en metacinabrio negro debido a una alteración que no afecta a la fórmula química, sino a la estructura cristalina del pigmento (Mora *et al.*, 2001). En la Roma Clásica ya se conocía este fenómeno por lo que Vitrubio aconsejaba utilizarlo en un lugar alejado de la exposición del sol y protegerlo con cera. Este fenómeno se observa, entre otros lugares en las inscripciones en piedra en el *hypogée des Dunes* en Poitiers (Vienne) Francia, edificio datado en la Alta Edad Media (Coupry & Palazzo-Bertholon, 2011).

Referencias documentales de interés para este estudio: La facilidad de adquisición de este producto en España, justifica en gran parte su presencia en la policromía de los revestimientos de yeso, donde se detecta no solo en las originales sino también en intervenciones posteriores. Este pigmento ya sea en su variedad natural como artificial se ha identificado en un gran número de revestimientos. Se detecta en decoraciones de época taifa (Solé Ugüelles & Alòs Trepal, 2012) y de época tardoalmohade o protonazarí (Pérez Asensio *et al.*, 2012).

Por otra parte, en la ciudad de Granada se ha identificado en la policromía de los revestimientos en yeso de los edificios más emblemáticos de la ciudad de este periodo como el Cuarto Real de Santo Domingo (García Bueno & Medina Flórez, 2004), el Palacio de la Alhambra (Cardell-Fernández & Navarrete-Aguilera, 2006; García Bueno *et al.*, 2006; López Borges *et al.*, 2005) o el Corral del Carbón (Blanca López & Blanca López, 2012), así como en la casa Yanguas (García Bueno *et al.*, 2005). También se ha detectado en edificios de relevancia de otras ciudades como en las yeserías de la Fachada del Real Alcázar de Sevilla (López Cruz, 2012) o en el Mihrab de la mezquita de Fiñana en Almería (Bueno Vargas *et al.*, 2006).

Identificación: Es birrefringente, los cristales son pequeños y a menudo reagrupados entre ellos. Si se observan con los nícoles cruzados, los cristales se ven rojos y no presentan colores de interferencia (AA.VV, 1978b). No hay diferencias ni en la estructura ni en la composición del cinabrio y del bermellón, por lo que es complicado determinar si se encuentra uno u otro en las capas pictóricas de pintura mural, ya que las impurezas del cinabrio natural también están presentes en la composición de las pinturas murales (García Bueno & Medina Flórez, 2004). Según López Cruz (2012, p. 116) en el estudio realizado en la fachada del Palacio de Pedro I, en el Real Alcázar de Sevilla “ambos tipos aparecen en microscopía estereoscópica como capas de color rojo vivo, muy compactas y relativamente bien conservadas. La diferenciación entre ellos, se puede establecer en algunos casos, mediante microscopía óptica. Así en el caso del pigmento natural (cinabrio) se aprecian cristales de tamaño más heterogéneo, con predominio entre 2 y 3 μm , y que normalmente llevan asociados algunos granos de cuarzo del yacimiento original. Por el contrario, el pigmento bermellón, bajo el microscopio óptico, presenta un color, a veces, más anaranjado, los cristales son más pequeños, regulares y mayoritariamente varían entre 1 y 2 μm . La diferencia principal con el pigmento natural es que el sintético no contiene impurezas, en particular, de cuarzo”.

Pigmento: **MINIO**

Composición química: Pb_3O_4 . Tetróxido de plomo.

Otras denominaciones: rojo de plomo, rojo de Saturno, rojo de París, Italiano: Secundarium minium, rosso di piombo, red lead, minium, minium de plomb, meninge, bleimennige.

Origen: Pigmento inorgánico sintético.

Técnicas: Tiene tendencia a oscurecer en acuarelas y en pinturas murales pero en aceite es bastante estable. Es incompatible con el oropimente y no se recomienda su uso con pigmentos que contengan azufre como los sulfuros de cadmio, el bermellón o el ultramar (West Fitzbugh, 1985).

Aparición- periodo de empleo: Desde las antiguas civilizaciones históricas. Hoy en desuso. Conocido desde la Antigüedad tanto en Oriente como en Occidente. Plinio el viejo, denominaba “minium” al cinabrio, el mineral natural del pigmento bermellón, y al rojo de plomo lo denominaba “minium secundarium”, lo que se debe a que era frecuente adulterar el cinabrio con rojo de plomo por lo que el nombre “minium” era usado también para la mezcla. Paulatinamente el rojo de plomo fue separándose para ser utilizado como pigmento independiente y en el siglo XV el término “minium” se utilizaba solamente para designar al pigmento rojo de plomo (West Fitzbugh, 1985).

Estabilidad. Problemas de conservación: Pigmento no estable, se descompone por los ácidos y reacciona en presencia de sulfuros y de luz fuerte. Resiste a los álcalis diluidos. Tiene un alto índice de refracción, un buen poder cubriente y seca muy bien al óleo. Además como la mayoría de los compuestos que contienen plomo, es venenoso (AA.VV, 1978a; West Fitzbugh, 1985).

Referencias documentales de interés para este estudio: El minio es un pigmento muy empleado en la policromía de las yeserías de tradición hispanomusulmana. Generalmente se aplicaba en los fondos o en las incisiones de las palmas/palmetas y a menudo se mezclaba con otros pigmentos como bermellón o tierra roja. Su uso se detecta en los estudios llevados a cabo en el oratorio de la Madraza (García Bueno *et al.*, 2010a), el Cuarto Real de Santo Domingo (García Bueno & Medina Flórez, 2004), en el Palacio del Partal, del Mexuar y de los Leones de la Alhambra (Cardell-Fernández & Navarrete- Aguilera, 2006) en la ciudad de Granada, así como en la Fachada de Pedro I en el Real Alcázar de Sevilla (López Cruz, 2012).

Identificación: Las características ópticas de este pigmento varían según el método de preparación, en ocasiones puede ser amorfo pero en la mayoría de los casos es cristalino. Las partículas son muy pequeñas, a veces transparentes a la luz transmitida de color rojo tendente al naranja y los cristales birrefringentes tienen colores de interferencia azul-verdoso (AA.VV, 1978b). En el caso del estudio realizado en la fachada de Pedro I “se distinguen diversas tonalidades de rojo que van del más intenso a otros más apagados, bastante anaranjados. Todas las tonalidades presentan en microscopía óptica un alto brillo y muestran cristales de similar tamaño y forma que oscilan entre 1 μ y 3 μ ” (López Cruz, 2012, p. 115).

4.4.2.3. Pigmentos amarillos.

Los pigmentos amarillos tienen un papel secundario en las policromías de las yeserías. En ocasiones puntuales aparecen como policromías independientes sobre todo en los fondos, pero en la mayoría de las ocasiones se utilizan, o bien en mezclas con otros pigmentos para aportarles luminosidad y claridad, o como base para la aplicación del oro, ya que de esta manera si se producían faltas de la capa metálica, podían pasar desapercibidas.

Los pigmentos más empleados son el ocre amarillo, oropimente, amarillo de plomo y estaño, amarillo de plomo y amarillo de Nápoles y, entre los pigmentos industriales, el amarillo de cromo.

Pigmento: OCRE AMARILLO

Composición química. $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{NH}_2\text{O}$. Óxidos de hierro hidratados. Sobre todo limonita y goethita, mezclada con silicatos, arcillas y otras sustancias según el terreno de procedencia. Los ocres naturales usados desde la antigüedad, tienen una tonalidad que varía según el lugar de procedencia, pueden ser más claros o más oscuros y tener variantes que van hacia el verde o el rojo. En los ocres de buena calidad el hierro constituye aproximadamente 1/3 del total (AA.VV, 1978a).

Otras denominaciones: sil atticum, ochra, amarillo marte, ocre gialle, siena natural, golden ocre, limonita...

Origen: Natural. Artificial. En el s. XVIII se obtiene el color artificial del ocre amarillo conocido como amarillo de Marte. Tiene la ventaja respecto al natural de que presenta una mayor homogeneidad y la ausencia total de sustancias orgánicas pero con un precio más elevado (Rinaldi *et al.*, 1986).

Técnicas: Se puede utilizar en todas las técnicas y presenta una excelente resistencia a la intemperie (Mayer, 1993).

Aparición- periodo de empleo: Desde la Prehistoria hasta la actualidad.

Su presencia es relevante tanto en pinturas egipcias y romanas como en todos los periodos posteriores de la pintura europea. Su identificación en la pintura mural egipcia, en las excavaciones del ágora ateniense, en los baños de Livia y de Tito así como en las pinturas murales de Pompeya, demuestra que el uso del ocre como pigmento en la antigüedad, estaba mucho más difundido que el de otros amarillos que se conocían. Teofrasto lo clasifica dentro de los colores naturales minerales utilizados en pintura y lo menciona como un sustituto idóneo del oropimente puesto que no se apreciaban diferencias sustanciales entre uno y otro. Su larga historia como pigmento, se debe a sus particulares características de resistencia y de variedad, y todavía hoy en día, sigue siendo uno de los pigmentos más importantes (Rinaldi *et al.*, 1986).

Estabilidad. Problemas de conservación: Estable en todas las técnicas, pero por el alto poder de absorción del aceite pueden oscurecerse con el tiempo si se utiliza al óleo (AA.VV, 1978a).

Referencias documentales de interés para este estudio: Se identifica prácticamente en yeserías de todas las cronologías, en las yeserías taifas del Palacio taifa de Balaguer (Solé Ugüelles & Alòs Trepapat, 2012), en las yeserías nazaríes del oratorio de la Madraza de Granada (García Bueno *et al.*, 2010a) y en las yeserías mudéjares de la Fachada de Pedro I (López Cruz, 2012).

Identificación: Es una mezcla de cristales de color amarillo pálido, parcialmente transparentes, con partículas marrones, opacas, isótropas. Es útil efectuar el reconocimiento también con luz reflejada (AA.VV, 1978b).

Pigmento: **OROPIMENTE**

Composición química: As_2S_3 . “El oropimente que se encuentra en estado natural procedente de las minas, está constituido por un trisulfuro de arsénico amarillo As_2S_3 .”

Otras denominaciones: rejalgar, orpiment, king’s yellow, rauschgelb, operment, orpiment, jaune royal, aurupigmentum, amarillo real, amarillo embriagador.

Origen: Natural. Mineral. Existe un oropimente artificial que comienza a prepararse desde la Edad Media (Rinaldi *et al.*, 1986).

Técnicas: Básicamente empleado en la pintura al temple, cae en desuso desde la aparición del amarillo de plomo y estaño.

Aparición- Periodo de empleo:

Pigmento conocido desde la antigüedad egipcia. Suele considerarse como un pigmento típico de la pintura romana puesto que aparece nombrado en los tratados de Teofrasto, Plinio y Vitrubio. Los que más información aportan son los escritos de Plinio en los que lo describe como un pigmento muy similar al oro, y lo excluye de los pigmentos adecuados para la pintura al fresco, considerándolo conveniente para la pintura a la encáustica. Es bastante fácil encontrarlo en todos los tratados de la pintura medieval y en posteriores que señalan sus defectos pero también su belleza que difícilmente podía imitarse con otro pigmento (Rinaldi *et al.*, 1986). Aunque no fue un pigmento muy habitual en Europa, su uso perdura en el tiempo hasta el s. XIX.

Estabilidad. Problemas de conservación. Ennegrece y es bastante tóxico (Parrilla Bou, 2009). En las mezclas se altera con los pigmentos con compuestos de cobre o plomo en los que tiende a formar sulfuro de cobre o de plomo de color negro. Sin embargo se puede mezclar sin alterarse con el ultramar, los amarillos de cadmio y con todos los pigmentos a base de hierro (Rinaldi *et al.*, 1986).

Identificación: El oropimente natural es fibroso y presenta una fractura irregular. Con nícoles cruzados se presenta bajo un color amarillo. Tiene una estructura cristalina monoclinica (Palet, 2002).

Pigmento: AMARILLO DE PLOMO Y ESTAÑO

Composición química: PbO_2 SnO_4 . Óxido de plomo y estaño.

Otras denominaciones: Giallorino, zallolino, giallolino, lead-tin yellow, jaune de plomb étain, blei-zinn gelb, giallo di piombo-stagno, amarillo de plomo y estaño.

Origen: Sintético. Inorgánico.

Técnicas: Es un pigmento muy secativo e incompatible con pigmentos que contengan azufre. Ha sido empleado en todas las técnicas, pero sobre todo en las oleosas, óleo-resinosas y en temple (Kühn, 1991a).

Aparición- periodo de empleo: Desde el s. XIV hasta el s. XVIII aprox.

El amarillo de plomo y estaño comienza a utilizarse en el s. XIV, siendo el periodo en el que más se intensifica su uso, el comprendido entre el s. XV y el s. XVIII (San Andrés Moya *et al.*, 2010).

Estabilidad. Problemas de conservación: Pigmento estable con elevado poder cubriente. Es parcialmente soluble en ácido nítrico, clorhídrico y sulfúrico. No reacciona con los álcalis por lo que puede utilizarse en el fresco sin ningún problema. No se altera con la luz (Kühn, 1991a).

Referencias documentales de interés para este estudio. En la Madraza de Granada se identifica como un pigmento empleado posiblemente para aportar luminosidad a los pigmentos verdes o para obtener un color más verde cuando el pigmento era demasiado oscuro o azulado (García Bueno *et al.*, 2010a).

Identificación: Se presenta solo en forma de masas de color amarillo brillante, bastante transparentes y de tamaño medio (AA.VV, 1978b).

Pigmento: AMARILLO DE PLOMO

Composición química: PbO . Óxido de Plomo.

Otras denominaciones: litargirio, amarillo real

Origen: Sintético. Inorgánico.

Técnicas: Presenta un tono amarillo no muy intenso pero con un buen poder cubriente. Más que como pigmento ha sido empleado como secativo de aceites o barnices.

Aparición- periodo de empleo: Desde las antiguas civilizaciones históricas hasta el s.XX.

Se puede afirmar que el amarillo de óxido de plomo ya era conocido en el Egipto predinástico pues ha sido detectado en una paleta de color de un escriba, datada 4000 años antes de Cristo. Por otra parte, también ha sido identificado en época romana, por ejemplo en las pinturas

murales de Pompeya. Ha sido muy empleado como secativo en la preparación de los barnices. Hoy en día se encuentra en desuso como pigmento (Mayer, 1993; Rinaldi *et al.*, 1986).

Estabilidad. Problemas de conservación: Desde el punto de vista químico, presenta las mismas cualidades del blanco de plomo, ambos son solubles en ácido nítrico y ácido acético. Reaccionan en contacto con los sulfuros y a 480C° el litargirio se convierte en rojo (minio). Como todos los pigmentos a base de plomo son más estables en aglutinante oleoso. Si se expone un largo periodo a la humedad, puede convertirse en blanco de plomo (AA.VV, 1978a; Rinaldi *et al.*, 1986).

Identificación: Tanto el masicote como el litargirio son bastante parecidos en el examen al microscopio. Se diferencian en cuanto en el Litargirio están presentes granos rojos de minio. Con luz transmitida se observan pequeños cristales opacos de color gris oscuro, que, siendo birrefringentes, a veces parecen amorfos. Con luz reflejada es evidente el color amarillo del pigmento (AA.VV, 1978b).

Pigmento: AMARILLO DE NÁPOLES

Composición química: Antimoniato de plomo compuesto de óxido de antimonio-plomo con configuraciones cambiantes ($Pb(SbO_2)_2$ ó $Pb(SbO_4)_2$).

Otras denominaciones: giallorino, hornaza, masicote.

Origen: Sintético. Inorgánico.

Técnicas: Empleado en la pintura al óleo y en el temple. En este último caso puede sufrir ennegrecimiento.

Aparición- Periodo de empleo: Su aparición no está muy clara y existe cierta confusión con la terminología. “Cennini suponía que era una tierra volcánica natural del Vesubio y además se han encontrado amarillos similares en tablillas babilónicas del s.V a.C” (Mayer, 1993, p. 34). En cuanto a su producción artificial, en el s- XVI, los italianos logran producir este pigmento, el antimoniatado de plomo que se denominó amarillo de Nápoles cuya preparación estuvo asociada a la tecnología del vidrio y de las cerámicas (San Andrés *et al.*, 2010).

Estabilidad. Problemas de conservación. Tóxico. Es bastante permanente pero presenta los mismos problemas que el resto de los pigmentos de plomo.

Referencias documentales de interés para este estudio: En las yeserías nazaríes del Cuarto Real de Santo Domingo aparece mezclado con otros pigmentos para reforzar la tonalidad verdosa (García Bueno & Medina Flórez, 2004).

Identificación: Constituido de partículas pequeñísimas amorfas (AA.VV, 1978b).

Pigmentos industriales.**Pigmento: AMARILLO DE CROMO**

Composición química: PbCrO_4 . (Cromato de plomo).

Otras denominaciones: giallo spooner, giallo baltimora, giallo americano, chrome yellow, chromgelb, jaune de chrôme, giallo di cromo, cromato de plomo.

Origen: Sintético. Inorgánico.

Técnicas: En pintura al fresco, acuarela o temple no ofrece buenos resultados porque es poco resistente a la luz. Sin embargo funciona muy bien aplicado al óleo o si está protegido por un barniz.

Aparición- Periodo de empleo: Desde el s. XIX hasta el s. XX.

Empieza a utilizarse en la primera mitad del s. XIX pero su uso se generaliza en la segunda mitad de este siglo como pigmento de acuarelas, para bocetos preparatorios y en pintura al óleo (Kühn & Curran, 1985). Era un pigmento caro, que en muchas ocasiones se mezclaba con barita, yeso, alúmina o sulfato de plomo. Al poco tiempo de su aparición como pigmento, estaba disponible en la paleta de los pintores, la mayoría de los verdes se hacían con azul de Prusia y amarillo de cromo. Este hecho ha sido constatado por el Instituto Doerner que ha identificado amarillo de cromo en un gran número de pinturas del siglo XIX y de principios del s. XX (Doerner, 1998).

Estabilidad. Problemas de conservación. Entre sus propiedades se encuentran la de una excelente brillantez que, difícilmente se puede obtener con otro tipo de pigmento. La desventaja que presenta es que tiende al oscurecimiento con el envejecimiento y a volverse marrones, así como un viraje hacia los verdes en algunos casos. Uno de los principales problemas es el de su toxicidad pues no es especialmente peligroso si se está expuesto a pequeñas cantidades de pigmento, pero la exposición a altas concentraciones puede producir lesiones respiratorias serias e incluso cáncer (Kühn & Curran, 1985).

Referencias documentales de interés para este estudio: Se identifica en las intervenciones recientes de repolicromado aplicadas sobre las fragmentos de yeso de la Alhambra depositados en el Albert Museum de Londres (López Borges *et al.*, 2005). Por otra parte en las yeserías de la Fachada de Pedro I, se utiliza como base para la aplicación de oro también en intervenciones recientes (López Cruz, 2012).

Identificación: Se presenta en forma de partículas de aguja de más o menos alargadas de color amarillo verdoso, formando aglomerados. Si se cruzan los nícoles se observa un color amarillo-verdoso (Palet, 2002).

4.4.2.4. Pigmentos verdes

Los pigmentos verdes, conocidos y empleados desde la Antigüedad, también tienen su presencia en la decoración arquitectónica de los edificios hispanomusulmanes. Este color ha sido bastante utilizado en la policromía de las yeserías, y a los pigmentos empleados en las decoraciones originales como la malaquita o el verdigrís se han incorporado pigmentos industriales como el verde esmeralda en las intervenciones que se realizan desde el s. XIX en adelante.

Pigmento: VERDE MALAQUITA

Composición química: $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$. Carbonato básico de cobre.

Otras denominaciones: Verde de montaña, verde-azul, verde alemán, verde di montagna., verde- azzurro, verde, Malachite, chrysocolla, verde azurro della Magna, Olympic Green.

Origen: Pigmento inorgánico natural.

Técnicas: La malaquita ha sido utilizada en pintura al temple, al óleo al fresco e incluso en miniaturas. En pintura al temple era la forma en la que el pigmento presentaba sus mejores cualidades. En la técnica del fresco según Palomino no se podía trabajar solamente con el pigmento sino que se tenía que mezclar con ocre o con tierra verde con la finalidad de que el color se mantuviese bello y duradero (Rinaldi *et al.*, 1986).

Aparición- Periodo de empleo: Desde las antiguas civilizaciones históricas hasta el s. XIX aprox.

La antigüedad del uso de la malaquita como pigmento está demostrada por su presencia en tumbas del periodo neolítico e incluso en la fase más antigua del periodo predinástico egipcio, donde fueron descubiertos yacimientos de cobre en el desierto oriental y en la península del Sinaí que distribuían el metal en el valle del Nilo (Rinaldi *et al.*, 1986). En Europa, el periodo de mayor importancia del uso de la malaquita se sitúa cronológicamente en el s. XV y s. XVI utilizándose preferentemente con aceite y huevo (Gettens & West Fitzhugh, 1991b).

Estabilidad. Problemas de conservación: La malaquita es un pigmento moderadamente permanente. No se ve afectado por la luz, y aunque teóricamente puede ennegrecerse cuando se mezcla con pigmentos que contienen sulfuros, en la práctica en los frescos italianos medievales, es bastante frecuente encontrar que las zonas realizadas con este pigmento aún muestra un color verde bastante brillante (Gettens & West Fitzhugh, 1991b).

Referencias documentales de interés para este estudio: Este pigmento se ha identificado en policromías originales de las yeserías nazaríes del Cuarto Real de Santo Domingo (García Bueno & Medina Flórez, 2004), oratorio de la Madraza (García Bueno *et al.*, 2010a), Alhambra de Granada en el Palacio del Mexuar y Palacio de los Leones (Cardell-Fernández & Navarrete-

Aguilera, 2006). En el caso del oratorio de la Madraza y de la Alhambra se identifica no solo en estratos originales, sino también en intervenciones recientes.

Identificación: Cristales bastante gruesos, con bordes de un color intenso verde claro, de estructura fibrosa. Birrefringentes y con pleocroísmo⁹⁴ (AA.VV, 1978b).

Pigmento: VERDIGRÍS

Composición química: $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Acetato de cobre.

Otras denominaciones: verdete, aerugo, verde de Grecia, verderame, verde di montpelier, verde di Grecia, verde de cobre, vert di gris, grünspans.

Origen: Pigmento inorgánico sintético.

Técnicas: Desde la antigüedad hasta el s. XIX ha sido empleado prácticamente en todas las técnicas artísticas incluso en las de la tintorería. Ha sido utilizado para pintar al temple y al óleo sobre tabla, tela, sobre muro, en cerámica y en vidrio, pero no ha sido utilizado en la pintura al fresco. Ha sido muy empleado mezclado con blanco de plomo y pigmentos amarillos como el amarillo de plomo y estaño o el oropimente (Rinaldi *et al.*, 1986; San Andrés Moya *et al.*, 2012).

Aparición- Periodo de empleo: Desde las antiguas civilizaciones históricas hasta el s. XIX aprox.

Pigmento artificial conocido desde la antigüedad, pues ya era mencionado por Plinio como aerugo pero usado sobre todo entre 1400- 1800 tanto en témpera como en óleo (AA.VV, 1978a; San Andrés *et al.*, 2010). Por otra parte es bastante difícil encontrarlo en la pintura del s. XVIII y XIX. Una de las causas de este hecho puede atribuirse a la disponibilidad del pigmento verde esmeralda (Kühn, 1991b).

Estabilidad. Problemas de conservación: La basicidad del pigmento y sus tonalidades cambian según la pureza del material de origen y del método de preparación. Su color se encuentra dentro de la gama de los verdes y azules, pero puede variar en función del método de síntesis y materiales empleados para su obtención así como el aglutinante empleado para su preparación (Sancho *et al.*, 2008). Es venenoso e inestable a la luz y al calor, es soluble en ácidos y ligeramente en agua. Se altera en presencia de álcalis, aunque estén diluidos y de sulfuros (AA.VV, 1978a).

Por otra parte en el s. XIX comienza su manufactura industrial, en la que se varían los componentes de síntesis y se reduce el tiempo de elaboración. Este hecho, unido a la posible incorporación de aditivos que han abaratado la comercialización del pigmento puede deberse que el pigmento no resulte igual que el artesanal y por lo tanto no presente las misma respuesta al deterioro, en concreto a la acción de la radiación ultravioleta, donde el verdigrís artesanal

⁹⁴ *Pleocroísmo*: "Característico de algunas sustancias anisótropas que cambian el color al rotar los polarizadores" (Gómez González, 2008, p. 79).

muestra una respuesta mucho mejor al envejecimiento que el verdigrís industrial que se oscurece más (Sancho *et al.*, 2008).

Referencias documentales de interés para este estudio: El pigmento verdigrís español, conocido como cardenillo aparece tanto en el Cuarto Real de Santo Domingo (García Bueno & Medina Flórez, 2004) como en el oratorio de la Madraza (García Bueno *et al.*, 2010a).

Identificación: Son partículas en forma de plaquetas de tamaños diversos e irregulares, que se observan a bajos aumentos. Presenta pleocroísmo. Con nícoles cruzados se detectan unas “partículas de azul fuerte, otras verde claro y otras de color marrón dependiendo de la orientación en que se encuentran respecto al ángulo de polarización inicial” (Palet, 2002, p. 124).

Pigmentos industriales.

Pigmento: VERDE ESMERALDA

Composición química: $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{-COO})_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{AsO}_2)_2$. Acetoarseniato de cobre.

Otras denominaciones: verde de schweinfurt, verde veronese, verde di Parigi, esmerald Green.

Origen: Pigmento inorgánico artificial

Técnicas: La técnica en la que presenta mayor estabilidad es la del temple.

Aparición- periodo de empleo: Desde el s. XIX hasta el s. XX aprox.

Fabricado por primera vez en el 1814 por Wilhelm Sattler, fabricante de pinturas con la colaboración del farmacéutico Friedrich Russ, en Schweinfurt (Alemania). Junto al verde de Scheele fue utilizado tanto como pigmento artístico como en la fabricación de papel pintado para las paredes. Sin embargo, cayó en desuso en poco tiempo porque presentaba algunos problemas de conservación evidentes así como por su toxicidad, pues suponía un riesgo para la salud tanto para los trabajadores de las fábricas de su producción, como para la población en general (San Andrés Moya, 2012).

Estabilidad. Problemas de conservación: Ha sido muy poco utilizado porque es venenoso. Es un verde brillante muy luminoso. Se considera relativamente estable e insoluble, tiende a ennegrecerse en presencia de azufre y la exposición larga a la humedad y exceso de agua acaban descomponiéndolo por hidrólisis, proceso que se ve favorecido con la presencia de calor (López Cruz & Velilla, 2014).

Referencias documentales de interés para este estudio: En la fachada de Pedro I, la presencia de cloro en combinación con el pigmento verde esmeralda, ha dado origen a otros compuestos arsenicales que contienen Cu, Pb, o Ca como elementos esenciales. En la observación con microscopio óptico se aprecia, en muchos casos que los estratos externos de

las policromías que contienen verde esmeralda terminan con una zona externa de espesor variable, que presenta un color azul lavanda. El compuesto responsable de este color es un cloroarseniato de Cu, Ca, Na, hidratado, de fórmula $\text{NaCaCu}_5(\text{AsO}_4)_4\text{Cl}\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ que se corresponde con el mineral lavendulana. La formación de este compuesto está asociado íntimamente con la presencia de calcita y de cloro. También se reconoce la formación de otros compuestos asociados como la hedifana y la mimetita (López Cruz & Velilla, 2014).

Identificación: al microscopio mineralógico tiene un aspecto muy característico; al lado de las partículas no especialmente significativas se observan otras homogéneas, redondeadas con estructura radial y con algunas manchas- puntos oscuros en el centro que se identifican como formas esferulíticas. Tienen colores de interferencia muy vivos (AA.VV, 1978b).

4.4.2.5 Pigmentos negros

Los pigmentos negros se han usado desde la antigüedad. En las pinturas de Altamira y Lascaux se han detectado trazas de productos de carbón. En el antiguo Egipto la posibilidad de colores negros era más amplia y comienza a emplearse el negro de humo, el negro de carbón vegetal y, probablemente también el negro de hueso. Los griegos y los romanos utilizaban además el negro de marfil y el de hierro.

Generalmente estos negros se obtenían de los residuos de la calcinación de huesos, vid, aceites, maderas, papel, huesos de fruta y otros materiales... que después eran machacados y lavados para eliminar las impurezas. Son pigmentos muy estables a la luz y a los agentes químicos y suelen tener un poder cubriente medio (AA.VV, 1978a; Rinaldi *et al.*, 1986). Es bastante frecuente encontrar restos de pigmentos negros en las yeserías de tradición hispanomusulmana, donde en la mayor parte de los casos este color sirve para realizar pequeñas decoraciones pintadas o bien para resaltar los perfiles de ciertos elementos decorativos. Los pigmentos identificados en este tipo de obras coinciden en su mayor parte con los que se vienen utilizando de manera tradicional desde la antigüedad y son el negro de hueso, el de carbón vegetal o el negro de humo.

Pigmento: NEGRO DE HUMO

Composición química: C. Constituido esencialmente de carbono 88,3-99,5% con oxígeno, hidrógeno, azufre e impurezas varias.

Otras denominaciones: Atramentum, negro de lámpara, negro de carbón, negro vegetal, nero di lampada, nerofumo, carbón black, lamp black, flame black, soot, noir de lampe, noir de fumée, noir de houille, russ.

Origen: Artificial. El negro de humo procede del hollín que se obtiene a partir de la combustión de gases, aceites y otros materiales orgánicos.

Técnicas: Es el pigmento negro más puro, más profundo y con el mayor poder cubriente, aunque es difícil de mezclar con algunos vehículos, especialmente con el agua, debido a la cantidad de sustancias oleosas (que no han combustionado) que contiene en muchas ocasiones. Además esta pequeña cantidad de residuos que no han combustionado tienden a impedir que el pigmento se seque causando con el tiempo craquelados. Sin embargo cuando está purificado no presenta estos problemas y se usa sobre todo en las mezclas con otros pigmentos por su tonalidad azulada que con los blancos produce unos excelentes grises neutros (Rinaldi *et al.*, 1986).

Aparición- Periodo de empleo: Desde las antiguas civilizaciones históricas.

Este tipo de negro es conocido desde la antigüedad. Tanto Plinio como Vitrubio lo designan como *atramentum*, término con el que lo recogen también los autores medievales (AA.VV, 1978a).

Estabilidad. Problemas de conservación: Es estable a la luz e insensible a los ácidos y los álcalis, y posee un elevado poder colorante.

Referencias documentales de interés para este estudio: Se identifica en los estratos originales de prácticamente todas las etapas de las yeserías hispanomusulmanas de nuestro país. Se ha identificado en la decoración en las yeserías taifas del Palacio de Balaguer en Lleida (Solé Ugüelles & Alòs Trepàt, 2012) en la tardoalmohade- protonazarí de Lorca (Pérez Asensio *et al.*, 2012) así como en las yeserías nazaríes del oratorio de la Madraza (García Bueno *et al.*, 2010a), el Corral del Carbón (Blanca López & Blanca López, 2012), el Palacio del Partal, del Mexuar y de los Leones, decoradas las dos últimas en el reinado de Muhammad V (Cardell-Fernández & Navarrete- Aguilera, 2006) así como en fragmentos conservados en los depósitos del museo de la Alhambra (Bueno Vargas *et al.*, 2006).

Identificación: Amorfo, se presenta en partículas finísimas de forma redondeada y de color negro intenso (AA.VV, 1978b).

Pigmento: NEGRO DE CARBÓN VEGETAL.

Composición química: Negro orgánico de origen vegetal constituido mayormente de carbono junto a pequeñas cantidades de materiales solubles, normalmente sales de potasio. Se obtiene de la calcinación de algunas maderas selectas. La madera de vid es la más preciada (Rinaldi *et al.*, 1986).

Otras denominaciones: negro de vid, negro de carbón, nero di vite, vine black, blue black, yeast black, charcoal, noir de vigne, noir de fusain, rebens schwarz, hefeswarz...

Origen: Artificial. Vegetal.

Técnicas: Se puede emplear en todas las técnicas. En el caso de aglutinarlo con aceite, seca muy lentamente. (Mayer, 1993). Es aconsejable cuando se quiere obtener una seguridad en la inalterabilidad de las relaciones cromáticas, porque cuando se mezcla con los pigmentos blancos da como resultado unos grises fríos pero muy estables (Rinaldi *et al.*, 1986).

Aparición- Periodo de empleo: Este pigmento se conoce desde la Antigüedad.

Estabilidad. Problemas de conservación: Es resistente a los ácidos y a los álcalis. Este pigmento seca mal al óleo puesto que el carbón no facilita la oxidación del aceite (Pedrola, 1998).

Referencias documentales de interés para este estudio: (Ver referencias indicadas en el análisis del pigmento negro de humo, pues es difícil diferenciarlos.

Identificación: Las partículas que lo constituyen presentan unas formas alargadas y similares a la grava, generalmente opacas sobre las cuales, a veces, es posible distinguir la morfología de los materiales orgánicos de origen. Es bastante difícil diferenciarlo del negro de humo (AA.VV, 1978b).

Pigmento: NEGRO DE HUESO.

Composición química. Carbono impuro. Carbono+Ca₃(PO₄)₂. Se llama así al pigmento que se obtiene de la calcinación de los huesos de animales. Estos negros contienen un pequeño porcentaje de fosfato de calcio (en torno al 6%) que mejora sus propiedades y los hace más oscuros que los vegetales (AA.VV, 1978a).

Otras denominaciones: nero d'ossa, bone black, animal black, noir d'os, noir animal, beinschwarz, knochenschwarz, lackschwarz, elephantium (Plinio).

Origen: Animal.

Técnicas: Se utiliza con todas las técnicas artísticas, y el contenido de carbono lo dota de un elevado poder colorante. Sin embargo la cantidad de fosfato de calcio le proporciona unas características que hacen que sea el menos permanente de los pigmentos negros (Rinaldi *et al.*, 1986).

Aparición- periodo de empleo: Desde las antiguas civilizaciones históricas.

Empleado desde la antigüedad, Plinio lo menciona en sus escritos.

Estabilidad. Problemas de conservación: Reacciona en contacto con resinas y ácidos y es recomendable no utilizarlo en frescos o en morteros de cemento porque puede producir eflorescencias (Rinaldi *et al.*, 1986).

Referencias documentales de interés para este estudio: El negro de hueso aparece en el Cuarto Real de Santo Domingo. Esta es una de las mezclas más antiguas pues se conoce desde época romana y ha sido identificada en la pintura del s. I (García Bueno & Medina Flórez, 2004). Por otra parte, también se detecta su uso en las yeserías del oratorio de la Madraza en las que se encuentra mezclado con barita y por lo tanto pertenece a intervenciones recientes (García Bueno *et al.*, 2010a) y en la Alhambra (Cardell-Fernández & Navarrete-Aguilera, 2006).

Identificación: Constituido por partículas grandes, de forma irregular y de tamaño variable. Generalmente las partículas son negras y opacas, pero se pueden observar algunas de color transparente y otras de color marrón (AA.VV, 1978b). En lo que se refiere a su identificación respecto al negro de humo, las partículas del negro de hueso tienen dimensiones mayores y son más irregulares en la forma además de la presencia de fósforo en su análisis elemental (Rinaldi *et al.*, 1986).

4.4.2.6. Pigmentos blancos

El testimonio más antiguo de la utilización de pigmentos blancos procede de la pintura prehistórica de Altamira en España y Lascaux en Francia. Estos pigmentos también se encuentran presentes en la pintura egipcia junto con el yeso. Los sumerios utilizaban el yeso, muy abundante en Mesopotamia, y también sabían preparar el blanco de plomo. En época romana, los pigmentos blancos eran principalmente a base de calcio, a excepción de la *cerussa* que se obtenía del plomo. Hay que destacar el empleo del carbonato cálcico como componente por excelencia de la pintura mural. A pesar de la búsqueda en la época medieval de sustituir el blanco de plomo por otros pigmentos que no se alterasen al fresco o que no reaccionasen con otros pigmentos, en la pintura al óleo el blanco de plomo se convirtió en un pigmento imprescindible tanto por su poder cubriente, como por la poca cantidad de aceite que necesitaba para ser extendido sobre la superficie pictórica. Desde el año 1622 en Inglaterra se producía a escala comercial, pero pronto se detectaron sus problemas nocivos para la salud. En el año 1782 Guyton de Morveau propone el blanco de zinc como sustituto del blanco de plomo, pero a pesar de que tenía la ventaja de que no era tóxico, su coste mayor no estuvo asociado a una mejor calidad del pigmento. Este químico continuó con sus esfuerzos y obtiene el sulfato de bario, confirmándose no ser muy apto para pintura al óleo porque se convertía en gris- transparente, ofreciendo sus mejores cualidades al temple. Por estas circunstancias no será hasta 1916/1919 cuando la introducción del blanco de titanio produce la sustitución definitiva del blanco de plomo (Rinaldi *et al.*, 1986; San Andrés Moya, 2012).

En la policromía de las yeserías de tradición hispanomusulmana también se va a observar este proceso. En las policromías originales e intervenciones relativamente cercanas a la obra original, va a ser frecuente el empleo de blanco de plomo (López Borges *et al.*, 2005; Solé Ugüelles & Alòs Trepal, 2012). Posteriormente, con la llegada de la revolución industrial, las intervenciones que continúan realizándose sobre los paramentos sustituyen el blanco de plomo por el blanco de titanio, de barita o de zinc, circunstancia que ha permitido datarlas en los estudios que se han realizado sobre las mismas.

Pigmento: CARBONATO CÁLCICO.

Composición: CaCO₃. Carbonato cálcico.

Otras denominaciones: blanco de cal, blanco de san Juan, blanco de cáscara, caliza, creta blanca, bianco di calce, bianco di san Giovanni, paraetonium, calcite, marble, limestone.

Origen: Pigmento natural inorgánico que se puede obtener carbonatación de la cal hidratada.

Técnicas: Generalmente se ha utilizado en la técnica del fresco en la que Cennino Cennini recomendaba su uso. En óleo no suele emplearse por las desventajas que ofrece, aunque si

se ha utilizado en las imprimaciones de cuadros y de dorados, en pintura al temple de cola de conejo y con caseína (Parrilla Bou, 2009).

Aparición- periodo de empleo: Desde las antiguas civilizaciones históricas hasta la actualidad. Es uno de los pigmentos que se utiliza desde la prehistoria. Su uso se debe a la existencia de yacimientos próximos al lugar de ejecución de la obra pictórica (San Andrés Moya *et al.*, 2010). En época medieval es muy usado en el norte de Europa aglutinado con cola animal para llevar a cabo las preparaciones de los cuadros sobre las que realizar la Pintura. También es frecuente identificarlo mezclado con blanco de plomo y, posteriormente con blanco de zinc para obtener mayor densidad y blancura (Gettens & West Fitzhugh, 1991c).

Estabilidad. Problemas de conservación: Pigmento estable a la luz y a la humedad. Se disuelve en ácidos, aunque sean diluidos, con efervescencia. Calcinado se convierte en un óxido de calcio con escaso poder cubriente (AA.VV, 1978a).

Referencias documentales de interés para este estudio: El carbonato cálcico ha sido uno de los materiales utilizados para la obtención de una capa blanca de base sobre la que aplicar las policromías en los revestimientos originales. En épocas posteriores la presencia de este material tiene especial relevancia en los encalados que se llevan a cabo en los paramentos de yeso con el objetivo de ocultar los colores y, cuya práctica está documentada en las yaserías de tradición hispanomusulmana con la intención de adecuar estas decoraciones a los presupuestos neoclásicos.

Identificación: Se trata de cal carbonatada microcristalina que, al examen microscópico se presenta en forma de agrupación de diminutos cristales redondeados. Con nícoles cruzados se presenta bajo un color amarillo ocre a violeta, dependiendo de la orientación en la que se encuentran las partículas respecto al ángulo de polarización inicial (AA.VV., 1978b; Palet, 2002).

Pigmento: BLANCO DE PLOMO

Composición: $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ Carbonato básico de plomo.

Otras denominaciones: Albayalde, cerussa, usta, blanco de plata, carbonato básico de plomo, biacca, bianco di piombo, lead white, cremnitz White, crems White, flemish White, flake White, ceruse, blanc de plomb, blanc d'argent, céruse, bleiweiss, kremnitzerweiss...

Origen: Sintético. Inorgánico. Aunque el carbonato de plomo se presenta en la naturaleza como un mineral, el pigmento siempre se ha preparado de forma artificial (Rinaldi *et al.*, 1986).

Técnicas: Sus mejores cualidades las presenta cuando se aplica con aceite, tiene el índice más bajo de absorción de aceite de cualquier tipo de pigmento blanco, y se combina tan bien con este medio que forma una pasta suave, fácil de extender y que, en particular en las telas proporciona una superficie perfecta en la que pintar. En pintura al temple se puede utilizar pero

sólo si después se barniza la pintura. Además favorece el secado de los aceites. En pintura al fresco se debe evitar ya que se produce un ennegrecimiento muy rápido por la transformación del carbonato de plomo blanco en sulfuro de plomo negro (AA.VV., 1978a).

Aparición- periodo de empleo: Desde las antiguas civilizaciones históricas hasta el s. XX. Está considerado como uno de los pigmentos artificiales más antiguos y uno de los más importantes de toda la pintura. Se usaba en la civilización griega y el procedimiento para su obtención es descrito por Plinio, Teofrasto y Vitrubio. Los niveles de producción de la revolución industrial, evidenciaron los problemas de toxicidad de este pigmento por lo que, a partir de 1782 las autoridades sanitarias francesas advierten de su peligrosidad y se exige un pigmento alternativo. Este pigmento sustitutivo será el blanco de zinc que además de no ser tóxico presentaba la ventaja de que no ennegrecía en presencia de azufre. Su uso se generaliza en las primeras décadas del s. XX desplazando progresivamente al blanco de plomo hasta caer en desuso (Parrilla Bou, 2009).

Estabilidad. Problemas de conservación: Ennegrece en presencia de azufre, debido a la acción del ácido sulfhídrico presente en las atmósferas contaminadas que lo transforma en sulfuro de plomo (PbS) negro. Cuando se oxida forma PbO_2 de color marrón. Favorece el secado de los aceites por lo que es el mejor pigmento para pintar al óleo. Cennino Cennini ya desaconsejaba su utilización en pintura al fresco por su tendencia al ennegrecimiento, siendo más eficaz sobre óleo (Parrilla Bou, 2009).

Referencias documentales de interés para este estudio: En las yeserías del Palacio de Balaguer en Lleida se aplica mezclado con yeso como capa de preparación de la policromía original del palacio taifa (Solé Ugüelles & Alòs Trepàt, 2012). También se identifica en las yeserías de la fachada de Pedro I, mezclada con otros pigmentos como el ultramar artificial o como capa de nivelación antes de aplicar una nueva policromía (López Cruz, 2012).

Identificación: Se presenta generalmente constituido de pequeñas masas redondeadas, resultado de la acumulación de cristales más pequeños. Con nícoles cruzados se presenta bajo un color gris y ocre dependiendo de la orientación a la que se encuentren las partículas. El aspecto es similar al del blanco de zinc (AA.VV., 1978b; Palet, 2002; Gettens *et al.*, 1991b).

Pigmentos industriales:

Pigmento: BLANCO DE BARIO

Composición: BaSO₄. Sulfato de bario.

Otras denominaciones: barites, barita white, barityc white, constant white, fast white, heavy spar, permanent white, baritone, blanc fixe, barysweiss, permanentweiss.

Origen: Inorgánico. Natural/ Artificial.

Técnicas: Se utiliza en todas las técnicas pictóricas.

Aparición- periodo de empleo: Desde el s. XVIII. Formalmente la historia del uso de la barita como pigmento empieza en 1782 con Guyton de Morveau que introduce el sulfato de bario en su lista de pigmentos blancos usados por los pintores como alternativa al blanco de plomo. El mineral natural ya se conocía en el s. XVI y s. XVII pero no se indica como posible pigmento hasta las investigaciones de Morveau (Rinaldi *et al.*, 1986; Feller, 1985).

Estabilidad. Problemas de conservación:

- Sulfato de bario natural: Es una sustancia absolutamente permanente, inalterable por los agentes atmosféricos, los ácidos y las bases. No reacciona con las mezclas de pigmentos pero, a causa de su transparencia tiene un poder cubriente muy escaso (Rinaldi *et al.*, 1968).
- Sulfato de bario artificial: Producido químicamente, tiene las mismas propiedades de la baritina, pero se distingue de ésta porque es menos cristalino, sus partículas tienen formas esferulíticas y sus dimensiones menores y más homogéneas. El blanco artificial tiene una presencia muy luminosa, no es venenoso y resulta absolutamente inerte ya sea respecto a la acción con los agentes atmosféricos que a la mezcla con otros pigmentos. Se mezcla mal con la pintura al óleo. En la actualidad se utiliza como carga mineral o combinado con otros pigmentos para mejorar las propiedades generales de trabajo y reducir los costes de la materia prima. Con frecuencia se usa como base de las lacas (Rinaldi *et al.*, 1986).

Referencias documentales de interés para este estudio: Este pigmento se ha identificado en las yeserías del oratorio de la Madraza (García Bueno *et al.*, 2010a) y la Alhambra de Granada (Cardell-Fernández & Navarrete- Aguilera, 2006), mezclado con otros pigmentos. En las yeserías de la fachada del Palacio de Pedro I, aparece mezclada con azurita en el caso del fondo azul del angrelado de los arcos inferiores.

Su cronología permite datar las policromías en la que se detecta como intervenciones modernas.

Identificación: Es bastante difícil de identificar puesto que generalmente se encuentra mezclada con otros pigmentos. Puede detectarse por tener partículas muy pequeñas que actúan como lentes enfocando la luz transmitida alternativamente creando sombras y puntos brillantes (Feller, 1985).

Pigmento: BLANCO DE ZINC**Composición:** ZnO. Óxido de zinc.**Otras denominaciones:** bianco di zinco, zinc white, chinese white, flowes of zinc, hopper white, snow white, blanc de zinc, zinkweiss, schneeweiss.**Origen:** Sintético. Inorgánico.**Técnicas:** Se utiliza en todas las técnicas artísticas y se caracteriza por su buen poder cubriente.**Aparición- periodo de empleo:** Desde el s. XIX hasta la actualidad.

El óxido de zinc se menciona en la antigüedad pero su uso en pintura no aparece hasta el s. XIX. Los problemas de toxicidad que presentaba el blanco de plomo hicieron que las autoridades sanitarias francesas iniciaran la búsqueda de un pigmento que lo sustituyese. La respuesta a este problema vino de la mano del químico Louis Bernard Guyton de Morveau que propuso el blanco de zinc como sustituto del blanco de plomo. En el año 1830, el blanco de zinc se acepta como pigmento indispensable en el que se utiliza como medio el agua, introduciéndose por primera vez en el comercio en el año 1834 por Windsor & Newton. Desde el 1850 se ha difundido en la pintura al óleo, sustituyendo sobre todo al blanco de plomo pues no presentaba los dos problemas fundamentales del pigmento anterior; no es tóxico y no se oscurece con la exposición a los vapores de azufre. Sin embargo su coste (era más caro que el blanco de plomo) y el mayor poder cubriente que presenta el blanco de titanio ha desplazado al blanco de zinc de la paleta de los artistas, aunque todavía se utiliza como aditivo en los pigmentos de titanio para mejorar sus cualidades (Rinaldi *et al.*, 1986; Mayer, 1993; Kühn, 1985; San Andrés Moya, 2012).

Estabilidad. Problemas de conservación: No es venenoso, se disuelve en soluciones alcalinas y ácidas, y no se altera en mezclas con otros pigmentos. Posee una buena resistencia a los agentes atmosféricos y a la luz. El blanco de zinc se caracteriza por la permanencia del blanco durante el envejecimiento no solo en acuarelas sino también en técnicas oleosas donde se ha demostrado que tiende a amarillear más tarde que otros pigmentos. Por este motivo se ha demostrado que mezclándolo con blanco de titanio y de barita también retrasa el amarilleamiento de estos pigmentos (Rinaldi *et al.*, 1986; Kühn, 1985).

Referencias documentales de interés para este estudio: En el oratorio de la Madraza de Granada aparece mezclado con ultramar artificial y azurita artificial en repolicromados recientes (García Bueno *et al.*, 2010a).

Identificación: Es un conjunto de partículas muy pequeñas de diámetro inferior a la micra, que difícilmente se observan con luz reflejada ni siquiera con grandes aumentos. Por lo demás presenta características similares a las del blanco de plomo (AA.VV., 1978b; Palet, 2002).

Pigmento: BLANCO TITANIO

Composición: Ti₂O. Óxido de titanio.

Otras denominaciones: Bióxido de titanio, titanox, titanum, biossido de titanio.

Origen: Sintético. Inorgánico.

Técnicas: Se puede utilizar en todas las técnicas artísticas.

Aparición- periodo de empleo: Desde el s. XX hasta la actualidad.

Introducido en el comercio en el 1926. Hoy está muy difundido. Su descubrimiento se asocia a los grandes avances tecnológicos que se producen en el s XX. Se trata de un pigmento con excelentes propiedades, no tóxico y que puede adquirirse por un precio razonable. La producción comercial del blanco de titanio, variedad anatasa con buena calidad de pigmento artístico se inicia en Francia en 1923, mientras que la variedad rutilo se produce en Alemania desde 1938. Sus excelentes cualidades lo han convertido en sustituto del resto de los pigmentos blancos y su uso está muy extendido en tintas, pasteles, lacas, pinturas al óleo... (San Andrés Moya, 2012).

Estabilidad. Problemas de conservación: Pigmento inerte químicamente, resistente a las soluciones alcalinas y a los ácidos excepto al ácido fluorhídrico y al ácido sulfúrico muy concentrado y caliente (Rinaldi *et al.*, 1986).

Referencias documentales de interés para este estudio: El blanco de titanio dentro de los blancos es el pigmento más reciente, pues se utiliza desde principios de siglo en Estados Unidos y, desde 1920 en Europa convirtiéndose en el sustituto definitivo del blanco de plomo (Pedrola, 1998). Se ha identificado mezclado con azurita artificial y azul ultramar artificial en los estratos de repolicromados del oratorio de la Madraza de Granada (García Bueno *et al.*, 2010a)

Identificación: Se presenta en forma de pequeños cristales redondeados. Con nícoles cruzados tiene un color amarillento o marrón dependiendo de la orientación de las partículas respecto al ángulo de polarización (AA.VV., 1978b; Palet, 2002).

4.4.2.7. Capas metálicas

El oro auténtico ha sido un material muy requerido para la ornamentación. Aunque se encuentra principalmente en miniaturas y pintura sobre tabla, también se ha empleado en decoraciones arquitectónicas. El color, la luz y la inalterabilidad cuando es puro lo ha hecho un material que difícilmente se podía sustituir por otro. “El oro es un material noble, que generalmente se encuentra en la naturaleza aleado con plata, cobre, paladio y osmio” (González- Alonso, 1997, p. 125) No es atacable por los ácidos o los álcalis, solamente por la conocida “agua regia-aguafuerte”. Debido a su calidad blanda en estado puro es imposible reducirlo a láminas finas y, a causa de su coste excesivo en ocasiones se alea con otro metal. La presencia de aleaciones, hace que varíe su tono hacia el rojo por la presencia de cobre y verde amarillento en el caso de la plata (González- Alonso, 1997).

El análisis realizado en el apartado, 4.2. *Técnica de ejecución* nos ha permitido deducir, que en el caso de las yeserías de tradición hispanomusulmana, la técnica del dorado, habría empleado la utilización de láminas para la decoración de los revestimientos. El oro en láminas como ya se ha comentado, se preparaba fundamentalmente a partir de las monedas y, cuanto mayor era la calidad de estas, mayor era la pureza de las láminas que se obtenían. Estas láminas eran preparadas por los *batihojas*⁹⁵, que conseguían los finos panes por reducción de la moneda, golpeándola con fuerza con pesadas mazas tras haber sido puestas entre dos o más trozos de cuero (González- Alonso, 1997; Rinaldi *et al.*, 1986). De estas láminas que se obtienen distinguimos fundamentalmente dos tipos:

- *Pan de oro fino*: Es el pan de oro más empleado. Tiene una tonalidad amarillo-anaranjado y es el menos aleado, y por lo tanto más puro (408 partes de oro, 72 partes de plata aprox.).
- *Pan de oro falso*: Se conoce también como pan de bronce, pan metálico u holandés. Generalmente esta aleación de cobre, estaño o zinc es la que más se parece al oro fino. Se puede afirmar “que no es más que un bronce reducido a finas y delgadas láminas” (González- Alonso, 1997, p. 133) El oro falso se altera mucho más que el oro fino pues los vapores ácidos lo atacan muy rápido y lo ennegrecen, principalmente por la presencia de otros compuestos que son los que sufren la alteración.

A pesar de que muchos de los acabados metálicos realizados en este tipo de decoraciones se han perdido en la actualidad, los estudios realizados en diferentes conjuntos han permitido reconocer la presencia de este tipo de decoración. Es el caso del Palacio de la Alhambra (Cardell-Fernández & Navarrete- Aguilera, 2006), los fragmentos depositados en el museo

⁹⁵ *Batihoja*: “Artífice y lugar donde se preparaban las finas láminas o panes de oro y otros metales, batiendo el metal” (Calvo, 1997, p.38).

(García Bueno, Medina Flórez & González Segura, 2006), o la fachada del Palacio de Pedro I (López Cruz, 2012).



Capítulo 5
Estudio de los materiales
identificados en el
Patio de las Doncellas



5. ESTUDIO DE LOS MATERIALES IDENTIFICADOS EN EL PATIO DE LAS DONCELLAS

En este capítulo se exponen los resultados del estudio de materiales de las yeserías del Patio de las Doncellas. Dicho estudio ha estado orientado a la caracterización mineralógica del yeso de base, a la exhaustiva investigación de sus policromías y al conocimiento de la técnica de ejecución; a partir de la información obtenida, establecer la sucesión y cronología de las actuaciones realizadas a través del tiempo.

Para ello se ha partido de la información obtenida de 155 muestras: 10 para el análisis específico del mortero mediante difracción de Rayos X, 133 para el estudio específico de las policromías (113 preparadas en láminas delgado-pulidas, 20 sin preparación), y 12 para el estudio de aglutinantes o fijativos. La relación de muestras y los análisis efectuados a cada una de ellas se expone para su consulta en el Anexo 2. *Análisis de muestras de yeserías del Patio de las Doncellas.*

La restitución gráfica del paramento realizada a partir de calcos y dibujos ha sido una herramienta primordial para el estudio de la policromía de esta zona. Sobre el levantamiento gráfico se han podido señalar con precisión el muestreo efectuado y ha facilitado en gran medida la posibilidad de realizar una evaluación comparada de los datos que se han ido obteniendo a lo largo de la investigación y que se aporta, para su consulta, al final de este capítulo (Plano 13 y 14).

5.1. SOPORTE DE YESO.

El estudio del soporte ha sido complicado, debido a las gruesas capas empleadas en las intervenciones posteriores que lo ocultan y que impiden, en la mayoría de los casos, llegar hasta el nivel del yeso de base. Por ello, para conseguir una información veraz sobre el soporte, se ha recurrido a diversas técnicas analíticas. Como estudio previo se ha trabajado con las muestras sin preparar mediante microscopio estereoscópico. Este reconocimiento de las muestras ha aportado una información de gran interés sobre los materiales de los distintos estratos (colores, anchura, consistencia, diferencias y semejanzas entre ellas). Además, con estos datos se han podido seleccionar las muestras que presentaban una mayor información, para acometer sobre ellas otros métodos de análisis más complejos y costosos [Fig. 101].

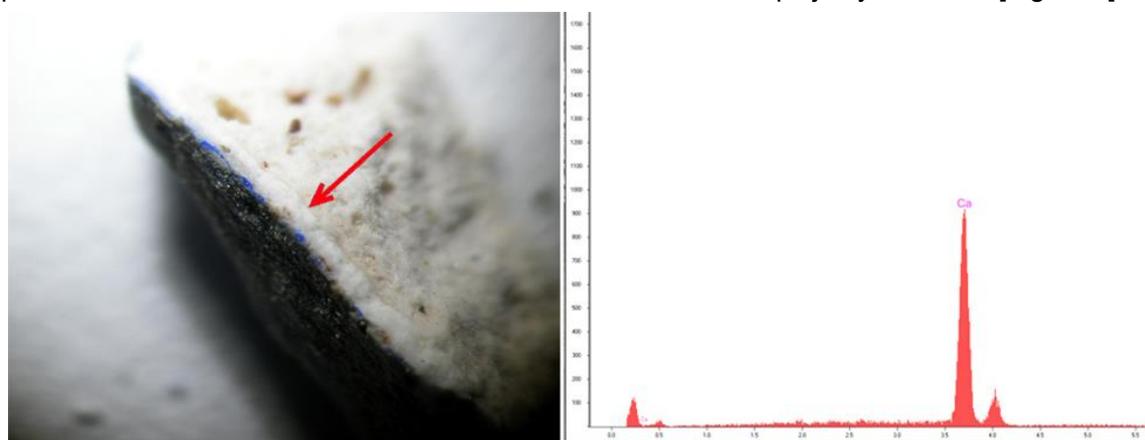


Figura 101. Imagen de Microscopía estereoscópica, concretamente de las celosías de las palmas azules del friso superior de arquillos y escudos de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V. Obsérvese la capa interior señalada que se corresponde con un amplio estrato de encalado, con un aspecto muy homogéneo. A la derecha el espectro correspondiente.

Posteriormente, y como técnica analítica fundamental para el estudio de morteros, se han llevado a cabo análisis mediante difracción de rayos X. Los resultados de esta investigación, para las distintas muestras seleccionadas, ha evidenciado un componente mayoritario de yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), que en el caso de tres muestras llegó a ser de un 100%. En segundo lugar se ha detectado calcita (CaCO_3), apareciendo en dos muestras en alta proporción, en torno al 80%, probablemente debido a que la muestra se puede haber tomado de una gruesa capa de enjalbegado o de un grumo de este material en el conjunto del mortero. No se puede olvidar que se trata de análisis puntuales de materiales artesanales, que en ocasiones, no son completamente homogéneos. Por último, destaca la presencia de tierras de diversa procedencia, en proporción minoritaria, en torno a un 10% en valor máximo, así como de la fase anhidra del sulfato de calcio que acompaña al yeso en dos de las muestras estudiadas. Los resultados obtenidos mediante esta técnica de análisis son bastante parecidos a los referentes a las yeserías de la galería alta de los cuerpos laterales de la fachada del Palacio de

Pedro I, donde se identificó la presencia de yeso, calcita y árido prácticamente en las mismas proporciones (López Cruz *et al.*, 2015).

Como técnicas complementarias para el estudio de estos morteros se han utilizado el microscopio óptico y el microscopio electrónico de barrido (SEM, EDX). Las muestras en las que se ha realizado este estudio sobre el material de base son las mismas sobre las que se han examinado las policromías, ya que ambos pueden realizarse de forma complementaria en la misma lámina.

En la mayoría de las muestras examinadas, se ha podido observar que en los niveles inferiores se detectan dos estratos de yeso, diferentes, que posiblemente respondan a los originales.

Uno de ellos se caracteriza por ser un “yeso oscuro” que se identifica por presentar un alto contenido en aluminosilicatos (tierras), dolomita, celestina o calcita, granulometría gruesa, textura poco homogénea y un color terroso/tostado según las muestras.

El segundo tipo de yeso base de la policromía, se define, en la mayor parte de los casos, por ser un mortero muy blanco, de una elevada pureza en los que se detecta solo yeso o yeso y calcita y una pequeña proporción de silicio. Cabe destacar en un número considerable de muestras una presencia importante de aluminio

De todos los elementos identificados hay que destacar la **celestina** (sulfato de estroncio) ya que aparece en ciertas muestras estudiadas [Fig. 102]. Este material también está presente en los análisis de yesos efectuados en otras zonas del Alcázar como en el Patio del Sol o los cuerpos laterales de la fachada de Pedro I (Blasco & Alejandre, 2013; López Cruz, 2012). En los estudios realizados en las yeserías mudéjares del Patio del Sol, la presencia de celestina se ha justificado “por un tipo de mineralización de la celestina que se presenta en niveles de rocas carbonatadas con nódulos de 2 a 3 mm constituidos por yeso o por yeso o celestina. En este caso, la transformación aragonito a calcita/dolomita libera cantidades relativamente importantes de estroncio que al reaccionar con los nódulos de yeso originan la celestina” de ahí su presencia en estos revestimientos decorativos (Blasco & Alejandre, 2013, p. 180).

Es de destacar además que este material también aparece en yeserías de otras zonas geográficas como Granada, y en concreto en las nazaríes del Cuarto Real de Santo Domingo, donde se ha atribuido a la procedencia local del material, ya que los yacimientos con celestina son frecuentes en esa zona (García Bueno, 2000).

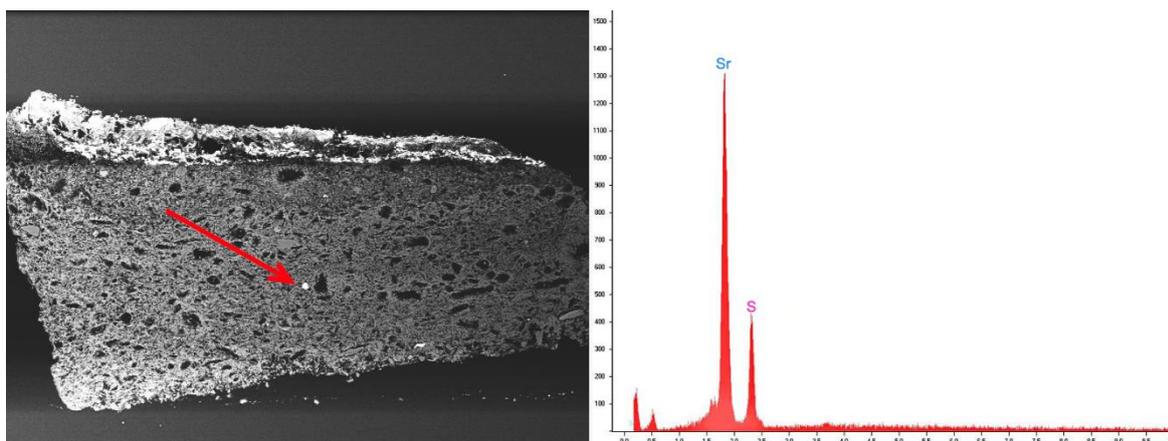


Figura 102. Imagen de microscopía electrónica de barrido de la zona interna de las celosías en la que se aprecian cuatro estratos (yeso-enjalbegado-capa de base oro-lámina metálica). De esta muestra es significativo los granos de celestina (sulfato de estroncio) que aparecen en el yeso de base y que se caracterizan por ser muy brillantes. A la derecha el espectro correspondiente que indica su presencia.

Por otra parte también hay que resaltar la presencia de **aluminio** en estos estratos. La identificación de este material en las muestras analizadas puede tener un doble origen, o bien por su utilización como aditivo del mortero o que sea procedente de los materiales constituyentes utilizados.

En el primer caso, su detección se puede atribuir a la adición de alumbre (sulfato de aluminio) al mortero, que diversos autores como Turco (2001) o Gárate Rojas, (1999) definen como un sistema clásico de endurecimiento de yesos en los que, el alumbre, al cristalizar, “rellena todos los huecos que deja el agua durante la evaporación, dando lugar a la formación de una masa densa, compacta y durísima” (Turco 2001, p. 51). En este sentido se puede destacar el auge que sufren las minas de alumbre en el entorno europeo a finales del s. XV y XVI, destacando en España la explotación de las yacimientos de Mazarrón, Rodalquilar o Lorca, lo que habría podido favorecer la utilización de este material en el Alcázar debido a su relativa cercanía a la ciudad de Sevilla. Las muestras en las que se reconoce este elemento se sitúan de forma mayoritaria en el friso superior, donde es más evidente la reposición de piezas y se citan problemas de conservación en fechas tempranas, sobre todo debido al mal estado de las cubiertas, por lo que puede corresponder a reposiciones realizadas en este periodo de tiempo (Hernández Ortiz, 2012). Además, en estas zonas altas, son más frecuentes los problemas de adhesión de las placas al muro debido a la dificultad que suponía en la técnica de ejecución original ya mencionada, rellenar el reverso con yeso para su adhesión.

En el segundo caso, cabe la posibilidad de que proceda de la composición de los materiales utilizados ya que según expone López López (2014) cuando se analizan materiales históricos la identificación de aluminio o de potasio puede estar ligada a la presencia de silicatos de tipo

feldespático. Esto explicaría que en un número considerable de muestras aparezca asociado íntimamente a la presencia de silicio.

En lo que respecta a la identificación de **cal** en estos estratos internos, se puede deber a varios factores. Por un lado se puede atribuir a impurezas del yeso y por otro a una incorporación intencionada en el proceso de elaboración de la pasta, con el objetivo de modificar sus cualidades, entre ellas la de retardar el tiempo de fraguado. En este estrato probablemente se debe a una adición intencionada en zonas que se han realizado talladas, hecho que es frecuente en otras obras de este mismo periodo como son las yeserías nazaríes del Cuarto Real de Santo Domingo en Granada.

También se ha encontrado en una de las muestras estudiadas una capa roja en zonas muy profundas con diferencias claras, ya que presenta una tonalidad rojizo-anaranjada. En principio se ha atribuido a un posible resto de **desmoldeante** empleado para la realización de las placas decorativas. Esta hipótesis, la refuerza el hecho de que coincide con el friso superior de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V que probablemente se haya realizado mediante este procedimiento como reflejan la repetición sistemática de los motivos representados [Fig. 103]. Sin embargo como se ha expuesto en trabajos precedentes la interpretación del uso o la identificación de estas capas subyacentes es muy compleja (García Bueno *et al.*, 2010).



Figura 103. Imagen de microscopía óptica de posibles restos de desmoldeante en una de las muestras estudiadas.

De esto se deduce que las yeserías de esta zona son pastas de yeso, compuestas fundamentalmente por sulfato cálcico (dihidrato) con mayor o menor cantidad de impurezas según los casos, (aluminosilicatos, tierras, dolomitas, celestina) y probablemente en casos puntuales con incorporación de aditivos como cal o sulfato de aluminio con el objetivo de modificar sus propiedades.

En cuanto a los estratos superpuestos se detectan sucesivas capas de cal, en ocasiones de un grosor considerable sobre las que se identifican pigmentos industriales que permiten su datación como intervenciones recientes y que se analizarán en el siguiente apartado con mayor detenimiento.

Como conclusión de este estudio, respecto a los yesos originales se ha podido constatar la utilización de dos técnicas (yeserías talladas y a molde) en un mismo momento constructivo. Por ese motivo las muestras en las que se identifica el primer tipo, denominado como “yeso negro” corresponden a zonas que probablemente se hayan realizado talladas como el intradós del arco o las albanegas de la puerta pequeña. Por otra parte, el segundo tipo corresponde con la técnica de molde, pues además de las diferencias en la composición, de mayor pureza, se localizan en sitios donde se identifican claramente líneas de unión entre placas.

5.2. POLICROMÍAS

Antes de comenzar a analizar los pigmentos identificados en las policromías del Patio de las Doncellas, cabe destacar la composición y características de las capas de base que se utilizan para la aplicación del color.

Enjalbegados

Sobre los estratos inferiores originales ya comentados, es frecuente encontrar una capa que se atribuye a la aplicación de un enjalbegado. La identificación de esta capa es frecuente en yeserías y ha sido identificada en numerosas obras de similar cronología. Como se ha expuesto en capítulos precedentes, se aplicaba con una clara intención de disimular las líneas de unión entre placas, en el caso de que las yeserías hubieran sido realizadas a molde o suavizar los perfiles vivos de las yeserías talladas, obteniendo así una superficie más cuidada sobre la que aplicar la policromía.

Este enjalbegado está compuesto, principalmente, por yeso, calcita, arcillas y óxidos de hierro. En algunas muestras ha aparecido puntualmente fósforo (P). Se ha considerado que este elemento puede pertenecer tanto a un resto de pigmento como negro hueso, o que sea procedente de las tierras que componen este enjalbegado. Además también podría ser indicativo de una cola empleada para retardar el fraguado. Los restos que se conservan, se manifiestan con diferentes espesores de capa dependiendo de la muestra, en alguna es una línea fina y discontinua, mientras que en otras presenta gran amplitud, pero todas ellas contienen los mismos materiales, aunque en diferentes proporciones [Fig. 104,105].

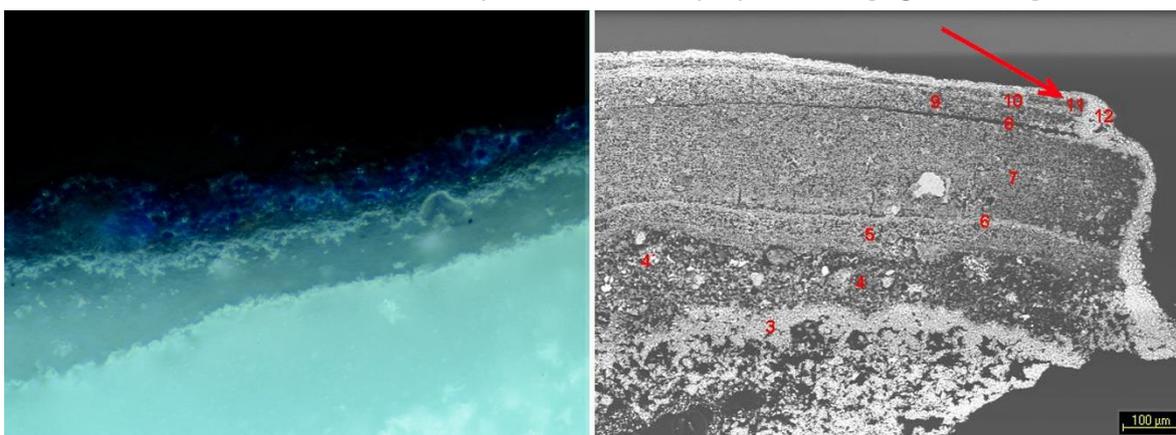


Figura 104. Imagen de microscopía óptica (izquierda) y microscopía electrónica (derecha). Detalle de la muestra de la zona interna de la sebka decorativa de la ventana occidental en la que se identifica una capa de enjalbegado sobre la que se aplica el pigmento azul ultramar artificial. En esta ocasión la capa es bastante rica en cal lo que determina su blancura en la imagen de microscopía óptica, identificándose además en el microanálisis de (EDX) otros elementos en forma minoritaria (Si, S, P).

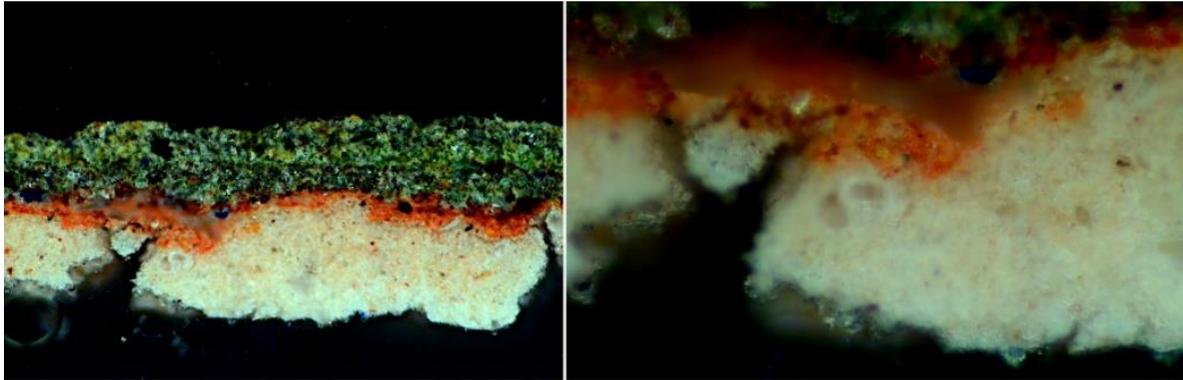


Figura 105. Imagen general de microscopía óptica de una muestra correspondiente al borde exterior de un sino del friso superior. En esta muestra se identifica una gruesa capa de enjalbegado en la base rica en óxidos de hierro lo que confiere un tono ligeramente rojizo a la capa.

Capas de base

También se encuentra otro tipo de capas de base para la aplicación de las policromías. Éstas se distinguen, porque se presentan muy compactadas y con una gran amplitud de capa; están constituidas básicamente por pigmentos de plomo, entre los que destaca el blanco de plomo, que aparece acompañado, en casos puntuales, por granos de rojo de plomo, y pequeños cristales aislados de óxidos de hierro amarillos o rojos y calcita. Estas capas de base se detectan tanto en los estratos originales como en los recientes, realizados sobre las capas de cal, como base para los repolicromados. Son especialmente características de las bases de los estratos dorados, presentando en estos casos una fuerte impregnación de aceites y resinas de los estratos superiores que, incluso, son visibles con microscopía óptica [Fig. 106].

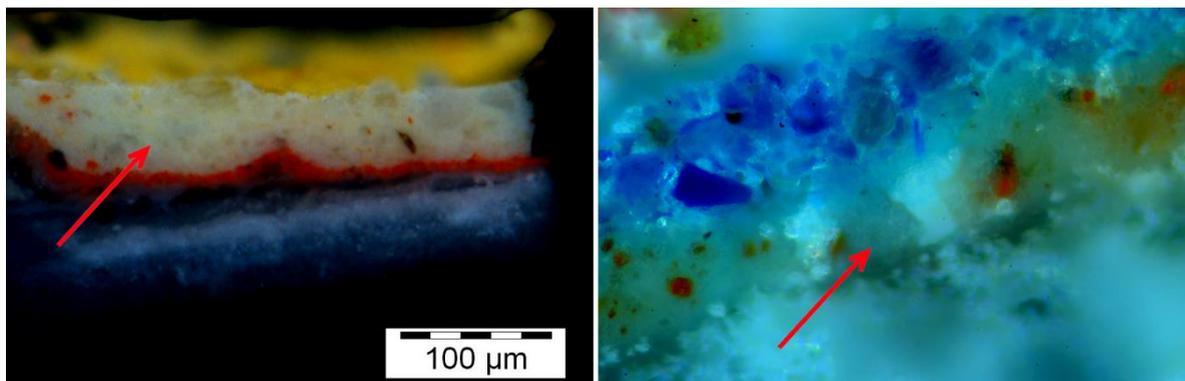


Figura 106. Izquierda. Imagen de microscopía óptica representativa de la estratigrafía que se identifican en los castillos de la zona superior de la portada, se señala la capa de nivelación o base de blanco de plomo acompañada por rojos de óxidos de hierro y de plomo, sobre la que se aplican las capas correspondientes para fijar el oro. En la imagen derecha se señala una capa de nivelación o base de blanco de plomo y óxidos de hierro rojos para la aplicación de una policromía azul que corresponde a la zona del intradós del arco.

En la siguiente ilustración puede comprobarse una hipótesis del método de aplicación de policromías originales sobre las placas de yeso [Fig. 107].

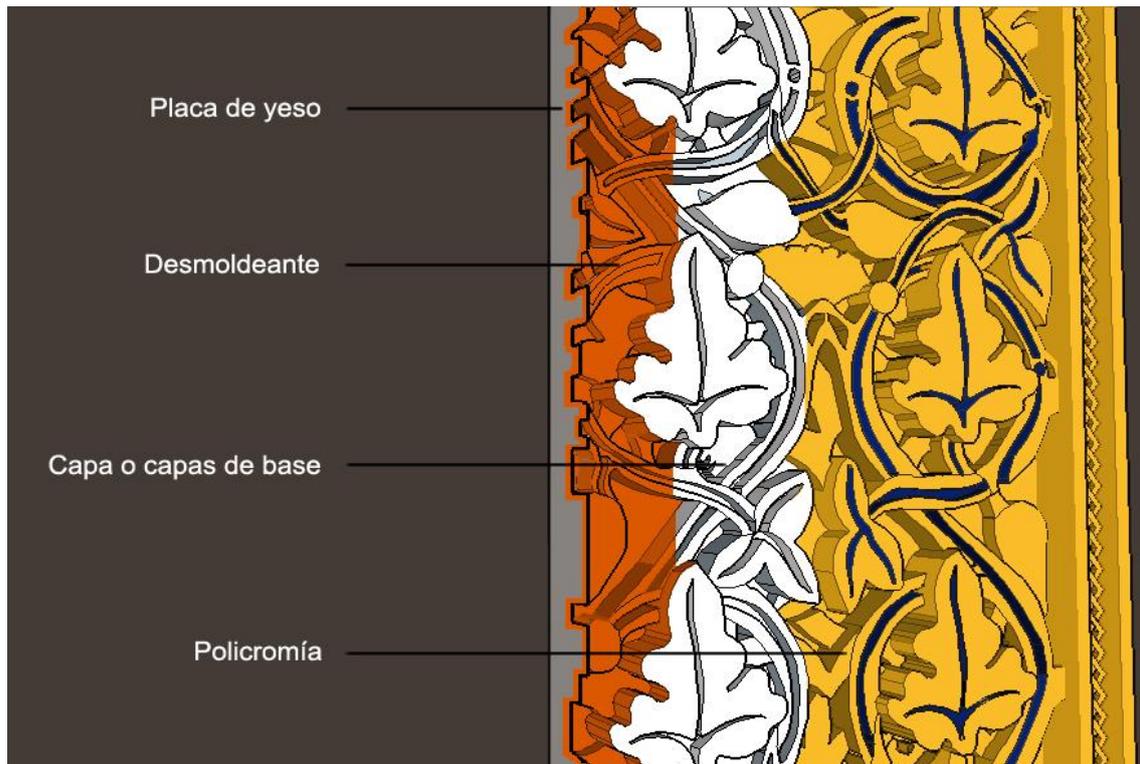


Figura 107. Esquema identificativo de la sucesión de estratos que se identifica.

Capas de cal o encalados

Es muy frecuente identificar en las muestras capas muy gruesas compuestas en la mayoría de los casos por carbonato cálcico, aunque en ocasiones muy puntuales cuando se realizan microanálisis de EDX, se detectan trazas de otros componentes como silicio, aluminio, yeso o negro de hueso. En este caso no se consideran capas de base para la aplicación de la policromía, sino un estrato aplicado con la clara intención de ocultar el cromatismo precedente. Estas capas suelen presentar un espesor considerable aunque en algunos casos este difiere según las muestras tomadas. La textura es bastante homogénea y generalmente de color blanco lo que permite distinguirla fácilmente cuando las muestras se observan con el microscopio estereoscópico y el microscopio óptico [Fig. 108]. Estos resultados coinciden con las intervenciones documentadas en el Real Alcázar en las que se afirma que en el s. XIX, se realizaron sucesivos encalados de las superficies decoradas en yeso del palacio tal y como se expuso en el capítulo 2, cuyo objetivo primordial fue el de ocultar la policromía por un cambio de gusto en ese momento. Su identificación es muy importante pues permite situar cronológicamente el estrato y por lo tanto contribuye enormemente a establecer la sucesión de los niveles identificados. De la misma manera, sobre estas capas de cal se detectan capas de base, que se realizan en periodos de tiempo posteriores y que sirven para la aplicación de nuevas policromías (constituidas en su mayoría por pigmentos industriales) que se detallan en el siguiente apartado.

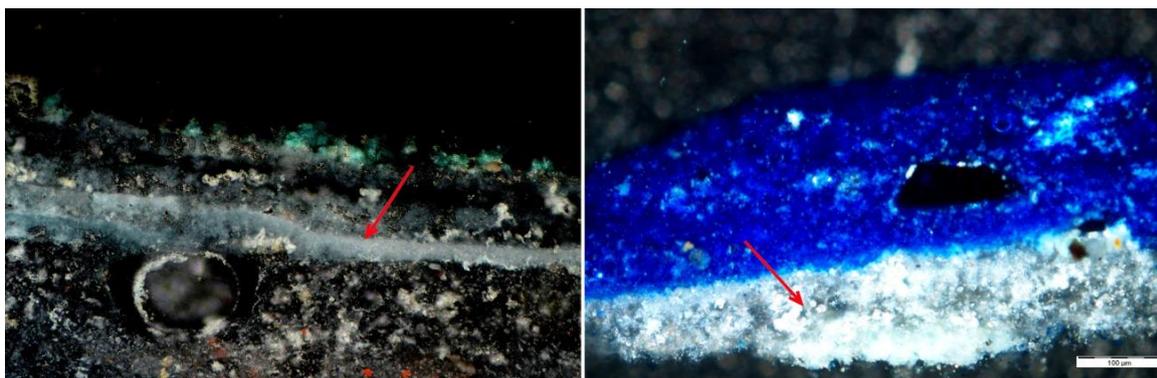


Figura 108. Imagen de microscopía óptica en la que se distingue con claridad el estrato de encalado, que se caracteriza en este caso por ser una capa bastante delgada. Esta muestra pertenece a la zona de las celosías de la portada, en concreto a la celosía izquierda. A la derecha, imagen de microscopía óptica en la que se observa una capa de cal de considerable grosor que pertenece a la zona interna de las albanegas del arco.

Como resumen encontramos dos estratos sucesivos al yeso de base original, (ya sean yeserías a molde o talladas) para la aplicación de las policromías. De esta manera, se detecta un enjalbegado seguido de un estrato compuesto por blanco de plomo. Si se observan de manera global los resultados obtenidos se puede afirmar, que estas capas preparatorias originales están muy perdidas y no se identifican en todas las muestras analizadas.

Sobre este primer nivel de policromía se detectan una o varias capas de cal según las muestras analizadas. Como ya se ha mencionado este estrato de cal es fundamental, cronológicamente hablando puesto que numerosas fuentes bibliográficas recogen esta intervención sobre las yeserías del Palacio de Pedro I, situándolas entre los años 1805-1816.

Superponiéndose a las capas de cal, se identifican dos niveles de repolicromados. En estos casos, las nuevas policromías compuestas mayormente por pigmentos industriales se realizan sobre bases de blanco de plomo.

5.2.1 Pigmentos y materiales de las capas pictóricas.

Tras determinar las diferentes capas de base sobre las que se aplican las policromías, se expondrán cada uno de los pigmentos identificados mediante los análisis realizados.

Se puede afirmar que al menos se han utilizado siete colores en la policromía de las yeserías: blanco, rojo, verde, azul, negro, amarillo y dorado. Las capas pictóricas no siempre se han realizado utilizando los mismos materiales, pues tras este estudio se ha comprobado que las capas más profundas se suelen realizar con pigmentos naturales mientras que en las más superficiales estos han sido sustituidos por pigmentos sintéticos, propios de la revolución industrial.

Azules

Azurita natural: Carbonato básico de cobre. Es un pigmento frecuentemente utilizado en las yeserías de esta zona. Siempre aparece en capas profundas, asociadas a estratos originales. Suele utilizarse sola pero en ocasiones se mezcla con blanco de plomo, probablemente para modificar ligeramente su tono. Presenta cristales con formas irregulares con contornos bien definidos de tamaños variables que son bien diferenciados tanto en el microscopio óptico como en el electrónico [Fig. 109, 110]. Su presencia ha sido habitual en obras de similar cronología estudiadas por nuestro equipo como el Cuarto Real de Santo Domingo (García Bueno & Medina Flórez, 2004) o en otras zonas como las yeserías y el alero de la fachada del Palacio de Pedro I (López Cruz, 2012). También se detecta este pigmento en las yeserías procedentes del camaranchón, lo que es muy importante para establecer este estrato como original, ya que al quedarse ocultas, como se expuso en el capítulo 4, no han sufrido intervenciones de repolicromado como las yeserías del resto del palacio. En casos puntuales el pigmento se observa degradado tomando una tonalidad verde clara que corresponde a una transformación de este color en hidroxicloriguro de Cu tipo atacamita $\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$ que se atribuye a las condiciones ambientales húmedas, un pH alto y a la presencia de cloro en el ambiente [Fig. 111] (López Cruz & Velilla, 2014).

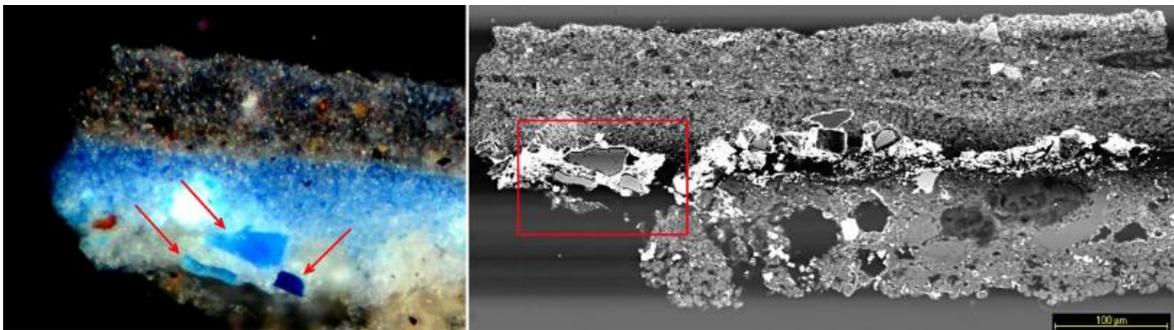


Figura 109. En la imagen de la derecha de microscopía óptica obsérvese la identificación de cristales de azurita natural de diferentes tonalidades. En la imagen de la derecha, de microscopía electrónica de barrido de la misma muestra se comprueba los cristales de azurita natural que se identifican en todo el estrato con formas y tamaños muy diferentes entre sí.

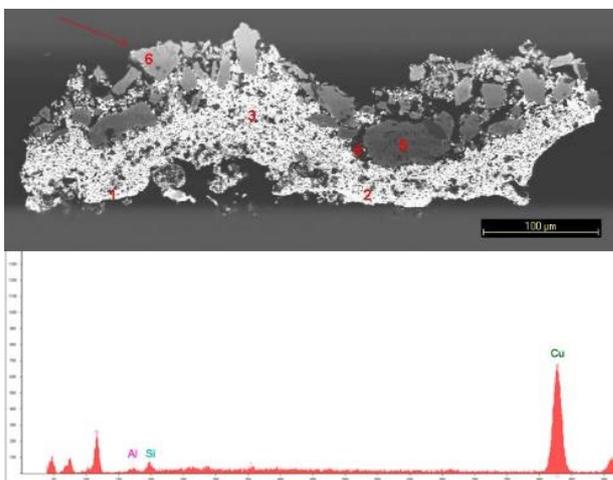


Figura 110. Imagen de microscopía electrónica de barrido con cristales de considerable tamaño bien definidos en la imagen superior. La muestra pertenece a la zona del intradós del arco donde se han conservado un mayor número de estratos naturales al ser una zona más resguardada y por lo tanto, también menos intervenida. En la imagen inferior se aporta el espectro correspondiente al microanálisis realizado a uno de los cristales.



Figura 111. Izquierda. Fotografía de microscopio estereoscópico realizada a una de las muestras extraídas de las yeserías halladas en el camaranchón. Derecha. Fotografía de microscopio estereoscópico de una de las muestras tomada de la puerta pequeña o de escape del muro sur/este del patio de las Doncellas. En esta segunda imagen puede observarse la degradación del característico color azul de este pigmento hacia tonos verdosos.

Azurita artificial: (carbonato básico de cobre). Es la versión sintética del pigmento azurita natural. Como se expuso en el capítulo 4, este pigmento se emplea desde el s. XVI, por lo que su identificación en las policromías de esta zona, contribuye a establecer la cronología de los estratos. En todos los casos en los que se detecta, aparece en los estratos superficiales y nunca en los internos o probablemente originales.

Como se puede comprobar en las correlaciones estratigráficas, este pigmento sustituye a la azurita natural en los repolicromados y siempre aparece en mezcla con blanco de plomo, verde esmeralda, azul ultramar artificial o azul de esmalte. Respecto a su identificación, es relativamente fácil distinguirla puesto que el tamaño de partícula de la azurita artificial normalmente es más homogéneo y pequeño que el de la azurita natural, y además en ciertas ocasiones pueden distinguirse formas redondeadas esferulíticas (Gettens & West Fitzhugh, 1991a) [Fig. 112]. Este pigmento también se identifica en las yeserías de la Fachada (López Cruz, 2012; Calero Castillo *et al.*, 2013).

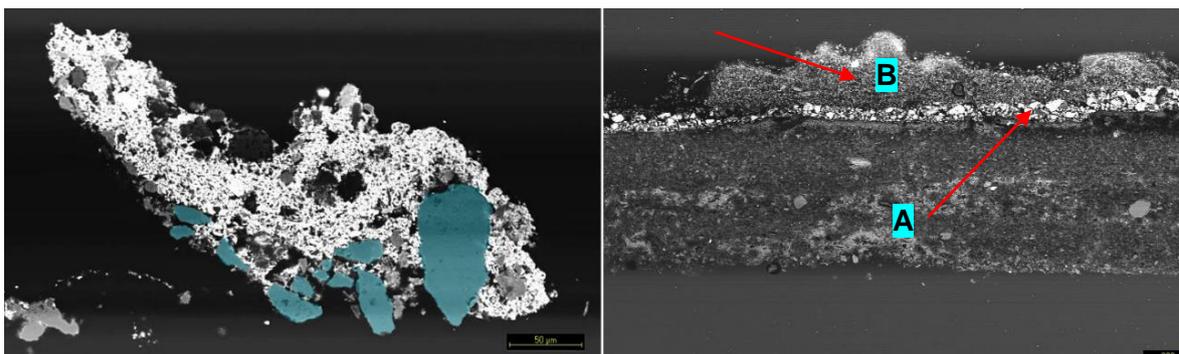


Figura 112. Izquierda imagen de detalle de microscopía electrónica en la que se han señalado con color azul los cristales de azurita natural. En la imagen de la derecha se observa una muestra tomada del intradós de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V, en la que se observa como el estrato inferior está formado por azurita natural en la que se distinguen los cristales (A), mientras que el superior está conformado por una mezcla de azul ultramar artificial y azurita artificial (B).

Azul ultramar artificial: (Silicato compuesto por Na, Al, Si, O, y S). Forma parte del grupo de los pigmentos industriales, elaborado por primera vez en 1828 por Guimet en Francia (San Andrés Moya, 2012). La cronología que proporciona es bastante interesante para el análisis de la sucesión estratigráfica de las policromías, ya que aporta una datación muy precisa. En las muestras estudiadas este pigmento aparece siempre en estratos superficiales. Generalmente se encuentra solo, pero en ciertas muestras aparece mezclado con otros pigmentos, como blanco de plomo, azurita artificial o verde esmeralda. Su identificación al microscopio es bastante específica pues se define siempre con cristales muy pequeños y homogéneos en forma y color [Fig. 113]. En este sentido cabe exponer que, aunque el análisis por difracción de rayos X no permite establecer una diferencia clara, entre la variedad sintética y la natural, en cambio el examen con microscopio óptico y microscopio electrónico de barrido proporciona datos diferenciadores. El pigmento natural suele presentarse con formas irregulares, un considerable tamaño de grano, y acompañado de calcita y pirita.

El pigmento ultramar, encontrado en este estudio, se presenta con granos homogéneos, tanto en su forma y tamaño como en el color, y además con una gran pureza en su composición. Todo esto permite sostener que en estas yeserías lo más probable es que no se utilizara el azul ultramar natural. Además, estos resultados no son extraños si se comparan con los obtenidos en el estudio de la fachada de Pedro I donde ni en las maderas ni en las yeserías se identificaron restos de azul ultramar natural (López Cruz, 2012). En la mayor parte de los casos, se utiliza este pigmento en los repolicromados sustituyendo a los azules de azurita natural que se localizan en los estratos internos tal y como puede comprobarse en las correlaciones estratigráficas aportadas.

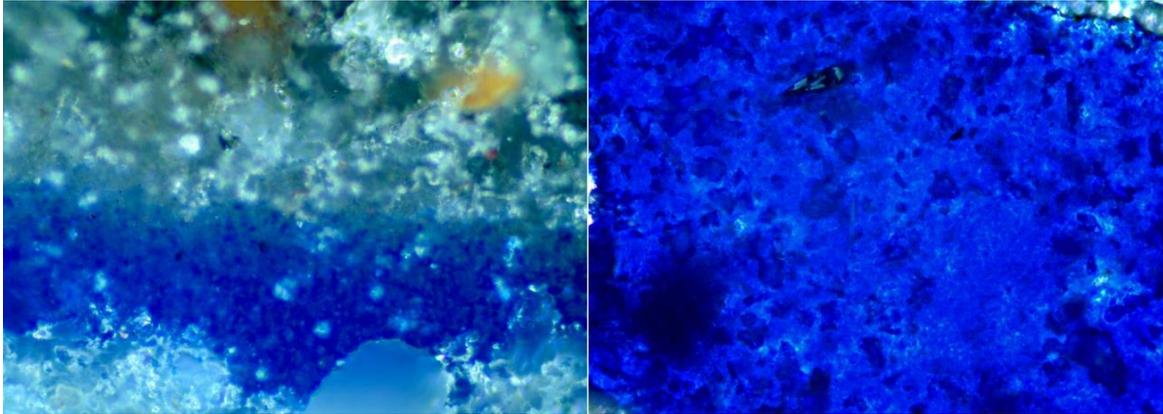


Figura 113. Derecha, imagen de microscopía óptica del estrato con pigmento azul ultramar artificial correspondiente a la zona interior de las palmas del lado derecho de la portada de acceso al Salón del Techo de Carlos V. Izquierda, microscopía óptica, identificación del mismo pigmento en la decoración vegetal de las placas entre celosías.

Rojos

Rojo de plomo: (Tetróxido de plomo). El pigmento rojo de plomo es uno de los más utilizados en las policromías de este paramento, y se identifica ya sea en capas profundas como en repolicromados posteriores, lo que demuestra la continuidad de su uso a través del tiempo. Este pigmento se detecta tanto en las de base para la aplicación de una nueva policromía, como en acabados cromáticos en sí.

En el primer caso se encuentran como granos dispersos dentro de amplias capas de blanco de plomo, que en ocasiones también presenta nódulos de granos de amarillo de plomo y óxidos de hierro. Estas capas de base se utilizan para la aplicación posterior de policromías o de dorados según las zonas [Fig. 114]. Cuando se utiliza este pigmento como estrato pictórico, suele aparecer sólo o mezclado con otros pigmentos rojos, como óxidos de hierro o cinabrio/bermellón. Estas capas de policromía son utilizadas preferentemente en los fondos y en los detalles incisos de las palmas o palmetas [Fig. 115].

La utilización de este pigmento es bastante frecuente en las yeserías de tradición hispanomusulmana como demuestra su identificación en otros estudios llevados a cabo por nuestro equipo en la decoración del Oratorio de la Madraza o en el Cuarto Real de Santo Domingo, ambos espacios en la ciudad de Granada (García Bueno & Medina Flórez, 2004; García Bueno *et al.*, 2010a), así como en la fachada del Palacio de Pedro I, tanto en las yeserías como en las maderas (López Cruz *et al.*, 2015; López Cruz, 2012).

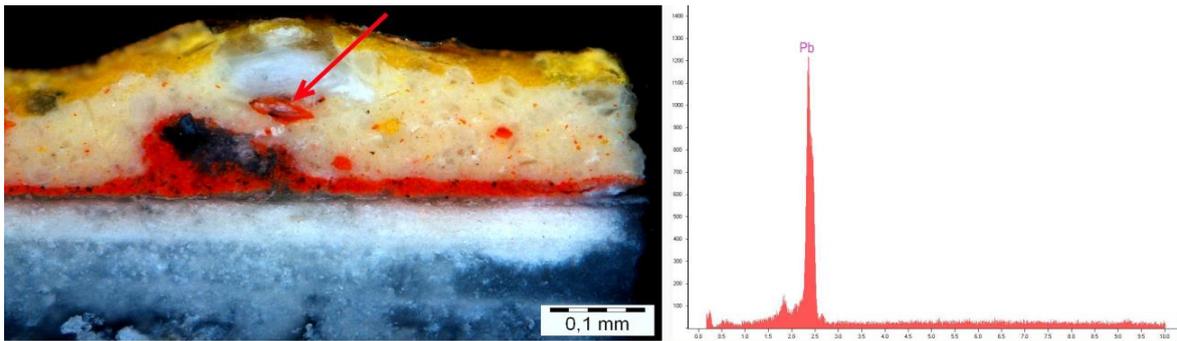


Figura 114. Imagen de microscopía óptica de la capa de base de la zona correspondiente al castillo del friso superior de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V. Señalización de un grano del pigmento rojo de plomo. Derecha. Espectro correspondiente al microanálisis realizado al grano de pigmento señalado.

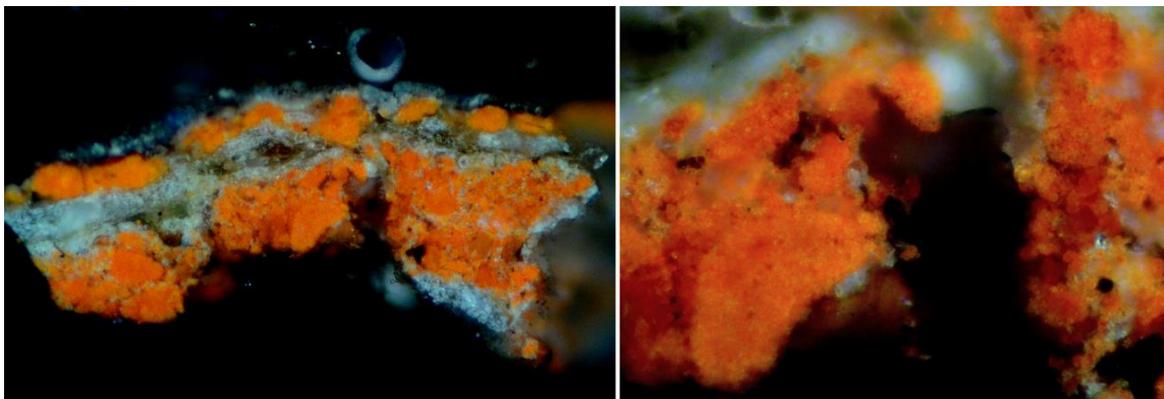


Figura 115. Imagen de microscopía óptica de la muestra correspondiente al fondo de palmas de la epigrafiya islámica que rodea la portada, donde se identifican sucesivos estratos de rojo de plomo. A la derecha, detalle del estrato.

Cinabrio/Bermellón: Sulfuro de mercurio rojo. Este pigmento se presenta solo en los estratos más profundos mientras que, en los más superficiales se identifica mezclado con otros pigmentos como rojo de plomo o tierra roja. Al aparecer sólo en capas inferiores, se han podido examinar los granos de pigmento presentes, midiendo sus longitudes y analizando en detalle su morfología lo que permite afirmar que en estos casos es muy probable que se haya utilizado el pigmento natural, ya que se ha comprobado que el tamaño de grano es bastante heterogéneo y de dimensiones considerables que llegan hasta las 42μ . En este caso es extraño que no se haya identificado impurezas de otros materiales en ninguno de los análisis realizados, lo que podría responder a procesos de purificación del pigmento que consistían en la eliminación de las impurezas que contenían del yacimiento del que se extraían y que era una práctica habitual. Por otra parte el tamaño considerable de los cristales analizados puede deberse a la preparación del mineral cinabrio ya que, los distintos granos de molienda del mismo le conferían diversos tonos desde el escarlata al rojo anaranjado (Baez Aglio & San Andrés Moya, 2003) La presencia del mineral en estratos profundos es bastante lógica si se tiene en cuenta, como apunta Bruquetas Galán (2012b) la mejora considerable que los árabes habían introducido en las técnicas metalúrgicas de las minas de Almadén de las que probablemente proceda el

pigmento debido a su cercanía geográfica a la ciudad de Sevilla. Este pigmento también ha sido identificado en estratos originales del camaranchón, lo que contribuye a reforzar la hipótesis de que este fuese el pigmento utilizado en la policromía original de los revestimientos de yeso de esta zona, pues en ambos sitios son coincidentes y presentan un aspecto muy similar [Fig. 116,117,118].

Por otra parte, el aspecto de las capas pictóricas que se encuentran en estratos sucesivos suelen coincidir con las características propias del pigmento artificial con un color rojo, ligeramente más anaranjado y con cristales más homogéneos y de dimensiones más reducidas (López Cruz, 2012) Además en estos casos siempre aparece mezclado con otros pigmentos lo que contribuye a clarificar la posición en la que se encuentra [Fig. 119].

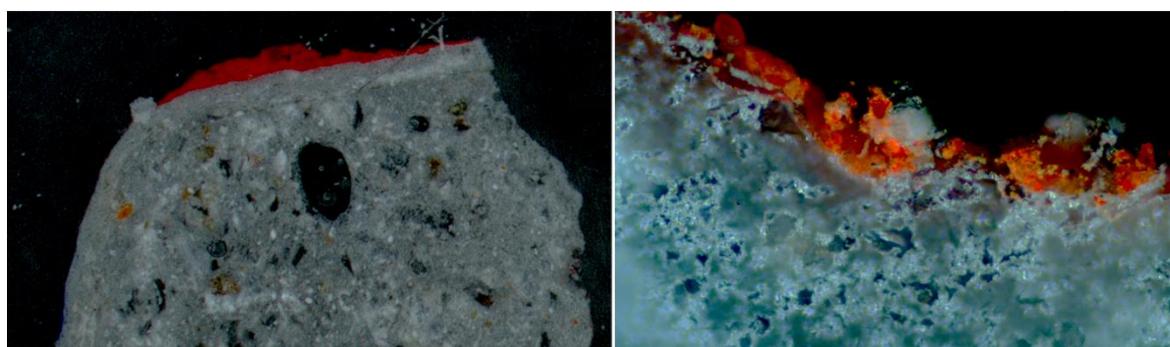


Figura 116. Imagen de microscopía óptica a diferentes aumentos de una de las muestras estudiadas, correspondiente al interior de un medallón decorativo de la zona derecha de la portada. Obsérvese la tonalidad del pigmento.

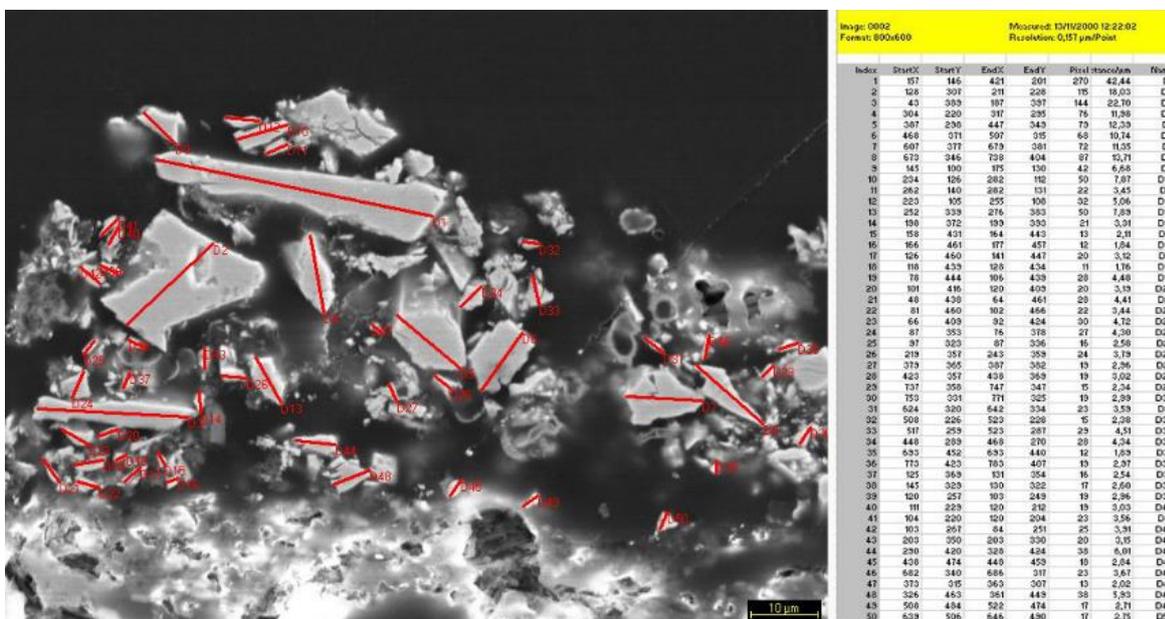


Figura 117. Imagen de microscopía electrónica de barrido de la capa constituida por cinabrio de la muestra expuesta en la ilustración anterior. A la derecha se aportan los resultados obtenidos de la medición realizada en una selección de 50 cristales de la capa pictórica roja.

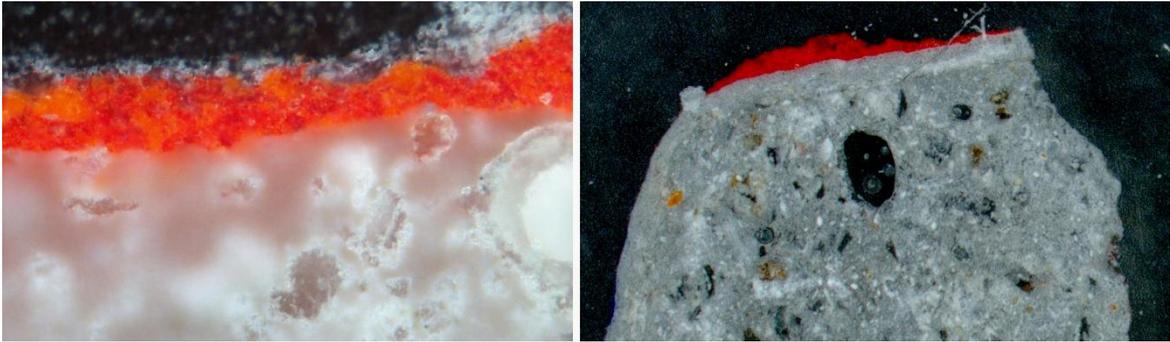


Figura 118. Izquierda. Imagen de la capa pictórica conformada por cinabrio identificada en las yeserías del camaranchón. Derecha. Imagen de una capa pictórica conformada por cinabrio en las yeserías de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V.

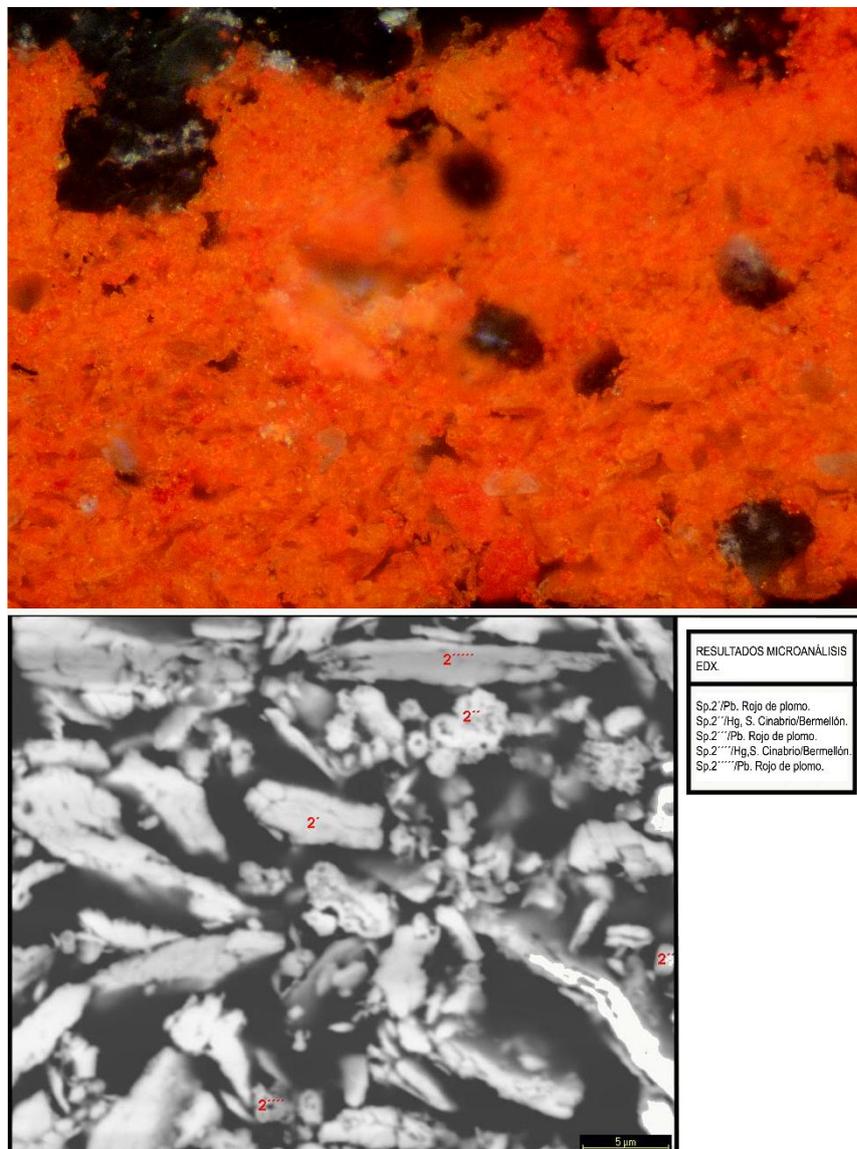


Figura 119. En la imagen superior obsérvese la fotografía de microscopía óptica de una de las muestras tomadas constituidas por la mezcla de pigmentos rojo de plomo y cinabrio (bermellón). En la imagen inferior se aportan los resultados obtenidos de los microanálisis puntuales realizados a cada uno de los granos.

Tierra roja: Este tipo de pigmento, además de los óxidos de hierro rojos, contiene silicatos y otros compuestos. Su uso continuado en el tiempo, desde la Antigüedad hasta nuestros días, debido a sus buenas propiedades, se evidencia en las policromías de esta zona, pues aparece tanto en los estratos profundos y probablemente originales como en modernos. En las capas profundas se presentan asociadas con otros materiales como calcita, silicatos o cuarzo formando capas de enjalbegado. En otras ocasiones están mezcladas con el pigmento de blanco de plomo, como capas de base de policromías. En estos casos no suele aparecer como un estrato continuo, sino con granos aislados de color rojo que confieren una tonalidad ligeramente anaranjada cuando aparece en mayor proporción. Este pigmento de tierra roja también se encuentra en estratos más superficiales como ya se ha comentado, ya sea en las capas previas a la aplicación de una nueva policromía (capas de base o enjalbegado), acompañando a otros pigmentos rojos como el de rojo de plomo o cinabrio/bermellón (con el objetivo de dar más cuerpo a la capa pictórica, aportar una tonalidad más oscura y sobre todo reducir costes), o bien como el único pigmento que conforma la capa pictórica. Cabe destacar que en el cuarto nivel las capas rojas de tierra roja sustituyen a las de actuaciones precedentes compuestas por rojo de plomo o cinabrio/bermellón. Los granos del pigmento se presentan con formas heterogéneas y diversas intensidades y tonalidades del color que van desde el rojizo anaranjado hasta el pardo rojizo según los casos.

Amarillos

Ocre amarillo: (Óxidos de hierro hidratados). No es uno de los pigmentos más utilizados en la policromía de las yeserías, aunque se identifica tanto en estratos originales como en otros más recientes, lo que demuestra la continuidad de su uso a través del tiempo. En las capas profundas suele aparecer de forma puntual en enjalbegados o capas de base mezclado con otros materiales como blanco de plomo, calcita o aluminosilicatos a los que aporta una tonalidad amarillenta. No se puede descartar su empleo como único pigmento que conforma la capa pictórica en los estratos profundos, debido a que fue uno de los identificados en las letras de la epigrafía de las yeserías encontradas en el camaranchón, probablemente como capa de base del oro ya que era corriente que las epigrafías fuesen doradas. Sin embargo, en las muestras analizadas del Patio de las Doncellas, sólo en una de ellas podría corresponderse con la policromía original ya que en el resto de los casos siempre se detecta sobre capas de cal, cuya intervención se sitúa a comienzos del s. XIX. En capas más recientes, sobre encalados, se encuentra como único pigmento de la capa pictórica y se localiza fundamentalmente en las zonas externas más sobresalientes de las palmas y de las veneras de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V, posiblemente como una capa de color amarillo en un intento de simular el dorado.

Amarillo de plomo o litargirio: (óxido de plomo). Es un pigmento frecuente en las yeserías de este patio, siempre asociado al oro, bien como base para su aplicación o como una capa que simula el dorado. Cuando se utiliza para servir como estrato preparatorio de la aplicación de la lámina de oro, tenía el objetivo de obtener un tono similar de modo que en el caso de que se produjeran pérdidas de las capas metálicas, éstas fueran poco visibles. Aunque en casos muy puntuales aparece este pigmento de plomo solo, en la mayor parte de las muestras se identifica mezclado con amarillo de cromo y blanco de plomo, siempre en capas superficiales [Fig. 120]. Tal y como indica López Cruz (2012, p. 114) ya sea en imágenes del microscopio electrónico como en microanálisis de SEM-EDX presenta resultados y características comunes “al blanco de plomo por lo que resultan indistinguibles dentro de la capa. Sin embargo, se pueden diferenciar ópticamente por el color amarillo claro del óxido de plomo” y el blanco del carbonato básico de plomo.

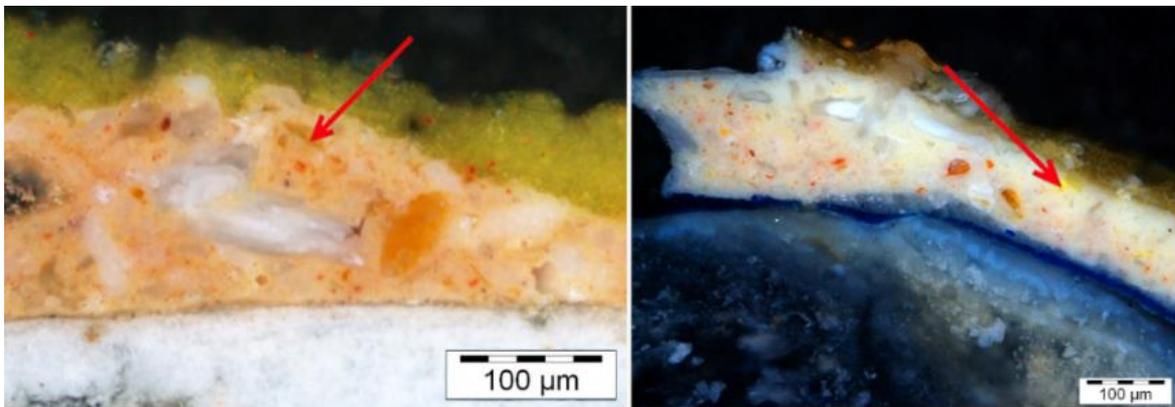


Figura 120. Izquierda. Imagen de microscopía óptica con luz reflejada de la muestra correspondiente al retrato del rey Don Pedro en la portada de acceso al Salón del Techo de Carlos V. Detalle de la capa de base para la aplicación de oro en la que se distinguen granos amarillo de plomo. Derecha, imagen de microscopía óptica con de la muestra correspondiente al angrelado externo del arco. Detalle de la misma capa con una tonalidad ligeramente más clara que la de la muestra anterior. Señalización de cristales de amarillo de plomo.

Amarillo de cromo: (Cromato de plomo). Siempre aparece como base para la aplicación de capas metálicas de oro junto a pigmentos de plomo. Como se expuso en el capítulo 4, pertenece al grupo de los pigmentos industriales que se utiliza desde la primera mitad del s. XIX. Actualmente está en desuso ya que es bastante tóxico y por tanto muy peligroso para la salud, sobre todo, si se está expuesto a altas concentraciones. Presenta una tonalidad amarilla bastante característica cuando se observa al microscopio (Kühn & Curran, 1985).

Su identificación es significativa ya que aporta una cronología precisa sobre los dorados que se aplican sobre esta capa de base, permitiendo asociar estas intervenciones a trabajos recientes en torno a estas fechas o posteriores [Fig. 121].

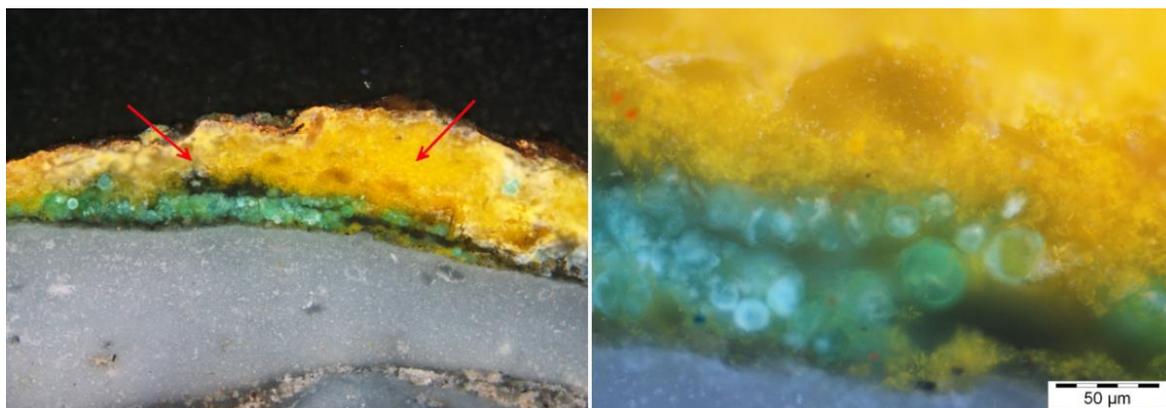


Figura 121. Imagen de microscopía óptica de la muestra correspondiente a la zona externa de la celosía izquierda. Señalización de la capa de base para la aplicación de oro constituida por amarillo de plomo y amarillo de cromo en la que se distingue la tonalidad amarillo verdosa característica del pigmento amarillo de cromo. A la derecha detalle del mismo estrato.

Verdes

Malaquita natural: (Carbonato básico de cobre). Este pigmento ha sido identificado en un porcentaje considerable de muestras, mayoritariamente en capas profundas, aunque en casos muy puntuales se detecta en estratos más superficiales.

La mayoría de muestras que contienen pigmento de malaquita se localizan en la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V, sobre todo en las capas más internas de la zona de las celosías. Se presenta con un tamaño de partícula considerable, distinguiéndose cristales que superan las 100μ en la mayor parte de los casos de color verde claro muy saturado y característico. En los estratos más superficiales de las muestras de esta zona, el color verde se mantiene pero el pigmento se sustituye por un verde sintético, correspondiente al pigmento verde esmeralda fabricado por primera vez en el 1814 por Wilhelm Sattler, como se dijo en el capítulo precedente [Fig. 122, 123].

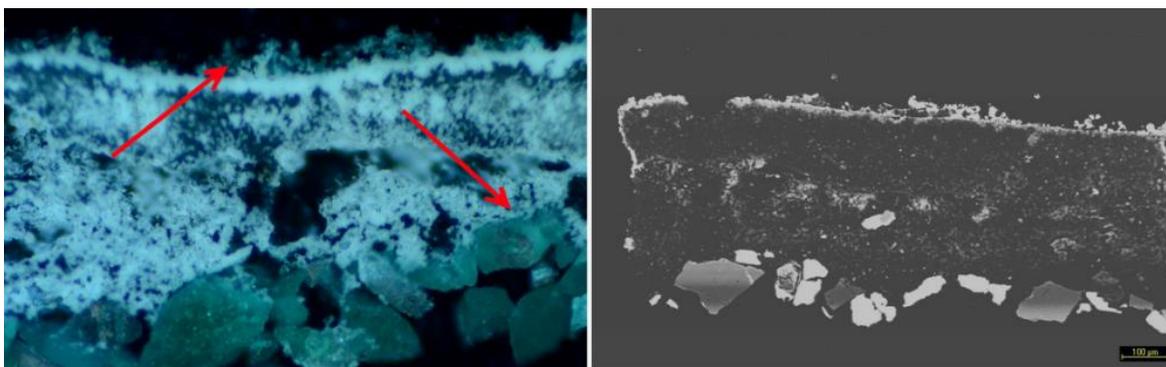


Figura 122. Imagen de microscopía óptica con luz reflejada de la muestra PD-Y-130 en la que se observa la utilización del pigmento malaquita natural en el estrato inferior de la muestra que es sustituido por el pigmento verde esmeralda en el estrato superpuesto (izquierda.). Imagen de microscopía electrónica de barrido de la misma muestra (derecha).

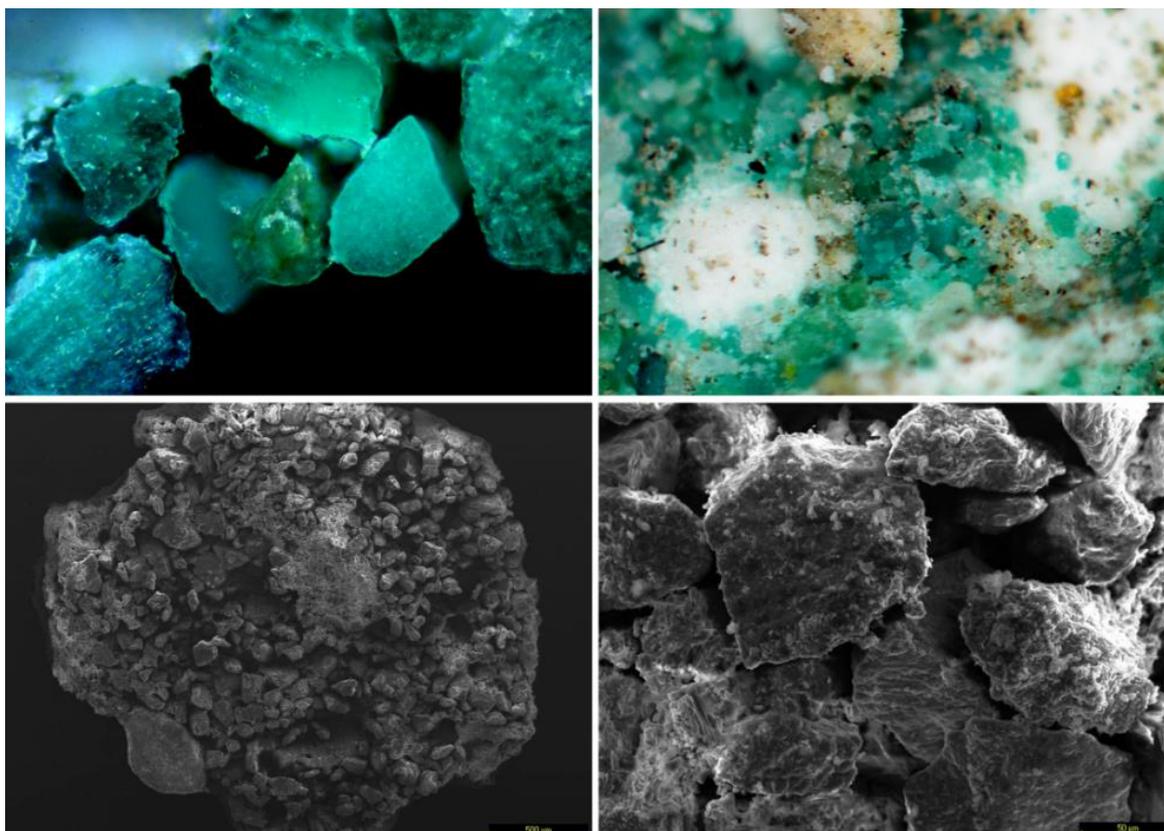


Figura 123. Resultados del análisis de una de las muestras correspondiente a la zona interna de las celosías. En la imagen superior izquierda se aporta una imagen de detalle de microscopía óptica de los cristales del pigmento malaquita natural de la muestra preparada en lámina delgada. Arriba a la derecha, se observa la imagen de microscopio estereoscópico de los cristales del mismo pigmento.

En las imágenes inferiores, se aportan fotografías obtenidas con el microscopio electrónico de barrido directamente de la muestra sin preparar. Puede observarse en las mismas el considerable tamaño de los cristales, así como la morfología característica que presentan.

Verde esmeralda: (Acetoarseniato de cobre) Este pigmento presenta un color verde saturado y brillante muy característico. Al ser un producto sintético con fecha concreta de elaboración y cuya utilización está muy delimitada en el tiempo, lo convierte en un pigmento interesante para aportar cronologías en las muestras en las que se identifica. Este pigmento aparece en el último estrato identificado, casi siempre como sustituto del pigmento verde malaquita de capas más profundas [Fig. 124]. Principalmente se identifica solo, aunque en casos puntuales se encuentra mezclado con otros pigmentos como blanco de plomo o azul ultramar artificial. La individualización de sus formas cristalinas mediante el microscopio óptico es bastante evidente puesto que se observan cristales con formas esferulíticas de tamaños regulares que oscilan entre los 5-30 μ de diámetro aproximado, típicas de este material. Por otra parte su estudio por microscopía electrónica de barrido en muestras sin preparar también es muy definitoria, observándose en imágenes de electrones retrodispersados las mismas formas esferulíticas características. Los resultados mediante EDX proporcionan las líneas características de As y Cu propias del verde esmeralda. Aunque en ocasiones acompañadas de Cl, Ca, Pb.

Este pigmento en algunas de las muestras presenta una alta degradación provocada por la presencia de cloro, dando origen a otros compuestos derivados del As que contienen Cu, Pb o Ca como elementos básicos. En estos casos presentan tonalidades que viran hacia tonos más o menos azulados dependiendo del grado de alteración. El compuesto predominante y principal responsable del color que presenta la zona de alteración es un cloroarseniato de cobre, calcio y sodio, hidratado, de fórmula $\text{NaCaCu}_5(\text{AsO}_4)_4\text{Cl} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, que se corresponde con el mineral lavendulana (López Cruz & Velilla, 2014).

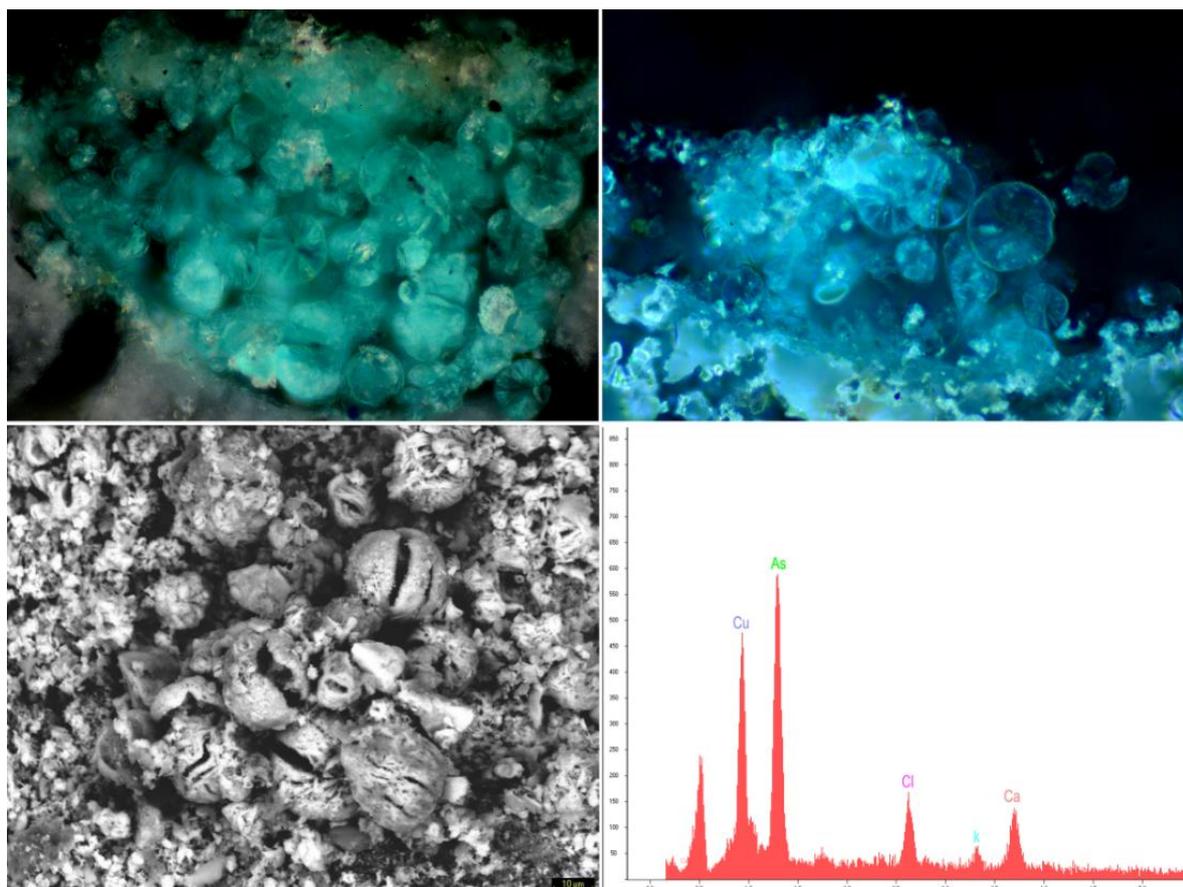


Figura 124. Imágenes de microscopía óptica de una capa pictórica realizada con el pigmento verde esmeralda en el que se observan las características formas esferulíticas que presenta este pigmento así como las diferentes tonalidades (Imágenes superiores). Abajo, imagen izquierda, fotografía obtenida mediante microscopía electrónica de barrido de la misma muestra sin preparar, donde se observan las formas esféricas del pigmento. A la derecha espectro resultante del microanálisis realizado.

Blancos

Blanco de plomo: (Carbonato básico de plomo). Es uno de los pigmentos más abundantes, se encuentra tanto en las capas de base para la aplicación de las policromías como en los acabados pictóricos. Este dato coincide con las muestras analizadas en la fachada del Palacio de Pedro I donde fue el pigmento más identificado y, sobre el que se realizó una investigación en profundidad, sintetizándolo para poder definir si las capas pertenecían a una forma de

elaboración del material o a otra (López Cruz, 2012). En las capas de base suele aparecer sólo o acompañado por otros materiales como calcita, granos aislados de óxidos de hierro (rojos-amarillos) y rojo de plomo, mientras que en las capas de base del oro se presenta en la mayor parte de los casos junto con otros pigmentos de plomo como el litargirio o amarillo de cromo. Por otra parte, en los acabados policromos aparece con bastante frecuencia mezclado con otros pigmentos para aclarar el color, en la mayor parte de los casos azules, como azurita artificial y azul ultramar artificial. También puede aparecer solo como en el caso en los escudos de la banda o en la parte externa de las palmas que se encuentran en el friso superior de arquillos y escudos de la portada.

Blanco de zinc y titanio: En casos muy puntuales aparecen en capas superficiales blancos de zinc y de titanio mezclados con pigmentos industriales como el azul ultramar artificial o el verde esmeralda. En ciertas muestras se detecta la presencia de Ba. Aunque la barita se ha utilizado como pigmento, su pequeña proporción se ha asociado a impurezas del material empleado.

Negros

Pigmentos negros: Este color se ha encontrado solo en la última intervención de las yeserías, y en todas las muestras estudiadas se corresponde con un pigmento orgánico. En todos los casos aparece mezclado con cantidades variables de otros pigmentos inorgánicos que le dan cuerpo y actúan como secativos. La composición de esta policromía varía según la localización tal y como ocurre en la fachada del Palacio de Pedro I (López Cruz, 2012). Las características distintivas de estos pigmentos orgánicos es que están compuestos por partículas negras y opacas de tamaños irregulares y variable, destacando entre ellos la identificación de negro de hueso que se evidencia por la presencia de P en el análisis elemental. Junto a pigmentos orgánicos en estas capas es frecuente detectar otros pigmentos como rojo de plomo o amarillo de plomo, y en ciertas ocasiones se detecta verde esmeralda, ultramar artificial o malaquita natural, empleados para mejorar la secatividad de la capa negra [Fig. 125]. En todos los casos esta capa de color negro se identifica sobre pigmentos industriales lo que es indicativo de que es una intervención reciente aunque no puede descartarse su uso en estratos internos. Generalmente las muestras en las que se identifica corresponden a zonas externas del relieve como perfilado de determinados elementos decorativos generalmente para destacarlos sobre el fondo.

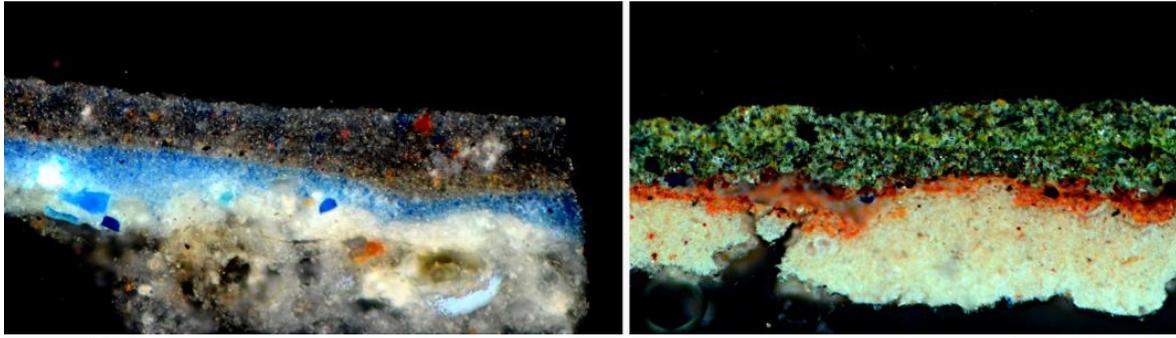


Figura 125. Imagen de microscopía óptica de la muestra que corresponde al fondo de las cartelas lobuladas del friso inferior en la que se observa un estrato de color negro en la parte superficial de la muestra, constituido entre otros por amarillo de cromo, rojo de plomo, óxidos de hierro, barita o azul ultramar artificial (Imagen izquierda). En la imagen de la derecha, fotografía de microscopía óptica con luz reflejada de una muestra correspondiente al borde externo de un sino en el friso superior, en la que se observa un estrato de color negro sobre una capa pictórica de color rojo obtenida por la mezcla de óxidos de hierro, pigmentos de plomo, azurita natural y negro de hueso.

Dorados

El oro es un elemento muy representativo en la policromía de estas yaserías encontrándose aproximadamente en un 20% de las muestras siempre procedente de intervenciones recientes. Aunque no ha aparecido ningún dorado en policromías antiguas, se presupone que debieron existir por las zonas en las que se presentan los dorados modernos que corresponden a partes importantes de la decoración, como son los emblemas heráldicos, figuras iconográficas o epigrafías que debieron estar doradas en todas las intervenciones. Cabe pensar que han podido perderse en operaciones de “resaneo” o por diferentes problemas de conservación debido a su mayor inestabilidad. En la mayor parte de las muestras estudiadas los dorados que se conservan se sitúan sobre bases de pigmentos amarillo de cromo, blanco de plomo, amarillos de plomo, granos aislados de rojo de plomo y óxidos de hierro rojos y amarillos. La cronología del pigmento amarillo de cromo, ya comentada, utilizado por primera vez en el s. XIX, permite situarlo en las intervenciones modernas. Estas capas de base para la aplicación de oro presentan un espesor considerable y una tonalidad que varía desde un amarillo muy intenso a un amarillo anaranjado ligeramente rojizo, cuando se observan mediante microscopio óptico. En un número considerable de muestras, esta capa amarilla de base presenta una fuerte impregnación de resinas y aceites lo que dificulta los exámenes por microscopía electrónica de barrido, sobre todo en lo que a microanálisis de EDX se refiere, pues el alto contenido orgánico interfiere en la señal [Fig. 126]. En ciertos casos se identifica que la aplicación de estos dorados se realiza sobre una capa de óxidos amarillos de hierro o pigmentos de plomo en los que se detecta aceite, lo que *a priori* podría ser indicativo de una decoración original. Sin embargo estos estratos dorados se localizan sobre gruesas capas de cal, que como se ha dicho se relacionan con las intervenciones del s. XIX, lo que hace que correspondan a intervenciones más recientes.

Las capas de oro suelen presentar en microanálisis de EDX, líneas espectrales de oro relativamente puras aunque en ocasiones aparecen asociadas a otros elementos como Na, As, Ag, Pb, Cu, Al... De esta forma se puede afirmar que en la mayor parte de los casos se identifica solamente Au, mientras que en otros, el oro aparece en aleación con Ag y en un menor número de casos Cu. En ninguna de las muestras se ha detectado Sn. Por otra parte la presencia de otros elementos como Na y As se ha atribuido a subproductos de contaminación ambiental, resultados que coinciden con lo identificado en la fachada de Pedro I (López Cruz, 2012). Además se debe señalar que, mientras que en la mayor parte de las muestras estos dorados se encuentran bastante bien conservados y tanto en microscopía óptica como electrónica de barrido se distingue una capa continua bien definida, en otras ocasiones se detectan restos de oro mezclados con los estratos de policromía (Muestra PD-Y-60) [Fig. 126]. Este hecho es indicativo de posibles dorados anteriores que han podido perderse con operaciones de “resaneo” o limpieza antes de la aplicación de nuevas policromías, lo que justifica el porcentaje elevado de pérdidas de la misma [Fig. 127].

Los dorados que se han podido identificar en el muestreo realizado, se sitúan siempre en zonas importantes de la decoración como en letras de la epigrafía (tanto latinas como árabes), zonas externas de los elementos decorativos como las albanegas del arco de acceso al Salón del Techo de Carlos V o emblemas heráldicos (castillos, escudo de la orden de la banda), entre otros [Fig. 128].

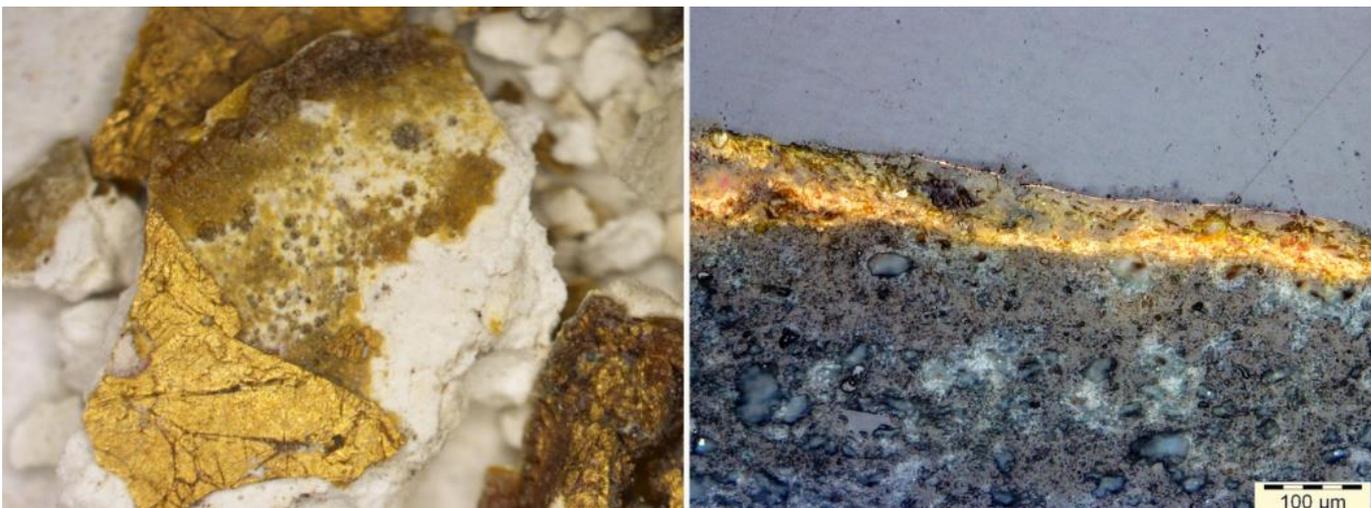


Figura 126. Imagen de microscopio estereoscópico de la presencia de oro en una de las muestras tomadas. Derecha. Imagen de microscopía óptica de la muestra correspondiente al florón del intradós del arco. En ambas se observa la impregnación de resinas y aceites.

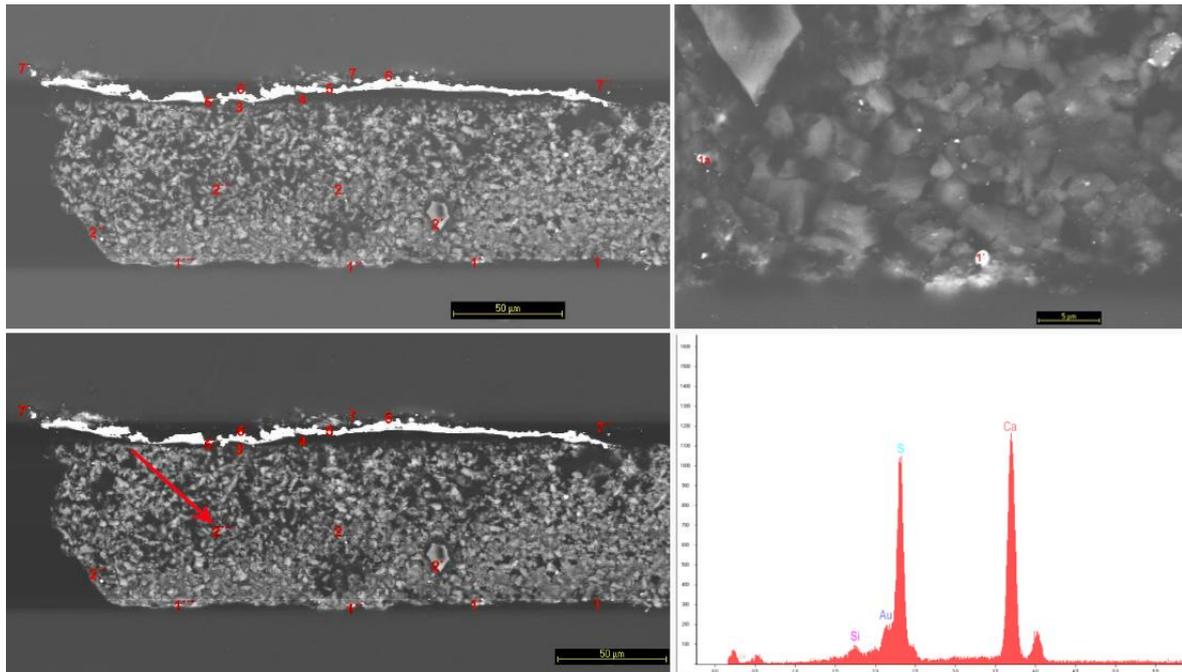


Figura 127. Imagen de microscopía electrónica de barrido de la muestra PD-Y-60 en la que se observan una gran cantidad de partículas de gran brillo en todo el estrato inferior en las que se identifica oro (izqda. superior.). Detalle de las partículas de intenso brillo que se detectan (dcha. superior). Señalización de un microanálisis realizado (abajo izqda. inferior). Resultado del microanálisis (abajo dcha. inferior).

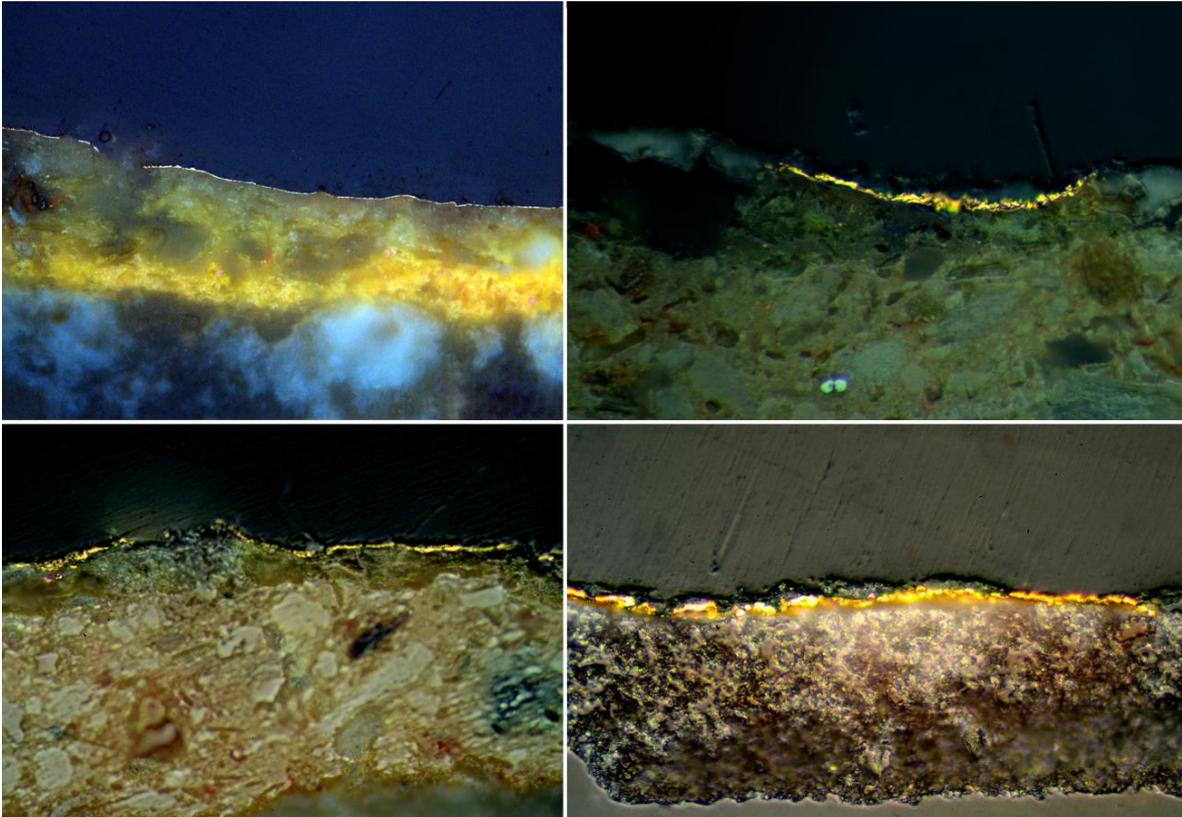


Figura 128. Detalle de las láminas de oro identificadas en una selección de muestras del paramento. Imagen de microscopía óptica de la muestra PD-Y-26 (superior izqda.). Imagen de microscopía óptica de la muestra PD-Y-29 (superior dcha.). Imagen de microscopía óptica de la muestra PD-Y-49 (inferior izqda.). Imagen de microscopía óptica de la muestra PD-Y-60 (inferior dcha.).

5.2.2. Aglutinantes.

Para el estudio de aglutinantes se han utilizado 12 muestras representativas de todos los estratos: mortero, enjalbegados, capas de base, diferentes estratos pictóricos internos, así como los encalados y los repolicromados superpuestos.

Los resultados analíticos han puesto de manifiesto que se han utilizado los mismos aglutinantes en las sucesivas capas pictóricas de las yeserías a lo largo del tiempo. De esta forma, se ha comprobado que la cola animal se ha usado, tanto en las policromías más profundas, entre las que se encuentran las originales, como en las intermedias y superficiales, que coinciden con intervenciones modernas, según confirman los pigmentos utilizados (azul ultramar artificial o verde esmeralda) [Fig.129,130]. En casos puntuales, y siempre asociados a policromías doradas, se han identificado otro tipo de aglutinantes, como aceite de linaza y resinas diterpénicas. Estos materiales probablemente se pueden relacionar con la aplicación de adhesivos para fijar los estratos de oro y, por tanto, provienen de la migración de estos estratos a los inferiores [Fig. 131]. En cuanto al material orgánico identificado en el yeso de base se puede afirmar que se detectan trazas de cola animal y grasas animales en los niveles inferiores de yeso. La presencia de estos materiales siempre se encuentra asociada a estratos con policromía superpuesta, por lo que es probable que sea procedente de la impregnación de estas capas superiores ya que su presencia no es generalizada y se encuentran en mínima proporción.

Capa. Nº	Color	Espesor (μ)	Pigmentos	Aglutinantes
1	Verde	35	Verde de cobre	Proteína (tr.)grasa animal(tr.)
2	Blanco	160	Yeso, tierras (tr)	Proteína (tr.)grasa animal(tr.)
3	azul	20	Azul ultramar	Proteína (tr.)grasa animal(tr.)



300x

Figura 129. Identificación de cola animal en los sucesivos estratos de una misma muestra, pues se identifica tanto en el pigmento malaquita de la capa pictórica original, como en el sucesivo realizado con azul ultramar artificial.

Capa. Nº	Color	Espesor (μ)	Pigmentos	Aglutinantes
1	Blanco	ca.2mm	Yeso, cuarto (tr.)	--
2	Azul	35-100	Azul ultramar artificial, yeso, oxalato de calcio, arcillas (tr.)	Cola animal



150x

Figura 130. Identificación de cola animal en el estrato conformado por el pigmento azul ultramar artificial lo que confirma el empleo de temple proteico en los repolicromados posteriores a la obra original.

Capa. Nº	Color	Espesor (µ)	Pigmentos	Aglutinantes
1	Blanco	140	Yeso, cuarzo (tr.), calcita (tr.)	Cola animal
2	Translúcido	15	--	Cola animal, aceite de linaza, resina diterpénica (tr.)
3	Rosado	200-300	Albayalde, bermellón?, tierras, negro carbón, hueso o marfil	Aceite de linaza, resina diterpénica (tr.)
4	Amarillo	60-100	Yeso, amarillo de cromo, cuarzo (tr.), calcita (tr), dolomita (tr.)	Aceite de linaza, resina diterpénica (tr.)
5	Dorado	<5	Pan de oro (Au>99%)	--
6	Pardo translúcido irregular	10-30	Tierra roja, yeso, oxalato de calcio	Aceite de linaza, resina diterpénica, proteína

Figura 131. Identificación de aglutinantes en la muestra PDY15 localizada en la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V. En la imagen puede observarse como la impregnación del aceite de linaza y resinas diterpénicas que corresponde al dorado de la capa más superficial llega prácticamente a los estratos originales.

Por tanto, de los datos obtenidos se deduce la utilización de un temple de cola animal en la policromía original. Los problemas de conservación de las policromías, que han provocado la pérdida de estratos originales en gran medida, así como el espesor de las capas sucesivas, han dificultado el estudio de aglutinantes, pues en ocasiones no se ha podido llegar hasta el estrato original en la toma de muestras. Los resultados obtenidos coinciden con los estudios de materiales publicados de las yaserías de la Madraza o de la Alhambra de Granada donde también se detectó la utilización de temples magros en estratos originales (García Bueno *et al.*, 2010a; García Bueno *et al.*, 2006; Calero-Castillo *et al.*, 2016). Posteriormente en capas sucesivas, como se puede comprobar en las figuras expuestas, también se identifica la utilización de cola animal como aglutinante.

En dos de las doce muestras analizadas se ha identificado aceite de linaza y resinas diterpénicas en estratos inferiores. En todos los casos en los que se han detectado, están asociadas a una terminación dorada en las capas superpuestas, por lo que su presencia se ha atribuido a una impregnación que procede de los estratos sobrepuestos. De esta forma podemos afirmar, que en ninguna de las muestras analizadas hasta la fecha se puede confirmar la utilización de aglutinantes oleo-resinosos en los repolicromados, contrariamente a lo que por ejemplo ocurre en la Madraza de Yusuf I de Granada.

En este sentido, cabe destacar los resultados obtenidos en los análisis realizados en las yeserías del camaranchón del alcázar, donde se identificó claramente la presencia de goma arábica como aglutinante de la policromía original, pues son un ejemplo claro de yeserías que no han sufrido intervenciones de repolicromado posteriores y en las que, por lo tanto la identificación de aglutinantes es más clara.

5.3. TÉCNICA DE EJECUCIÓN.

Respecto a la técnica de ejecución, se puede afirmar que la mayor parte de la decoración en yeso conservada posiblemente se haya realizado a molde, salvo casos puntuales en los que es probable que los elementos decorativos hayan sido tallados lo que se demuestra tanto por la composición del mortero, como por la disposición de los elementos decorativos. La técnica del molde se distingue claramente en zonas concretas del revestimiento, mientras que en otras, aunque se detecten las particularidades típicas de este tipo de técnica como la repetición sistemática e idéntica de motivos, es más difícil de determinar por las sucesivas intervenciones realizadas sobre ellas que dificulta la detección de las líneas de unión entre placas.

Las zonas realizadas a molde se suelen distinguir, en cualquier paramento de yeserías, por la línea de unión entre las placas decorativas que con el paso del tiempo suelen hacerse visibles debido a los movimientos estructurales del edificio, o a la pérdida de cohesión de los materiales que las mantienen unidas al muro. Este hecho provoca la aparición de grietas en estas zonas de unión, así como la pérdida de los estratos de policromía que las ocultan. Circunstancias que se ponen de manifiesto en estas yeserías y demuestran su realización con esta técnica.

Las zonas donde se hace más evidente la técnica del molde son **la ventana occidental y en la puerta pequeña o de escape** donde se identifican módulos que se repiten tanto en ambas zonas como en otras áreas del palacio [Fig. 132,133]. La reutilización de ciertas cartelas epigráficas y determinadas placas induce a pensar que ciertos elementos decorativos presentes podrían ser reposiciones relativamente recientes.

En este sentido, hay que hacer referencia a la información que aporta Pavón Maldonado (1988) expuesta con detalle en el capítulo 2 en la que se indica que toda la decoración en yeso tanto de la ventana como de la puerta pequeña, habrían sido realizadas en el s. XIX, utilizando vaciados alhambrenos. Este hecho no se ha podido confirmar a partir de las muestras analizadas, ya que se detectan pigmentos naturales de gran calidad en estratos inferiores que se han interpretado como policromías históricas y probablemente originales, que además coinciden con los identificados en estratos internos de otras zonas del paramento. Aunque no se puede afirmar con seguridad debido al alto porcentaje de pérdidas de estratos en las muestras estudiadas, así como por la inexistencia de documentación histórica al respecto, la información recogida induce a pensar que en el s. XIX pudieron realizarse intervenciones puntuales de reposición de placas en mal estado de conservación y retoques en las policromías que no llegaron a ser una intervención completa.



Figura 132. Comparación del módulo decorativo procedente de la estancia del Salón del Techo de Carlos V (izquierda superior e inferior) con el de la puerta pequeña o de escape (derecha superior e inferior). Puede comprobarse que ambos módulos son idénticos y que estos se repiten en un número considerable de estancias del palacio.



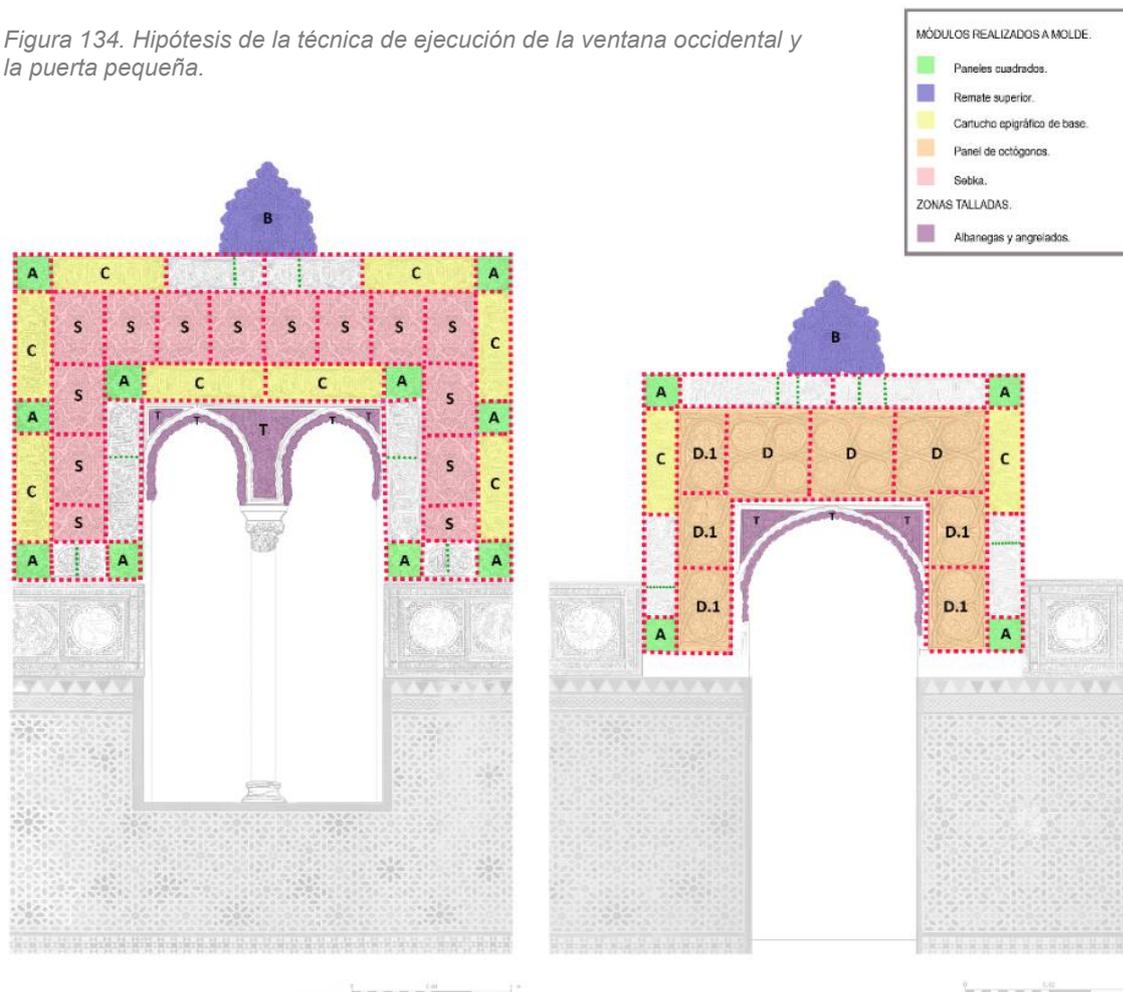
Figura 133. A la derecha, calco sobre una de las cartelas epigráficas que se localizan en la puerta pequeña o de escape. A la izquierda, transposición del mismo calco en la ventana occidental donde se comprueba que han sido sacados de la misma placa, ya que coinciden a la perfección todos los elementos decorativos del mismo.

Gracias a la información recopilada se ha podido establecer una hipótesis de la ejecución de la decoración en estas zonas [Fig. 134]. Como puede observarse, la mayor parte de la decoración parece haber sido realizada a molde:

- En el caso de la ventana occidental (**S**. Sebka, **C**. cartelas epigráficas, **A**. paneles cuadrados con moldura derivada de la flor de loto, **B**. Moldura decorativa superior).
- En el caso de la puerta pequeña o de escape (**C**. cartelas epigráficas, **A**. paneles cuadrados con moldura derivada de la flor de loto, **D**. Panel de octógonos con decoración geométrica y vegetal, **B**. Moldura decorativa superior).

Otros espacios (sin color en el esquema gráfico) presentan líneas de unión entre placas (líneas discontinuas verdes en el dibujo), pero en el interior de las cartelas no se identifican los mismos textos, sino que se reutilizan fragmentos para configurar el espacio, lo que podría corresponder a reposiciones relativamente recientes. Por otra parte, parece que, en ambos casos la zona de las albanegas ha sido tallada (**T**) ya que, los motivos decorativos no son simétricos ni siguen un patrón definido y además se han encontrado pigmentos que coinciden con los de las capas profundas de las distintas zonas que se han considerado originales. Se ha observado que el módulo epigráfico de base (**C**), no sólo se distingue en la decoración de la ventana occidental y la puerta pequeña, sino también en otras estancias del palacio, en el que se repite la oración según Pedro Cano Ávila, “En el orto de la felicidad se erigió este palacio” (Rodríguez Moreno, 2011, p.346) [Fig. 135,136].

Figura 134. Hipótesis de la técnica de ejecución de la ventana occidental y la puerta pequeña.



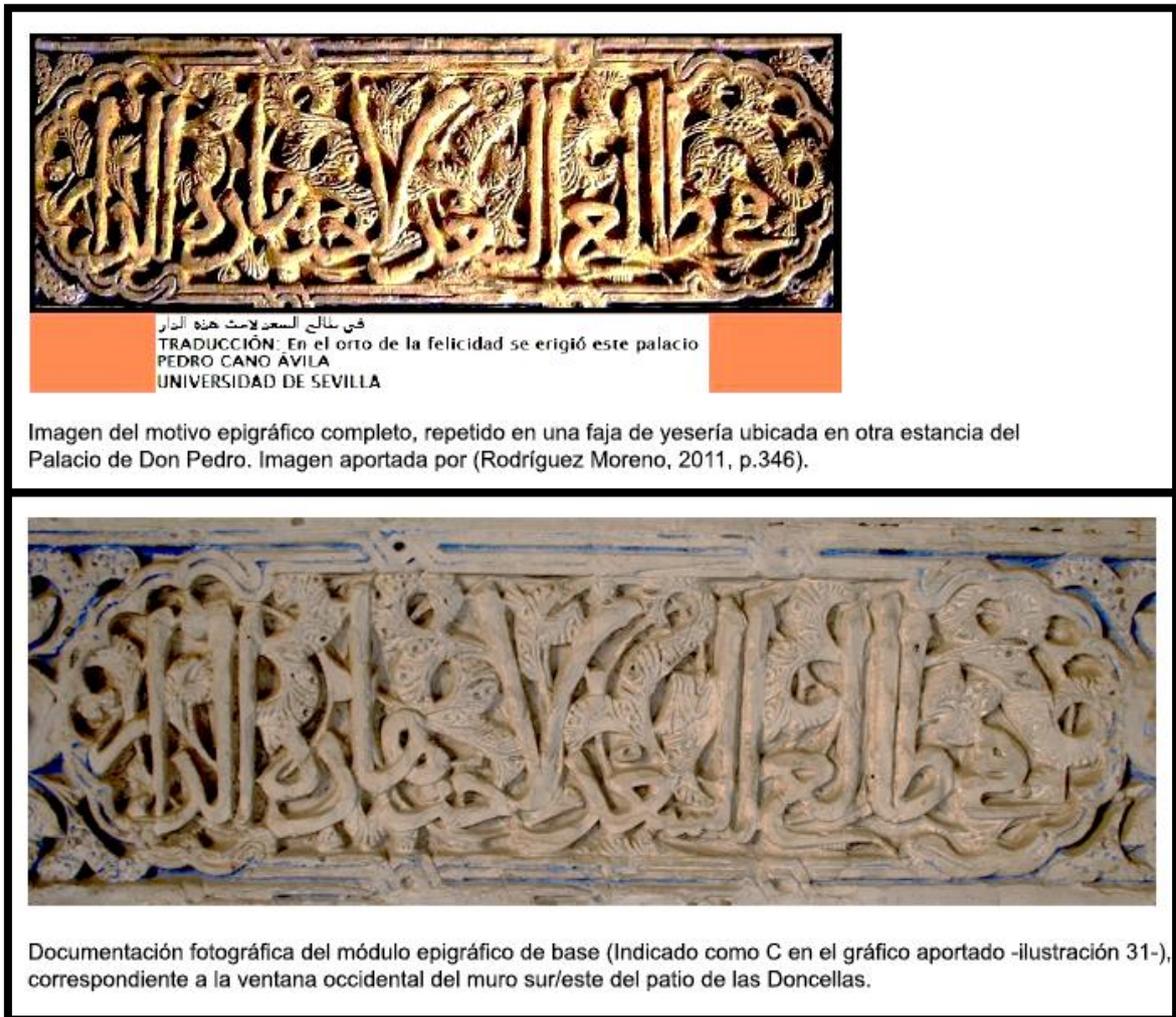


Figura 135. Imágenes de archivo de la epigrafía conservada en la ventana occidental, en la puerta pequeña o de escape, así como en otras zonas del palacio. Comparación de las epigrafías.



Figura 136. Imágenes del estado de la epigrafía hallada en los camaranchones antes y después de la limpieza. Como puede comprobarse en las fotografías aportadas, se conservan abundantes restos de color original.

En lo que respecta a otras zonas como la portada, y los frisos superior e inferior, aunque la línea de unión entre placas no siempre es tan clara, sin embargo, la repetición de ciertos motivos decorativos demuestra que la mayor parte de la decoración se ha realizado mediante placas.

El estudio del **friso inferior**, muestra una repetición sistemática de módulos decorativos en todo el patio, tanto de las cartelas epigráficas, como de los emblemas identificados, que además se repiten en otras estancias como el Salón del Techo de Carlos V o el Salón de Embajadores [Fig. 137]. Este hecho, unido a la identificación de líneas de unión entre placas en ciertas zonas, indica que el sistema de ejecución fundamental fue el molde. En esta zona se distinguen todos los niveles de intervención pero estos no aparecen en todas las muestras por lo que no se puede descartar que se haya realizado alguna reposición puntual en periodos recientes.



Figura 137. Comparación del emblema del castillo en el friso de yeso del Salón del Techo de Carlos V (izquierda.). Detalle del mismo emblema en el friso del muro sur-este del patio de las Doncellas (derecha).

Por otra parte el estudio del **friso superior** ha puesto en evidencia mayores problemas de conservación⁹⁶ lo que dificulta la identificación de la técnica de ejecución. La imagen generalizada es de una superficie decorativa muy embozada por la aplicación de gruesas capas de cal y enjalbegados, fruto de intervenciones sucesivas a la original, que ha contribuido a ocultar las líneas de unión entre placas. Sin embargo, a pesar de la complejidad que conlleva el análisis de esta zona, su estudio ha permitido extraer algunas conclusiones. En el caso de la epigrafía corrida que se sitúa en la parte inferior del friso, el empleo de un molde parece bastante claro, ya que se observa una repetición sistemática de los caracteres epigráficos que se altera en ciertos puntos con el objetivo de adaptarse a las dimensiones del espacio. Además, se identifica algunos clavos, utilizados para sujetar las placas que pueden pertenecer a la obra original.

⁹⁶ Los problemas de conservación del friso superior se abordan en el capítulo 6.

En lo que respecta al resto de los elementos decorativos de esta área, se puede afirmar que se encuentran muy alterados ya que en ocasiones la epigrafía que aparece en el interior de los sinos de ocho mutilados no coincide o se encuentran invertidas lo que, probablemente es indicativo de que se han producido reposiciones en diferentes momentos históricos [Fig. 138].

Posición actual de las epigrafías en el friso superior.

Epigrafía invertida.

Misma epigrafía colocada de forma correcta



Figura 138. Sinos de ocho mutilados del friso superior. En el sino de la izquierda puede comprobarse como en el interior, la epigrafía se ha colocado invertida. De la misma manera puede apreciarse que las palmas que rellenan el fondo están realizadas con un menor detalle. La imagen inferior se ha girado para que se pueda comprobar que, efectivamente se ha colocado al revés en el paramento.



De la misma manera, las sucesivas intervenciones de repolicromado que se localizan sobre la decoración vegetal que rellena los espacios internos de los candilejos de cinco y seis puntas, ocultan la delicadeza del relieve original [Fig. 139]. Igualmente, las cartelas epigráficas separadas por veneras presentan textos epigráficos que son bastante diferentes entre sí lo que dificulta reconocer la técnica de ejecución. Este hecho puede deberse a que, una vez que se sacaban las piezas de los moldes, los artesanos solían trabajar en ellas para mejorar su acabado donde incorporaban detalles que no era fácil de obtener por el procedimiento del molde (Lavado Paradinas, 1984). Esta particularidad técnica, unida a las sucesivas intervenciones y posibles reposiciones sobre el revestimiento original, podría haber contribuido a establecer las diferencias que se detectan en la actualidad entre los diferentes módulos decorativos de esta zona. Además, como puede comprobarse en ciertos motivos decorativos los repolicromados se han realizado de forma tosca y poco cuidada en las que además se detectan elementos de refuerzo metálicos oxidados [Fig.140,141]. A pesar de estas alteraciones señaladas es evidente que el friso superior sigue un esquema bien definido (expuesto con detalle en el capítulo 3).



Figura 139. Imagen del embozado de la decoración localizada en el friso superior en un sino de ocho mutilado, y detalle de la delicadeza del relieve original en la capa de limpieza mecánica realizada.

Figura 140. Abajo. Imagen de detalle del repolicromado de las palmas interiores de los candilejos. Localización de un clavo en esta zona.





Figura 141. Detalle de la epigrafía corrida situada en la parte inferior del friso. Cata de limpieza realizada e identificación de un clavo en esa zona.

La situación que presenta la **puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V** es bastante compleja, debido tanto al mayor número de intervenciones localizadas, como al estado de conservación, lo que dificulta la identificación de las líneas de unión entre placas. Ciertos módulos como el friso superior de arquillos y escudos, los paños decorativos vegetales verticales o los discos, (ver capítulo 3) parece bastante claro que se hubieran realizado a molde. En cambio, otras zonas decorativas, como la epigrafía latina que rodea el espacio, probablemente sean talladas, hipótesis que parece confirmarse por la singularidad de los motivos decorativos. Por otra parte, en zonas muy localizadas se identifican reposiciones evidentes sobre la obra original, que se detectan en los paños laterales, en las albanegas del arco o la parte trasera de las quicialeras entre otros [Fig. 142].



Figura 142. Albanega izquierda de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V. Obsérvese la presencia de una decoración inferior muy dañada debajo de la decoración de sebka superpuesta. Derecha. Detalle de la misma albanega.

Una de las situaciones más complejas de la portada se observa en las celosías de la parte superior pues las tres son diferentes entre sí y conservan restos de dibujo preparatorio para su trazado [Fig. 143]. Según exponen ciertos autores como López Guzmán (2000), González Ramírez (1995) el sistema de ejecución de estas celosías es mediante ahuecado pero no realizado directamente sobre el muro sino a pie de obra sobre una tabla de madera en la que se realiza el diseño sobre una placa de yeso maciza, y posteriormente se vacían los fondos. La sucesión cromática en esta zona es bastante compleja ya que contiene varias capas de encalado en estratos considerablemente gruesos sobre pigmentos naturales de una gran calidad. Además, como puede comprobarse en ciertos puntos y en dos de las muestras analizadas, se conservan restos de una policromía roja aplicada sobre la capa original de verde malaquita, que debió estar expuesta muy poco tiempo, pues sobre ella se detectan inmediatamente gruesos encalados y no se conserva prácticamente en ninguna de las muestras tomadas.

Sobre estos encalados se identifican dorados aplicados sobre base de amarillo de cromo y plomo que indican la atención y cuidado que históricamente ha tenido esta zona. En la actualidad las tres celosías presentan considerables problemas de conservación que se analizan con detalle en el siguiente capítulo.



Figura 143. Restos de dibujo preparatorio inciso del trazado original.

5.4. ESTUDIO ESTRATIGRÁFICO DE LAS POLICROMÍAS.

En primer lugar cabe destacar que, a pesar de la complejidad de la información generada y de la pérdida mayoritaria de los estratos originales, en un gran número de muestras, se han podido extraer conclusiones que han permitido presentar la secuencia estratigráfica de los diferentes niveles de intervención. Esto ha sido posible a partir del estudio de las muestras extraídas del paramento, así como las investigaciones publicadas sobre la fachada de Pedro I, cuya consulta ha sido fundamental para este trabajo (López Cruz, 2011a; López Cruz *et al.*, 2011b; López Cruz, 2012; López Cruz & Velilla, 2014; López Cruz *et al.*, 2015).

Teniendo en cuenta los resultados expuestos en los apartados precedentes se puede afirmar de manera general que el paramento ha sido intervenido en varios momentos históricos como lo demuestran las sucesivas actuaciones realizadas sobre él. La mayor parte de la policromía aparente en la actualidad, es consecuencia de las sucesivas intervenciones. Los criterios de restauración, hasta bien avanzado el s. XX, no exigían la diferenciación entre las partes originales y los añadidos, lo que ha constituido la principal dificultad de esta investigación. A pesar de ello, el estudio de materiales realizado, ha permitido confirmar la existencia de capas de policromía subyacentes, lo que es indicativo de que se conservan restos considerables de yeserías originales. Se ha comprobado que en más de cuarenta muestras, se conservan capas pictóricas originales ocultas en la actualidad por actuaciones posteriores. Este hecho se ha podido confirmar también por las catas realizadas donde, además de observarse una mayor delicadeza del relieve, se ha comprobado la existencia de estas capas de color ocultas. Debido al mayor número de estratos conservados en la zona de la portada, cabe comentar algunos resultados obtenidos. En lo que respecta a la sucesión cromática, en la mayor parte de las muestras no se observan cambios significativos de color en las sucesivas intervenciones. En la mayor parte de los casos en los que se perciben estos cambios se deben a contaminaciones del color adyacente o a perfilados sobre un estrato de un mismo color tal y como sucede en las muestras tomadas de las celosías donde se aplica un color verde a todos los niveles y se doran las zonas externas en la misma intervención [Fig. 144]. En otros casos parece observarse un cambio significativo de color como en los emblemas de los castillos de la zona superior, en la que las muestras recogidas parecen indicar que en su origen estuvieron pintados de rojo en lugar de dorados, que es el color que presentan en la actualidad [Fig. 145].⁹⁷

⁹⁷ Rubio Domene (2012) expone que los cristianos utilizaban los moldes de azufre para la repetición de escudos en las obras mudéjares por lo que es probable que se hubieran empleado en esta zona de la decoración.

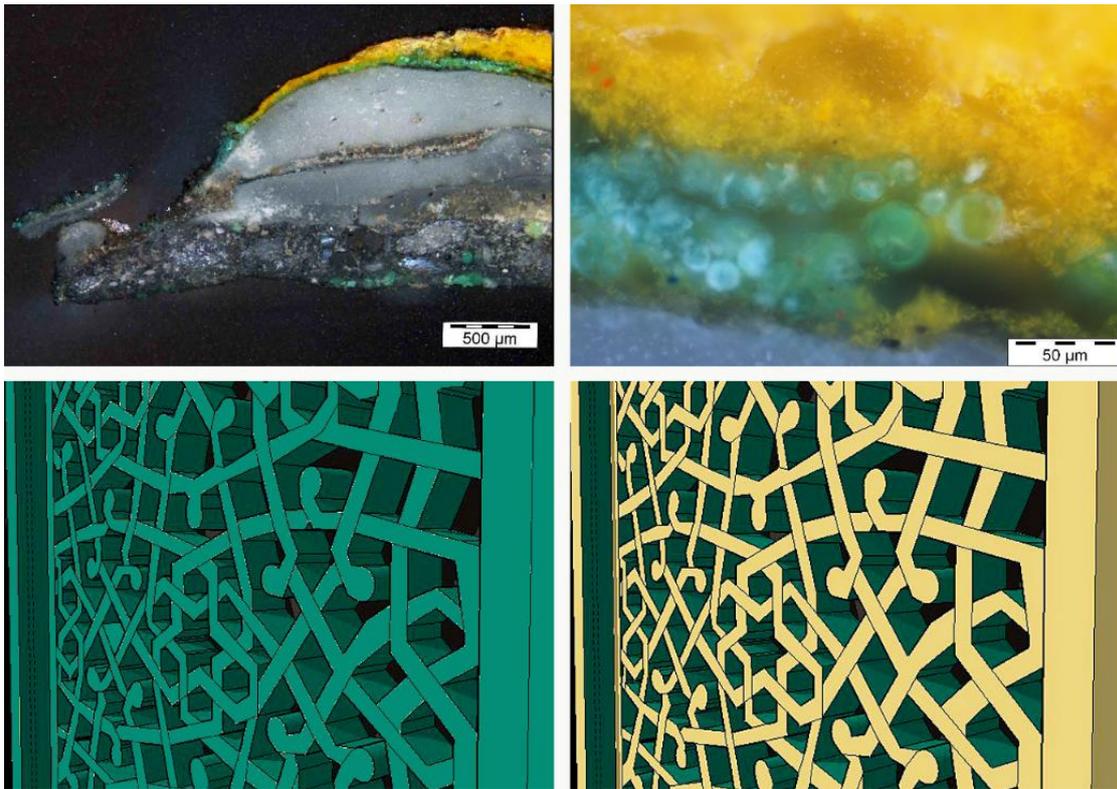


Figura 144. Superior. Microscopía óptica de la muestra PDY16 en la que se identifican un considerable número de estratos (verde malaquita- enjalbegado-encalado-encalado-verde esmeralda-base de amarillo de cromo y plomo- oro). Obsérvese con detalle la zona superior, correspondiente a la última intervención, en el que, al pigmento verde esmeralda le sucede un estrato de oro. A la derecha, imagen de detalle del mismo estrato. Inferior. A la izquierda, Reconstrucción del proceso de repolicromado de la celosía. En la 1º fase se pintan en verde todas sus caras. En la 2º fase se doran las zonas externas. Policromía s. XIX.



Figura 145. Izquierda, imagen actual de uno de los castillos situados en la zona superior de la portada. A la derecha dos imágenes de microscopía óptica que corresponden a dos muestras tomadas de castillos diferentes. Como se puede comprobar, en ambas se observa la misma sucesión de estratos. Hay que destacar que en la zona inferior y probablemente original, se distingue una capa pictórica de rojo de plomo y cinabrio/bermellón, por lo que cabe la posibilidad de que estos castillos hubieran estado pintados de rojo en la policromía original.

Con los resultados obtenidos en las distintas técnicas analíticas, se han realizado correlaciones cronoestratigráficas de las sucesivas policromías encontradas. Se han establecido en 3 intervenciones sucesivas sobre la policromía original. Las correlaciones se han representado de forma gráfica, agrupadas según las diferentes zonas estudiadas (Ver plano 15 que se adjunta al final del capítulo, así como la Tabla IV con sus correspondencias) [Fig. 146].

NIVELES DE INTERVENCIÓN	
I NIVEL	<i>Policromía original.</i>
II NIVEL	<i>Capas de cal.</i>
II NIVEL	<i>Repolicromado.</i>
IV NIVEL	<i>Repolicromado.</i>

Fig. 146. Niveles de intervención determinados en la policromía de las yeserías del Patio de las Doncellas.

Si se consulta el plano, se comprueba que en un número importante de muestras, se ha producido un porcentaje bastante alto de pérdidas bien porque se han perdido, o porque no se ha conseguido llegar hasta ese nivel al extraerlas debido al grosor de las intervenciones posteriores, lo que es natural tras los seis siglos transcurridos desde su realización. También puede relacionarse con las condiciones de exposición en las que se encuentra el paramento, y sobre todo con las intervenciones de encalado y “resaneo” al que han sido sometidas.

Con respecto a las sucesivas capas, hay que señalar que en la mayor parte de las muestras se mantiene el uso del mismo color con diferentes pigmentos lo que indica que se mantuvo el acabado cromático del paramento a lo largo del tiempo. Cabe decir que en la mayor parte de los casos en lo que se observan cambios de color en una misma estratigrafía, éstos corresponden bien a contaminaciones de zonas adyacentes o a un color de base sobre el que se realizan perfilados o detalles de la decoración, como es frecuente en este tipo de decoraciones. La utilización del mismo color en los repolicromados fue una de las conclusiones a las que se llegó en el estudio de la fachada del palacio de Pedro I. Por tanto, hay que suponer que fue una pauta seguida en las restauraciones de las diferentes estancias del palacio.

En este sentido cabe destacar que el Alcázar de Sevilla ha sido un monumento cuidado como se pone de manifiesto tanto en las numerosas actuaciones como en la calidad de los materiales que se han empleado. Esto se evidencia por ejemplo, en las características de los pigmentos naturales o en la pureza de las capas de oro, detectadas en estratos muy recientes. Este interés por el mantenimiento de sus decoraciones no se contempla solo en las yeserías del Patio de las Doncellas sino también en otro tipo de elementos decorativos de este emplazamiento como el alfarje de las galerías bajas (Coba Peña *et al.*, 2013) en las puertas y ventanas de madera, restauradas recientemente y en otras zonas del palacio como la fachada (López Cruz, 2012).

5.4.1. Secuenciación y datación de las intervenciones⁹⁸.

El máximo de niveles de intervención que se ha identificado en esta zona es de cuatro. Como ya se indicó en el estudio de materiales, los acabados más habituales en las capas internas y, probablemente originales son los azules, rojos y verdes, que corresponden siempre a pigmentos naturales, muy puros y en los que se han identificado muy bien los cristales que constituyen el pigmento. En las intermedias se detectan prácticamente los mismos tonos de la original, con la diferencia de que los pigmentos se sustituyen por otros sintéticos, así como restos de dorados muy degradados. Por otra parte en las capas externas los acabados más habituales son los dorados y azules que están constituidos por los pigmentos industriales indicados con anterioridad. De los datos obtenidos se concluye la utilización de una variada gama cromática en la policromía original a la que a los azules y verdes (que eran colores habituales en este tipo de decoraciones, y que se asociaban a la representación de la vegetación y el agua para contrastar con la sequedad y aridez del desierto), se incorporan los rojos y los dorados. En cualquier caso, estos resultados evidencian que la rica policromía que debían tener estos revestimientos en su origen difiere en gran medida del actual tono grisáceo arcilloso que presentan, lo que permite deducir “que el color tuvo que tener una gran importancia en la caracterización del espacio y en el ambiente que en el mismo se creaba” (García Bueno, 2015, p. 84).

La información más interesante encontrada en estas intervenciones corresponde a las capas de cal que se han identificado en el segundo nivel y que han separado policromías originales y antiguas de las del siglo XIX. Teniendo en cuenta estas consideraciones la sucesión estratigráfica que se ha identificado ha sido la siguiente:

Policromía original (Nivel I)

La policromía más antigua identificada en este paramento está formada por pigmentos naturales de gran calidad como se ha podido comprobar en los apartados de estudio de materiales, tanto por el tamaño de los cristales, como por la intensidad del color.

Esta policromía se encuentra sobre unas capas de base de la que en ocasiones solo aparecen restos. En el nivel más profundo, sobre la yesería original, se detecta una capa de enjalbegado con una composición bastante similar en todas ellas (fundamentalmente calcita con trazas de otros materiales como yeso, aluminosilicatos o arcillas). Sobre este estrato, aplicado con el objetivo de disimular las uniones de placas y de suavizar las aristas del relieve, se identifica

⁹⁸ Se aporta información complementaria de la revisión documental para su consulta al final de este apartado (Tabla V. Niveles de intervención documentados).

otro estrato de características muy particulares, ya que contiene junto a la calcita pigmento de blanco de plomo mayoritariamente y puntualmente granos aislados de rojo de plomo, amarillo de plomo y óxidos de hierro.

Los pigmentos que se sitúan sobre esta capa de base son los ya expuestos para los estratos profundos, azules de azurita, verdes de malaquita y rojos de cinabrio/bermellón y de plomo. El más utilizado es el azul, manteniéndose en algunos estratos, como el único identificado, aunque en otros aparece junto a blanco de plomo. El segundo color presente en estos estratos inferiores es el verde de malaquita, que a diferencia de la azurita, siempre se encuentra como único pigmento de la capa pictórica. El menos identificado en esta policromía es el rojo que es de dos tipos según la zona, rojo de plomo o cinabrio/bermellón.

Se considera que esta primera policromía pertenece a la intervención original terminada en el año 1366 según inscripción de la puerta de Embajadores. La información recabada en la documentación bibliográfica, unida a los resultados obtenidos en el análisis de muestras permite además, atribuir a este primer nivel la posibilidad de intervenciones puntuales por problemas de conservación que se realizan en años posteriores, (como las que se citan en época de los reyes católicos 1474-1504), en las que se señala la introducción de nuevos escudos, o en el reinado de Felipe II (1556-1598), en el que se manifiesta el deplorable estado de conservación de los paramentos, así como la reparación o restitución de las celosías de los arcos mayores. Aunque la documentación consultada no señala expresamente las celosías de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V, cabe la posibilidad de que en este periodo se hubiera realizado alguna reparación del soporte o la policromía, lo que contribuye a clarificar la compleja sucesión de estratos identificados en las muestras de estos elementos decorativos.

Segunda intervención (Nivel II):

El segundo nivel corresponde a un encalado, al que se le pudieron aplicar otros posteriores. La función de esta intervención ha sido ocultar las policromías precedentes, bien porque se encontraran muy deterioradas o por un cambio de gusto del momento. La composición de estas capas siempre es carbonato cálcico con trazas de otros materiales como P, Si, K y S que aparecen en mayor o menor medida según las zonas. En casos puntuales como las celosías de la portada de acceso al Salón del Techo de Carlos V, los estratos de cal se muestran con un grosor mayor muy característico e incluso se distingue claramente la aplicación de capas diferenciadas.

La segunda intervención, que denominamos nivel II, está bastante clara en lo que a cronología se refiere, ya que existe abundante documentación bibliográfica de esta actuación que se sitúa entre los años 1805-1816. Según exponen diversos autores, en este periodo de tiempo las

yeserías del Alcázar de Sevilla se encalan con el objetivo de ocultar los colores y adaptar la estética del palacio a los presupuestos neoclasicistas. Estas capas de cal se identifican en todas las zonas del paramento, sobre todo en la portada y en el friso superior, donde destacan por su considerable grosor, lo que ha contribuido, en gran medida, a la pérdida del relieve original. Además, en algunas se detectan varias capas de este material, lo que coincide con la información de Chávez González (2004) que expone que la capa de cal de los muros no parecía fruto de un solo blanqueo, sino de sucesivas actuaciones. A esto hay que añadir que en muchas ocasiones, la aplicación de este estrato superficial más compacto que el estrato original ha podido provocar el desprendimiento de las policromías inferiores originales realizadas al temple, provocando su pérdida definitiva.

Tercera intervención (Nivel III)

Sobre estas capas de cal se detecta una nueva policromía.

Como se expuso en el apartado 5.2, se distingue una capa de base compuesta por blanco de plomo, que se acompaña en casos puntuales por granos de rojo de plomo, óxidos de hierro amarillos y rojos y calcita. A pesar de las similitudes que presenta con las capas de base originales, estas se encuentran perfectamente datadas pues se localiza sobre encalados (1805-1816) y sirven de base para una policromía realizada con pigmentos en su mayoría industriales. Se ha comprobado, examinando los resultados de las muestras en conjunto, que en las policromías de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V, es más frecuente detectar la capa de base para la aplicación de la policromía que en otras zonas, lo que puede indicar una mayor atención debido a su relevancia como puerta principal de este paramento.

La policromía conservada en este nivel está compuesta por colores azules, rojos, verdes y dorados. Aunque en esta intervención se siguen identificando ciertos pigmentos naturales, en la mayor parte de los casos se utilizan pigmentos artificiales como el bermellón o la azurita sintética, a la vez que se introducen pigmentos industriales, como el verde esmeralda y el azul ultramar lo que aporta una cronología reciente y precisa a este estrato.

El acabado cromático más representativo de este tercer nivel sigue siendo el azul que aparece mayoritariamente constituido por el pigmento ultramar artificial, y en otros casos por azurita artificial. El pigmento azul ultramar suele aparecer solo aunque también aparece mezclado con blanco de plomo, azurita artificial e incluso azul de esmalte en una de las muestras, este último probablemente utilizado para oscurecer su tono.

En segundo lugar en representatividad se sitúan los rojos en este nivel, que adquieren mayor importancia respecto a la primera policromía. En la mayor parte de los casos los acabados

cromáticos rojos se preparan como una mezcla de pigmentos, que en un número importante de muestras está formada por rojo de plomo y bermellón. En otros casos se detecta que el rojo de plomo se mezcla con óxidos de hierro rojos y en casos muy puntuales se identifica solo tierra roja. El pigmento menos representativo de este nivel es el verde que en todos los casos está constituido por verde esmeralda, en casos muy puntuales mezclado malaquita natural o litargirio.

Por último, se identifican terminaciones doradas en tres de las muestras estudiadas aplicadas sobre una capa preparatoria de color amarillo, realizada con restos de pigmentos de plomo y óxidos de hierro aglutinados con aceite de linaza. Esta mezcla se emplea como base y fijativo, de una lámina de oro que tiene un espesor de unas 5 μ aplicada al mordiente. En otras muestras se identifica una capa preparatoria de las mismas características, pero no se detecta la presencia de oro en los análisis realizados, lo que indica que o bien se ha perdido por problemas de conservación, por operaciones posteriores de “resaneo” realizadas sobre las decoraciones, o sencillamente porque no se aplicó en todos los motivos decorativos.

Esta tercera intervención (nivel III), cronológicamente se sitúa pocos años más tarde de la intervención anterior, aproximadamente entre los años 1843-1858, espacio de tiempo en el que se acometen dos actuaciones según puede deducirse de las fuentes documentales. En primer lugar, se intenta eliminar la cal de las yeserías con el objetivo de devolver sus colores originales, pero al no conseguirlo, se vuelven a pintar utilizando mayormente pigmentos industriales. El intento de limpiar las yeserías tuvo que ser gravemente perjudicial para los estratos precedentes, pues probablemente muchos de ellos se perdieron al levantar la cal de los paramentos, lo que puede corresponder con ciertas zonas de las yeserías en las que se observan marcas de rascados realizadas con instrumentos afilados. Junto a este método de eliminación de la cal, es posible que se hubieran utilizado también métodos químicos, pues Valentín Carderera en el informe de junio de 1848, redactando la limpieza de los adornos del vestíbulo añade, además como forma alternativa “un método químico no mecánico a través de la obtención de una sustancia que no dañe las pinturas subyacentes ni el adorno en sí” (Chávez González, 1999, p. 93).

El estado desigual en el que hubieron de quedar las policromías con los intentos de limpieza, debió ser el motivo por el que se optó por la aplicación de una capa de base en algunas zonas antes de proceder a la siguiente policromía lo que coincide con los resultados. Según Marín Fidalgo (1992, p. 16), las operaciones que se llevan a cabo en esta época no son muy ortodoxas y se detecta “una restauración pictórica de la mayoría del palacio, que fue objeto de repintes con colores extraordinariamente chillones de dudoso sentido artístico e histórico”. Esta afirmación coincide plenamente con los datos del estudio analítico ya que se observa un rico y

variado colorido compuesto por pigmentos de gran intensidad cromática como el verde esmeralda o dorados de los que nos han llegado poco restos.

De esta época consta la incorporación de vaciados alhambrenos en el palacio, documentados en las relaciones de gastos que se producen en enero de 1848 en las que se recoge el importe a abonar a Granada “*por tres molduras estampadas del original*” con el objetivo de servir para reponer bandas decorativas del palacio hispalense que habrían perdido sus adornos en los años de abandono (Chávez González, 2004). Teniendo en cuenta estas consideraciones, y aunque dicha autora no especifica zonas concretas en las que estos moldes podrían haberse utilizado, es probable que se hubieran realizado reposiciones puntuales en determinados módulos decorativos concretos, como las cartelas epigráficas de la puerta pequeña o *de escape* y la ventana occidental ya comentadas.

La escasa calidad de las intervenciones llevadas a cabo en este periodo fueron denunciadas por Francisco Contreras, que fue llamado para ocupar el cargo de restaurador en el año 1869 en el que acusa que esta intervención había contribuido a emborronar los colores y adornos, contribuyendo a la pérdida de sus líneas y relieve creando mayor confusión entre lo que había y quedaba (Chávez González, 2004). Este hecho coincide plenamente con la pérdida de relieve y escasa delicadeza que se observa en ciertas zonas de las yeserías de este paramento.

Cuarta intervención (Nivel IV)

La última actuación de repolicromado no se identifica en toda la superficie decorativa del paramento, como ocurre en la decoración de la puerta pequeña o *de escape*. Esta intervención se realizó principalmente en la portada de la antigua capilla que es donde se sitúan la mayor parte de muestras que presentan este nivel, aunque también se detecta un porcentaje elevado en los frisos superior e inferior.

Al igual que en el tercer nivel nos encontramos en determinadas muestras una capa de base de blanco de plomo y en casos muy particulares, que no llegan a ser significativos, un enjalbegado. La principal diferencia es que, salvo casos puntuales, la capa de base compuesta por pigmentos de blanco de plomo (que se acompaña en ciertos casos por granos de rojo de plomo, óxidos de hierro amarillos y rojos y calcita), se detecta solamente en aquellas muestras en las que se va a aplicar dorado. En esta intervención se incorporan acabados cromáticos que no se detectan en capas anteriores como los negros y amarillos.

De manera general se puede decir que el acabado más representativo de esta cuarta intervención es el de oro. Este dorado se caracteriza por presentar una sucesión de estratos bastante significativa en el que, a la capa de base constituida por blanco de plomo ya

comentada, le sucede un estrato muy particular compuesto por los pigmentos de amarillo de cromo y de blanco de plomo (junto a granos aislados de rojo de plomo y amarillos de plomo y óxidos de hierro rojos y amarillos), aglutinada con aceite de linaza y resinas diterpénicas como base para la aplicación de la capa metálica. El oro que contiene este nivel presenta en el estudio elemental mediante SEM una gran pureza, evidenciando en ciertas muestras pequeñísimas cantidades de Ag, y en menor medida Cu, lo que coincide con los resultados de los análisis efectuados en las policromías de la fachada de Pedro I. También se puede vincular con las relaciones de gastos del dorado realizado en la fachada entre los años 1894-1899 en el que se especifica la utilización de un oro de alta calidad muy brillante (Chávez González, 2004).

En segundo lugar, el acabado cromático más representativo es el azul, compuesto en todas las muestras por ultramar artificial, en este nivel aparece siempre como único pigmento. En tercer lugar en representatividad se sitúan los rojos, sustituyéndose la utilización de rojos de plomo o cinabrio/bermellón, por óxidos de hierro. Esta sustitución de pigmentos por tierras rojas se ha atribuido bien a un abaratamiento de costes, a la falta de disponibilidad de los anteriores. Por último se incorporan acabados cromáticos negros y amarillos.

El acabado de color negro aparece por primera vez en esta intervención aunque no se descarta su uso en intervenciones precedentes. En la mayor parte de los casos, estos estratos de color negro aparecen sobre capas pictóricas azules y en casos puntuales también sobre rojos. Su identificación coincide con zonas externas del relieve de la decoración, como bordes, cenefas... correspondiendo a perfilados y dibujos a pincel realizados para destacar algunos elementos decorativos.

El color amarillo, que no había sido detectado con anterioridad en estratos policromos, está constituido por óxidos de hierro amarillos o amarillos de plomo según los casos. La utilización de esta capa amarilla puede responder a una imitación de un dorado, como también ocurre en las que se emplearon en la fachada del Palacio de Pedro I, sobre todo en la última intervención de cuerpos laterales. De esta manera, incorporando material orgánico como aceites o resinas se obtenía un acabado parecido al del oro de forma más económica. Estos elementos se sitúan principalmente en la parte externa de algunas palmas así como en las veneras.

Esta actuación se ha situado cronológicamente en los años 1894-1899 y ha sido posible establecerla gracias a los resultados obtenidos en la investigación realizada en la fachada del Palacio de Pedro I, ya que coinciden con los estratos identificados en dichas policromías (López Cruz *et al.*, 2015). Como ya se ha comentado, la principal característica de este nivel es la incorporación de dorados. Estos dorados se aplican sobre una capa preparatoria de amarillo de cromo a la que además se incorporan pigmentos de plomo. Estas capas de oro son bastante

puras, aunque en muestras puntuales se detecta la presencia en bajas proporciones de otros materiales, principalmente plata, lo que también coincide con los materiales identificados en la fachada (López Cruz, 2012; Chávez González, 2004). Por otra parte se siguen utilizando sistemáticamente pigmentos industriales como azul ultramar artificial.

También se incorporan de manera metódica los rojos fundamentalmente con tierras, sustituyendo a acabados cromáticos de rojo de plomo y bermellón de la tercera intervención, que se encontrarían en mal estado de conservación.

A la inexistencia de información documental en este periodo, se debe mencionar las palabras de Chávez González (2004, p.169) en las que expone que, “resulta difícil de creer que las obras de la portada hubieran impedido la realización de otras intervenciones, pero sí eclipsa documentalmente los vestigios de cualquier otra tarea que hubiese precisado apoyo económico”. Este hecho podría justificar que no se hayan conservado referencias a las yeserías del Patio de las Doncellas.

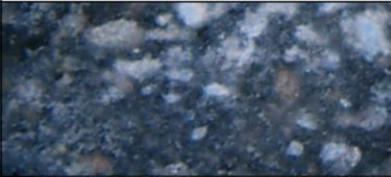
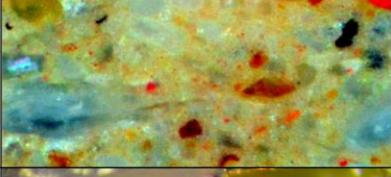
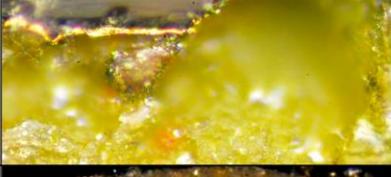
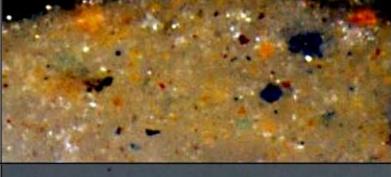
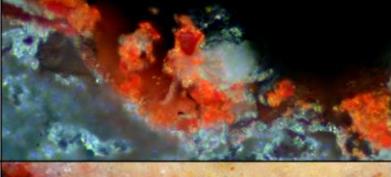
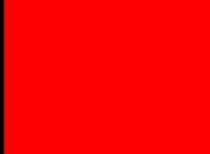
Para finalizar, debemos señalar la referencia documental recogida de una actuación entre los años 1988-1991 en la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V.

Los datos obtenidos en estudio de materiales y los exámenes de la superficie realizados, han permitido afirmar que esta intervención no se realiza en las yeserías. La identificación de materiales como el amarillo de cromo en el último estrato, contribuyen a descartar que se hayan incorporado en este momento pues es un pigmento que se retira del mercado en el s. XX debido a sus problemas de toxicidad. Además, en esa fecha los criterios de restauración ya habían tenido un considerable desarrollo. Tanto la *Teoría del Restauo* de Césare Brandi como documentos de carácter internacional, entre ellas las Cartas del Restauo, en las que se establecían los criterios de intervención para este tipo de obras ya habían sido publicadas, lo que permite descartar una actuación de este tiempo puesto que no se respetan dichos criterios.

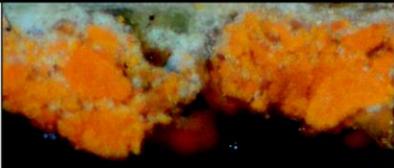
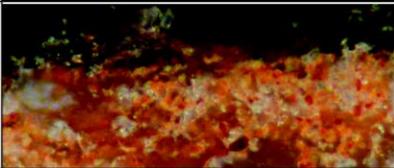
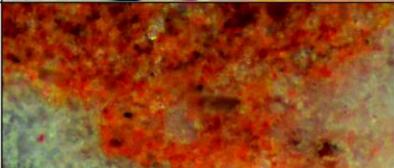
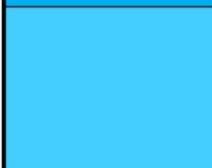
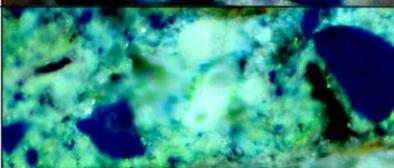
Si se tiene en cuenta la información aportada por Pérez Ferrer & Fernández Aguilera (2004) respecto a las puertas y ventanas de dicha zona, los resultados publicados señalan una actuación de la puerta de acceso a la primitiva capilla en la segunda década del s. XX. Este hecho permite concluir que esta actuación se realizase exclusivamente en la puerta de madera y no en la decoración de yeso.

LEYENDA. CORRELACIONES ESTRATIGRÁFICAS. Yeserías del Patio de las Doncellas.

**LEYENDA. ESTRATOS IDENTIFICADOS.
PARAMENTO SUR/ESTE PATIO DE LAS DONCELLAS.
REAL ALCÁZAR DE SEVILLA.**

COLOR	ESTRATO	COMPOSICIÓN.	MICROSCOPIA ÓPTICA.
	YESO	Yeso de base. Fundamentalmente sulfato cálcico junto a otros componentes según los casos.	
	CAPA DE CAL	Carbonato cálcico principalmente.	
	ENJALBEGADO.	Carbonato cálcico, áridos, tierras... La presencia de óxidos de hierro, confiere un tono rojizo o amarillento al estrato según los casos.	
	CAPA DE BASE BLANCO DE PLOMO	Presencia de blanco de plomo en una capa de base junto a otros componentes.	
	CAPA PREPARACIÓN ORO	Capa de preparación para el oro con materiales diversos, óxidos de hierro, plomo o mezcla de pigmentos según las muestras.	
	CAPA DE BASE ORO. AMARILLO DE CROMO Y PLOMO	Principalmente presencia de amarillo de cromo, blanco de plomo y litargirio como base de preparación para la aplicación de oro.	
	CAPA AMARILLA	Tierras, amarillo de plomo, óxidos de hierro amarillo... Se ha interpretado como una posible capa de imitación al dorado.	
	ORO	Lámina metálica. Mayor o menor presencia de oro según los casos.	
	CINABRIO/BERMELLÓN	Presencia de sulfuro de mercurio con la presencia de mayor o menor número de impurezas.	
	ROJO DE PLOMO Y CINABRIO/BERMELLÓN	Identificación de rojo de plomo y cinabrio/bermellón en una misma capa.	

LEYENDA. CORRELACIONES ESTRATIGRÁFICAS. Yeserías del Patio de las Doncellas.

	ROJO DE PLOMO	Tetróxido de plomo.	
	ROJO DE PLOMO, TIERRA ROJA	Presencia de rojo de plomo mezclado con tierras rojas en mayor o menor proporción según los casos.	
	ROJO DE PLOMO, TIERRA ROJA Y AMARILLO DE CROMO	Mezcla de pigmentos en una misma capa roja.	
	TIERRA ROJA	Óxidos de hierro de tonalidad rojiza.	
	TIERRA ROJA. ¿DESMOLDEANTE?	Óxidos de hierro. Capa discontinua. Zona más interna del mortero.	
	AZURITA NATURAL	Carbonato básico de cobre. Color azul.	
	AZURITA NATURAL CON BLANCO DE PLOMO	Azurita natural mezclada con blanco de plomo en mayor o menor proporción según los casos.	
	AZUL ULTRAMAR ARTIFICIAL	Silicato de Na, Al, Si, O y S	
	AZUL ULTRAMAR ARTIFICIAL Y BLANCO DE PLOMO	Azul ultramar artificial mezclado con blanco de plomo en mayor o menor proporción según los casos.	
	AZUL ULTRAMAR ARTIFICIAL Y VERDE ESMERALDA	Azul ultramar artificial mezclado con verde esmeralda en mayor o menor proporción según los casos.	
	AZURITA ARTIFICIAL Y AZUL ULTRAMAR ARTIFICIAL	Mezcla de pigmentos.	

LEYENDA. CORRELACIONES ESTRATIGRÁFICAS. Yaserías del Patio de las Doncellas.

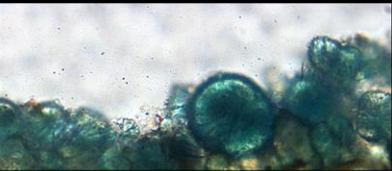
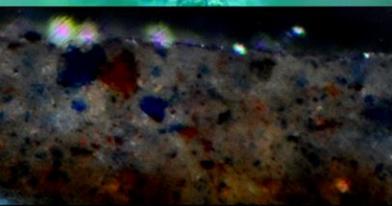
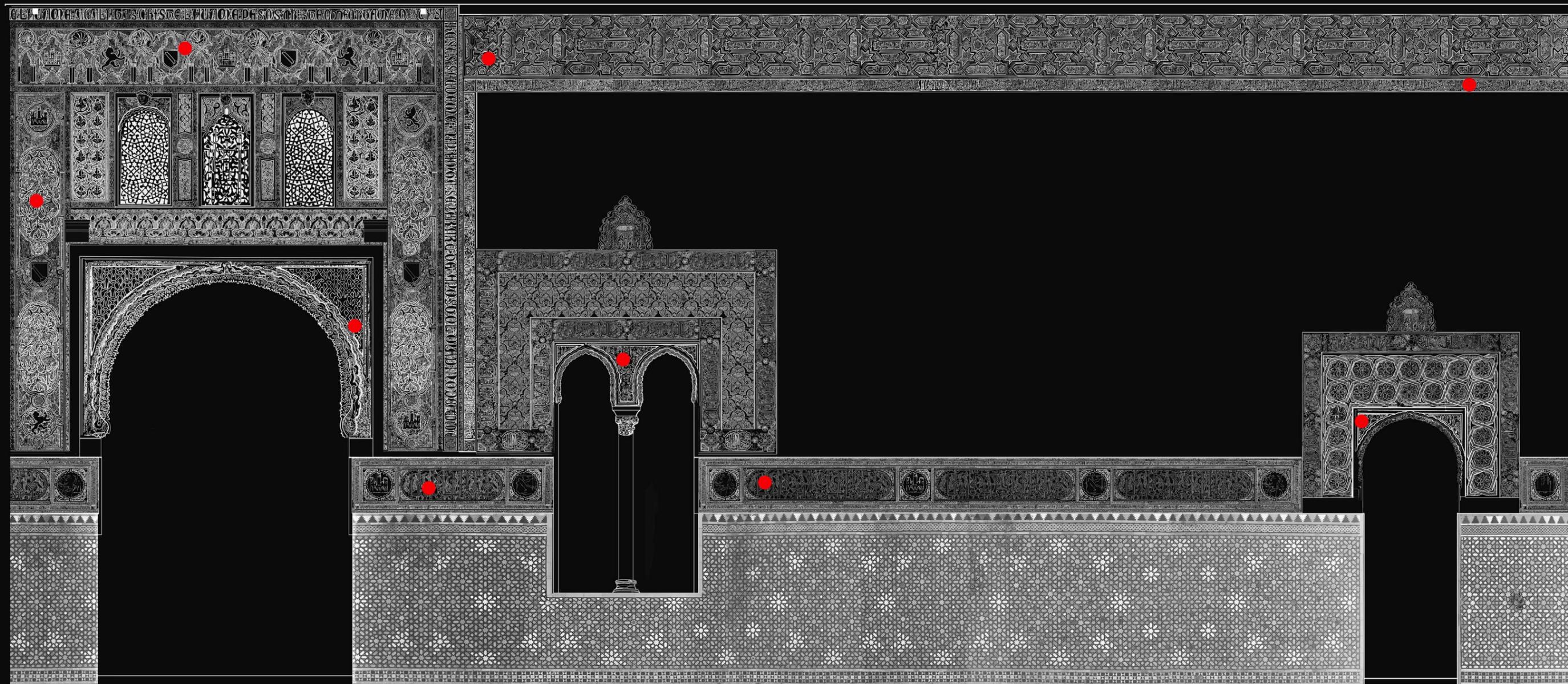
	MALAQUITA	Carbonato básico de cobre natural, verde amarillento.	
	VERDE ESMERALDA	Acetoarseniato de cobre.	
	VERDE ESMERALDA Y MALAQUITA	Verde esmeralda mezclado con malaquita natural	
	VERDE ESMERALDA Y BLANCO DE PLOMO		
	NEGRO (MEZCLA DE PIGMENTOS).	Azul ultramar artificial, verde malaquita, azurita sintética, verde esmeralda, tierras... en mayor o menor proporción según los casos.	
	BLANCO DE PLOMO	Blanco de plomo utilizado como capa de terminación blanca.	

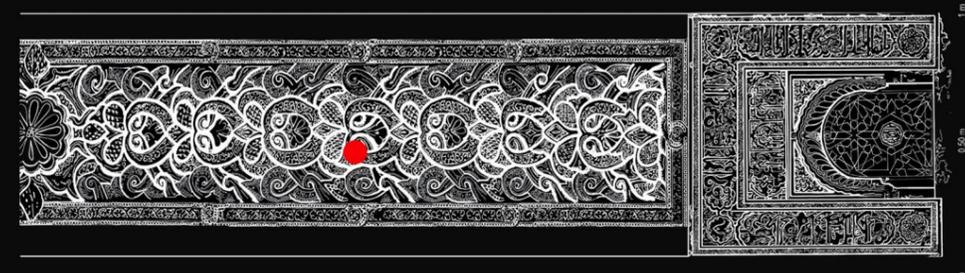
TABLA V.
Niveles de intervención documentados.

FECHA	INTERVENCION	OBSERVACIONES
1354-1366	El rey Don Pedro manda construir su palacio cuyas obras finalizan, según inscripción de la puerta toledana del Salón de Embajadores en el año 1366.	Es muy probable que la primera policromía conservada en las muestras analizadas sea realizada en este periodo.
1474-1504	Consta que en época de los reyes católicos se introdujeron arcos de yeso y escudos de los monarcas que se hallan en los espacios de galerías ante los salones de embajadores y de Carlos V.	Cabe la posibilidad de que en esta época se sustituyese alguna decoración original por otras decoraciones en yeso mandadas colocar por los reyes católicos, pero en las yeserías no se ha podido identificar hasta la fecha ningún símbolo que se relacione directamente con su reinado.
1560	Un documento de la época evidencia el deplorable estado de conservación de los paramentos y la necesidad de intervención en algunas zonas y en las celosías de los arcos mayores.	Es posible que en esta intervención se hubieran realizado reposiciones puntuales en las celosías lo que justificaría la complejidad de la sucesión de estratos, así como retoques puntuales en las yeserías de las galerías, sobre todo las del friso superior, ya que en esta Cédula Real se especifica el deplorable estado de conservación del primer piso del que especialmente se habían resentido las cubiertas.
1805-1816	Según documentan diversos autores Cañas Palop (2010, p. 64), Chávez González (2004), De los Ríos (1875, p. 88) en este periodo de tiempo las yeserías del Alcázar sufren una intervención de encalado con el objetivo de eliminar la policromía existente y adecuarse a los presupuestos neoclasicistas imperantes en la época. <i>“se mandó enjalbegar con cal de Morón todo él (Alcázar), i el edificio sufrió una pérdida irreparable, i Sevilla lleva sobre sí un borrón, del cual nadie puede disculparle”</i> (Chávez González, 2004, p. 37).	En zonas puntuales más intervenidas como las celosías de la portada se detectan sucesivos encalados tal y como se comprueba en el estudio realizado. Además, en cuanto a la cronología de estas intervenciones Chávez González, (2004, p. 32), aporta información muy interesante pues según la autora <i>“en todos los presupuestos que se suceden desde el 1813 hasta el 1816, la cal no aparece en las relaciones de materiales empleados en cantidad superior a la de otras reparaciones, de ahí la opinión de que el blanqueo de los relieves y arabescos comenzase mucho antes del 1813, pese a que quizás en este año, el que ostentaba la Tendencia de Alcaldía Don Juan Downie, lo hiciera extensible a otras estancias cuyos adornos con anterioridad se habían respetado”</i> .
1843-1858	Según Gestoso Pérez (1889), en las galerías bajas del Patio de las Doncellas intenta eliminarse la cal de las yeserías, con el objetivo de devolverle sus colores originales y recuperar el aspecto suntuoso que debieron tener en su origen, pero no consiguiéndolo se volvieron a policromar. En los años 1854-1857 se detecta una gran intervención en los ámbitos arquitectónico y ornamental. En las galerías bajas del Patio de las Doncellas se lleva a cabo la limpieza de la cal, se completan las portadas en sus adornos y frisos y se lleva a cabo una	Las policromías de esta época destacan por sus colores estridentes con el objetivo de contribuir a su apariencia fantástica así como a la incorporación de algunos dorados, lo que se corresponde con los colores de los acabados cromáticos detectados en las intervenciones recientes.

	<p>restauración histórica “dando un color general de la antigüedad a la generalidad de los arabescos”, en definitiva contribuir a su apariencia fantástica. “Además, se doraron de nuevo las portadas los guarnecidos de las ventanas procurando descubrir los colores y dándole un nuevo aspecto suntuoso” (Chávez González, 2004,p.123).</p> <p>De los Ríos, (1875, pp. 85-89), destaca la sustitución en algunas zonas de la yesería original para la incorporación de vaciados alhambrenos.</p>	
1869	<p>Francisco Contreras elabora un informe en el que pone de manifiesto la deplorable situación de los paramentos de yeso consecuencia de las tareas llevadas a cabo por los pintores en los años 1856-1858 con lo que se habían emborronado aún más las líneas de su relieve así como lo original y añadido.</p>	<p>Esta situación coincide con el estado de conservación actual de ciertas zonas del paramento, principalmente las situadas en las zonas más altas del mismo.</p>
1894-1899	<p>Importante intervención sobre las policromías de la fachada en las que se realizan tanto acabados de varios colores como doradas, en las que interviene la Academia de San Fernando marcando ciertas directrices con el objetivo de evitar las desafortunadas intervenciones de épocas anteriores (Chávez González, 2004) (López Cruz, 2012).</p>	<p>Aunque no se haya encontrado una referencia específica en esta intervención a las yeserías del Patio de las Doncellas, los materiales coinciden plenamente con los identificados en este nivel por lo que es probable que se interviniese en este periodo.</p> <p>En este sentido cabe destacar que Chavez González (2004, p.169) expone que “resulta difícil de creer que las obras de la portada hubieran impedido la realización de otras intervenciones, pero sí eclipsa documentalmente los vestigios de cualquier otra tarea que hubiese precisado apoyo económico. Este hecho podría justificar que no se hayan conservado referencias a las yeserías del Patio de las Doncellas.</p>
1988-1991	<p>Según palabras de la directora-conservadora de este periodo, Consuelo Varela Bueno, se había constatado en los preparativos de la recepción de la reina Isabel II de Inglaterra en su visita al Alcázar, el mal estado de la portada del Salón de Carlos V, por lo que se procedió a su intervención de restauración. La pintura necesaria, en torno a los dos millones de euros, fue pagada por el “gerente de Emasesa, D. José Prats”.</p>	<p>Documentación extraída (Patronato del Real Alcázar de Sevilla, 2003, p. 104).</p>



INTRADÓS DERECHO. PUERTA DE ACCESO AL SALÓN DEL TECHO DE CARLOS V.



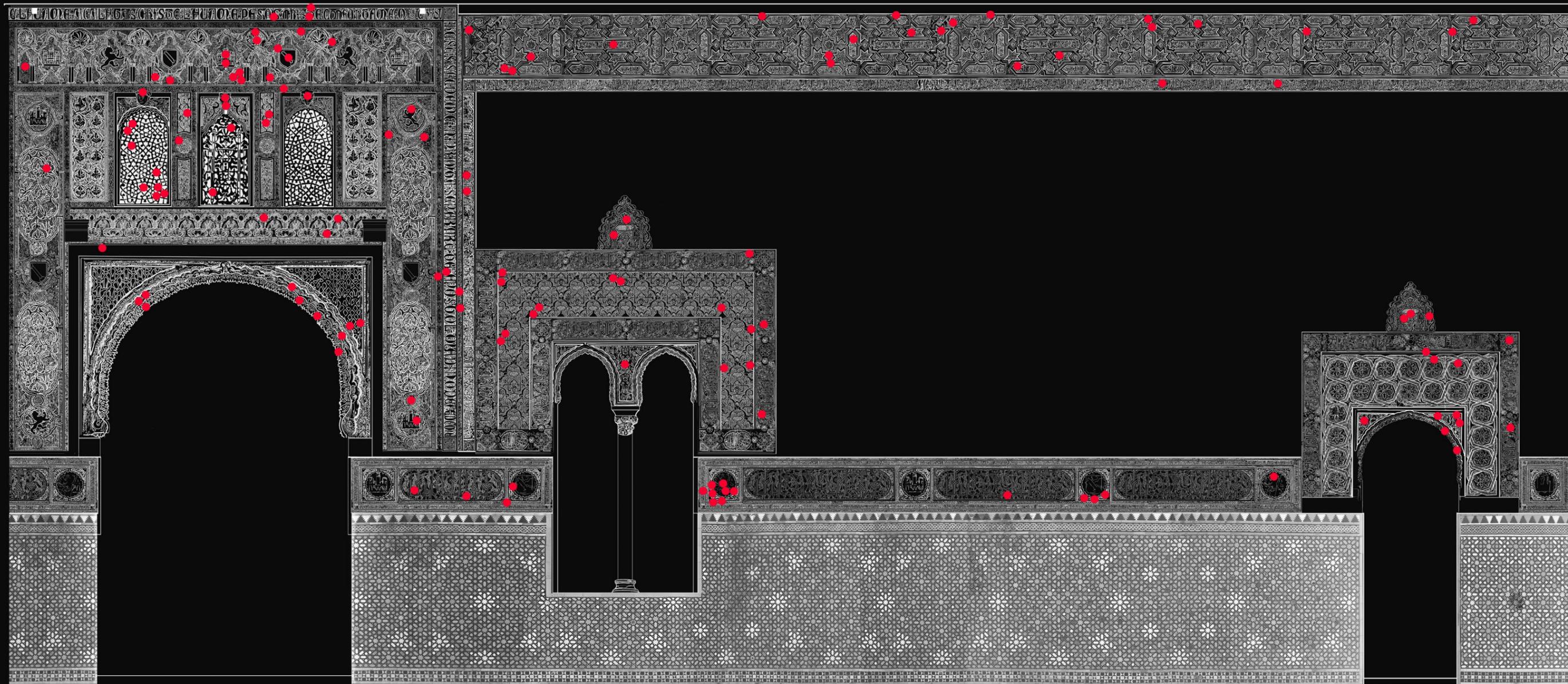
PLANO 13

DIRECTORES:
VÍCTOR J. MEDINA FLÓREZ
ANA GARCIA BUENO

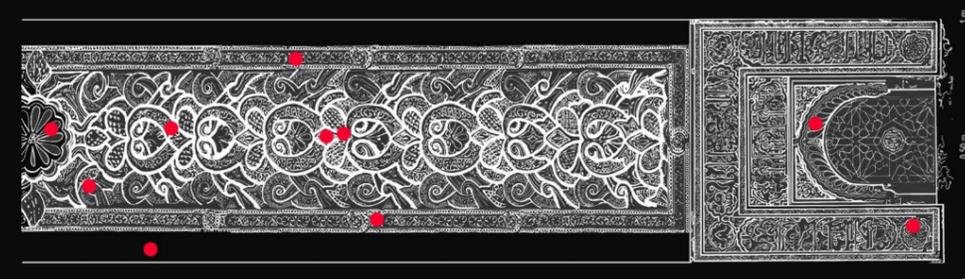
DOCTORANDA:
ANA ISABEL CALERO CASTILLO

LOCALIZACIÓN:
PAÑO DE YESO. MURO SUR/ESTE PATIO DE
LAS DONCELLAS.

FICHA DE REGISTRO:
SEÑALIZACIÓN DE MUESTRAS
ESTUDIO MORTERO.



INTRADÓS DERECHO. PUERTA DE ACCESO AL SALÓN DEL TECHO DE CARLOS V.



PLANO 14

DIRECTORES:
VÍCTOR J. MEDINA FLÓREZ
ANA GARCIA BUENO

DOCTORANDA:
ANA ISABEL CALERO CASTILLO

LOCALIZACIÓN:
PAÑO DE YESO. MURO SUR/ESTE PATIO DE
LAS DONCELLAS.

FICHA DE REGISTRO:
SEÑALIZACIÓN DE MUESTRAS
ESTUDIO POLICROMÍA.

PUERTA DE ACCESO AL SALÓN DEL TECHO DE CARLOS V

	PDY1	PDY2	PDY3	PDY4	PDY5	PDY6	PDY7	PDY8	PDY9	PDY10	PDY11	PDY12	PDY13	PDY14	PDY15	PDY16	PDY17	PDY18	PDY19	PDY20
POLICROMA ORIGINAL					Yeso				Yeso		Yeso		Yeso	Yeso	Yeso		Yeso			
		Enjalbegado					Enjalbegado	Enjalbegado	T. roja Demolida?							Verde Malaquita		Verde Malaquita		
II.INTERVENCIÓN.		Capa de cal	Capa de cal	Capa de cal	Capa de cal					Enjalbegado	Capa de cal	Capa de cal			Capa de cal			Enjalbegado	Enjalbegado	Enjalbegado
III.INTERVENCIÓN.	Ultramar art. y azurita art.		Rosa Pb y Cinabrisem.	Ultramar Art.							Rosa Pb y Cinabrisem.	Ultramar Art.				Verde Esmeralda	Azul ultramar y v. esmeralda	Verde Esmeralda	Ultramar Art.	Verde Esmeralda
IV.INTERVENCIÓN.	Ultramar art.	Capa de amarilla imitación oro	Capa de base blanco Pb	Capa de amarilla imitación oro	Capa de base blanco Pb	Capa de base blanco Pb	Capa de base blanco Pb	Capa de base blanco Pb												

PUERTA DE ACCESO AL SALÓN DEL TECHO DE CARLOS V (Continuación)

	PDY21	PDY22	PDY23	PDY24	PDY25	PDY26	PDY27	PDY28	PDY29	PDY30	PDY31	PDY32	PDY33	PDY34	PDY35	PDY36	PDY37	PDY38
POLICROMA ORIGINAL						Yeso											Yeso	
		Azurita natural				Enjalbegado	Enjalbegado			Enjalbegado	Enjalbegado	Enjalbegado	Enjalbegado			Enjalbegado	Enjalbegado	Capa de base blanco Pb
II.INTERVENCIÓN.	Capa de cal	Capa de cal	Capa de cal	Capa de cal	Capa de cal		Capa de cal	Capa de cal	Capa de cal	Capa de cal			Capa de cal					
III.INTERVENCIÓN.		Ultr. art. azu. art. a. esmalte		Capa de base blanco Pb	Ultramar Art.	Rosa Pb y Cinabrisem.			Capa preparatoria oro			Verde Esmeralda		Verde esmeralda		Verde esmeralda		Capa de base blanco Pb
IV.INTERVENCIÓN.	Capa de base blanco Pb	Capa de base de oro (Pb,Cr)	Capa de base de oro (Pb,Cr)	Capa de base blanco Pb	Capa de base blanco Pb	Capa de base de oro (Pb,Cr)	Capa de base de oro (Pb)	Capa de base de oro (Pb,Cr)										

PUERTA DE ACCESO AL SALÓN DEL TECHO DE CARLOS V (Continuación)

	PDY39	PDY40	PDY41	PDY42	PDY43	PDY44	PDY45	PDY46	PDY47	PDY48	PDY49	PDY50	PDY51	PDY52	PDY53	PDY55	PDY57	PDY82
POLICROMA ORIGINAL			Yeso	Yeso			Yeso	Yeso			Yeso		Yeso	Yeso	Yeso	Yeso		
			Enjalbegado				Enjalbegado	Enjalbegado		Enjalbegado		Capa de base blanco Pb					Enjalbegado	Enjalbegado
II.INTERVENCIÓN.		Azurita natural	Azurita natural				Azurita natural con B. plomo	Cinabrisem natural		Azurita natural		Capa de cal						
III.INTERVENCIÓN.	Capa de base blanco Pb	Rosa Pb y Cinabrisem.	Ultramar art. y azurita art.		Capa de base blanco Pb	Rosa Pb y Cinabrisem.	Ultramar Art.	Rosa Pb y Cinabrisem.		Ultramar Art.	Capa de base blanco Pb	Rosa Pb y Cinabrisem.	Ultramar Art.	Capa preparatoria oro				
IV.INTERVENCIÓN.	Capa de base blanco Pb	Capa de base blanco Pb		Enjalbegado	Enjalbegado					Enjalbegado	Capa de base blanco Pb	Capa de base de oro (Pb,Cr)						

PUERTA DE ACCESO AL SALÓN DEL TECHO DE CARLOS V (Continuación)

	PDY113	PDY114	PDY115	PDY116	PDY117	PDY119	PDY120	PDY121	PDY123	PDY124	PDY125	PDY126	PDY127	PDY128	PDY129	PDY130	PDY131	PDY132	PDY133	PDY134
POLICROMA ORIGINAL	Yeso	Yeso		Yeso					Yeso			Yeso	Yeso							
		Enjalbegado	Enjalbegado		Capa de base blanco Pb	Capa de base blanco Pb						Capa de base blanco Pb								
II.INTERVENCIÓN.	Azurita natural		Azurita natural		Cinabrisem	Rosa de plomo			Capa de cal			Verde Malaquita			Capa de cal	Verde Malaquita	Verde Malaquita		Azurita natural	
III.INTERVENCIÓN.	Enjalbegado			Capa de cal				Enjalbegado	Enjalbegado	Enjalbegado	Enjalbegado	Capa de cal		Enjalbegado	Enjalbegado	Enjalbegado	Enjalbegado	Enjalbegado	Enjalbegado	Enjalbegado
IV.INTERVENCIÓN.	Ultramar Art.	Mezcla de pigmentos	Verde esmeralda		Rosa Pb y Cinabrisem.							Verde esmeralda			Ultramar Art.	Verde esmeralda	Verde esmeralda	Ultr. Art. Y Blanco Pb.	Rosa Pb y Cinabrisem.	Verde esmeralda

puerta de acceso al salón del techo de Carlos V. Estudio estratigráfico celosías.

	PDY16	PDY18	PDY28	PDY30	PDY33	PDY116	PDY126	PDY130	PDY131
POLICROMA ORIGINAL						Yeso	Yeso		
					Enjalbegado		Capa de base blanco Pb		
II.INTERVENCIÓN.	Verde Malaquita	Verde Malaquita		Verde Malaquita			Verde Malaquita	Verde Malaquita	Verde Malaquita
III.INTERVENCIÓN.	Enjalbegado	Enjalbegado	Enjalbegado	Enjalbegado	Enjalbegado	Tierra roja	Tierra roja		
IV.INTERVENCIÓN.	Capa de base de oro (Pb,Cr)		Capa de base de oro (Pb,Cr)						

PLANO 15.1

DIRECTORES:
VÍCTOR J. MEDINA FLÓREZ
ANA GARCIA BUENO

DOCTORANDA:
ANA ISABEL CALERO CASTILLO

FICHA DE REGISTRO:
CORRELACIONES
ESTRATIGRÁFICAS.

VENTANA OCCIDENTAL

	PDY58	PDY81	PDY83	PDY84	PDY85	PDY86	PDY87	PDY88	PDY89	PDY90	PDY91	PDY92	PDY93	PDY112	PDY118	PDY143
POLICROMÍA ORIGINAL						Yeso		Yeso	Yeso		Yeso	Yeso			Yeso	Yeso
			Enjalbegado	Enjalbegado		Enjalbegado			Enjalbegado		Enjalbegado	Enjalbegado		Enjalbegado	Enjalbegado	Enjalbegado
							Azurita natural con B. plomo		Azurita natural			Crisolito/Bermellón		Azurita natural	Azurita natural	
II.INTERVENCIÓN.	Enjalbegado	Capa de cal	Capa de cal	Capa de cal	Capa de cal	Capa de cal				Enjalbegado	Capa de cal	Enjalbegado	Capa de cal	Capa de cal		Enjalbegado
III.INTERVENCIÓN.	Ultramar Art.	Verde esmeralda y malaquita	Tierra roja			Ultramar art. y azurita art.	Verde Esmeralda	Azurita sintética con B. plomo		Ultramar Art. (MICR)	Ultramar Art. (MICR)	Ultramar Art.	Ultr. Art. Y Blanco Pb.	Ultramar Art.	Ultramar Art.	Verde Esmeralda
IV.INTERVENCIÓN.		Enjalbegado		Capa de base de oro (Pb,Cr)				Capa de base Blanco Pb								
		Ultramar Art.						Capa de base de oro (Pb,Cr)								
								Oro								Amarillo cadmio, ocre amarillo

PUERTA PEQUEÑA O DE ESCAPE

	PDY94	PDY95	PDY96	PDY97	PDY98	PDY99	PDY104	PDY105	PDY106	PDY107	PDY108	PDY109	PDY144	PDY145
POLICROMÍA ORIGINAL			Yeso	Yeso					Yeso	Yeso	Yeso		Yeso	Yeso
			Enjalbegado				Enjalbegado	Enjalbegado	Enjalbegado	Enjalbegado	Enjalbegado			
	Rojo de plomo		Verde Malaquita/azurita				Capa de base Blanco Pb	Capa de base Blanco Pb	Azurita natural	Azurita natural	Azurita natural	Azurita natural		
II.INTERVENCIÓN.	Capa de cal.			Capa de cal	Capa de cal									Enjalbegado
III.INTERVENCIÓN.	Capa de base Blanco Pb	Capa de base Blanco Pb	Enjalbegado	Enjalbegado	Enjalbegado	Enjalbegado						Capa de base Blanco Pb		
IV.INTERVENCIÓN.		Ultramar Art.		Ultr. Art. Y Blanco Pb		Ultramar Art.		Ultramar Art.	Ultramar Art.	Ultramar Art.	Ultr. Art. Y Blanco Pb.			

FRISO SUPERIOR

	PDY66	PDY67	PDY68	PDY69	PDY70	PDY71	PDY72	PDY73	PDY74	PDY75	PDY76	PDY77	PDY78	PDY79	PDY80	
POLICROMÍA ORIGINAL	Yeso	Yeso	Yeso					Yeso					Yeso			
	Enjalbegado				Enjalbegado			Enjalbegado	Enjalbegado							
			Capa de base Blanco Pb										Capa de base Blanco Pb			
II.INTERVENCIÓN.	Azurita natural															
III.INTERVENCIÓN.	Capa de base Blanco Pb	Capa de cal	Capa de cal		Capa de cal				Capa de cal		Capa de cal	Capa de cal	Capa de cal		Enjalbegado	
IV.INTERVENCIÓN.	Ultramar art. y azurita art.	Ultramar Art. (MICR)		Capa de base Blanco Pb	Enjalbegado		Capa de base Blanco Pb	Capa de base Blanco Pb	Rojo de Pb y Tierra roja	Blanco Pb. Verde Esmeralda		Rojo de Pb y Tierra roja				
							Capa de base Blanco Pb									Capa de base Blanco Pb
					Negro (Mezcla pigmentos)		Mezcla de pigmentos				Tierra roja	Tierra roja		Negro (Mezcla pigmentos)	Capa de amarilla imitación oro	Capa de base de oro (Pb,Cr)
																Oro

FRISO SUPERIOR (Continuación)

	PDY101	PDY110	PDY111	PDY122	PDY139	PDY140	PDY141	PDY142
POLICROMÍA ORIGINAL		Yeso		Yeso				Yeso
							Enjalbegado	Enjalbegado
						Capa de base Blanco Pb		
II.INTERVENCIÓN.	Enjalbegado					Azurita natural con blanco de pb.		
III.INTERVENCIÓN.	Enjalbegado	Capa de base Blanco Pb		Enjalbegado	Enjalbegado		Capa de base Blanco Pb	
IV.INTERVENCIÓN.	Tierra roja	Rojo Pb y Crisolito/Bermellón	Rojo Pb y Crisolito/Bermellón	Rojo Pb y Crisolito/Bermellón	Ultramar Art.		Ultramar Art. Y Blanco de plomo	Rojo de Pb y Tierra roja
	Enjalbegado	Capa de base Blanco Pb	Capa de base Blanco Pb					
	Tierra roja		Negro (Mezcla pigmentos)			Negro (Mezcla pigmentos)		

FRISO INFERIOR

	PDY54	PDY55	PDY56	PDY59	PDY60	PDY61	PDY62	PDY63	PDY64	PDY65	PDY100	PDY102	PDY103	PDY135	PDY136	PDY137	PDY138
POLICROMÍA ORIGINAL		Yeso		Yeso				Yeso	Yeso		Yeso					Yeso	
		Enjalbegado		Enjalbegado							Enjalbegado		Enjalbegado				
				Capa de base Blanco Pb					Azurita natural con B. plomo		Azurita natural		Verde Malaquita	Verde Malaquita			Capa de base Blanco Pb
II.INTERVENCIÓN.				Capa de cal					Capa de cal	Capa de cal							
III.INTERVENCIÓN.	Azurita sintética y v. esmeralda		Rojo Pb y Crisolito/Bermellón	Ultramar Art.	Capa preparación oro		Capa preparación oro		Capa de base Blanco Pb	Ultramar Art.	Ultramar Art.	Ultramar Art.	Ultramar Art.	Ultramar Art.	Ultramar Art.	Ultramar Art.	Tierra roja
IV.INTERVENCIÓN.		Capa imitación oro (Pb, Cr)	Capa de base Blanco Pb		Capa imitación oro (Pb, Cr)	Capa de base Blanco Pb	Capa de base Blanco Pb		Capa de base de oro (Pb,Cr)	Capa de base de oro (Pb,Cr)		Enjalbegado					Enjalbegado
	Capa imitación oro (Pb, Cr)	Oro	Rojo de Pb y Tierra roja		Capa imitación oro (Pb, Cr)	Capa de base de oro (Pb,Cr)	Capa de base de oro (Pb,Cr)		Oro	Oro					Capa de base de oro (Pb,Cr)	Capa de base de oro (Pb,Cr)	Ultramar Art.
	Capa imitación oro (Pb, Cr)	Oro	Rojo de Pb y Tierra roja		Capa imitación oro (Pb, Cr)	Capa de base de oro (Pb,Cr)	Capa de base de oro (Pb,Cr)		Oro	Oro					Capa de base de oro (Pb,Cr)	Capa de base de oro (Pb,Cr)	Ultramar Art.
	Capa imitación oro (Pb, Cr)	Oro	Rojo de Pb y Tierra roja		Capa imitación oro (Pb, Cr)	Capa de base de oro (Pb,Cr)	Capa de base de oro (Pb,Cr)		Oro	Oro					Capa de base de oro (Pb,Cr)	Capa de base de oro (Pb,Cr)	Ultramar Art.

PLANO 15.2

DIRECTORES:
VÍCTOR J. MEDINA FLÓREZ
ANA GARCIA BUENO

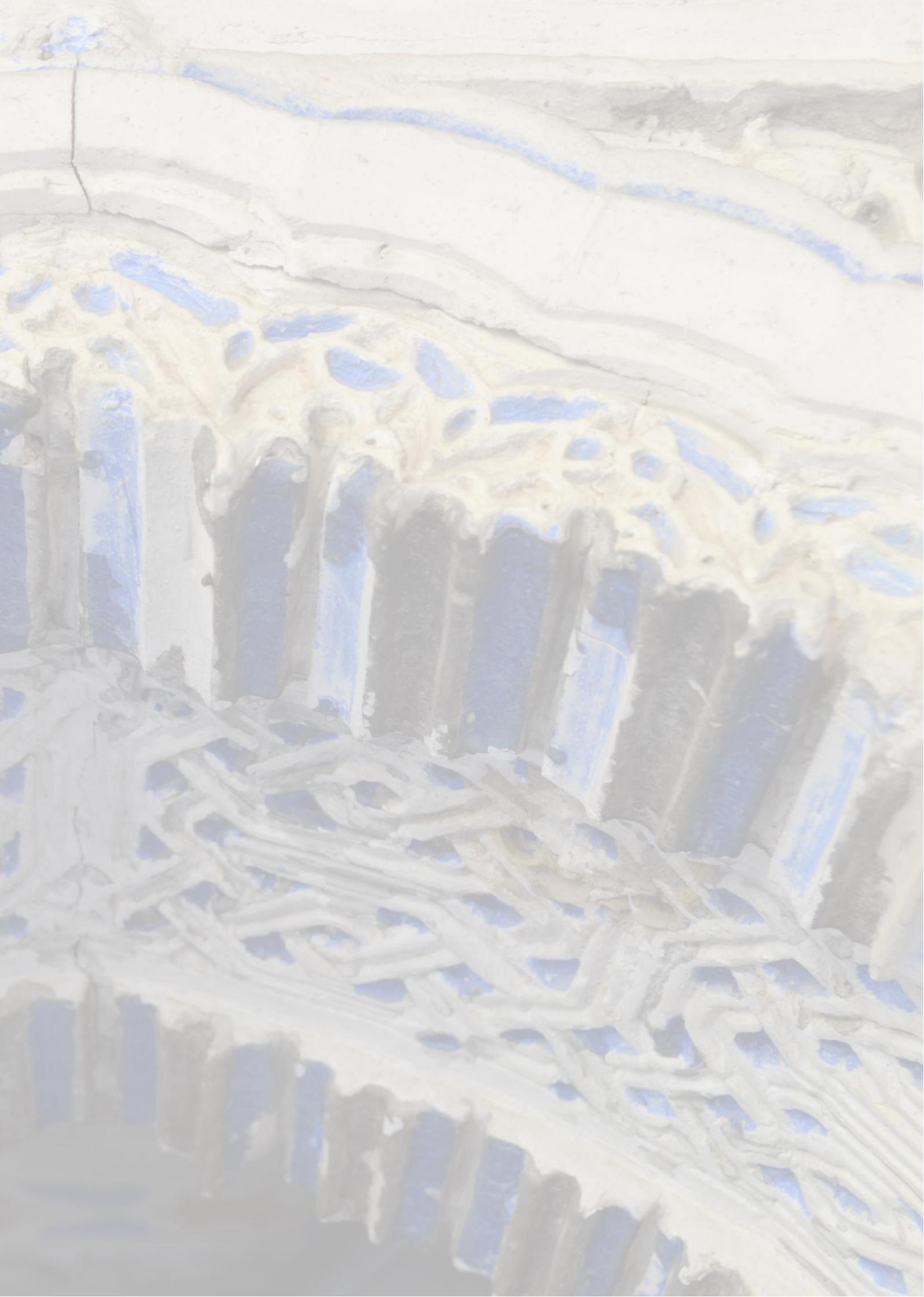
DOCTORANDA:
ANA ISABEL CALERO CASTILLO

FICHA DE REGISTRO:
CORRELACIONES
ESTRATIGRÁFICAS.



Capítulo 6

Problemas de conservación



6. PROBLEMAS DE CONSERVACIÓN

Todos los materiales que constituyen una decoración arquitectónica sea de la tipología que sea, están expuestos a una cantidad considerable de factores de alteración. A menudo, factores encadenados que, progresivamente y en un periodo relativamente corto de tiempo pueden llevar a la completa destrucción de la misma. Estos factores pueden ser de naturaleza física, química y biológica así como antrópicos (Maltese, 1990). Aunque se puedan clasificar en estos grupos, frecuentemente, estas alteraciones se encuentran estrechamente relacionadas entre sí. Como se anticipó en la metodología, el estudio del Patio de las Doncellas iniciado en el año 2010 permitió realizar un primer acercamiento *in situ* a la problemática de las yeserías durante la campaña desarrollada en el mes de noviembre de ese mismo año.

Tras una visión general, se puede afirmar que existen importantes alteraciones en lo que se podría considerar la epidermis de este octavo del patio, que afectan de forma muy negativa a la conservación del paramento y que requieren ser tratadas con cierta urgencia. Se puede decir que la mayoría de ellas se deben fundamentalmente a los agentes medioambientales, las reacciones químicas que se producen debido a la naturaleza de los materiales constituyentes, el desarrollo biológico o la actuación del hombre, entre las que destacan las sucesivas intervenciones realizadas para adaptarse al gusto de cada época o labores de mantenimiento.

Los problemas de conservación de las yeserías están documentados durante toda su historia. Entre las primeras referencias escritas que se han conservado, destaca un informe realizado por los maestros mayores y el veedor en el que se comunicaba el estado de las estructuras y el aspecto deteriorado de la zona inferior del patio. Este documento se dirigió al teniente alcaide

D. Hernando de Conchillos, que inmediatamente informó a la primera autoridad del Alcázar, y éste a su vez a Felipe II. Estos trámites darían lugar a la Cédula Real otorgada en Toledo el 22 de noviembre de 1560 que fue comunicada al asistente de la ciudad de Sevilla, D. Francisco de Chacón y al teniente alcaide del Real Alcázar, entre otros. En este escrito, se refieren ciertos comentarios a obras ya realizadas, y necesidades que presentaba la decoración arquitectónica del Patio de las Doncellas; respecto a las yeserías del paramento se expresa que:

“Aconsejan la reparación de las claraboyas situadas encima de las puertas y arcos de la zona interna de los corredores y en las demás estancias. Son éstas las triples ventanas que se abren en la parte alta de los vanos, muchas de las cuales estaban quebradas y hubieron de hacerse nuevas, como también el conjunto de yeserías mudéjares que ornamentan los paramentos internos de estas galerías”.

(Marín Fidalgo, 1990, pp. 209-210).

Este documento entre otros evidencia que, los problemas de conservación de los paramentos interiores son continuos durante toda su historia y se constatan hasta fechas relativamente recientes como ya se ha expuesto. Sin embargo, a pesar de todas estas intervenciones históricas realizadas con mayor o menor acierto, en la actualidad el paramento de yeso sigue presentando problemas considerables que requieren su actuación. Por este motivo, con el objetivo de realizar un informe detallado de su estado, este examen se divide en tres partes. En primer lugar se analizan las causas que favorecen el deterioro del paramento, a continuación se aporta un levantamiento gráfico de la zona en el que se ha realizado un mapeo exhaustivo de los daños detectados, y en tercer lugar se exponen los resultados del estudio. De manera complementaria en el Anexo 4. *Estado de conservación*, se aporta información gráfica detallada de las alteraciones identificadas tanto en el paramento estudiado como en otras zonas del patio.

6.1. CAUSAS DEL DETERIORO DEL PARAMENTO.

Como ya se ha expuesto, de forma general las causas de deterioro se pueden dividir en cuatro vertientes: causas físicas, químicas, biológicas y antrópicas. En este caso concreto al ser un paramento exterior, los factores de alteración son bastante complejos y es frecuente que no se pueda intervenir directamente sobre ellos, únicamente reducir sus efectos, mientras que otros, generalmente los producidas por el hombre, se pueden eliminar aunque requieren en la mayor parte de los casos un procedimiento de difícil actuación (Camaiti, 2000). A continuación se analizan los que contribuyen al deterioro de las yeserías.

6.1.1. Causas de naturaleza física:

Las causas físicas de la degradación se atribuyen a diferentes factores: causas térmicas debido a las particulares situaciones meteorológicas, humedad, absorción de energía solar, descargas eléctricas atmosféricas, erosión eólica, vibraciones de diferente intensidad... (Maltese, 1990).

Humedad

Aunque en esta zona del palacio el agua no perjudica directamente a la superficie de yeso como disolvente por acción directa (debido a su situación debajo de la galería), existen indicios de que está afectando a la decoración, principalmente en forma de vapor de agua. Hay que decir que, a pesar de que en la superficie estudiada no sea evidente la acumulación de humedad (no se detectan manchas oscuras ni su olor característico), en otras zonas del muro gótico o el paramento norte, como las puertas de acceso o el friso inferior, se detecta esta alteración [Fig. 147].

Hay que decir que las condiciones de las galerías bajas del patio, (pocas horas de irradiación solar, presencia de la alberca, o el jardín rehundido), favorecen la presencia de humedad. El principal problema que ésta conlleva es el efecto que produce sobre el yeso, pues el contacto con el agua produce rápidamente su disgregación, ya que las moléculas de agua absorbidas actúan como lubricante “entre los cristales de su estructura cristalina destruyendo la forma en que estos están dispuestos, deshaciendo dicha estructura y debilitando el material” (Patronato de la Alhambra y Generalife, 2015, p. 116). Esto, además de generar cambios volumétricos en el soporte, que aumenta por hidratación, provoca su pérdida de resistencia y capacidad de adherencia. Dicha humedad también puede afectar a las capas pictóricas favoreciendo la descomposición de los aglutinantes (desnaturalización de las colas entre otros) o propiciando algunas reacciones químicas que modifican la composición de los pigmentos y por lo tanto su apariencia.

También puede servir para propiciar la degradación por presencia microbiológica y biológica que está muy presente en el paramento. Asimismo esta humedad puede provocar la cristalización de sales en su interior con su consecuente debilitación. Otro de los daños que puede desencadenarse es la congelación. Aunque en este caso concreto es poco probable debido a la temperatura que registra la ciudad de Sevilla, no puede descartarse que en casos muy puntuales se haya producido. La alteración es particularmente rápida y puede conllevar graves desperfectos en las yeserías, bien destruyéndolas o disgregando su material de base.

En consecuencia se deduce que, aunque no se han podido estudiar con detalle todos los paramentos, hay indicios de la presencia de diferentes tipos de humedad, principalmente por condensación, pero es probable que en otras zonas puntuales se estén produciendo por ascensión capilar o infiltraciones.



Figura 147. Detalle de las zonas donde se aprecia la presencia de humedad en diferentes zonas del paramento norte.

Viento

La zona en la que se encuentra el paramento de yeso está bastante resguardada al estar protegida por las galerías bajas. Sin embargo, aunque éste no sea uno de los factores de alteración más importantes, se debe valorar ya que puede provocar erosiones en el material al transportar partículas que pueden alterar la superficie por su acción directa o por su acumulación.

Variaciones termo-higrométricas

Son uno de los factores a valorar, debiendo considerarse tanto la variación entre estaciones como las que se producen durante el día, que son muy importantes. Ante la imposibilidad de monitorizar las condiciones del Patio de las Doncellas, se ha consultado la publicación realizada por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), *Atlas climático ibérico. Temperatura del aire y precipitación*, de la situación climática de nuestro país en el periodo comprendido entre los

años 1971-2000. Aunque estos datos no son específicos de este espacio, consideramos que son un punto de referencia para analizar las causas de alteración de las yeserías.

En relación a los valores de temperatura, la ciudad de Sevilla presenta un clima templado, Tipo C que se caracteriza según los datos aportados en este periodo, por valores que oscilan entre los (-4.8°C/46.6°C) lo que supone una diferencia de temperatura considerable. Por otra parte el valor medio anual de la temperatura máxima alcanzada en este periodo fue de 24,9°C, lo que es indicativo de una media considerablemente alta.

Con estos datos se puede deducir que estas oscilaciones térmicas pueden afectar a la decoración en yeso, pero que no son un factor de gravedad teniendo en cuenta las condiciones específicas del patio y la situación de los paramentos. Al estar cubiertas es poco probable que la temperatura baje de los 0°; además las horas de insolación del patio son escasas lo que contribuye a que la temperatura no sea muy alta. En este último punto hay que decir que, zonas localizadas del paramento norte reciben directamente la luz del sol a determinadas horas del día, por lo que sería aconsejable controlar si se están produciendo daños, pues los yesos son especialmente sensibles a la sequedad excesiva ya que produce su deshidratación. De hecho, el yeso dihidrato (CaSO₄+2H₂O) puede, a una temperatura ambiente elevada (30°) y una humedad relativa de entre (30%-40%), deshidratarse lentamente y transformarse en anhidrita debilitándose (Mora *et al.*, 2001).

Por otro lado, para caracterizar el régimen de precipitaciones es importante observar tanto la precipitación media anual como su distribución temporal a lo largo de las estaciones. Los valores que presenta la ciudad de Sevilla son relativamente bajos, detectándose que en los meses de junio, julio y agosto son prácticamente inexistentes por lo que no es un factor que perjudique gravemente a las yeserías [Fig. 148]. Además como ya se ha comentado, la lluvia no afecta directamente a los paramentos, al estar protegida, aunque si hay que considerar la humedad ambiental que esta produce y de cuyos efectos ya se ha hablado.

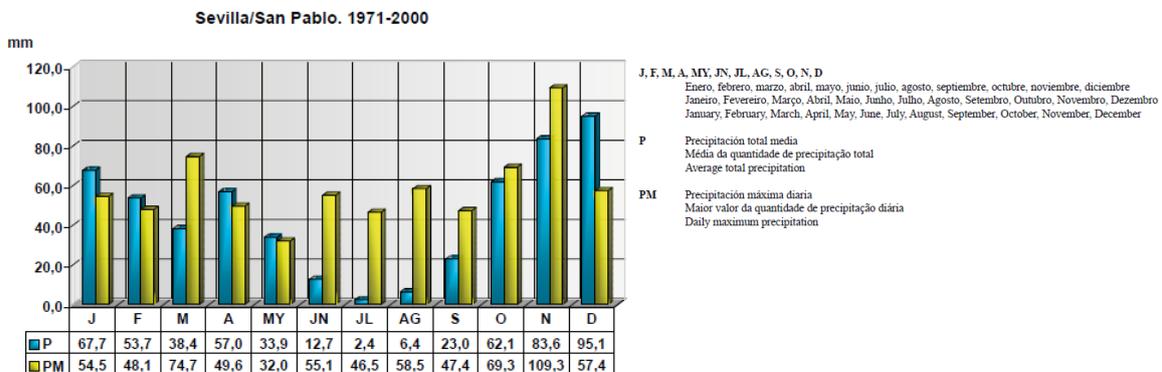


Figura 148. Normales climatológicas de las precipitaciones en Sevilla en el periodo 1971-2000. Imagen extraída de (AEMET,2011,p.61).

6.1.2. Causas de naturaleza química:

En la mayoría de los casos se encuentran determinadas por los productos contaminantes artificiales o naturales que, transportados en el aire o en el agua⁹⁹, interaccionan con los materiales constituyentes del revestimiento parietal (Maltese, 1990). En cualquier caso, el ataque de naturaleza química se encuentra muy influenciado por las condiciones térmicas e higrométricas en las que el agua funciona como vehículo para el transporte de los contaminantes de la atmósfera a la obra de arte (AA.VV, 1979; Mora *et al.*, 2001).

Contaminación

El problema de los contaminantes artificiales es de muy difícil solución ya que crecen de forma alarmante en las ciudades y más aún en importantes núcleos urbanos como la ciudad de Sevilla. La actuación de los mismos sobre los bienes culturales es inevitable puesto que la solución sería eliminar la fuente que los produce, lo que suele ser generalmente imposible debido a los condicionantes económicos que interfieren (núcleos industriales, calefacciones, tráfico...).

Actualmente podemos conocer las características de la contaminación en el núcleo urbano de esta ciudad ya que cuenta con una red de vigilancia ambiental que tiene como misión conocer la calidad del aire en el municipio a partir de varias cabinas que se encuentran ubicadas en distintos puntos y que tienen diversos sensores para la medición de los contaminantes, así como de los parámetros meteorológicos¹⁰⁰. Según esta red, la presencia de contaminantes en el aire y su dispersión se encuentra estrechamente relacionada con las condiciones meteorológicas, dependiendo de éstas la existencia de mayores o menores concentraciones. La no existencia ni en la ciudad ni en sus proximidades de grandes industrias potencialmente generadoras de emisiones contaminantes hace que la principal fuente de emisiones sean las ocasionadas por el tráfico rodado¹⁰¹. La estación de vigilancia más cercana al Real Alcázar de

⁹⁹ De manera general el agua actúa en estas reacciones de la siguiente forma (San Andrés Moya & De la Viña Ferrer, 2004).

- Facilitando la reacción puesto que permite un buen contacto entre los reactivos.
- Interviniendo directamente en el desarrollo de la reacción; por ejemplo en el caso de la hidrólisis.
- Actúa como catalizador.

¹⁰⁰ Los contaminantes que se monitorizan por este sistema son:

- Partículas en suspensión (PM10) partículas de tamaño inferior a 10 micras.
- Partículas en suspensión (PM 2,5) igual o inferior a 2, 5 micras.
- Dióxido de azufre, SO₂
- Monóxido de carbono, CO
- Óxidos de nitrógeno (NO y NO₂) que procede de la combustión y que en contacto con la luz solar puede dar lugar a contaminantes como el ozono.
- Ozono (O₃)
- Parámetros meteorológicos.

¹⁰¹ Datos obtenidos de (Agencia de la Energía y para la sostenibilidad de Sevilla, n.d.)

<http://www.sevilla.org/ayuntamiento/competencias-areas/area-de-habitat-urbano-cultura-y-turismo/agencia-local-de-la-energia/composicion-red-1>

Sevilla, es situada en el centro, en la c/ Pajaritos a 700 metros del monumento. El informe de *La calidad del aire en Sevilla y su área metropolitana en 2011* publicado por “Ecologistas en acción” pone de manifiesto los niveles alcanzados en los últimos años. La insolación de la ciudad de Sevilla supera las 3000 horas anuales, por lo que existe un elevado nivel de radiación solar que provoca que, en periodo estival en ocasiones se alcancen elevados niveles de ozono (O_3), que de forma puntual pueden superar los máximos admisibles, sobre todo en los meses de mayo a septiembre, lo que es bastante perjudicial para las obras de arte por ser un potente agente oxidante. También destacan los niveles de dióxido de nitrógeno (NO_2) que son indicativos de una alta contaminación, lo que genera graves problemas a los revestimientos que se encuentran en el exterior. El ataque que puede producirse a partir de estos compuestos, se intensifica con la presencia del agua ya comentada.

Además de los componentes identificados por la *Agencia de la Energía y para la Sostenibilidad de Sevilla*, los análisis de microscopía electrónica de barrido (SEM) realizados para la caracterización técnico-material del revestimiento, han evidenciado la presencia de arsénico en un considerable número de muestras tomadas. En unos casos la identificación de este componente estaba íntimamente relacionada con la presencia de pigmentos arsenicales como el verde esmeralda en las capas superpuestas, mientras que en otros no se manifiesta esta relación por lo se ha considerado como producto de la contaminación atmosférica. Ferrer Morales (1990) entre otros autores, lo clasifica como uno de los principales contaminantes artificiales que se encuentran en la atmósfera, por lo que es frecuente detectarlo cuando se realiza este tipo de análisis.

Presencia de sales

El examen realizado no ha permitido identificar en este paramento el movimiento de sales que hayan cristalizado en la superficie. Sin embargo, la presencia de humedad en esta zona, de la que ya hemos hablado, así como las amplias áreas en las que se detectan oquedades, no descartan el movimiento de sales que hayan cristalizado en el interior de los poros. Su origen puede ser muy diverso. Por un lado, impurezas presentes en la fabricación del yeso de base, como es el caso del sulfato magnésico, cloruro sódico u óxido magnésico y por otro, pueden producirse por un exceso o falta de homogeneización de algunos aditivos que regulan el fraguado, caso de las sales alcalinas o alcalino-térreas, cloruros, sulfatos, acetatos, boratos, citratos, fosfatos, o el empleo de ciertos conglomerantes-colas que producen sales alcalinas. También pueden aparecer si el agua de amasado del mortero contiene sales, es agua de mar o bien de las propias filtraciones del muro (De Villanueva Domínguez & García Santos, 2001).

En lo que respecta a las policromías, los análisis realizados por microscopía electrónica de barrido (SEM), han evidenciado una alta presencia de cloruro sódico, lo que ha provocado la alteración de pigmentos como la azurita o el verde esmeralda. La identificación de este compuesto no solo se ha localizado en este paramento, sino que sus efectos ya se habían puesto de manifiesto en el estudio de la policromía de la fachada. López Cruz & Velilla (2014) atribuyen un origen atmosférico a su presencia siendo procedente de agua de lluvia y humedad que adquiere su contenido en cloruros por evaporación de agua del mar debido a su proximidad. La ciudad de Sevilla distante del mar unos 70 km en línea recta, las condiciones de humedad y el régimen de vientos existente en esta zona siguiendo la dirección del valle del Guadalquivir y su altitud respecto al nivel del mar ($\pm 11\text{m}$) son circunstancias favorables que justifican esta presencia.

6.1.3. Causas de naturaleza biológica:

Generalmente los sustratos inorgánicos están colonizados por organismos autótrofos, aunque esto no excluye la presencia de heterótrofos. Según Caneva, Nugar & Salvatori (2000) es un error pensar que los materiales inorgánicos carecen de sustancias orgánicas, pues son comunes especialmente si están expuestos al aire.

Las condiciones de esta zona del paramento son propicias para su desarrollo y entre ellas destacan entre otras, la humedad, acumulación de suciedad (depósitos de polvo, excrementos etc...) así como los bajos niveles de iluminación en las zonas superiores. Por estas razones, aunque no se ha llevado a cabo un examen biológico, deberían eliminarse en la medida de lo posible todos aquellos factores que favorecen su presencia, pues los mecanismos que desencadenan como consecuencia de su actividad son muy perjudiciales para la obra. Consideramos especialmente importante la realización de labores de mantenimiento que eviten en gran medida estos problemas.

6.1.4. Causas de naturaleza antrópica:

En este grupo podrían incluirse todas aquellas causas de alteración que son provocadas por la mano del hombre. En este caso destacamos:

Tratamientos inadecuados

A veces, los tratamientos realizados sin una experimentación o conocimiento previo provocan daños formando otros compuestos que resultan nocivos. En este caso se ha detectado, que la aplicación de ciertos productos como resinas y/o aceites en el caso de los redorados con el objetivo de fijar nuevas capas metálicas, ha contribuido a crear una barrera impermeable que impide la permeabilidad, favoreciendo la alteración de los materiales inferiores e incluso su

pérdida. A esto se une la incorporación de elementos metálicos, vaciados en resina, así como otros materiales de naturaleza diversa lo que perjudica a los materiales originales. De la misma manera los encalados superpuestos han producido el ocultamiento de las policromías originales, la pérdida de su minucioso relieve y el deterioro de los estratos internos¹⁰². La moda de repolicromar y pintar con cal las yeserías no se recoge sólo en los palacios islámicos y mudéjares de España, sino también en otras zonas geográficas como describe (Tomaselli, 2001), a propósito de la *qubba* de Palermo¹⁰³

Problemas de mantenimiento

Es uno de los factores principales. A menudo las superficies decorativas presentan dimensiones tan grandes que su mantenimiento es difícil de abordar. A esto se une la altura en la que se encuentra este paramento, su relieve, así como la dificultad de su limpieza por personas no especializadas en la materia. La suciedad acumulada, junto con los residuos de animales ya comentados, provocan daños considerables pues además de ocultar la decoración, se convierten en una esponja para la humedad desencadenando otras acciones químicas o biológicas que ocasionan el deterioro. La presencia generalizada de esta suciedad en la actualidad ha conllevado un ennegrecimiento general de la superficie, ocultando en parte los restos de policromía que se conservaban.

¹⁰² Con el tiempo, y por su acción prolongada a la intemperie, provoca en ocasiones la recristalización de carbonatos en la superficie, creando una película de gran dureza, que si bien por un lado actúa como elemento protector, por otro contribuye a la fragilidad del yeso pues al disminuir su porosidad, y por tanto aumentar el nivel de humedad en su interior provoca la disolución de los sulfatos (Bermúdez *et al.*, 2010).

¹⁰³ *“I militari della caserma dei Borgognoni si sono permessi di imbiancare e poi dipingere in turchino i preziosi stuchi”... a lo que el arquitecto Callavari apuntaba “Non si conosce a chi venne in mente di fare imbiancare con calce grassissima tutta la parte antica e di dipingere a guisa di una taberna un monumento d’arte, ma il fatto è che si è comesso uno di quei vandalismi ingiustificabili. Essendo gli ornati antichi fatti in stucco la calce nuovamente sovrapposta si è immedesimata in quei delicati ornati ed è impossibile cancellare le tracce, e voglia dio che non venga in mente di grattare quella calce pella credenza di fare perderé le tracce del mal fatto”.*

6.2. LOCALIZACIÓN DE LOS DAÑOS. MAPEO DE ALTERACIONES.

Debido a la antigüedad de la construcción y a las diferentes intervenciones realizadas, las yeserías presentan un estado de alteración desigual. En una primera aproximación al paramento, los daños más evidentes son los riesgos de desprendimiento, que en ocasiones ocupan una superficie bastante importante, poniendo en peligro evidente algunas zonas. Además se observan abundantes grietas, separación de placas, repintes sucesivos y pérdidas de policromía que distorsionan la percepción del conjunto de forma considerable.

El análisis de los deterioros del muro sur/este, ha sido una tarea larga no exenta de dificultades. Por ello se ha llevado a cabo un examen muy riguroso con el objetivo de reflejar, de la manera más fidedigna posible del estado de conservación del paramento. En total, la superficie decorativa en yeso del octavo del patio estudiado, se ha estimado aproximadamente en 43,25m² que se detallan en la siguiente tabla:

TABLA VI.
Superficie de yeso del revestimiento estudiado del Patio de las Doncellas.

ZONA	SUPERFICIE
Portada de acceso al Salón del Techo de Carlos V.	19,01 m ² aprox.
Friso superior.	9,49 m ² aprox.
Friso inferior	5,38 m ² aprox.
Ventana occidental.	6,06 m ² aprox.
Puerta pequeña	3,30 m ² aprox.
TOTAL	43,25 m² aprox.

De esa forma, se ha realizado un mapeo exhaustivo, localizándose sobre el levantamiento gráfico los principales daños detectados: grietas, oquedades, clavos, pérdidas de material, desprendimientos y tirantas de hierro (Ver plano que se adjunta. *Plano 16. Mapeo de alteraciones*)¹⁰⁴. La realización de este tipo de gráficos es una herramienta fundamental para el restaurador-conservador, pues como ya apuntaba (Mora *et al.*, 2001), es la única que permite la consignación clara y sistemática del estado de conservación y la naturaleza de las intervenciones efectuadas en un conjunto complejo. Este examen ha sido realizado en primer lugar mediante la observación directa gracias a la accesibilidad del andamio que facilitó la dirección del Patronato del Real Alcázar de Sevilla, y finalmente se ha completado con los resultados obtenidos en el análisis de materiales y la bibliografía específica consultada.

¹⁰⁴ Debido a la dificultad de su representación no ha sido posible reflejar en el levantamiento gráfico todas las alteraciones detectadas. Por este motivo, se especifican con detalle acompañadas de documentación gráfica ya que su análisis es igual de importante para conocer el estado de conservación que presenta el paramento.

6.3. RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO: ALTERACIONES Y DETERIOROS DEL PARAMENTO SUR/ESTE DEL PATIO DE LAS DONCELLAS.

A continuación se exponen los resultados del examen de las alteraciones y deterioros que presenta la zona estudiada.

Grietas

Tanto las grietas como las fisuras son daños directos del elemento constructivo que se diferencian entre sí por la localización y tamaño que presentan. Mientras que por fisura se entiende “toda apertura longitudinal que afecta solo a la parte exterior del elemento constructivo”, la grieta “afecta al elemento en todo su espesor y en general son de mayor dimensión que las fisuras, pudiéndose distinguir bien sus bordes o labios” (De Villanueva Domínguez & García Santos, 2001, p. 144). Las grietas que presentan una dirección bien definida, con una longitud importante y una forma neta y precisa son de origen estructural lo que indica fallos importantes en la estructura que se manifiestan en el revestimiento, por lo que hay que poner especial atención a ellas si se detectan (De Villanueva Domínguez & García Santos, 2001). El origen de este tipo de alteraciones se encuentra en el movimiento de los materiales constitutivos y puede estar provocado por causas mecánicas, térmicas o químicas. En el caso del Patio de las Doncellas, como se puede observar en gráfico aportado, destaca la elevada presencia de grietas. En unos casos estas se deben a movimientos estructurales del edificio o movimientos de expansión y dilatación del propio material y, en otras zonas coinciden con las líneas de unión de placas de yeso que forman el revestimiento [Fig. 150].

Entre las que se pueden considerar resultado de un problema del movimiento estructural del edificio, así como de expansión/dilatación del propio material, se debe destacar una de considerable tamaño situada en la clave del arco de acceso al Salón del Techo de Carlos V ya que su disposición puede indicar un peligro de tipo estructural. En cualquier caso, este tipo de daños debería ser valorado de forma específica por un profesional del campo de la arquitectura. Además, la portada presenta una gran diversidad de grietas distribuidas por toda la superficie y que, generalmente las de mayor tamaño y regularidad suelen coincidir con la unión de placas decorativas. El resto, aunque en el gráfico se han señalado como grietas, se pueden considerar como fisuras del revestimiento. El friso superior, presenta pocas grietas, siendo detectadas solamente dos de mayor recorrido, que ocupan prácticamente la altura del friso y que no parecen ser coincidentes con líneas de unión entre placas (dimensión 83,5 cm aprox.).

En el caso de las bandas epigráficas situadas sobre el paño de alicatado, las grietas no son muy numerosas, y las que se detectan no tienen un origen claro. Por otra parte, la ventana occidental y la puerta pequeña son las zonas que mayor número de grietas presentan. En ambos casos (salvo excepciones puntuales) parecen ser de la misma tipología, respondiendo claramente a las líneas de unión entre placas. El origen de estas grietas asociadas al despiece de placas se puede atribuir a que los movimientos estructurales del edificio, entre otros factores, hayan provocado la pérdida del material de unión entre las mismas, así como el de su capa de nivelación con la que se intentaban ocultar estas irregularidades antes de aplicar la policromía. Además, esto podría haber estado favorecido por las diferentes tensiones o propiedades de los materiales utilizados [Fig. 149].



Fig. 149. Imágenes de detalle de diferentes grietas/fisuras detectadas en el paramento. Izquierda superior. Bandas epigráficas. Derecha superior. Borde celosías. Inferior. Zona del friso superior, cartela epigráfica.

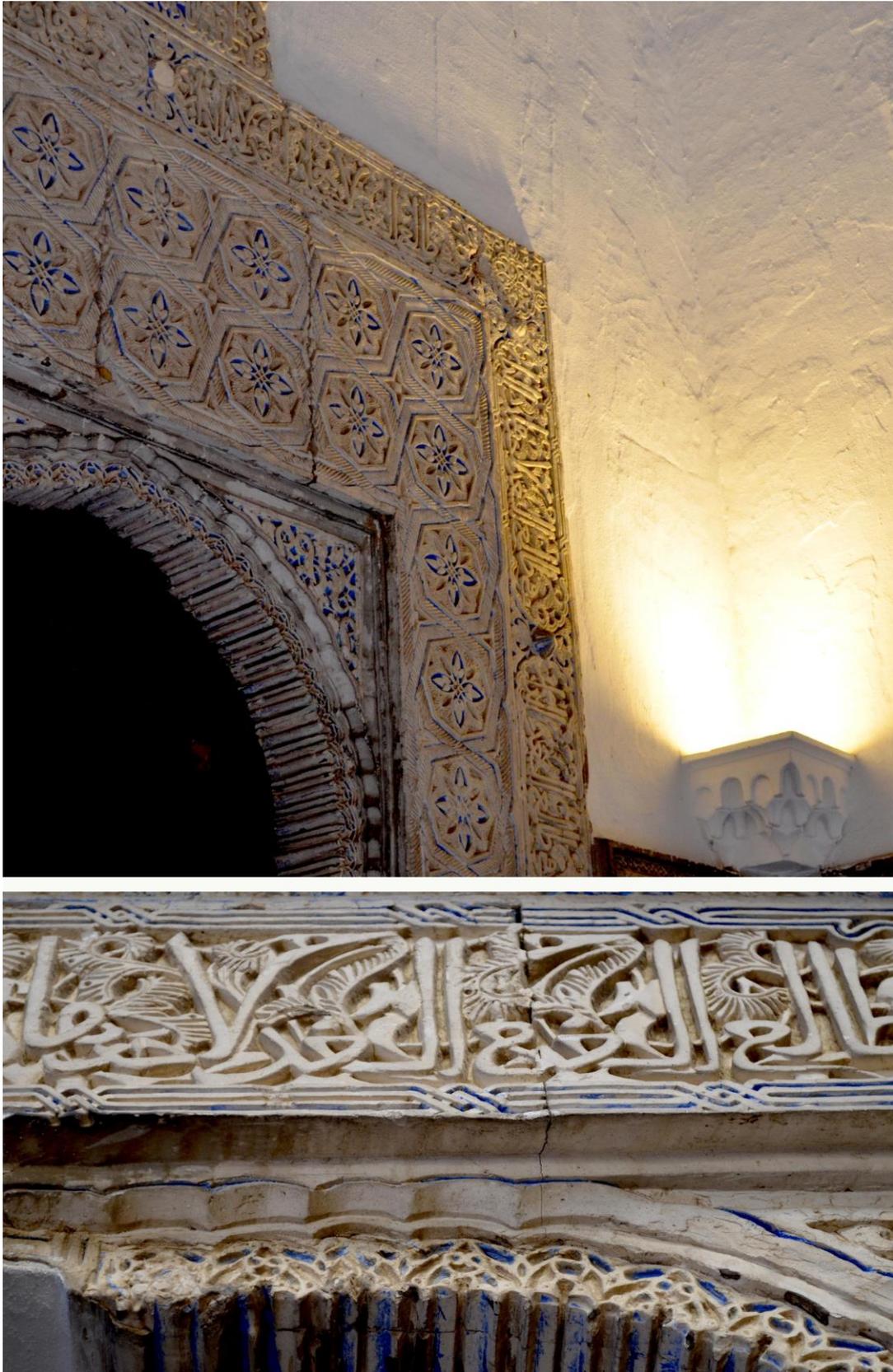


Figura 150. Grietas coincidentes con la línea de unión entre placas en la puerta pequeña (superior) y ventana (inferior).

Elementos metálicos: Clavos y tirantas

Tal y como se ha expuesto en capítulos precedentes, es frecuente encontrar elementos metálicos de refuerzo en estos revestimientos. Su presencia se ha detectado en obras de similar tipología como elementos originales colocados en el momento de la realización de estas decoraciones para mejorar la sujeción de las placas, pero también se añaden en periodos posteriores para solucionar problemas de conservación. Hay que decir que la degradación de este tipo de elementos metálicos de refuerzo, a menudo pone en riesgo y provoca alteraciones en los revestimientos decorativos. En este caso, se ha comprobado que, generalmente alrededor de este tipo de elementos metálicos se producen manchas a causa de su oxidación e incluso grietas y fisuras debido a las tensiones.

Como ya se viene observando a lo largo del informe, una de las zonas que se encuentra más intervenida e inestable, es la portada de acceso al Salón del Techo de Carlos V, que es donde se ha detectado una presencia importante de elementos metálicos. En la parte más alta de la portada destacan dos tirantas de hierro que se apoyan sobre la misma y que se sitúan en la banda epigráfica latina superior. Estas tirantas de hierro coinciden a su vez con una amplia zona de oquedades, lo que evidencia las tensiones que provocan y su necesidad de intervención. Estas zonas degradadas en la parte superior del muro son frecuentes en las yeserías realizadas por la técnica del molde, debido a que, en el momento de colocación de las placas era más difícil el vertido de la colada de yeso en la zona trasera para su adherencia debido a la altura de los paramentos y, sobre todo a su falta de accesibilidad por la proximidad del alfarje. Por otra parte, al analizar los desprendimientos en la zona de las celosías, se localizaron un total de nueve clavos de pequeñas dimensiones que también se detectan en otras zonas de la portada como la albanega derecha o el intradós [Fig. 151]. Según la documentación consultada, en el s. XIX se detecta la introducción generalizada en el Alcázar de tirantas y elementos de refuerzo de hierro, debido tanto al estado de conservación como a un abaratamiento de los costes de este material (Mérida Álvarez, 2000). Aunque no se haya identificado hasta la fecha ninguna referencia concreta a este paramento, es probable que, alguno de los elementos de refuerzo que actualmente se identifican en estas yeserías proceda de esta intervención.

La presencia de este tipo de elementos metálicos se ha comprobado también en el friso superior. En esta zona, a los clavos anteriormente comentados, se une la utilización de elementos metálicos de dimensiones más reducidas. Estos elementos están recubiertos de una especie de collarín de material plástico, quizás para evitar que su oxidación dañe al paramento decorativo lo que ha permitido identificarlos inequívocamente como elementos no originales.

Como se puede observar, es muy característico encontrarlos agrupados, localizados siempre en la banda epigráfica inferior de este friso, no correspondiendo a zonas en las que se detectan oquedades. Cabe la posibilidad de que se hayan utilizado para sujetar un cableado interno o para reforzar la banda epigráfica inferior. Por otra parte, no se localizan elementos metálicos en la ventana occidental y las bandas epigráficas situadas sobre el paño de alicatado.

En la puerta pequeña o *de escape* se localizaron dos. Uno de ellos en la zona inferior izquierda que no está asociado a una zona de grieta u oquedad y otro en el remate superior, como *elemento de adhesión de la placa al muro* [Fig. 152].



Figura 151. Detalle zona inferior de las celosías en los que se localizan dos clavos de pequeñas dimensiones.



Figura 152. Detalle Remate de la puerta pequeña o escape en la que se detecta un clavo de grandes dimensiones, probablemente como refuerzo de adhesión de la placa.

Oquedades y desprendimientos

Las oquedades son generalizadas en todo el paramento decorativo lo que es indicativo, por una parte de la disgregación del material de base del revestimiento y por otra, de la falta de adherencia de las placas al soporte. La zona que presenta una mayor superficie de alteración, es la portada de acceso al Salón del Techo de Carlos V, principalmente en toda la zona superior, probablemente debido a la dificultad colada en la parte trasera para su adhesión ya comentada, que en el caso de las celosías caladas ha derivado en riesgo de desprendimiento del material. De entre ellas, destaca especialmente el estado de la celosía izquierda en la que se observa una separación de varios centímetros en la zona superior respecto al revestimiento de base, por lo que es necesaria una intervención preventiva para devolverle su estabilidad [Fig. 153].

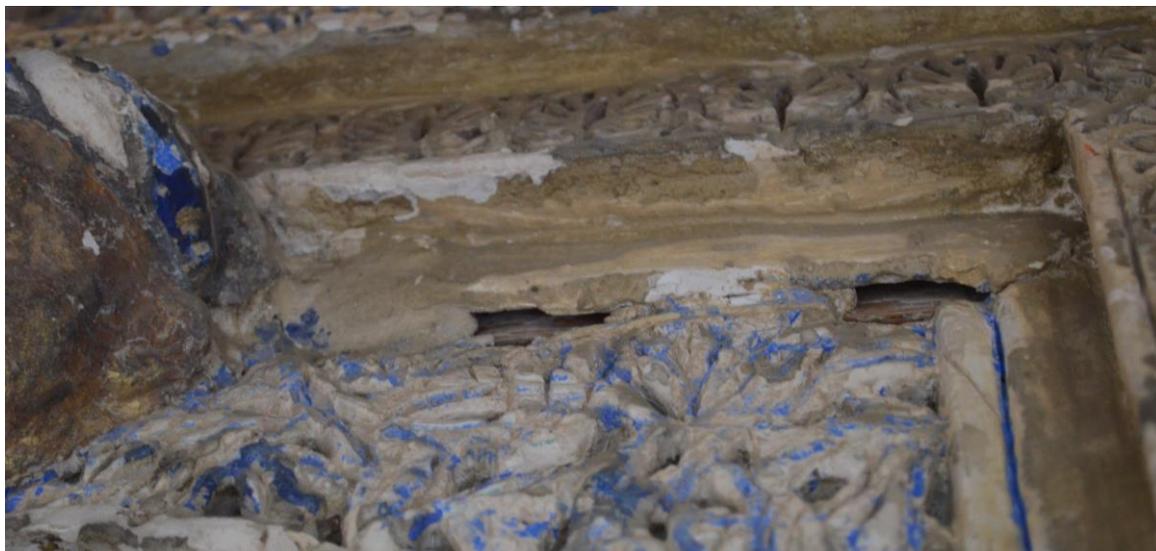


Figura 153. Zona de la celosía izquierda desprendida.

Respecto al friso superior, se puede decir que las oquedades están localizadas a lo largo de toda la superficie, asociadas principalmente a ciertos elementos decorativos. Este hecho, parece indicar reposiciones puntuales en restauraciones antiguas que podrían haber provocado tensiones entre materiales. A diferencia de lo expuesto en la zona de superior de la portada, en el friso superior no se produce una continuidad aparente en la zona más alta. En cuanto a la ventana occidental y la puerta pequeña la situación es bastante similar, siendo la de la ventana algo más grave. En ambas zonas las oquedades son coincidentes con las placas.

Por otra parte, en el intradós del arco de la Puerta de Acceso al Salón del Techo de Carlos V, y en el friso inferior, también se han detectado oquedades como se refleja en el gráfico generado. Como se puede observar, unas veces corresponden a grietas localizadas y otras no.

Aunque no suponen un peligro inminente, debería considerarse su tratamiento para recuperar su estabilidad.

Erosiones, Grafittis incisos, dibujos...

La observación detallada de la superficie decorada, posible gracias a la cercanía del andamio, ha permitido reconocer restos de dibujos antiguos, posiblemente realizados por los artífices de la obra original o por aquellos artesanos encargados de realizar las intervenciones antiguas. Entre estos cabe destacar un pequeño dibujo encontrado en la moldura de yeso que separa el friso superior del alfarje de las galerías bajas. Este tipo de manifestaciones son muy corrientes en la Alhambra donde generalmente se han detectado sobre madera, piedra, cerámica “dibujos aparentemente improvisados o inscripciones de los anónimos artistas nazaríes” (López Pertíñez, 2006 , p. 137)[Fig. 154]. De la misma manera en ciertas zonas de la decoración, como ya se comentó en el capítulo 5, se han detectado restos de rayados y rascados en la superficie, probablemente en un intento de liberar la superficie de policromías anteriores, probablemente pertenecientes a las actuaciones llevadas a cabo en el s.XIX. [Fig. 155]. En otras zonas, generalmente en las inferiores donde los visitantes han tenido acceso más fácil, resaltan incisiones, rayados... que, básicamente se localizan en el friso corrido situado sobre el paño de alicatado, aunque también en otras zonas y que en ocasiones han hecho desaparecer casi por completo la policromía.



Figura 154. Detalle del dibujo pintado hallado en la banda lisa que separa el friso superior de yeserías del friso de madera

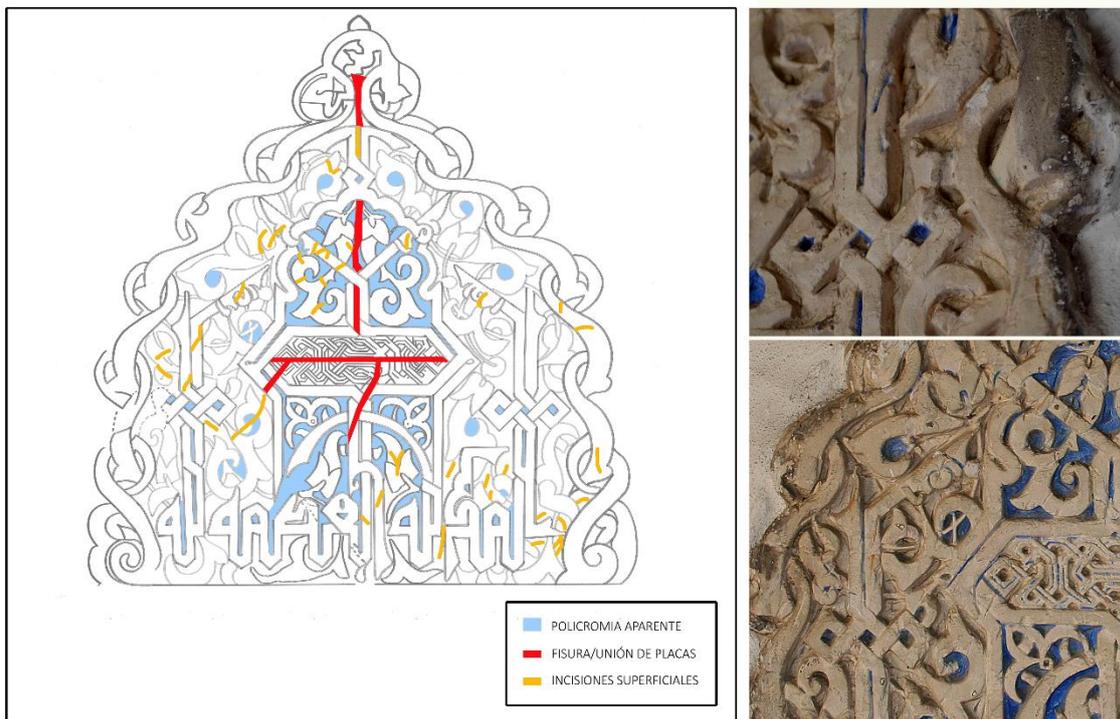


Figura 155. Reconstrucción del remate superior de la ventana occidental con un esquema de la policromía aparente. En el gráfico se sitúan las marcas de incisiones superficiales que presenta esta zona de la decoración como puede comprobarse en las fotografías aportadas.

Suciedad y ataque biológico

Uno de los mayores problemas que presenta el revestimiento es la suciedad. Como ya se ha comentado, no es fácil gestionar el mantenimiento de estas decoraciones que ocupan superficies tan extensas. A esto se une, que el relieve favorece su acumulación. De toda la superficie analizada, hay que señalar la base de las celosías donde se concentra un depósito importante de polvo, restos de anidación, excrementos... que inevitablemente ejerce una acción negativa sobre ellas, ya bastante deterioradas. De entre los problemas que genera esta acumulación, además de ocultar las policromías es muy perjudicial la acidez de los excrementos, así como los nidos que son un foco permanente de humedad y suciedad de las zonas con las que se encuentra en contacto [Fig. 156].

De la misma manera, la superficie del friso superior se encuentra bastante ennegrecida. Su origen no está claro pues pueden ser consecuencia de la acumulación de humo en otras épocas o a las partículas en suspensión que se han acumulado debido a la falta de limpieza. No se puede descartar que algunas de las manchas sean consecuencia de ataque biológico. Además también se ha detectado la presencia de insectos, principalmente arácnidos que se localizan principalmente en las zonas superiores, pero también se localizan en otras zonas del

paramento, en partes internas del relieve. Sus telas de araña, que con el paso del tiempo se engrosan, son capaces de acumular una gran cantidad de polvo [Fig. 157].



Figura 156. Detalle de la acumulación de suciedad y restos de anidación en la parte inferior de las celosías.



Figura 157. Detalle de una telaraña localizada en el friso superior.

Pérdidas de fragmentos y reposiciones

Se han detectado algunas faltas del yeso de base en zonas puntuales que generalmente suelen coincidir con elementos salientes, bordes, etc. Estas pérdidas pueden deberse al propio peso del material que haya propiciado su descuelgue, a golpes, así como a posibles actos vandálicos en periodos anteriores. La revisión bibliográfica realizada para este estudio ha permitido conocer que, durante ciertos periodos de tiempo, algunas de las estancias del Alcázar estuvieron habilitadas como viviendas de particulares, circunstancia que afectó sobre todo a los elementos de la decoración arquitectónica y podrían haber ocasionado desperfectos en zonas del Patio de las Doncellas [Fig. 158].

En otros casos estas pérdidas han sido tratadas en diferentes restauraciones anteriores con métodos desiguales que, generalmente no se adaptan a los criterios actuales de restauración (compatibilidad de materiales, reversibilidad, integración en el conjunto, discernibilidad...), por lo que en la actualidad afectan tanto a la conservación (tensión mecánica entre materiales diferentes) como a la percepción visual del paramento (su tosquedad hace que se centre la atención en estas zonas puntuales en detrimento del conjunto en algunos casos).



Figura 158. Detalle de faltas en el paramento.

Las alteraciones más destacadas son las siguientes.

Como se ha expuesto en capítulos precedentes, el estado de las albanegas de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V induce a pensar en una reposición sobre la decoración anterior de la que no se han encontrado referencias documentales. Considerando que la decoración externa fuese repuesta, destacan las grietas existentes, debidas probablemente a las tensiones generadas por los diferentes materiales o a una inadecuada colocación. Por otra parte, la decoración del nivel inferior de las albanegas, de ataurique, no coincide con la decoración de sebka superpuesta y además se encuentra prácticamente oculta por repolicromados, lo que dificulta su percepción.

La zona de apoyo de las quicialeras¹⁰⁵ de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V, ha sido repuesta con un vaciado en resina. La documentación publicada sobre la restauración realizada en las carpinterías del patio entre los años 2001-2004 refiere los graves problemas de conservación que presentaban las quicialeras de madera y la necesidad de su reparación, situación que motivó que se diseñase un mecanismo totalmente nuevo metálico que liberase el esfuerzo de las originales (Fernández Aguilera, 2012). Aunque las publicaciones realizadas sobre la restauración aportan abundante información tanto gráfica como documental de la colocación de este nuevo sistema, no se han detectado referencias a las placas de resina de apoyo de las quicialeras por lo que desconocemos si estaban presentes antes de esta restauración, o fueron colocadas en este momento. Lo que está claro, es que esta zona de la yesería se intervino para la colocación del sistema de giro actual como está documentado. Puede comprobarse que estas reposiciones se caracterizan por su escasa delicadeza, que se aprecia sobre todo en la imitación de la policromía y el relieve [Fig. 159].

Además, en todo el paramento se identifican reposiciones puntuales de menor entidad. En la mayor parte de los casos, destacan por su tosquedad y por ser muy evidentes respecto al resto de la decoración, por lo que sería conveniente sustituirlas por reintegraciones adecuadas a los criterios actuales de restauración [Fig. 160].



Figura 159. Izquierda. Imagen de la sustitución del sistema de giro. Imagen extraída (Fernández Aguilera, 2012, p. 145). Derecha. Imagen actual de la decoración de yesería de esa zona.

¹⁰⁵ *Quicialera*: “Parte de las puertas o ventanas en que entra el espigón del quicial en el que se mueve y gira” (Fernández Aguilera, 2012, p. 189).

Quicial: “Madero que asegura y afirma las puertas y ventanas por medio de pernos y bisagras para que, girando abran y cierran Quicio de puertas y ventanas” (Fernández Aguilera, 2012, p. 189).

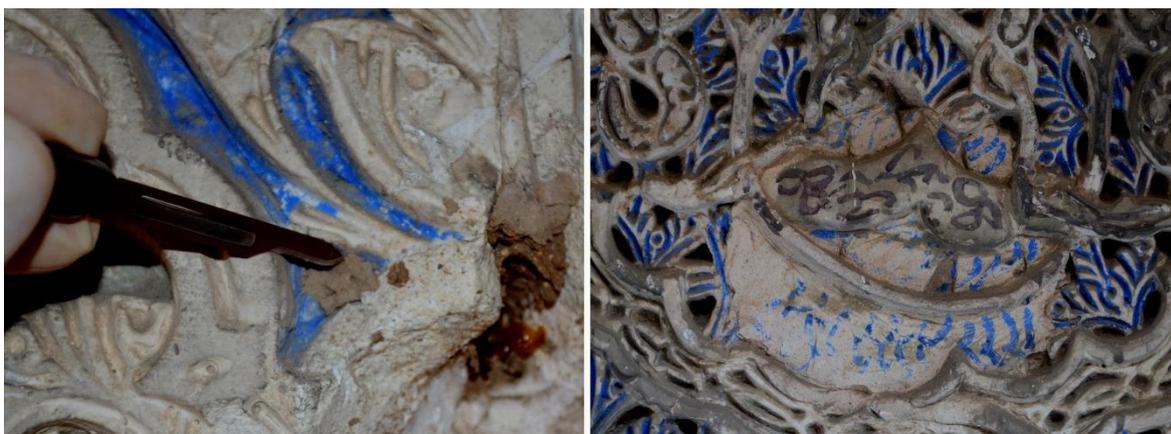


Figura 160. Izquierda. Detalle de reposiciones realizadas en una de las epigrafías. Restos de cemento y resinas. Derecha. Detalle de una restauración realizada en las cartelas vegetales de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V. En la misma puede comprobarse que ni la reintegración pictórica ni matérica se adecúa a los criterios actuales de restauración.

Respecto a los criterios de restauración, la intervención de la superficie de la yesería, al estar a medio camino entre la pintura y la escultura, pueden encaminarse desde dos vías diferentes:

En cuanto a la pintura, los criterios de restauración permiten la reintegración de las lagunas pues como afirmaba Cesare Brandi éstas afectan negativamente en la percepción de la obra ya que, según las leyes de la percepción visual, una forma simple la captará el ojo antes que una más compleja, por una cuestión de economía perceptiva (Macarrón Miguel & González Mozo, 2011).

Por otra parte los criterios de restauración escultórica se determinan basándose a diferentes razones. Desde el punto de vista físico se deben intervenir cuando es necesario mantener el equilibrio y estabilidad de la obra; a nivel estético se debe tener en cuenta el volumen que es lo que caracteriza a la obra y si este se pierde se sufre un detrimento en su percepción, así como el estilo de la obra. Macarrón Miguel & González Mozo (2011, p. 129), afirman que en el caso de relieves de pórticos, fachadas o frisos no es imprescindible su intervención pues en este caso “la amputación funciona como laguna y se diluye en la masa del conjunto, adquiriendo proporciones mínimas y funcionando como un punto en una gran masa irregular por lo que no se impone su restitución. Por otra parte las policromías en la escultura tienen un carácter ornamental. Su reintegración no es imprescindible pues el volumen escultórico suple su falta, aunque en algunos casos, por mayor claridad o legibilidad de la obra se realiza”.

Sea cual sea la decisión, si se reintegra debe realizarse con una diferenciación matérica y visual muy evidente que sea distinguible por un profano en la materia. Deben integrarse completamente en el conjunto del paramento y no convertirse en un punto de atención respecto al resto de la decoración. Además debe quedar evidencia documental de todo el proceso

recogido en el informe de intervención correspondiente. Según Brandi (1963, p. 84) “no se trata de refrescar los colores ni reportarlos a un hipotético e indemostrable estado primitivo, sino de asegurar la transmisión al futuro de la materia de la cual resulta la efectividad de la imagen”¹⁰⁶.

En el caso de la conservación del patrimonio arquitectónico de este periodo artístico es fundamental hacer mención a Torres Balbás quién realizará a partir de su trabajo como Arquitecto Conservador de la Alhambra una contribución excepcional en esta materia en nuestro país. En su actitud reflejó una reacción contra el modo tradicional de actuación en la época que, teniendo como modelo los presupuestos violetianos se defendía en la época por la mayor parte de los restauradores. Frente a las intervenciones que se estaban desarrollando, la propuesta de Torres Balbás fue bastante clara y moderna, cuyos presupuestos se postulan en la actualidad conservar los edificios tal como nos han sido transmitidos, preservarlos de la ruina, sostenerlos, consolidarlos, siempre con un gran respeto a la obra antigua; nunca completarlos ni rehacer las partes existentes” (Muñoz Cosme, 2005, p. 27).

Estos presupuestos, se evidenciaron en su trabajo llevado a cabo en conjunto alhambrense, donde en lo que a decoración arquitectónica se refiere comenzó “una paciente labor de consolidación de lo existente y reparación de lo que habría sufrido deterioro, siempre sin intentar rehacer las yeserías, sin imitar las labras de los aleros, sin remedar los dibujos de los azulejos desaparecidos” (Muñoz Cosme, 2005, p. 44). En cuanto a las yeserías se refiere cabe resaltar que no cayó en el error de completarlas “con un criterio más o menos caprichoso, sino que donde éstas habían desaparecido, ordenaba los paños con formas geométricas para recuperar la línea arquitectónica sin caer en la falsificación” (Muñoz Cosme, 2005, p. 46).

- ***Intervenciones en las policromías.***

Considerando todas las intervenciones expuestas en el capítulo precedente y el estado de conservación actual sería aconsejable que se planificase una intervención de restauración. En este sentido, los sucesivos repolicromados, encalados, así como otros factores: humedad, acumulación de residuos de animales o suciedad ya comentados, han provocado la descohesión y disgregación de la capa pictórica. Esta degradación plantea la necesidad de abordar una intervención consolidante sobre la descohesión generalizada de las policromías, que aporte estabilidad y permita su re-adhesión.

¹⁰⁶ Brandi (1963, p. 84) “Non si tratta di rinfrescarne i colori né di riportarli ad un ipotetico e indimostrabile stato primitivo, ma di assicurare la trasmissione al futuro della materia da cui risulta l'effettualità dell'immagine”.

Las catas de limpieza efectuadas han permitido constatar que estos problemas se agravan al liberar las policromías de los estratos que las ocultan, comprobándose que el pigmento queda muy pulverulento, lo que demuestra una alteración importante del aglutinante y la necesidad de actuación para su fijación.

Este estudio ha puesto de manifiesto la delicadeza del relieve y la existencia de restos de color bajo la capa superficial ennegrecida resultado de las sucesivas intervenciones lo que justificaría, en las zonas donde se presenta esta circunstancia, la limpieza y consolidación de las policromías conservadas, con el objetivo de recuperar un estado más cercano al original que el que actualmente presenta la decoración [Fig. 161, 162, 163, 164].

En cuanto a la posibilidad de reintegrar la policromía, atendiendo a un criterio arqueológico y, debido a la extensión de la superficie, como criterio general se ha valorado que no se debería intervenir. Como se ha puesto de manifiesto en el estudio de materiales efectuado, han sido considerables las intervenciones históricas realizadas en el paramento lo que ha ocasionado que en ciertas zonas no haya sido posible identificar las policromías originales a pesar del exhaustivo examen realizado. Por este motivo, con el objetivo de respetar al máximo las características y el aspecto de la obra, se consideraría no reintegrar pictóricamente, salvo en casos muy puntuales donde la restitución localizada de color facilitase reconocer los restos de policromía conservados y ayudar a su interpretación.

De igual manera, hay que destacar, que es fundamental, atendiendo a uno de los principios para la conservación y restauración de pinturas murales ratificados por la 14ª Asamblea General del ICOMOS en octubre de 2003, la importancia de realizar este tipo de investigaciones y de informar públicamente de los resultados obtenidos (a través de publicaciones, guías, folletos, carteles...) puesto que de esa manera se puede aumentar de manera notable la conciencia de salvar la policromía de este tipo de revestimientos, así como contribuir a su conocimiento.

Fig. 161. Restos de policromía de diferentes intervenciones conservados en las celosías.





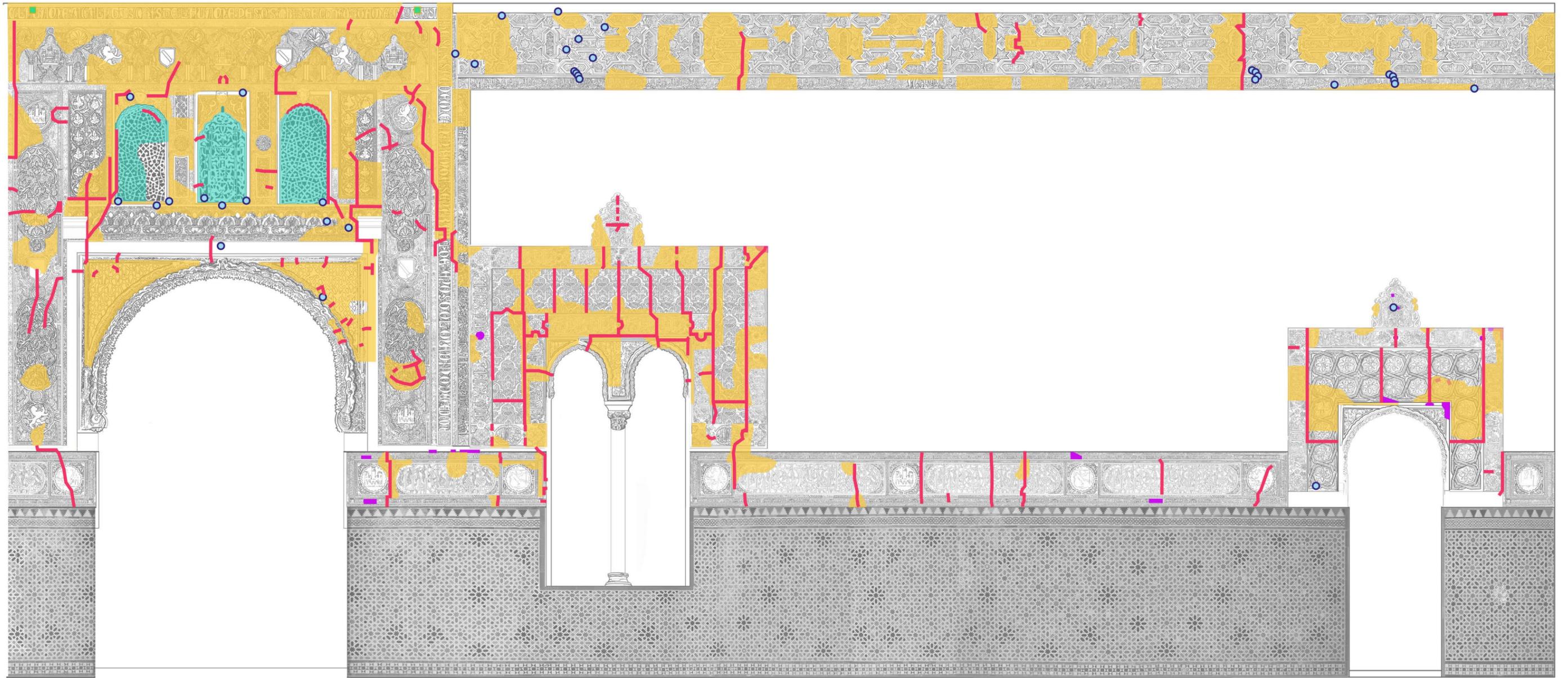
Figura 162. Restos de policromía de diferentes intervenciones en el fondo de las epigrafías de la puerta pequeña o de escape.



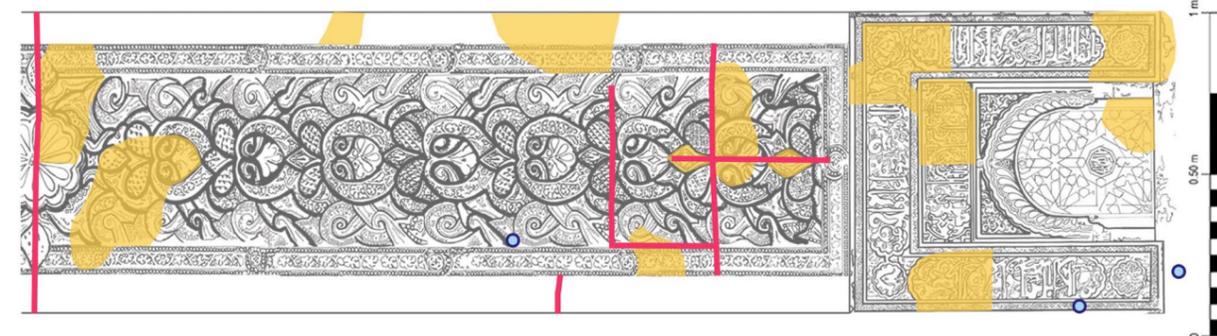
Figura 163. Restos de policromía debajo de la aparente suciedad superficial.



Figura 164. Detalle del embotamiento del relieve en la misma zona.



Intradós derecho. Puerta de acceso al salón del techo de Carlos V.



0 0.50 1 m

	GRIETAS
	OQUEDADES
	CLAVOS
	PÉRDIDA MATERIAL
	DESPRENDIMIENTOS
	TIRANTAS DE HIERRO

<p>PLANO 16</p>	<p>DIRECTORES: VICTOR J. MEDINA FLÓREZ. ANA GARCÍA BUENO.</p>	<p>DOCTORANDA: ANA ISABEL CALERO CASTILLO.</p>	<p>LOCALIZACIÓN PAÑO DE YESO SUR/ESTE PATIO DE LAS DONCELLAS.</p>	<p>FICHA DE REGISTRO: MAPEO DE ALTERACIONES</p>		
-----------------	---	--	---	---	--	--



Capítulo 7

Tratamientos de restauración: consolidantes

7. TRATAMIENTOS DE RESTAURACIÓN. CONSOLIDANTES

Introducción

En sentido estricto, la consolidación es “el tratamiento empleado para devolver la cohesión a los materiales constitutivos de los bienes culturales. El proceso consiste en la aplicación de una serie de productos por medio de impregnación, goteo, inyección, inmersión... con la finalidad de devolver la cohesión a las partículas del sólido disgregado” (Calvo, 1997, p. 64).

Es cierto que este término queda definido de manera un tanto ambigua, por lo que los distintos profesionales lo emplean para señalar acciones diversas. Principalmente se puede hacer una distinción entre consolidación y fijación, o de consolidantes de superficie y de profundidad. Generalmente se habla de consolidación o consolidantes de profundidad cuando el material actúa a nivel interno, mientras que por el contrario se habla de fijación o de consolidación de superficie cuando se refiere a aquellos que dan consistencia a la capa pictórica y refuerzan la unión entre esta y el mortero. En este caso, los consolidantes que se han seleccionado para este estudio, pertenecen al segundo caso por lo que están enfocados a la fijación de la película pictórica y a la consolidación de la última capa del mortero. No se ha centrado la atención en aquellos que se utilizan para el relleno de las oquedades o la unión entre las distintas capas de mortero entre sí.

El material des-cohesionado se caracteriza por una evidente disgregación y pérdida de compactación. La operación de consolidación consiste en el tratamiento del material, buscando restablecer la cohesión entre las partículas o entre las microfisuras, favoreciendo la adhesión no, de una parte al soporte murario sino entre los componentes del mortero (Natali & Lorenzini, 2001).

Como norma general las propiedades aceptables que debe tener un material consolidante independientemente del material son:

- *Facilidad de aplicación.*
- *Efectividad tanto en ambiente húmedo como en ambiente seco.*
- *Contenido mínimo de sales solubles.*
- *Granulometría y porosidad coherente con la característica del mortero.*

De la misma manera, existe un amplio abanico de materiales empleados con la función de consolidante. Dado que no existe el consolidante ideal, ni siquiera un consolidante único válido para todos los casos, éste se debe elegir en función de sus propias características, las de la obra sobre la que se aplica y su capacidad para adaptarse a los distintos tipos de deterioro que ésta presente. No se requieren las mismas propiedades para consolidar una obra que se expondrá en un museo con unas condiciones controladas de humedad y temperatura, que para otra que esté *in situ* en un conjunto arqueológico o en un monumento al exterior y por lo tanto puede estar expuesta a un aporte de humedad considerable, ya sea de lluvia, del suelo o del ambiente según sea el caso.

En la consolidación, uno de los aspectos más importantes es “valorar la compatibilidad entre los consolidantes y los materiales constitutivos de la obra y la estabilidad física y química de los productos para que el tratamiento sea duradero” (López Ortega, 1999, p. 76). El concepto de compatibilidad se refiere a que el consolidante tenga una naturaleza y propiedades similares al material original, para que actúen como un solo material, no surjan tensiones internas y no manifiesten una velocidad de degradación diferente. Estos deben, además, ser altamente resistentes a la degradación (temperatura, humedad, oxígeno, contaminantes atmosféricos, radiación luminosa...) y no es necesario que sean iguales que el material original pero deben resistir las modificaciones del sustrato y del ambiente. Además se debe tener en cuenta, uno de los principios fundamentales de Cesare Brandi, en el que nuestra intervención no va a ser la última, por lo que debe permitir tratamientos posteriores (López Ortega, 1999).

7.1. PROPIEDADES IDÓNEAS

Como ya se ha expuesto, no existe un consolidante ideal, sino que su elección y comportamiento depende de muchos factores. Entre las propiedades idóneas que deberían presentar destacan las siguientes:

Valor consolidante: La función que debe presentar el consolidante es la de establecer la cohesión entre aquellas partes que la han perdido. Respecto a su utilización en revestimientos arquitectónicos, los consolidantes deben alcanzar rápidamente sobre la superficie tratada un poder de adhesión que les permita unir sólidamente al soporte mural las partículas del pigmento, las escamas de la capa pictórica y los fragmentos del mortero (Mora *et al.*, 2001). Además, el poder adhesivo no debe ser demasiado elevado, sino el suficiente como para ser capaz de unir las partículas de pigmento al soporte y cohesionar el estrato subyacente.

Menor alterabilidad: La alterabilidad de los materiales tratados debe ser menor a la de los materiales que no han sido tratados; ello depende tanto de las características del producto como las del soporte sobre el que se aplica y los factores de alteración (Villegas Sánchez, 2007a).

Profundidad de penetración: Un consolidante debe restablecer la cohesión entre la zona externa alterada y el sustrato interno sin producir alteraciones. Es importante señalar que para conseguir una buena adherencia, el producto aplicado no debe penetrar solamente en la zona alterada sino también en la zona sana subyacente. Cuando los productos consolidantes se aplican de tal manera que solamente afectan a la parte deteriorada, suele formarse una capa superior de mayor dureza y resistencia que el sustrato, la cual tiende a desprenderse más o menos a corto plazo por la interfase mortero tratado- mortero sano. Es por tanto imprescindible que sea cual sea la naturaleza del producto de tratamiento aplicado, se controle su penetración en el interior. Para conseguir los propósitos descritos el producto debe estar en estado líquido, tener por lo tanto baja tensión superficial y baja viscosidad (Esbert *et al.*, 1997). Es difícil determinar desde un punto de vista totalmente teórico la profundidad que deben alcanzar estableciendo como aconsejable entre 2-3mm para evitar de esta forma la formación de una película superficial o acumulación del material en la zona más externa (Mora *et al.*, 2001; Gilabert Montero, 2012). Por lo tanto, la penetración, que depende tanto de la naturaleza del disolvente como del adhesivo, deberá ser la suficiente como para no formar una película en la superficie al evaporarse el disolvente.

Modificación de la porosidad y porometría: La alterabilidad de estos materiales se encuentra directamente relacionada con el contenido en agua y movimiento de esta en su interior en función de la cantidad de los poros y tamaño de estos (Villegas Sánchez, 2007a). Por ello se tiene como norma general cuando se realizan este tipo de tratamientos que los productos seleccionados “no deben alterar en exceso propiedades de los materiales originales, tales como la porosidad y el área superficial total, puesto que afectaría al flujo de gases y líquidos por toda la superficie del revestimiento tratado” (Giorgi *et al.*, 2001, p. 58). Todo producto consolidante reduce la porosidad del sistema en el que se aplica por lo que se debe tener muy en cuenta a la hora de elegir uno u otro material, sobre todo por las variaciones que se pueden producir en el radio de poro. “De este planteamiento deriva que debe evitarse un aumento en la proporción de capilares finos, dado que esto supondría una menor resistencia a fenómenos de hielo o deshielo o cristalización de sales” (Durán Suárez, 1995, p. 9).

Permeabilidad al vapor de agua: Los consolidantes no pueden crear una barrera impermeable sino que deben permitir el intercambio de la humedad a través de los diferentes estratos para evitar la acumulación de agua y posible formación de sales. De no ser así, se corre el riesgo de que las sales se concentren en la interfaz de la capa pictórica y la película que forma el consolidante, aumenten de volumen con el continuo aporte de humedad y terminen arrancando la capa pictórica (Mora *et al.*, 2001).

Flexibilidad: El adhesivo contenido en un consolidante no debe ser rígido ni quebradizo, debe presentar cierta resistencia a los golpes sin ser tampoco demasiado flexible (Mora *et al.*, 2001).

Compatibilidad material: Los consolidantes deben ser materiales similares o que se comporten de forma análoga al material original. No deben formarse compuestos que puedan reaccionar con los componentes del material o que afecten a su estructura cristalina. Desde el punto de vista físico las propiedades del material consolidado deben ser similares a los de la material sin alterar, con el objetivo de que no se creen tensiones entre la capa tratada y el sustrato interno (Villegas Sánchez, 2007a). A menudo la cristalografía, la composición química y la porosidad del nuevo mortero son diferentes al original y que poco tiempo después de una aparente exitosa restauración (en ocasiones en pocas décadas o incluso años) el material empleado, generalmente una resina orgánica, se separa del sustrato y se cae causando un daño mucho más intenso que el que hubiese ocurrido si no se hubiera restaurado. Las incompatibilidades observadas en los últimos años de la mayoría de los consolidantes orgánicos ha incitado recientemente la búsqueda de otros más compatibles (de carácter inorgánico) que desemboquen en tratamientos de conservación más efectivos (Jiménez-López *et al.*, 2008).

Reversibilidad: Cuando se emplean materiales o técnicas de restauración siempre se persigue la reversibilidad de los materiales o métodos empleados tal y como se expresa en el artículo 8 de la *Carta del Restauo de 1972*. Mora *et al.*, (2001) afirman que el adhesivo debe permanecer soluble después de un envejecimiento prolongado; es decir que debería ser posible eliminarlo con un disolvente. Con esta definición se descartan aquellas sustancias adhesivas cuya redisolución exija el empleo de ácidos o bases que podrían ser peligrosos para la capa pictórica sometida al fijado (Mora *et al.*, 2001). Sin embargo, aunque se tengan en cuenta estas consideraciones, existe una dificultad “real” para eliminar completamente un consolidante cuando este se aplica en una obra sea de la naturaleza que sea. En concreto, cuando nos referimos a un substrato poroso, la dificultad de realizar una reversibilidad total es todavía más importante. Teniendo en cuenta estas consideraciones según aconsejan Borgioli & Cremonesi (2005) se podría interpretar que el término “reversibilidad” en las operaciones de consolidación, sería satisfactorio cuando posibilitase la eliminación de parte del material utilizado, sin provocar daños a la obra original, permitiendo además la aplicación de otro tratamiento consolidante posterior.

Electricidad estática y acumulación de polvo: La electricidad estática es un factor importante pues favorece la acumulación de polvo en obras de este tipo. Por este motivo, se debe seleccionar productos que no favorezcan la acumulación de cargas estáticas sobre las superficies tratadas y que no presenten un punto de fusión demasiado bajo (Mora *et al.*, 2001).

Resistencia al biodeterioro: El adhesivo que contenga el consolidante no debe favorecer el desarrollo de musgos, algas u hongos. Lo ideal sería que el adhesivo contenga un poder bactericida capaz de impedir las infecciones bacteriológicas.

Protección de la capa fijada: Una de las principales características que deben cumplir los consolidantes es además de la acción mecánica de fijación, una acción protectora del material sometido a tratamiento que lo proteja de las interacciones con el medio que lo altera.

Facilidad de almacenaje y aplicación: A pesar de que sea un factor que no afecte directamente a la obra es de suma importancia. La facilidad de almacenaje y aplicación está relacionada directamente con el trabajo que desarrolla el restaurador. En muchas ocasiones los trabajos de restauración, sobre todos los que se refiere a intervención de revestimientos parietales, se desarrollan en medios no controlados (yacimientos arqueológicos, paramentos externos de los edificios...) lo que generalmente supone un problema si los productos deben estar almacenados en unas condiciones específicas. Por otra parte, la extensión de las superficies sobre las que se deben aplicar este tipo de productos hace que sea necesario un producto de fácil aplicación.

Baja toxicidad. Los consolidantes deben ser poco o nada tóxicos.

Efecto en el aspecto: Tiene que ser transparente e incoloro. La aplicación del consolidante no debe influir en el color o brillo de la obra causa del tratamiento, el paso del tiempo o los agentes medioambientales. Los consolidantes no deben modificar el color y brillo de la superficie y no debe interferir con los agentes atmosféricos como la humedad o las radiaciones ultravioleta (Esbert *et al.*, 1997; Mora *et al.*, 2001).

Además, para seleccionar tanto el método como el consolidante más adecuado hay que tener en cuenta algunos condicionantes especiales:

- Para las intervenciones *in situ*, por ejemplo el caso de los yacimientos arqueológicos, donde las decoraciones arquitectónicas están expuestas a un alto contenido de humedad, se debe tomar algunas precauciones. En estos casos es aconsejable que el disolvente no sea el agua y que tenga una baja tensión superficial, porque así será mayor la impregnación del consolidante en la obra y que además no sea soluble en agua, siendo preferible un disolvente no polar o poco polar (Moreno Cifuentes, 1998; Mora *et al.*, 2001).
- En intervenciones de urgencia se deben realizar consolidaciones puntuales y provisionales, ya que su restauración se termina en el laboratorio. En este caso generalmente hablamos de *preconsolidación* o consolidación superficial. Es aconsejable la aplicación de los productos muy diluidos, aplicados varias veces si fuese necesario con el objetivo de asegurar su penetración y la manejabilidad y dureza de los materiales tratados. También es aconsejable que estén acompañados, en el caso de necesidad, por gasas, papel japonés, etc (Moreno Cifuentes, 1998). En estos casos la reversibilidad juega un papel muy importante, ya que es la que permitirá la aplicación de posteriores tratamientos en el laboratorio.
- En intervenciones estructurales, generalmente empleadas para la conservación *in situ*, es recomendable emplear morteros de inyección, ya que deben soportar mayores tensiones y tener un poder de adhesión mayor. Hay que especificar que el relleno de este tipo solo se lleva a cabo cuando “no es posible una re-adhesión del material a su lugar original” (Barberó Encinas, 1998, p. 33) Las consolidaciones estructurales tienen la finalidad de “asegurar, reforzar y estabilizar” (Moreno Cifuentes, 1998, p. 63). Para este caso se utilizan los morteros de inyección para las zonas internas de los muros y entre los estratos de enlucido, mientras que los de relleno sirven “para reforzar bordes y sellar lagunas o roturas superficiales; con ellos se cierran, ocluyen y aíslan los orificios

y grietas impidiendo la entrada de agentes extraños y facilitando la adherencia entre los elementos compositivos” (Moreno Cifuentes, 1998, p. 63).

Como ya se ha comentado, por las características de esta investigación, los productos empleados para consolidaciones estructurales o de profundidad no se estudian en este capítulo.

7.2. MÉTODOS DE APLICACIÓN

El método de aplicación de los consolidantes es uno de los aspectos fundamentales a tratar cuando se realiza un estudio de los mismos, ya que se puede afirmar que el método de aplicación incide directamente sobre el proceso de la consolidación (Michalski, 2006). Debido a este hecho, es fundamental revisar tanto el vehículo con el que se aplican, como los principales métodos utilizados para su aplicación. Además, otros factores que se deben tener muy en cuenta son la concentración, viscosidad y tensión superficial de la solución, tiempo de contacto, condiciones de temperatura y humedad relativa del ambiente, así como la porosidad de la piedra.

Los consolidantes se pueden aplicar en disolución o emulsión. Los disolventes más utilizados para la aplicación de este tipo de tratamientos son: “el agua, alcohol, acetona, white spirit, tricloroetano, tolueno y xileno” (Villegas Sánchez, 2007a, p. 44). Algunos de ellos son muy perjudiciales para el hombre, por lo que se deben evitar siempre que sea posible mediante mezclas de disolventes alternativas poco o no tóxicas y, en el caso de que sea imprescindible su uso, utilizarse con las correctas medidas de seguridad (en lugares ventilados o con extractores, mascarillas, guantes y batas según los casos) (Villegas Sánchez, 2007a).

Dada la importancia de una baja viscosidad para obtener una buena penetración capilar, resulta fundamental comprender cuanto puede aumentar ésta en la solución preparada a la que, realmente se aplica sobre el objeto. Las siguientes descripciones de diversos métodos de aplicación, se centran en la evaporación del disolvente y las implicaciones prácticas sobre la viscosidad (Michalski, 2006).

- *Aplicación con pincel.*
- *Aplicación con jeringa.*
- *Aplicación con spray.*
- *Aplicación con nebulización y nebulizadores.*

Aplicación con pincel: Se trata del método de aplicación más antiguo. La aplicación a pincel es por sí mismo un sistema capilar. Variando el tipo de pincel y la técnica de aplicación manual, se puede modificar ligeramente el grado de suministro de producto. Cuando se incrementa la evaporación del disolvente del pincel aumenta la concentración del consolidante. Este incremento en la concentración será más grande en pinceles pequeños por la mayor relación superficie/volumen. Si el pincel no se impregna totalmente de solución, cada vez que se sumerge en el consolidante, la concentración sobre el pincel tenderá a aumentar un 100%.

Además, si transcurre cierto tiempo entre la impregnación del pincel y la aplicación, y si la solución sobre el pincel no se renueva completamente cada vez que se moja, la viscosidad de la solución aplicada será mucho más elevada respecto a la solución preparada (Michalski, 2006).

Aplicación con jeringa: Este método se utiliza fundamentalmente para las inyecciones en profundidad así como para la adhesión de escamas desprendidas en la superficie pictórica. Las jeringas pueden difundir una elevada cantidad de líquido en un área o volumen muy limitado, sin evaporación del disolvente de la solución preparada. Sin embargo, la fabricación de la mayor parte de las jeringas todavía no se encuentra preparada para estos procesos y son bastante difíciles de controlar (Michalski, 2006).

Aplicación con spray: Para aplicar el consolidante sobre la película pictórica pulverulenta, sobre todo en revestimientos murales, se utiliza en ocasiones la aplicación en spray. De este modo se puede aplicar el producto sin incidir directamente en la capa pictórica. La dimensión de las gotas que producen estos aplicadores se suele situar en el rango de (100-300 μ m) lo que viene a ser mucho más grande que los granos del pigmento, que son generalmente de (1-10 μ m). Hay que tener en cuenta que además, la superficie de las capas pictóricas que se encuentran frágiles y pulverulentas pueden sufrir una disgregación sea por la elevada dimensión de las gotas o por el potente flujo de aire que acompaña a su aplicación. Los sprays pueden aportar grandes cantidades de solución pero en ocasiones puede disgregar la superficie particularmente frágil. Uno de los inconvenientes es que las gotas llegan a la superficie en un grado de viscosidad más elevado respecto a la solución preparada, a veces incluso en forma de esferas gelatinizadas por lo que se deben hacer pruebas preliminares antes de la aplicación del producto mediante este método (Michalski, 2006).

Nebulización y nebulizadores: Podemos encontrar nebulizadores de dos tipologías: neumáticos o por ultrasonidos. El diámetro de las gotas nebulizadas se sitúa en un radio de (1-10 μ m). Su dimensión por lo tanto es muy similar a la dimensión de los granos de pigmento y más pequeña respecto a las fibras de documentos gráficos. Los nebulizadores neumáticos pueden aportar una evaporación parcial de las microgotas, lo que no sucede en la nebulización por ultrasonidos donde las microgotas se transportan en un ligero flujo de aire saturado de vapor del disolvente o disolventes. Las microgotas nebulizadas se fijan sobre la superficie pictórica con una fuerza mucho más ligera y atenuada, pueden entrar dentro y entre las partículas y las fibras y, además presenta un grado de viscosidad similar a la solución preparada de partida. La nebulización no permite transportar cantidades elevadas de consolidante (Michalski, 2006).

Contenedores y otras barreras para reducir la evaporación: Se ha demostrado la posibilidad de mejorar el tratamiento de consolidación de una película pictórica pulverulenta saturando la atmósfera en torno al objeto con vapores del disolvente utilizando un "AtmosBag". En escala reducida, los restauradores optan por utilizar film de plástico colocado sobre el área tratada con el objetivo de prevenir la evaporación del consolidante de la superficie después de su aplicación. Otros utilizan contenedores de cristal, junto a algodones o papel empapados en disolvente. Estas dos técnicas tienden a controlar el proceso de secado, más que el de la aplicación (pues como sabemos son utilizadas en la limpieza con disolventes). Un contenedor con vapores del disolvente reduce la evaporación durante la aplicación y el secado, mientras que la aplicación de un film barrera sobre la superficie pictórica reduce la evaporación durante el secado (Michalski, 2006).

7.3. REVISIÓN DE TRATAMIENTOS

Desde la Antigüedad ha existido una constante preocupación por la degradación de los materiales que se han encontrado expuestos a la intemperie y, por lo tanto sometidos a las inclemencias del tiempo. Esta preocupación se encuentra ya documentada en las fuentes clásicas, sobre todo en los escritos de Plinio y de Vitrubio donde ambos manifiestan una clara preocupación por la elección correcta de los materiales para favorecer la permanencia de las obras de arte. Martínez Justicia (2008, p. 57), destaca “que los artistas se esmeraban ante todo en realizar una cuidadosa elección de los materiales y de las técnicas empleadas en la producción artística, así como en la adopción posterior de medidas encaminadas a evitar, o al menos, retrasar su degradación”. Para la conservación, protección y embellecimiento de las decoraciones arquitectónicas, tradicionalmente se han empleado fijativos y adhesivos orgánicos como “la leche, caseína, clara de huevo, goma laca, resinas naturales, aceites secativos, ceras, mucílagos vegetales etc.” (Moreno Cifuentes, 1998, p. 62).

Los productos inorgánicos se han utilizado también de manera tradicional como consolidantes aprovechando su afinidad desde el punto de vista compositivo pues su similitud con los componentes de la piedra es mayor y resisten mejor a los agentes medioambientales. Sin embargo sus características mecánicas son claramente inferiores a la de los orgánicos y es difícil lograr una buena penetración del tratamiento, uno de los aspectos fundamentales de la consolidación (Villegas Sánchez, 2007a).

Esa preocupación por la conservación de las obras de arte ha seguido constante hasta nuestros días. Actualmente se dispone de un gran número de sustancias y compuestos para ser aplicados en la consolidación arquitectónica. Muchos de ellos derivan de los anteriores y otros han sido sustituidos por nuevos materiales. Estos elementos de nueva incorporación a menudo, plantean problemas con el envejecimiento, reversibilidad... por lo que están en continua revisión e investigación, ya que ha quedado demostrado con el paso del tiempo que no existen materiales inalterables, y que, también estos materiales se degradan. En este apartado no se lleva a cabo un análisis detallado de cada uno de los consolidantes, cuyas características en particular están a disposición en las casas comerciales en las que se adquieren, sino una revisión general de su uso y de las ventajas e inconvenientes que han demostrado a lo largo del tiempo. A pesar de que se hace una revisión general que aborda las características generales de los consolidantes, la atención se centra en los elegidos para este estudio: resina acrílica, butiral de polivinilo, silicato de etilo, hidróxido de bario y carbonatogénesis bacteriana.

Estos consolidantes, como se expuso en la hipótesis de partida, objetivos y metodología han sido seleccionados en función de aquellos que se han utilizado de manera tradicional en este tipo de intervenciones entre los que se incluyen productos orgánicos e inorgánicos, así como otros de nueva incorporación en los últimos años, cuya actuación se basa en la acción bacteriana.

En lo que respecta a los materiales orgánicos se han seleccionado dos materiales representativos de las numerosas resinas poliméricas artificiales que se han incorporado desde los años 50 en el mercado. En el caso de las resinas acrílicas se escoge la resina acrílica (metilacrilato-etilmetacrilato), más conocida como Paraloid® B-72 y en el caso de las vinílicas, butiral de polivinilo, más conocido como Mowital® B60 HH. Por otra parte, entre los consolidantes basados en elementos inorgánicos se ha seleccionado un éster de silicio y el hidróxido de bario. Por último, entre los consolidantes en fase de estudio que se están incorporando a la conservación del Patrimonio, se ha seleccionado para este estudio el método de la carbonatogénesis bacteriana, cuyo efecto consolidante ya ha sido estudiado en profundidad sobre soporte pétreo y en el que su efecto sobre las policromías está en fase de investigación y se aborda en este trabajo para el tratamiento de yeserías.

7.3.1 Consolidantes orgánicos:

Entre los consolidantes orgánicos se siguen utilizando algunos de origen natural en casos puntuales, aunque los compuestos sintéticos son los más empleados desde los años sesenta. Estos productos a diferencia de los inorgánicos presentan características totalmente diferentes a lo de los materiales de los revestimientos murales. Prácticamente todos, además de su capacidad consolidante, forman una capa adhesiva hidrofugante que, además de cubrir la superficie, reviste las paredes capilares o conductos porosos. Por su capacidad hidrofóbica resultan aconsejables para preconsolidar antes de la limpieza, cuando en esta se emplean métodos que utilizan agua (Esbert *et al.*, 1997). Además son buenos adhesivos y son elásticos.

Por otra parte presentan grandes inconvenientes como la dificultad de penetración, la falta de resistencia a la radiación o a determinados agentes químicos, inflamabilidad... (Durán Suárez, 1995). Los consolidantes orgánicos se pueden aplicar de dos formas: como polímeros, en un disolvente apropiado o como monómeros líquidos o disueltos que después polimericen en el interior del soporte (Villegas Sánchez, 2007a).

En el primer caso, las macromoléculas del polímero, de elevada viscosidad tienen una mayor dificultad de penetración a no ser que se apliquen a concentración muy baja por lo que tiene gran importancia la elección del disolvente (Villegas Sánchez, 2007a). En este sentido, Durán Suárez (1995, p. 15) aporta que “determinados disolventes producen una buena penetración debida a su lenta evaporación y por consiguiente no se producen fenómenos de migración del producto a la superficie. Por el contrario podemos encontrar que los englobados dentro del grupo de los aromáticos se evaporan demasiado rápido, provocando el “arrastre” de materia activa a la superficie”. En el segundo caso, el problema fundamental es que se produzca correctamente la polimerización en el interior del soporte (Villegas Sánchez, 2007a).

Consolidantes orgánicos naturales

Algunos de los consolidantes orgánicos que tradicionalmente se han empleado en soportes murales, son la leche y la caseína, clara de huevo, goma laca, aceites secativos (aceite de linaza, nueces y claveles), resinas (dammar, mastic...), cera y parafina, dextrinas y colas animales. Las últimas frecuentemente se aconsejan en los textos y, probablemente han sido las más empleadas como fijativos en revestimientos murales y, presentaban varios inconvenientes como su oscurecimiento y sensibilidad frente a los microorganismos así como la fuerte contracción durante el secado que podría provocar el arrancamiento de la capa pictórica (Mora *et al.*, 2001).

Los consolidantes orgánicos naturales actualmente se desestiman en la mayoría de los casos porque se alteran con facilidad, aunque se siguen utilizando en ocasiones muy puntuales: colas o gommas (Moreno Cifuentes, 1998).

Consolidantes orgánicos sintéticos

Los consolidantes sintéticos son muy numerosos y se utilizan con frecuencia en restauración de decoraciones arquitectónicas. El análisis del comportamiento de estos materiales es bastante complejo; por una parte por la variedad de productos disponibles en el mercado (en los que no siempre se especifican detalladamente sus componentes) y por otra por su desarrollo relativamente reciente ya que, sólo podemos conocer en el caso de los más antiguos el comportamiento ante el envejecimiento de aproximadamente 50-60 años. Por lo tanto es bastante complicado compararlos con las sustancias filmógenas de origen natural, de las cuales conocemos su comportamiento incluso de milenios.

Desde el punto de vista químico, la estructura macromolecular de los productos sintéticos, es de por sí bastante compleja. Además en lo que respecta a los materiales que se utilizan en el campo de la restauración, existen otros condicionantes que conviene señalar ya que, salvo

raras excepciones la mayor parte de las formulaciones comerciales han estado creadas en su origen para fines totalmente diferentes al de la restauración.

Para este tipo de operaciones en concreto, los productos de carácter termoendurecible se desaconsejan por su irreversibilidad y dureza. Son las resinas del tipo poliéster, epoxi y siliconas. Por otra parte las termoplásticas son las más empleadas en este sector destacando sobre todo en este tipo de revestimientos, los polímeros vinílicos y las resinas acrílicas (Botticelli *et al.*, 1992). En los últimos años se ha producido la incorporación de nuevas variantes como son las microemulsiones (Lanterna, 2001).

A pesar de sus buenas cualidades, estos materiales también se degradan; esto se debe sobre todo a tres fenómenos que provocan la alteración de las propiedades físicas y ópticas y por lo tanto, de su funcionalidad. Estos tres fenómenos son la despolimerización (fragmentación de la cadena), reticulación y formación de nuevos grupos funcionales (que se evidencian con el aumento de la polaridad y en el amarilleamiento) (Borgioli & Cremonesi, 2005).

Polímeros vinílicos: De los polímeros vinílicos, los dos utilizados de manera más frecuente y que, mejores propiedades presenta son el acetato de polivinilo y el butiral de polivinilo, aunque también existen otros productos como el cloruro de polivinilo.

El acetato de polivinilo (PVAC) ofrece propiedades como fijativo, adhesivo o consolidante. Tiene una polaridad media y tiene buena respuesta al envejecimiento. Está especialmente indicado para consolidaciones superficiales y si se aglutina con otras sustancias puede incluso emplearse para consolidaciones en profundidad. Puede aplicarse en emulsión, dispersión acuosa o en solución con un disolvente orgánico. La concentración a la que se aplica puede llegar hasta el 50% en el caso de que se tenga que tratar descamación o las zonas más superficiales de la estratificación del mortero. Puede aplicarse por pincel, aerosol, pulverizador, goteo o inyección (Moreno Cifuentes, 1998; Mora, *et al.*, 2001). Su uso se desaconseja por la baja porosidad que deja en los materiales, así como por su irreversibilidad

Por otra parte, el butiral de polivinilo es un “derivado del alcohol polivinílico que se sintetiza por medio de la hidrólisis ácida del acetato de polivinilo en presencia de butanal” (Peris Vicente, 2007, p. 67). Dependiendo de los grupos hidróxilos que posea podrá ser soluble únicamente en solventes polares o bien en un alto rango de disolventes (Montesinos Ferrandis *et al.*, 2008). Según Borgioli & Cremonesi (2005) la presencia de grupos hidróxilos en el mismo, puede causar la reticulación del producto, si sobre el sustrato están presentes grupos reactivos como los aldehídos, aminoácidos o epoxídicos. Este riesgo de reversibilidad es análogo pero considerablemente inferior al del alcohol polivinílico. Además es un material de una gran

estabilidad química, resistente a la radiación que una vez aplicado en la superficie proporciona una película consistente y termoplástica cuyo punto de reblandecimiento está en torno a los 230-250°C (Peris Vicente, 2007). El butiral de polivinilo fue puesto a punto como material de restauración en el año 1929, y en la actualidad existen varios Mowital con intervalo de reblandecimiento inferiores al original y de diferente viscosidad aunque el Mowital® B60H es prácticamente el único que se utiliza en Europa en el campo de la restauración (Borgioli & Cremonesi, 2005). Destaca su aplicación en restauración arqueológica donde ha dado muy buenos resultados en el encolado y en la consolidación de cerámicas. Presenta buenas características de reversibilidad, resistencia al envejecimiento o transparencia. Se diluye en alcohol y es reversible con alcohol y acetona (CTS, 2014). Existen referencias de su empleo en yeserías como es el caso del mihrab de la mezquita de Fiñana donde se utilizó para los bordes de las lagunas y grietas para evitar su posible disgregación durante su manipulación, así como en las yeserías del Cuarto Real de Santo Domingo. Hasta la fecha ha sido poco estudiado para su empleo en consolidaciones parietales sobre todo en lo que a aspectos del color se refiere.

El cloruro de polivinilo (PVC) no suele utilizarse en este tipo de revestimientos principalmente por el deterioro de sus propiedades ópticas y mecánicas en el envejecimiento. Por otra parte, el alcohol polivinílico (PVA) al ser muy polar ha sido utilizado en materiales arqueológicos húmedos pero se vuelve insoluble con el paso del tiempo al reaccionar con las sales inorgánicas por lo que tampoco es aconsejable

Resinas acrílicas: “Los polímeros acrílicos usados en conservación, proceden de dos familias de monómeros: los acrilatos, derivados del ácido acrílico ($\text{CH}_2=\text{CHCO}_2\text{H}$) y los metacrilatos del ácido metacrílico ($\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOH}$)” (López Ortega, 1999, p. 77). Son productos de polaridad media que destacan por su resistencia al envejecimiento, presentando en ocasiones cierta rigidez mecánica. Son incoloros, transparentes, y pueden ir en solución dentro “de una gran gama de disolventes orgánicos, o bien, en dispersiones acuosas. Su aplicación se hace mediante aerosoles, brochas/pinceles, impregnación, goteo, inyección, pulverización” (Moreno Cifuentes, 1998, p. 67). Son consolidantes de superficie y ofrecen buenas propiedades cuando se tienen que hacer fijaciones puntuales mediante gasas o papel japonés. Existen gran variedad de compuestos que se dividen fundamentalmente en dos grupos principales: resinas acrílicas en emulsión y resinas acrílicas en disolución. De entre la variedad de productos disponibles en el mercado, se han destacado tanto por su mayor uso como por sus propiedades, una resina acrílica en disolución el Paraloid® B-72 y una resina acrílica en emulsión, comercializada como Acril 33. El producto Acrilmat es una emulsión hidro-alcohólica de resina acrílica pura que, aunque su uso está más extendido en el ámbito italiano, consideramos debe ser mencionada. Además hay que señalar la incorporación en los últimos

años de productos acrílicos de dimensiones nano-micrométricas para la intervención de las superficies policromas.

Como ya se ha expuesto, el tipo de consolidante orgánico más utilizado en las operaciones de restauración está constituido por una resina acrílica en disolución denominada Paraloid® B-72. Es una resina acrílica al 100% cuya composición está formada por un copolímero de metilacrilato y etilmetacrilato. Es hidrorrepelente que convierte el material tras el tratamiento en poco permeable. Esta propiedad está indicada si se quiere proteger la obra de los agentes atmosféricos, pero se debe tener en cuenta que si la resina se deposita en superficie amarillea con el tiempo. Por otra parte, si la cantidad de resina es elevada se forma una película superficial que modifica las características cromáticas de la parte tratada (Natali & Lorenzini, 2001). Sus resultados son bastante buenos en diferentes tipos de consolidaciones: de película pictórica con o sin pérdida de aglutinante pero en estado pulverulento, escamación y debilitación de la capa pictórica a causa de la humedad, pulverulencia y descohesión de los componentes del mortero. Si se aplica en contextos muy húmedos (por ejemplo en un yacimiento arqueológico) o con un disolvente muy volátil, se corre el riesgo de que se produzcan pasmos (Moreno Cifuentes, 1998).

El Paraloid® B-72 es soluble en acetona, alcohol etílico, tolueno, xileno, acetato de amilo, cellosolve, metil etil cetona, dimetil formamida, tricloroetileno, acetato de etilo, etc. Su presentación común es en perlas y su método de aplicación es normalmente en disolución (López Ortega, 1999). Su aplicación suele ser con pincel presionando sobre la capa pictórica interponiendo papel japonés, y en el caso de que ésta se encuentre muy debilitada pulverizando la zona que se tiene que tratar. Las concentraciones en este caso varían de 3,5 y hasta 10 % repitiendo la operación varias veces. También en el caso de pequeñas escamas o fisuras se puede realizar el tratamiento mediante inyección, cuya concentración debe ser menor al 5% para evitar que se quede producto en superficie y por tanto brillante y no penetre (Moreno Cifuentes, 1998).

La desventaja principal de este tipo de tratamiento es que se introduce en el material poroso una sustancia completamente ajena. Además como ya se ha especificado, puede causar brillos y formar superficies impermeables cuando se aplica en altas concentraciones o existe una rápida evaporación del disolvente en el que se aplica. Puede sufrir alteraciones por oxidación y su penetración se encuentra reducida por su gran tamaño de partícula (López Ortega, 1999). A pesar de que en los estudios de *Feller* fuese considerado un polímero de Clase A (excelente), su clasificación en esta sección se había realizado a partir de la consideración de que el material se utilizase en un ambiente protegido de los rayos ultravioleta, puesto que las pruebas de

envejecimiento se realizaron sin la influencia de este tipo de radiación. Debido a los buenos resultados obtenidos de este material en interiores, comenzó a utilizarse como protector y consolidante también en exteriores pero sin llevar a cabo un estudio minucioso de su comportamiento en presencia de la radiación ultravioleta. Los estudios que se han llevado a cabo, sometidos a radiación ultravioleta han demostrado que en un corto periodo de tiempo el Paraloid® B-72 sufre roturas en su cadena, así como la formación de subproductos lo que conlleva una pérdida de las características de hidrorrepelencia respecto a las del momento de la aplicación (Borgioli & Cremonesi, 2005). El principal problema de este material es sin embargo la pérdida de la reversibilidad que se produce con el paso del tiempo. A pesar de estas consideraciones, en el estudio comparado llevado a cabo por Down, Mac Donald, Tétreault & William (1996), se demostró que era la resina acrílica con mejores prestaciones (Borgioli & Cremonesi, 2005).

Ha sido utilizado para intervención de obras de yeso como es el caso de las yeserías de los Corral de Villalpando donde se aplicó en disolvente nitrocelulósico a diferentes concentraciones según el grado de absorción del yeso mediante pinceles e inyecciones (Hasbach Lugo, 1994), así como en las yeserías del Mihrab de la Mezquita de Fiñana con el objetivo de proteger los restos de policromía y, como protección final de las yeserías de los paños laterales y hasta las zonas accesibles con la mano (Bueno Vargas *et al.*, 2006). También han sido investigadas por el taller de restauración de yeserías de la Alhambra, donde se puso de manifiesto que tanto el Paraloid® B-72 como el Paraloid® B-67, ofrecían un mejor comportamiento para el tratamiento del yeso respecto a otros compuestos, como la goma arábiga o el acetato de polivinilo, pues presentaban una mayor resistencia a la acción del agua, obteniéndose mejores resultados en concentraciones elevadas (Rubio Domene, 2010).

El producto comercial denominado como Primal AC-33®, que es una resina acrílica en emulsión ha sido también uno de los más utilizados en el campo de la restauración. Es una dispersión acuosa de resina acrílica pura al 100% con características óptimas de resistencia y estabilidad ya sea en interiores como en exteriores. Es soluble en agua y cuando se seca se puede eliminar con disolventes orgánicos, aunque suele ser complicado por lo que, a veces se cuestiona su solubilidad. Su formulación se caracteriza por una resistencia óptima a los álcalis y resulta particularmente indicada para aportar mayor adhesión a ligantes hidráulicos y no hidráulicos (cal hidratada o hidráulica, cemento y yeso). La concentración a la que se aplica varía en función de si se aplica por inyección o por impregnación dependiendo de los casos. También se aconseja para el empleo de este material la mezcla agua-alcohol con el objetivo de romper la tensión superficial y asegurar la adhesión del producto.

Empleado desde el año 1953, este producto se retira del mercado en el año 2000 por la empresa encargada de su comercialización. Por este motivo, las distintas casas comerciales que trabajan en este campo, desarrollaron otros productos similares con nomenclaturas muy parecidas que se pueden encontrar en los diferentes distribuidores, entre las que destacan Primal B-60A, Acril 33¹⁰⁷ o Cilat D117. De entre ellos, uno de los más conocidos es el producto Acril 33, que se ha situado como sustitutivo del obsoleto AC-33®, que tiene prácticamente las mismas propiedades y se caracteriza por presentar una gran versatilidad y, además de consolidante y fijativo de las capas pictóricas se puede emplear como aditivo para morteros de inyección, estucado, reintegración, adhesivo, aglutinante para pigmentos naturales y sintéticos... (CTS, 2014;Moreno Cifuentes, 1998).

En la actualidad, en las intervenciones sobre revestimientos, se suele emplear sólo en inyección puesto que cuando se aplica en superficie, presenta bajo poder de penetración, por lo que puede producir películas brillantes que son muy difíciles de eliminar cuando el producto se ha secado (Moreno Cifuentes, 1998).

Según Gilabert Montero (2012) tanto el Paraloid® B-72, como el Acril 33, a pesar de posicionarse entre las resinas más usadas, tener muy buenas propiedades como fijativos de partículas pictóricas pulverulentas y presentar una gran facilidad de preparación y aplicación, es desaconsejable su aplicación en pinturas al temple sobre yeso, pues cambian totalmente las características de estas policromías. Aportan brillos indeseados, saturación e incluso cambios en la textura al saturar completamente los poros.

El producto comercial Acrilmat, más empleado en el área italiana, está formado por un copolímero disperso en una mezcla de agua, alcohol etílico e isopropílico que mejora la capacidad de penetración, la adhesión y la humectabilidad. El producto se vende preparado y no necesita dilución. Puede aplicarse con un pincel suave y también pulverizado. Entre las ventajas de su aplicación destaca que no produce brillos y que conserva la opacidad de la capa pictórica a la vez que aglutina la capa pictórica y evita su pulverulencia. Presenta una buena transparencia y resistencia a los rayos ultravioleta, adherencia a cualquier tipo de soporte y facilidad de aplicación entre otros¹⁰⁸, pero no se ha detectado ningún estudio en el que se aplique este material sobre un revestimiento de yeso.

En último lugar, la relativa reciente incorporación de partículas micrométricas está abriendo un nuevo camino a la aplicación de consolidantes, pues presentan características que se adaptan

¹⁰⁷ En este grupo se encuentran los productos PRIMAL® E822K (ex AC61)/B60 AER y PRIMAL® CM 330 (ex E 330 S), aconsejados por la casa comercial (CTS, 2014) para mejorar las propiedades de resistencia mecánica en la formulación de morteros.

¹⁰⁸ <http://www.antichitabelsito.it/schede/acrilmat.pdf>

bastante bien a las necesidades de este tipo de revestimientos. Entre ellas podemos destacar varios productos con partículas de estas dimensiones que pueden utilizarse como preconsolidantes antes de la limpieza y no cierran los poros del material. De los materiales de este tipo incorporados en los últimos años, destaca por su empleo en revestimientos murales el producto K-52 (casa comercial CPR) que es una dispersión acrílica de copolímero acrílico con dimensiones micrométricas (en orden de 20-40 micras). Por otra parte, el producto ACRIL ME (casa comercial CTS) es una microemulsión acrílica caracterizada por las reducidas dimensiones de sus partículas, (alrededor de 50 nanómetros) que presenta una baja viscosidad y una gran capacidad de penetración en sustratos porosos respecto a las emulsiones acrílicas tradicionales (tipo AC-33®) y es adecuada para el tratamiento de piedras naturales, cementos, yeso e intonacos. A pesar de sus buenas cualidades, ambos productos se desaconsejan en revestimientos murales exteriores.

7.3.2. Consolidantes inorgánicos.

Los consolidantes inorgánicos se emplean desde hace varios siglos, pero su desarrollo máximo se alcanza en el s. XIX. La característica fundamental de los consolidantes inorgánicos como ya se ha expuesto, es su afinidad con el material original, tanto en lo que se refiere a su estructura cristalina como en propiedades físicas, aunque en ocasiones su similitud con la piedra no es un punto a favor pues después del tratamiento se siguen alterando de la misma forma que antes de la consolidación (Villegas Sánchez, 2007a).

Entre las ventajas, además de su afinidad desde el punto de vista compositivo, destacan su duración e inercia frente a la radiación de los rayos ultravioleta. Si se comparan con los consolidantes orgánicos son sustancias sensiblemente más resistentes al paso del tiempo que todos los productos orgánicos naturales o sintéticos.

Entre los inconvenientes generales de este tipo de consolidantes hay que señalar la mayor fragilidad, menor elasticidad y dificultad para conseguir una buena penetración, que produce la formación de costras delgadas y duras, cambios de color en la superficie, formación de sales solubles, crecimiento de cristales así como su baja acción como consolidantes (generalmente sólo rellenan espacios vacíos que tengan tamaño comprendido entre 50-100 micras) (Moreno Cifuentes, 1998). Además de estos inconvenientes, su empleo plantea ciertas dudas por los siguientes motivos (Mora *et al.*, 2001).

- Es difícil efectuar un control preciso de aplicación, formándose en ocasiones velos blanquecinos irreversibles.
- El tiempo de aplicación necesario para que la consolidación sea efectiva es relativamente largo, sobre todo cuando las superficies son extensas.
- Algunos productos requieren una gran cantidad de agua para su empleo durante un periodo prolongado.
- Las sustancias inorgánicas presentan además el inconveniente de actuar como productos de relleno, no como adhesivos, con el riesgo de provocar tensiones al rellenar vacíos o reaccionar con los cristales de los materiales a consolidar alterando en consecuencia de alguna manera su estructura, aun cuando el efecto no sea visible en superficie.
- Además, todos los procedimientos de consolidación por medio de productos inorgánicos son considerados como irreversibles.

En general la investigación acerca de los productos inorgánicos como consolidantes, se refiere a su uso en la piedra, utilizándose por extensión en decoraciones arquitectónicas de otro tipo (yeserías policromadas, pintura mural...) donde a menudo no se ha estudiado en profundidad su aplicación y comportamiento. Los principales procedimientos de carácter inorgánico son los silicatos alcalinos, los fluosilicatos, el hidróxido de bario o hidróxido de calcio y los ésteres de silicio entre otros. De entre ellos, los menos empleados son los silicatos alcalinos y los derivados del flúor.

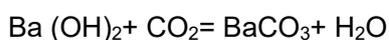
Silicatos alcalinos: Originalmente fueron concebidos para la consolidación de la piedra. Se trata de dispersiones coloidales de silicatos de sodio o de potasio, en el comercio en forma de líquido, que aplicados de forma más o menos diluida, endurecen la superficie tratada. Hay que destacar que, en la práctica han presentado graves problemas por la aparición de eflorescencias superficiales que proceden de los restos de carbonato que no se han transformado completamente en ácido silícico con la exposición al aire (Mora *et al.*, 2001).

Fluosilicatos: En concreto se ha propuesto el fluosilicato de magnesio para la consolidación de intonacos históricos pero su uso no se ha generalizado entre otros motivos, principalmente por su escaso poder de penetración

Hidróxido de bario: Entre los productos de consolidación utilizados en la decoración arquitectónica, el hidróxido de bario tiene un lugar particular, pues ha dado lugar a numerosas discusiones. Aquellos que defienden su empleo, afirman que el hidróxido de bario aplicado mediante compresa o impacco de celulosa proporciona resultados muy satisfactorios sobre

todo en el caso de intervención de pintura mural en combinación con el carbonato de amonio. Entre los inconvenientes de este tipo de tratamiento destaca el hecho de que, el hidróxido de bario en solución, no consigue penetrar en el interior, se queda sobre la superficie pictórica en forma de pátina blanca ya que se transforma por medio de una reacción química en carbonato de bario insoluble. Además el abundante aporte de humedad que necesita para su aplicación, puede ser un inconveniente a destacar sobre todo en contextos arqueológicos no estables (Maltese, 1990; Moreno Cifuentes, 1998).

Métodos de aplicación: Fundamentalmente en el procedimiento original el $Ba(OH)_2$ reacciona con el CO_2 del aire provocando la formación de carbonatos $BaCO_3$ (witherita), con alto poder cementante y baja solubilidad.



La puesta en cuestión del profesor A.H. Church sobre el método del agua de bario original en el que se planteaba la posibilidad de que la fase neoformada no tuviese efecto consolidante y que provocase cambios en el aspecto, hizo aparecer nuevos procedimientos como el de S.Z. Lewin en 1966, perfeccionado en el 1970 en el que se recurre a una solución de hidróxido de bario (20%), urea (5%), glicerina (15%) y agua (55%) con el objetivo de asegurar el mantenimiento de una alta concentración de iones de bario en una película líquida durante el mayor tiempo posible en la superficie interna de los poros de la piedra. La utilización de la urea favorece el aumento de la cantidad de carbonato de bario formado, reforzando la resistencia y reduciendo la porosidad. Paralelamente, en Florencia, debido a las inundaciones de 1966 y los problemas de sulfatos de calcio en las pinturas murales se desarrolla un nuevo método por E. Ferroni, V. Malaguzzi-Valeri y G. Rovida basada en la utilización combinada de este método con el carbonato de amonio con el objetivo de eliminar el sulfato de calcio bihidrato gracias a la reacción de intercambio entre este y el carbonato de amonio y eliminar el sulfato de amonio ¹⁰⁹que se forma, haciéndolo reaccionar con el hidróxido de bario, generándose un cemento de barita de un gran poder consolidante (Mora *et al.*, 2001).

Este último método se lleva a cabo aplicando sobre la superficie un papel japonés delgado destinado a proteger la capa pictórica sobre la que se aplica una compresa de pasta de celulosa u otro espesante impregnada de la solución de carbonato de amonio, y luego una segunda compresa impregnada de la solución de hidróxido de bario. Esta manera de proceder impide la

¹⁰⁹ En presencia de sulfatos, el hidróxido de bario reacciona transformándose en sulfato de bario, sustancia insoluble que restablece la propiedad cohesiva perdida. El sulfato de bario es un producto, que, a diferencia del sulfato de calcio cristaliza según una volumetría idéntica a la del carbonato de calcio. Por otra parte el sulfato de calcio cristaliza con una volumetría con evidentes efectos destructivos.

evaporación y permite mantener soluciones el más largo tiempo posible en contacto con la superficie tratada sin tener que tocarla. Las aplicaciones se hacen sobre superficies reducidas y normalmente durante dos o tres horas (Mora *et al.*, 2001). Este continuo aporte de humedad puede ser un inconveniente en el caso de que hayan de aplicarse sobre material arqueológico tanto por la inestabilidad del mismo, como por la aparición de microorganismos. Este material ha sido frecuentemente utilizado en morteros de cal, donde su respuesta a los tratamientos ha sido muy estudiada. En revestimientos de yeso su empleo ha sido más limitado si bien ciertos autores exponen que el tratamiento con hidróxido de bario en impacco es bastante efectivo para el tratamiento de la descohesión a nivel superficial de este tipo de obras (Botticelli *et al.*, 1992).

Hidróxido de calcio: Ha sido uno de los materiales que se han utilizado de manera tradicional para este tipo de operaciones. “El método se basa en el hecho de que, cuando el hidróxido de calcio se expone al CO₂ atmosférico en condiciones de humedad, se produce su carbonatación, reaccionando y transformándose en carbonato cálcico” (Gómez-Villalba *et al.*, 2011, p. 39).

Independientemente de la concentración en la que se haya aplicado: agua de cal, solución saturada... en todos los casos, el carbonato de calcio que se obtiene no es un material que sirva como adhesivo, sino como material de relleno que ofrece cierta posibilidad de enlaces intercrystalinos (Mora *et al.*, 2001). Además este método ha resultado en muchos casos insatisfactorio por la escasa penetración de la disolución en el material pétreo y su imposibilidad por tanto para una consolidación completa de la parte deteriorada del material (Gómez-Villalba *et al.*, 2011). Su mecanismo de actuación también puede producir un efecto contrario al deseado, provocando tensiones en el interior de los poros, ya que tiende a dilatarse con el efecto del aumento de volumen producto de la carbonatación Mora *et al.*, (2001) a lo que se une “la escasa solubilidad del hidróxido de calcio en agua (1.7gl-1 a 20°C)” (Giorgi *et al.*, 2001, p. 58). Estos inconvenientes han frenado un uso extendido del agua de cal como consolidante de pinturas murales.

En los últimos años el desarrollo de la nanociencia y la tecnología ha abierto nuevas posibilidades también para el tratamiento de las obras de arte. “Un nanomaterial se define como aquel que posee unas características estructurales donde al menos una de sus dimensiones está en el intervalo de 1-100 nanómetros. Una partícula de tamaño nanométrico provee un área específica superficial mayor para la colisión molecular y, por tanto incrementa su velocidad de reacción” (Gómez- Villalba *et al.*, 2010, p. 44). En este sentido hay que destacar la síntesis de nanopartículas de Ca (OH)₂ y su utilización como producto consolidante, lo que resuelve algunos problemas que presentaba la utilización del hidróxido de calcio de tamaño micrométrico

como “su incompleta conversión a carbonato cálcico, alteraciones cromáticas tras el tratamiento o la escasa profundidad de penetración en el sustrato poroso” (Gómez-Villalba *et al.*, 2011, p. 41).

Las denominadas comúnmente “nanocales” se aconsejan para tratamientos de preconsolidación o como consolidante final. Este producto está formado por hidróxido de calcio de dimensiones nanométricas, disuelto en alcohol isopropílico que, una vez aplicado, reacciona con el anhídrido carbónico, produciendo la precipitación de las nanocales que al formar un cemento de cristales de calcita, produce la recuperación de las propiedades mecánicas (Livrei & Fernández, 2013). Según Gómez-Villalba *et al.*, (2011, p. 43) “la utilización de soluciones alcohólicas debido a su carácter volátil, su baja tensión superficial, a su fácil capacidad de penetración y al respeto al medio ambiente, aseguran la homogeneidad y profundidad de penetración, neutralizando la acidez y reduciendo la cinética del proceso de degradación”.

El estudio que se ha llevado a cabo en el departamento de química de la universidad de Florencia, ha demostrado la efectividad de este tratamiento respecto al hidróxido de cal ya que estas dispersiones contienen alrededor de tres veces más Ca(OH)_2 que las soluciones de cal acuosa saturada y su estabilidad cinética es de varias horas, lo que es fundamental para su aplicación sobre superficies policromadas ya que de esta forma se evita la aparición de velos blancos (Giorgi *et al.*, 2001). A pesar de la efectividad del método y de presentar una ventaja fundamental como es “la completa compatibilidad físico-química con los materiales de la obra de arte original” este método se desestima en el caso de pigmentos sensibles a soluciones alcalinas o en el caso de que la policromía haya sido aplicada en seco” (Giorgi *et al.*, 2001, p. 62).

Las investigaciones y los buenos resultados obtenidos con las nanopartículas, ha conllevado a la comercialización de diversos productos. De entre ellos destaca el Nanorestore®, que ha sido desarrollado por la Universidad de Florencia (CSGI Consortium), y cuya efectividad ha sido comprobada para frescos y piedra de matriz carbonática y que está constituida por partículas de cal apagada con dimensiones nanométricas dispersas en alcohol isopropílico (CTS, 2014), así como el CaLosil®, desarrollado por el Instituto Alemán IBZ-Freiberg (Ziegenbald, 2008). El producto comercializado como CaLosil® contiene nanopartículas de cal hidratada Ca(OH)_2 , con un tamaño de partícula de 150nm que pueden adquirirse suspendidas en diferentes tipos de alcohol, en concentraciones de 5 a 50 g/l. Según la marca comercial es un tratamiento viable para piedra, revoque o yeso sin especificar su efecto sobre las policromías (IBZ-Salzchemie GmbH & Co. KG).

Ésteres de silicio: Los consolidantes que se clasifican en este grupo tienen en común que su efecto consolidante se basa en la precipitación de la sílice en el interior de los poros. “Han sido muy experimentados y aplicados en piedra desde los años 70 y en los últimos años su uso se ha extendido a materiales de construcción porosos y a adobe” (Moreno Cifuentes, 1998, p. 64). Estos materiales se incluyen en el grupo de los denominados organosilíceos que se utilizan como consolidantes e hidrofugantes. Si se comparan con los consolidantes orgánicos, tienen menor capacidad adhesiva puesto que su acción se basa fundamentalmente en que actúan como material de relleno. Generalmente este tipo de materiales responden bien en ambientes húmedos, y son muy volátiles por lo que hay que controlar el tiempo y el proceso de secado ya que se corre el riesgo de que se produzcan velos blanquecinos en la superficie (Moreno Cifuentes, 1998).

El consolidante de este grupo más difundido es el silicato de etilo que tiene la ventaja de ser muy similar al material original, de no crear una barrera hidrorrepelente, de tener una buena capacidad de penetración y además puede ser utilizado en presencia de sales solubles. El silicato de etilo es un material perfectamente estable y resistente a los agentes atmosféricos gracias a la fuerza y la estabilidad de sus uniones (Seghetta & Trovisi, 2001).

El silicato de etilo forma parte del grupo de consolidantes que contienen silicio y que, en presencia de agua se hidrolizan formando sílice hidratada que precipita como material amorfo y se une a las partes polares del material pétreo. Se puede considerar como un producto intermedio entre los consolidantes orgánicos y los consolidantes inorgánicos porque el compuesto orgánico original, una vez aplicado sufre una reacción de hidrólisis con lo que se obtiene un producto final con función consolidante que es de naturaleza inorgánica (Seghetta y Trovisi, 2001).

El silicato de etilo antes de la polimerización es un líquido de viscosidad bastante reducida, por lo que permite una rápida penetración, sobre todo si se diluye en alcohol etílico (1:1) “El punto de ebullición es superior a los 300°C por lo que la velocidad de evaporación es baja y no se detectan pérdidas de masa polimérica tampoco con la aplicación con spray” (Seghetta & Trovisi, 2001, p. 36).

Las ventajas de este consolidante radican en que tiene una buena penetración por su bajo peso molecular, es de fácil manejo, forma sílice estable y no forma productos secundarios como sales que dañen el original, ya que en la reacción sólo se libera alcohol (López Ortega, 1999).

Entre las desventajas, destaca también que la reacción es muy sensible a los cambios de humedad y de temperatura, produce rigidez y es un proceso de consolidación muy lento. Se

pueden formar ciertos brillos que se pueden eliminar después del tratamiento usando alcohol, pero en el caso de que se sequen completamente, solo se puede eliminar mecánicamente y con dificultad. Además si se aplica en ambientes húmedos puede descomponerse (López Ortega, 1999).

Las pruebas de tratamientos consolidantes realizadas por el taller de yeserías de la Alhambra, han demostrado que las probetas realizadas con este consolidante han sido las que mejor comportamiento han demostrado en las pruebas realizadas, (absorción, desorción, humedad-sequedad) Sus resultados han sido superiores respecto al resto de productos valorados: las resinas acrílicas Paraloid® B-72, Paraloid® B-67, Synocril 9122X y Acril AC®33 y goma arábiga representativa de las sustancias naturales. Entre los lugares donde ha sido aplicado destacan las yeserías del Patio del Harén, también en el Palacio de la Alhambra de Granada (Rubio Domene, 2010).

En cuanto a su comercialización, el producto más empleado han sido los de la línea Estel de la empresa CTS que ha desarrollado cuatro formulaciones buscando la mejor funcionalidad de su uso. El producto Estel 1000, está especialmente indicado para el tratamiento pre-y-consolidante, Estel 1100 que está especialmente dirigido para el tratamiento consolidante e hidrofugante, Nanoestel formado por una dispersión acuosa coloidal de sílice de dimensiones nanométricas con efecto consolidante y de fijación, y el BioEstel 1200 (CTS, 2014). Este es especialmente interesante en el caso de los revestimientos arquitectónicos por sus características, puesto que permite realizar sobre las superficies tratadas, además de una eficaz acción de protección y consolidación “una permanente acción protectora de la degradación producida por la contaminación y el desarrollo de organismos vegetales biodeteriorantes” (Dal Monte, 1998, p. 113).

7.3.3. Bioconsolidación.

El paso del tiempo ha demostrado que, muchos de los tratamientos de consolidación empleados en revestimientos arquitectónicos no han sido tan efectivos como en un principio se esperaba. Entre las causas, se debe destacar las incompatibilidades existentes entre el sustrato y los materiales usados para la consolidación. Estas incompatibilidades observadas con mayor atención en los últimos años, han incitado a la revisión de los tratamientos tradicionales y, a la búsqueda de otros más compatibles (de carácter inorgánico) que desemboquen en tratamientos de conservación que sean más efectivos. En este sentido, en las últimas décadas se ha comenzado a investigar sobre el papel de los microorganismos en los procesos geológicos. Entre los diversos aspectos que se estudian se encuentran los

procesos de biomineralización bacteriana, de donde nace la bioconsolidación (Jiménez-López *et al.*, 2008; Jroundi *et al.*, 2010).

Los primeros estudios sobre la bioconsolidación de material pétreo *in situ* se realizan en Francia en la década de los 90. Este tratamiento basado en la biomineralización, consistía en favorecer la precipitación de carbonato cálcico mediante la aplicación de agentes bacterianos (Becerra Luna, 2015). Aunque con estas primeras experiencias se produjo la consolidación de la piedra, la generación de un ambiente ácido favorecía también la aparición de hongos con el tiempo. Este método ha sido superado por los estudios llevados a cabo en la Universidad de Granada que se diferencia del primero porque no tiene que introducirse una nueva especie bacteriana y sólo en casos muy puntuales se inocular previamente la zona a tratar con la bacteria *Myxococcus xanthus*. De la misma forma, la solución nutritiva ha sido modificada por este equipo y, a diferencia de la anterior, que favorecía un entorno ácido, en este caso se crea un ambiente alcalino donde es difícil que proliferen hongos (Becerra Luna, 2015).

El tratamiento de la carbonatogénesis bacteriana desarrollado en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Granada se basa, fundamentalmente, en la formación de minerales mediante un proceso biológico. En la microbiota presente en el patrimonio, el 95% de las bacterias son carbonatogénicas, es decir, capaces de inducir, en ciertas condiciones, la producción de carbonato cálcico como consecuencia de su metabolismo, por lo que se aprovecha este hecho para consolidar la obra de manera natural. Estas bacterias pueden estimularse para crecer y formar *in situ* un nuevo biocemento a partir de la aplicación de la solución nutritiva adecuada. De esta forma, las bacterias actúan generando un ambiente alcalino y aportando iones carbonatos, comportándose además como núcleos homogéneos sobre los que precipita el nuevo carbonato cálcico. Para ello, sólo hay que rociar sobre la superficie a consolidar con una solución nutritiva que aporte aminoácidos o urea además de calcio (denominada M-3P). De esta manera las bacterias (heterótrofas aerobias o microaerófilas) son capaces de producir, como subproducto de su actividad microbiana, la precipitación de carbonatos bacterianos (calcita o vaterita) que en consecuencia produce un aumento de la resistencia química y mecánica (Jroundi *et al.*, 2014). El proceso que se lleva a cabo es el siguiente “estas bacterias provocan la liberación de amoníaco como consecuencia de su metabolismo, lo que en la fase acuosa lleva a la formación del ión NH_4^+ con la consecuente subida del pH. Por otra parte el CO_2 procedente igualmente de su metabolismo, junto con el atmosférico, conducen a que en presencia de Ca^{2+} , y cuando se alcanza la superficie de sobresaturación, se precipite carbonato cálcico” (González-Muñoz *et al.*, 2015, p. 83). A esto hay que añadir que, para un correcto funcionamiento del metabolismo bacteriano, la temperatura de la superficie en la que se aplica no debería ser inferior a los 20°C, circunstancia que se debe tener especialmente en cuenta en

los casos en los que se aplica el producto sobre un revestimiento *in situ*. En los casos en los que se compruebe que la temperatura puede descender a determinadas horas del día de este valor (por ejemplo por la noche) se puede optar por la utilización de corrientes de aire durante los días del tratamiento. En el caso del tratamiento de la piedra del monasterio de San Jerónimo realizada mediante este método González-Muñoz *et al.*, (2015, p. 87) indica que, “se utilizó una corriente de aire circular que incidía no directamente sobre la piedra, sino entre dos capas de plástico de burbujas, una de las cuales separaba la separaba de la piedra y otra del ambiente exterior”.

Según el método descrito por Jroundi *et al.*,(2014) el procedimiento se realiza pulverizando sobre la superficie durante 6 días consecutivos, 2 veces por día. Este tratamiento ha sido bastante investigado en piedra ornamental y ya se encuentra comercializado por la compañía global biotecnológica KBYO biological, que ha centrado su actividad de los últimos años en la distribución de productos de conservación preventiva del patrimonio, rehabilitación arquitectónica y consolidación de la piedra a partir de procesos que inducen a la regeneración natural de la misma. Según los datos aportados por su página web <http://kbyobiological.com/> la aplicación de este producto ofrece una garantía de siete años como mínimo. En su descripción del procedimiento, que aconsejan para piedra, se contempla el encapsulado de la misma durante la aplicación del producto lo que impide su evaporación (Becerra Luna, 2015). Este es uno de los inconvenientes que podría señalarse en la intervención de revestimientos policromos por el efecto negativo que podría producir en los componentes de la capa pictórica, el contacto continuo de humedad y sobre todo en el caso de los yesos.

En los últimos años, las interesantes características que aporta este tratamiento de carácter biológico han conllevado que se centre la atención en su aplicación en patrimonio con el objetivo de comprobar si es susceptible a ser utilizado en otro tipo de revestimientos arquitectónicos y su efecto sobre las policromías.

Hasta la fecha se han realizado pruebas de tratamiento satisfactorias en muestras de yeso arqueológicas, en concreto en muestras de yeserías talladas procedentes del Alcázar musulmán de Guadalajara. En este caso, el análisis de los resultados obtenidos mediante difracción de rayos X (DRX) y observación y microanálisis por energía dispersiva de rayos X (EDX) con microscopio electrónico de barrido (MEB) demostraron que, “mediante la activación de la microbiota presente en dicho material ornamental, se observa un agregado de cristales de carbonato cálcico de neoformación, junto a bacterias y material polimérico extracelular mineralizados. Este nuevo cemento, muy homogéneo confiere a la muestra un notable nivel de compactación sin alterar de forma significativa la porosidad” (Jroundi *et al.*, 2011, p. 125).

A estos resultados se añade una reciente publicación Jroundi *et al.*, (2014), realizada sobre yeserías originales en la que se comparan diversos tratamientos consolidantes “tradicionales”, (silicato de etilo, copolimero de etil metracrilato y butiral de polivinilo), con el tratamiento de la carbonatogénesis bacteriana. En este caso concreto de aplicación se demostró que aunque los consolidantes “tradicionales” eran efectivos, su efecto se produce hasta solo unos milímetros por debajo de la superficie. Por otra parte, en la muestra tratada con carbonatogénesis se detecta una formación de biocemento que proporciona una alta resistencia que, además de no alterar la superficie del material tratado, la acción de consolidación profundiza hasta aproximadamente 2 cm por debajo de la superficie.

A pesar de los buenos resultados obtenidos, presentados en ambas publicaciones, la investigación no se ha centrado en su efecto sobre las policromías, lo que se aborda en este trabajo.



Capítulo 8

Ensayo de tratamientos



8. ENSAYO DE TRATAMIENTOS

En el siguiente capítulo se exponen de forma detallada los materiales y los procedimientos seleccionados para este ensayo cuyas especificaciones técnicas pueden consultarse en el Anexo 6. En primer lugar se exponen las probetas de ensayo y, a continuación los fragmentos arqueológicos originales.

8.1. PROBETAS DE ENSAYO.

8.1.1. Relación técnica de los consolidantes empleados.

Una vez realizada la revisión de materiales, los productos seleccionados para este ensayo fueron el Hidróxido de Bario, Mowital® B60H, Bioestel 1200, Paraloid® B-72 y Carbonatogénesis Bacteriana para las probetas identificativas de los materiales históricos. Por otra parte, en las probetas identificativas de época moderna se han descartado el Mowital® B60H así como el Hidróxido de Bario por su incompatibilidad con la técnica empleada en estas probetas, al óleo (Tabla VII).

TABLA VII.
Relación de productos consolidantes empleados para el ensayo en probetas.

<i>Tipo de consolidante</i>	<i>Producto</i>	<i>Casa comercial</i>	<i>Concentración /Preparación</i>	<i>Aplicación</i>
Hidróxido de Bario	Bario hidrato octahidrato.	CTS	Solución saturada en agua destilada	Mediante impacco con interposición de papel japonés.
Polímero vinílico: (Butiral de polivinilo)	Mowital® B60H	CTS	Disolución al 5% en Alcohol	Impregnación con brocha mediante interposición de papel japonés
Resina acrílica (metilacrilato-etilmetacrilato)	Paraloid® B-72	CTS	Disolución al 5% en disolvente universal	Impregnación con brocha mediante interposición de papel japonés
Silicato de etilo	Bioestel 1200	CTS	Sin diluir	Impregnación con brocha mediante interposición de papel japonés
Carbonatogénesis Bacteriana	Inoculación de la bacteria <i>Myxococcus xanthus</i> . Solución nutritiva M3P	Solución nutritiva aportada por el departamento de microbiología de la Universidad de Granada, análoga a la comercializada por la casa KBYO biological	-----	Nebulización y sellado con film

*Se debe especificar, que el tratamiento de la carbonatogénesis bacteriana exige que se cumpla una serie de normas específicas, además de las habituales para su aplicación. En este caso fueron las siguientes:

- *Las aplicaciones fueron realizadas con mascarilla, gafas y guantes.*
- *El material se ha mantenido en tratamiento aislado del acceso de cualquier tipo de personal que no ha tenido relación con el experimento.*
- *En los casos en los que se ha producido algún vertido o goteo se ha limpiado con lejía el material con el que se ha limpiado, siendo depositado en una bolsa de plástico, cerrada herméticamente y conservada hasta ser llevada al laboratorio de microbiología para su esterilización.*
- *Fueron devueltos al laboratorio de Microbiología los recipientes utilizados para el transporte del cultivo y sus aplicaciones de modo que fuese debidamente esterilizado.*
- *Una vez realizadas las aplicaciones y secas las probetas, se han utilizado guantes para cualquier manipulación.*

Terminado el ensayo todo el instrumental se ha limpiado con lejía jabonosa, así como las superficies en las que ha estado en contacto el tratamiento.

8.1.2. Determinación de las probetas.

Composición del yeso de base. Especificaciones

De acuerdo a los resultados obtenidos en las 10 muestras analizadas por difracción de rayos X (DRX), se acordó la utilización de yeso semihidratado o hemihidratado ($\text{Ca SO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$) como componente fundamental, así como la adición de una cierta cantidad de hidróxido de calcio Ca (OH)_2 5 %. La presencia de otros elementos en los análisis efectuados, fundamentalmente cuarzo (SiO_2) es minoritaria (en torno al 1- 4%) al no estar presente en todas las muestras analizadas, se ha desestimado como componente del yeso de base, considerándose una impureza propia del material utilizado. Las muestras analizadas en otras zonas del Alcázar de Sevilla, y los resultados obtenidos en otras investigaciones son bastante consecuentes con esta elección. Además se buscó ante todo que respondiera a las características de un yeso des-cohesionado con un porcentaje elevado de agua con la finalidad de que en el ensayo se pudiera valorar las propiedades de los consolidantes.

Para la manejabilidad de las probetas, se hizo necesaria la utilización de una base sobre la que se apoyara el revestimiento de yeso. El soporte elegido fueron ladrillos de arcilla cocida de fabricación industrial:

Dimensiones soporte de ladrillo 1. (Según NORMA UNE 67030:1985).

- *Longitud a soga: (Efectuando una sola medida en el eje de la cara vista): 23,5 cm*
- *Anchura o tizón (midiendo el eje de cada una de las dos testas y tomando el valor medio): 11,5 cm*
- *El grueso (realizando una sola medida en el eje de la cara vista): 2,7 cm*

Dimensiones soporte de ladrillo 2. (Según NORMA UNE 67030:1985).

- *Longitud a soga: (Efectuando una sola medida en el eje de la cara vista): 21cm*
- *Anchura o tizón (midiendo el eje de cada una de las dos testas y tomando el valor medio): 10 cm*
- *El grueso (realizando una sola medida en el eje de la cara vista): 2,7 cm*

Este segundo tipo se refiere a una segunda tanda de probetas que se realizó ampliando los materiales empleados en la primera tanda, debido a los resultados extraídos de los análisis de materiales y a la necesidad de repetir las probetas tratadas con carbonatogénesis bacteriana. El cambio de dimensiones del ladrillo de base se debió a una modificación del formato de la empresa distribuidora del soporte cerámico. El espesor de mortero y los materiales aplicados no han variado por lo que no se han producido diferencias en los ensayos realizados.

Como se indicó en la metodología para cada procedimiento y ensayo se llevaron a cabo tres probetas: una sobre la que se aplica el tratamiento, una de testigo interior y otra de testigo exterior, siendo este método el aconsejado por (RILEM, 1980, ISRM 1981, 1988, NORMAL italianas y UNE, 1985 españolas e ISO *International Organization for Standardization*) que aconsejan al menos tres probetas por muestra y ensayo¹¹⁰.

Capa pictórica

Los materiales seleccionados para la capa pictórica se han establecido en torno a dos variantes teniendo en cuenta las sucesivas intervenciones y repolicromados que sufren este tipo de decoraciones. El primer grupo sería el de los materiales históricos que incluye los originales y el segundo grupo es el de los materiales modernos, y por lo tanto representativo de

¹¹⁰ El caso de los acabados metálicos es diferente. En las series 3, 7 y 9 el acabado metálico se realiza en toda la tanda de probetas con el objetivo de unificar el aspecto de las mismas, pero en los acabados metálicos no se aplica consolidante. El objetivo de los acabados dorados era comprobar la alteración que sufren al ser expuestos a la intemperie y cómo responden en función de los distintos tipos de preparación. Las probetas de la serie 8, incorporadas en la segunda tanda, realizadas con oro fino, se han dorado en toda la superficie.

intervenciones recientes. Para la selección de pigmentos también se ha tenido en cuenta los materiales identificados en otro tipo de estudios llevados a cabo en el Alcázar de Sevilla por nuestro equipo, entre los que destacan las yeserías de la fachada del Palacio de Pedro I (López Cruz, 2012; Calero Castillo *et al.*, 2014) o las yeserías del camaranchón con las que se han observado bastantes coincidencias.

Aglutinantes:

En cuanto a la técnica pictórica empleada, los análisis efectuados por el laboratorio Larco química, evidenciaron la utilización de cola animal en las capas más profundas y en las capas más externas, en las que se han identificado pigmentos industriales. Como se expuso en el capítulo 5, se detectan también aceites y resinas diterpénicas, empleados para la fijación del dorado que han impregnado los estratos inferiores debido a su filtración.

Con el objetivo de poder extrapolar los resultados que se obtengan de los ensayos a obras de similar cronología y a otras zonas del Alcázar, se efectuó una revisión de los aglutinantes que se detectan en otros casos con la finalidad de incorporar otros materiales que son frecuentes en las yeserías y que no están presentes en este paramento.

En cuanto a la revisión realizada, expuesta con detalle en el capítulo 4, se puede afirmar que es frecuente la utilización de temples magros en la policromía original de las yeserías. Por un lado se detectan temples de cola en las yeserías del Patio de las Doncellas o en los fragmentos depositados en el museo de la Alhambra de Granada (García Bueno *et al.*, 2006), y por otro la utilización de goma arábica, presente en las yeserías del Cuarto Real de Santo Domingo (García Bueno & Medina Flórez, 2004) o en el Camaranchón del Alcázar. Éste último caso es muy significativo para este estudio ya que, además de localizarse dentro del mismo palacio, son las únicas yeserías que presentan los materiales originales sin tratamientos de repolicromados posteriores. Esto se debe, como ya se ha comentado, a que quedaron ocultas al elevarse un piso sobre los cuerpos laterales de la fachada del palacio en la remodelación llevada a cabo en época de los Reyes Católicos, finales del s. XV. Por otra parte en lo que a repolicromados se refiere, se identifican fundamentalmente aceites como sucede en la fachada del Palacio de Pedro I (López Cruz, 2012) o en la Madraza de Granada (García Bueno *et al.*, 2010), aunque también pueden identificarse temples de diferente naturaleza (Rubio Domene, 2010).

Tras la revisión de estos resultados se decidió utilizar como técnicas pictóricas representativas para este ensayo, cola animal y goma arábica en las probetas identificativas de los materiales

originales, y aceite de linaza para aquellas definidas para los materiales modernos. Aunque en el patio de las Doncellas no se identifica este aglutinante en los repolicromados, consideramos que era interesante conocer el comportamiento que presentan; este tipo de acabados se identifica en numerosas obras de similar cronología, así como en otras zonas del palacio. En cuanto a la aplicación de láminas de oro o metálicas, se empleó resina de almáciga con aceite y sisa para las probetas características de los materiales originales y resina de colofonia con aceite para los materiales más recientes.

Pigmentos:

En cuanto a los pigmentos seleccionados, el análisis exhaustivo llevado a cabo (133 muestras) ha permitido conocer el amplio abanico de pigmentos empleados, que coincide en su mayor parte con los identificados habitualmente en otras investigaciones de yeserías de similar cronología. Hay que destacar que no se han reproducido todos los acabados cromáticos detectados, sino que se ha realizado una selección en función de aquellos más frecuentes en el patio y de los que son coincidentes con otras obras ya estudiadas. Además, para este ensayo se decidió incorporar otros pigmentos como el azul de Prusia, presente en las yeserías de la Madraza, los fragmentos de yeso conservados en el Albert & Victoria Museum de Londres (López Borges *et al.*, 2005) o el alfarje de las galerías bajas de este mismo patio (Coba Peña *et al.*, 2013). De la misma manera en los materiales representativos de los materiales históricos se incorporan los óxidos de hierro amarillos, que aunque no se han identificado en los estratos originales como un estrato polícromo en sí, es frecuente detectarlos en obras similares como las yeserías del camaranchón o el Palacio de Balaguer en Lleida (Solé Ugüelles & Alòs Trepàt, 2012). Por otra parte también se decidió utilizar láminas metálicas de oro falso con el objetivo de poder comprobar los problemas de conservación que presentan frente a las puras ya que también están presentes en este tipo de revestimientos. Asimismo, como capa de preparación a la aplicación de las policromías representativas de los pigmentos históricos, se estableció la aplicación de un enjalbegado debido a la identificación generalizada de una capa de este tipo de decoraciones así como en las yeserías del Patio de las Doncellas.

Teniendo en cuenta todas estas premisas, la selección de aglutinantes y pigmentos realizada en este estudio determinó la aplicación de un total de 25 acabados cromáticos diferentes. Según la selección realizada la capa pictórica está formada por un solo pigmento o por la mezcla de varios que a continuación se detalla de manera específica.

A continuación se expone una tabla resumen en la que se especifica esta selección (Tabla VIII).

TABLA VIII.
Relación de los materiales empleados en los acabados cromáticos seleccionados para el ensayo¹¹¹.

MATERIALES HISTÓRICOS		
	Pigmento/Lámina metálica	Aglutinantes
1	Cinabrio natural	Cola animal
2	Cinabrio natural	Goma arábica
3	Azurita natural	Cola animal
4	Azurita natural	Goma arábica
5	Malaquita natural	Cola animal
6	Malaquita natural	Goma arábica
7	Ocre natural	Cola animal
8	Ocre natural	Goma arábica
9	Rojo de plomo y cinabrio natural	Cola animal
10	Rojo de plomo y cinabrio natural	Goma arábica
11	Bermellón	Cola animal
12	Bermellón	Goma arábica
13	Oro falso sobre sisa	Aceite y resina de almáciga
14	Oro fino sobre amarillo de plomo	Aceite y resina de almáciga
15	Oro fino sobre sisa	Aceite y resina de almáciga
16	Oro falso sobre amarillo de plomo	Aceite y resina de almáciga
MATERIALES MODERNOS		
17	Ultramar artificial	Aceite
18	Azurita	Aceite
19	Blanco de plomo	Aceite
20	Blanco de plomo y ultramar artificial	Aceite
21	Amarillo de plomo	Aceite
22	Amarillo de cromo	Aceite
23	Azul de Prusia, azul ultramar artificial y blanco de titanio	Aceite
24	Oro falso sobre amarillo de cromo	Aceite y resina de colofonia
25	Oro fino sobre amarillo de cromo	Aceite y resina de colofonia

¹¹¹ Las especificaciones técnicas de cada uno de los productos seleccionados puede consultarse en el Anexo 6. *Especificaciones técnicas de los productos empleados.*

8.1.3 Relación de probetas:

A continuación se presenta el desglose de probetas realizadas en función tanto de los materiales seleccionados (históricos o modernos) como de los consolidantes aplicados, a los que además se ha asignado una numeración específica. Con el objetivo de facilitar su manipulación, la superficie de las probetas se hizo suficientemente extensa para poder valorar los diferentes ensayos, por lo que se determinó la aplicación de dos acabados cromáticos por cada probeta. En total se han realizado 72 probetas identificativas válidas para el ensayo, 42 probetas representativas de materiales históricos y 25 de materiales modernos.

Probetas identificativas de los materiales históricos (Tabla IX)

TABLA IX.
Relación de probetas identificativas de los materiales históricos.

PROBETA TIPO	PIGMENTOS	AGLUTINANTES
PROBETA TIPO 1.	Cinabrio Azurita	Cola animal
	Cinabrio Azurita	Goma arábica
PROBETA TIPO 2.	Malaquita Ocre	Cola animal
	Malaquita Ocre	Goma arábica
PROBETA TIPO 3.	Rojo de Pb Láminas de oro falso	Cola animal Sisa (Blanco de plomo, minio, aceite, resina de almáciga).
	Rojo de Pb Láminas de oro falso	Goma arábica Amarillo de Pb, aceite y resina de almáciga.
PROBETA TIPO 8.	Oro fino.	Sisa (Blanco de plomo, minio, aceite, resina de almáciga).
		Resina de almáciga. Amarillo de plomo.
PROBETA TIPO 10.	Bermellón	Cola animal
		Goma arábica

Primera tanda: En cada una de las probetas se aplicaron dos acabados cromáticos lo que nos da un total de 3 probetas tipo (Tipo 1, Tipo2, Tipo3), que se duplican al realizarse con dos aglutinantes diferentes (goma arábica y cola animal). De cada una de las probetas tipo se realizan 7 réplicas (prueba de muestra exterior sin consolidante, prueba de muestra interior sin consolidante y los cinco consolidantes seleccionados).

Probetas realizadas en la primera tanda= 3 ProbetasTipo x 2 aglutinantes=12 x 7 réplicas= 42 probetas [Fig. 165].

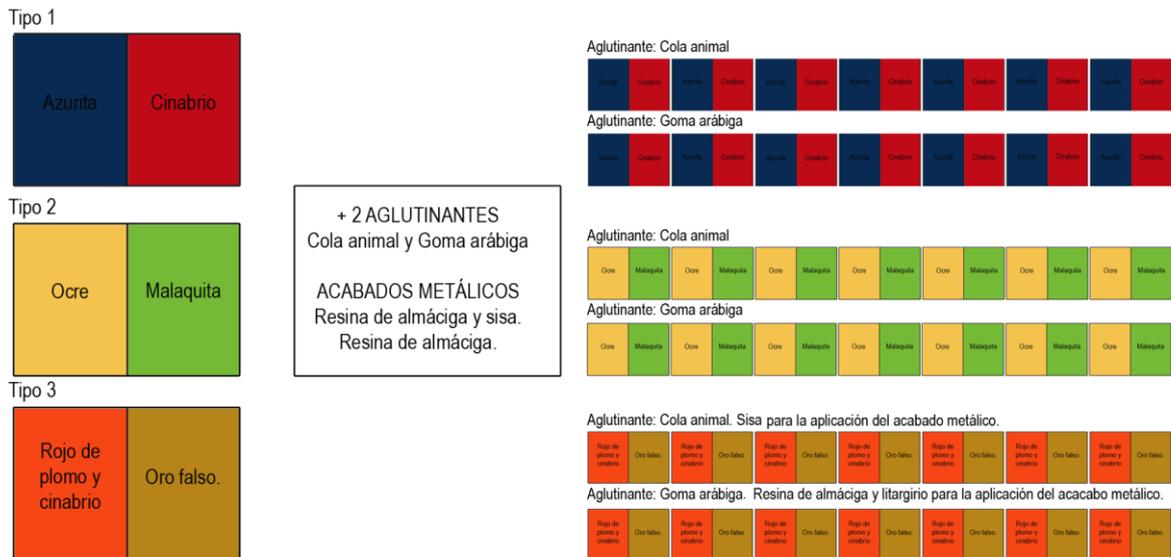


Figura 165. Esquema gráfico de la primera tanda de realización de probetas.

Segunda tanda: En la segunda tanda se repitieron todas las probetas destinadas al tratamiento de carbonatogénesis bacteriana por un problema en la primera aplicación del mismo. El primer tratamiento se realizó siguiendo las indicaciones de aplicación de este producto para la consolidación de la piedra en el que se impregna hasta saturación con la solución nutritiva y después se cubre herméticamente hasta la siguiente. Las características de las probetas preparadas no soportaron bien este procedimiento (se produjeron daños evidentes en la capa pictórica y contaminación biológica) por lo que se debió poner a punto una nueva metodología de aplicación, que sin producir importantes variaciones sobre el mismo, no provocase problemas en los acabados cromáticos. De esta forma se preparó una nueva tanda de probetas a las que se aplicó el tratamiento controlando de manera exhaustiva la saturación del yeso de base y se colocaron sobre un soporte preparado, que a la vez que posibilitaba cubrirlas tras la aplicación de la solución, favorecía la aireación permitiendo su secado y evitando daños en la capa pictórica así como en el desarrollo de microorganismos. Además se incorporaron otros acabados cromáticos para ampliar el estudio. Se seleccionó un pigmento más, bermellón con el que se ejecutaron 3 probetas.

- Probeta de muestra interior (cola animal y goma arábica en cada partición)
- Probeta exterior cola animal. (Se divide para la aplicación de consolidante en cinco particiones y se deja una zona sin tratar).
- Probeta exterior goma arábica. (Se divide para la aplicación de consolidante en cinco particiones y se deja una zona sin tratar).

También se realizaron dos probetas de oro fino que no se habían realizado con anterioridad. En este caso se prepararon sólo dos réplicas pues en los acabados metálicos no se aplican consolidantes ya que la problemática es muy diferente y la cantidad de dorados presentes es muy reducida por lo que no se incluye entre los objetivos de este trabajo.

- Probeta de muestra interior. Se divide en dos mitades: En una parte se aplica el dorado con oro fino en una base de litargirio, resina de almáciga y aceite. En la otra mitad se aplica sobre una base de sisa.
- Probeta de muestra exterior. (Igual a la anterior, se conserva en laboratorio).

Probetas añadidas en la segunda tanda =3 probetas tipo 4 (bermellón) y 2 probetas tipo5 (oro fino)=5 probetas [Fig. 166].

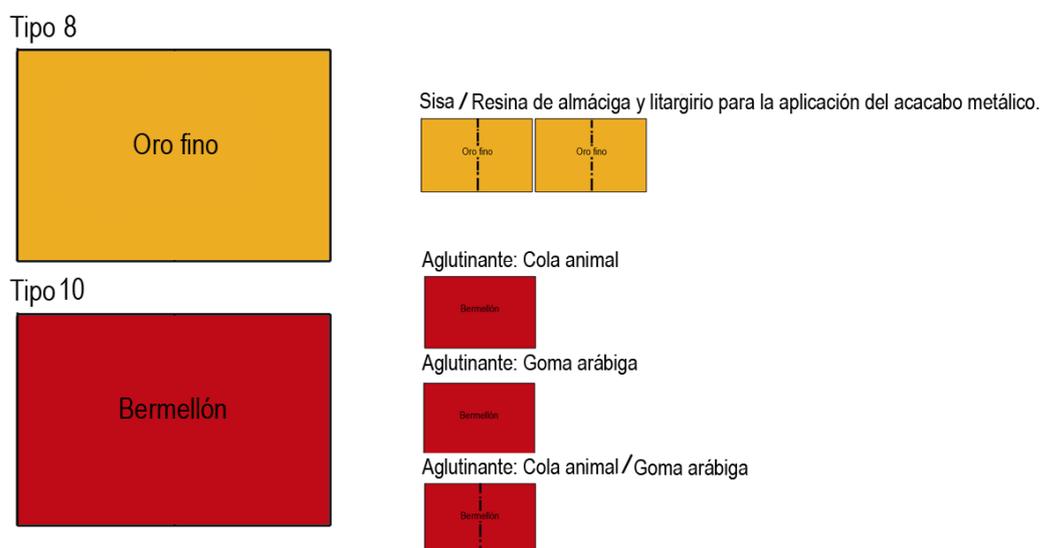


Figura 166. Esquema gráfico de la segunda tanda de realización de probetas.

De forma total se obtienen las siguientes probetas: 42 probetas realizadas en la primera tanda + 5 en la segunda tanda =47 probetas válidas representativas de los materiales históricos¹¹² (Ver esquema gráfico a continuación. En el esquema se indican, las probetas patrón sin tratar (muestra interior y exterior), así como las réplicas a las que se aplican los diferentes consolidantes sometidos a ensayo.

¹¹² No se contabilizan las probetas descartadas por retirarse del ensayo.

Relación de probetas identificativas de los materiales históricos.

PROBETA 1.0		PROBETA 1.1		PROBETA 1.2		PROBETA 1.3	
Azurita	Cinabrio	Azurita	Cinabrio	Azurita	Cinabrio	Azurita	Cinabrio
Cola animal Probeta de muestra interior		Cola animal Probeta de muestra exterior		Cola animal Hidróxido de Bario		Cola animal Butiral de polivinilo	
PROBETA 1.4		PROBETA 1.5		PROBETA 1.6			
Azurita	Cinabrio	Azurita	Cinabrio	Azurita	Cinabrio		
Cola animal Resina acrílica		Cola animal Silicato de etilo		Cola animal Carbonatogénesis bacteriana			

PROBETA 1.7.1		PROBETA 1.7		PROBETA 1.8		PROBETA 1.9	
Azurita	Cinabrio	Azurita	Cinabrio	Azurita	Cinabrio	Azurita	Cinabrio
Goma arábica Probeta de muestra interior		Goma arábica Probeta de muestra exterior		Goma arábica Hidróxido de Bario		Goma arábica Butiral de polivinilo	
PROBETA 1.10		PROBETA 1.11		PROBETA 1.12			
Azurita	Cinabrio	Azurita	Cinabrio	Azurita	Cinabrio		
Goma arábica Resina acrílica		Goma arábica Silicato de etilo		Goma arábica Carbonatogénesis bacteriana			

PROBETA 2.0		PROBETA 2.1		PROBETA 2.2		PROBETA 2.3	
Ocre	Malaquita	Ocre	Malaquita	Ocre	Malaquita	Ocre	Malaquita
Cola animal Probeta de muestra interior		Cola animal Probeta de muestra exterior		Cola animal Hidróxido de Bario		Cola animal Butiral de polivinilo	
PROBETA 2.4		PROBETA 2.5		PROBETA 2.6			
Ocre	Malaquita	Ocre	Malaquita	Ocre	Malaquita		
Cola animal Resina acrílica		Cola animal Silicato de etilo		Cola animal Carbonatogénesis bacteriana			

PROBETA 2.7.1		PROBETA 2.7		PROBETA 2.8		PROBETA 2.9	
Ocre	Malaquita	Ocre	Malaquita	Ocre	Malaquita	Ocre	Malaquita
Goma arábica Probeta de muestra interior		Goma arábica Probeta de muestra exterior		Goma arábica Hidróxido de Bario		Goma arábica Butiral de polivinilo	
PROBETA 2.10		PROBETA 2.11		PROBETA 2.12			
Ocre	Malaquita	Ocre	Malaquita	Ocre	Malaquita		
Goma arábica Resina acrílica		Goma arábica Silicato de etilo		Goma arábica Carbonatogénesis bacteriana.			

PROBETA 3.0		PROBETA 3.1		PROBETA 3.2		PROBETA 3.3	
Rojo de Pb y cinabrio	Oro falso. Sisa	Rojo de Pb y cinabrio	Oro falso. Sisa	Rojo de Pb y cinabrio	Oro falso. Sisa	Rojo de Pb y cinabrio	Oro falso. Sisa
Cola animal Probeta de muestra interior		Cola animal Probeta de muestra exterior		Cola animal Hidróxido de Bario		Cola animal Butiral de polivinilo	
PROBETA 3.4		PROBETA 3.5		PROBETA 3.6			
Rojo de Pb y cinabrio	Oro falso. Sisa	Rojo de Pb y cinabrio	Oro falso. Sisa	Rojo de Pb y cinabrio	Oro falso. Sisa		
Cola animal Resina acrílica		Cola animal Silicato de etilo		Cola animal Carbonatogénesis bacteriana.			

PROBETA 3.7.1		PROBETA 3.7		PROBETA 3.8		PROBETA 3.9	
Rojo de Pb y cinabrio	Oro falso. Resina de almáciga y aceite.	Rojo de Pb y cinabrio	Oro falso. Resina de almáciga y aceite.	Rojo de Pb y cinabrio	Oro falso. Resina de almáciga y aceite.	Rojo de Pb y cinabrio	Oro falso. Resina de almáciga y aceite.
Goma arábica Probeta de muestra interior		Goma arábica Probeta de muestra exterior		Goma arábica Hidróxido de Bario		Goma arábica Butiral de polivinilo	
PROBETA 3.10		PROBETA 3.11		PROBETA 3.12			
Rojo de Pb y cinabrio	Oro falso. Resina de almáciga y aceite.	Rojo de Pb y cinabrio	Oro falso. Resina de almáciga y aceite.	Rojo de Pb y cinabrio	Oro falso. Resina de almáciga y aceite.		
Goma arábica Resina acrílica		Goma arábica Silicato de etilo		Goma arábica Carbonatogénesis bacteriana. Descartada			

PROBETA 8.1.		PROBETA 8.2	
Oro fino	Oro fino	Oro fino	Oro fino
Amarillo de Pb	Sisa	Amarillo de Pb	Sisa
Probeta de muestra exterior		Probeta de muestra interior	

PROBETA 10.0	PROBETA 10.1	PROBETA 10.2
Bermellón	Bermellón	Bermellón
Probeta de muestra interior Cola animal/Goma arábica	Cola animal Muestra + 4 consolidantes	Goma arábica Muestra + 4 consolidantes

113

¹¹³ En la probeta tipo 10 no se aplicó el tratamiento de carbonatogénesis bacteriana, tanto por las características especiales de su método, como para evitar una posible interacción con los distintos tratamientos aplicados al realizarse en la misma probeta.

Probetas identificativas de los materiales modernos (Tabla X)

TABLA X.
Relación de probetas identificativas de los materiales modernos.

PROBETA TIPO	PIGMENTOS	AGLUTINANTES
PROBETA TIPO 4.	Ultramar artificial Azurita	Aceite
PROBETA TIPO 5.	Ultramar artificial y blanco de Plomo al 50 % Blanco de plomo	Aceite
PROBETA TIPO 6.	Amarillo de Plomo Amarillo de Cromo	Aceite
PROBETA TIPO 7.	Láminas de oro falso Sobre Amarillo de Cr Azul de Prusia	Resina de colofonia y aceite Aceite
PROBETA TIPO 9.	Oro fino. Oro falso Sobre Amarillo de Cr Azul Prusia 25%, Ultramar artificial 25% y Blanco de titanio	Resina de colofonia y aceite Aceite

PRIMERA TANDA: En cada una de las probetas se aplicaron dos acabados cromáticos lo que nos da un total de 4 probetas tipo (Tipo 4, Tipo5, Tipo6). De cada una de las probetas tipo se realizan 5 réplicas (prueba para muestra exterior sin consolidante, prueba de muestra interior sin consolidante y los tres consolidantes seleccionados).

Probetas realizadas en la primera tanda= 4 Probetas Tipo x 5 réplicas= 20 probetas [Fig. 167].

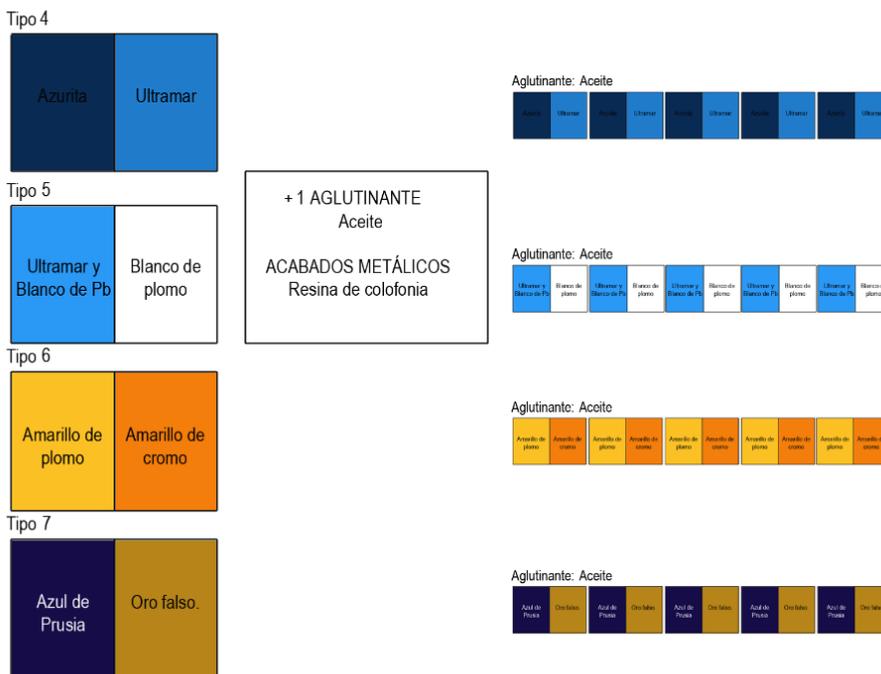


Figura 167. Esquema gráfico de la primera tanda de la realización de probetas.

SEGUNDA TANDA: Se incorporó una nueva probeta tipo (Denominada tipo 9). Además, como ya se ha comentado, se repitieron las probetas de la primera tanda a las que se aplicó el tratamiento de carbonatogénesis bacteriana

Probetas añadidas en la segunda tanda: 1 Probeta Tipo x 5 réplicas [Fig. 168].



Figura 168. Esquema gráfico de la segunda tanda.

Total= 20 probetas realizadas en la primera tanda + 5 en la segunda tanda =25 probetas válidas identificativas de los materiales modernos (Ver esquema gráfico a continuación).

Relación de probetas identificativas de los materiales modernos.

PROBETA 4.0		PROBETA 4.1		PROBETA 4.2		PROBETA 4.3		PROBETA 4.4.1	
Azurita	Ultramar	Azurita	Ultramar	Azurita	Ultramar	Azurita	Ultramar	Azurita	Ultramar
Probeta de muestra interior		Probeta de muestra exterior		Resina acrílica		Silicato de etilo		Carbonatog. Bacteriana.	

PROBETA 5.0		PROBETA 5.1		PROBETA 5.2		PROBETA 5.3		PROBETA 5.4.1	
Ultramar y blanco de Pb	Blanco de Pb	Ultramar y blanco de pb	Blanco de Pb	Ultramar y blanco de Pb	Blanco de Pb	Ultramar y blanco de Pb	Blanco de Pb	Ultramar y Blanco de Pb	Blanco de Pb
Probeta de muestra interior		Probeta de muestra exterior		Resina acrílica		Silicato de etilo		Carbonatog. Bacteriana.	

PROBETA 6.0		PROBETA 6.1		PROBETA 6.2		PROBETA 6.3		PROBETA 6.4.1	
Amarillo de Pb	Amarillo de Cromo	Amarillo de Pb	Amarillo de Cromo	Amarillo de Pb	Amarillo de Cromo	Amarillo de Pb	Amarillo de Cromo	Amarillo de Pb	Amarillo de Cromo
Probeta de muestra interior		Probeta de muestra exterior		Resina acrílica		Silicato de etilo		Carbonatog. Bacteriana.	

PROBETA 7.0		PROBETA 7.1		PROBETA 7.2		PROBETA 7.3		PROBETA 7.4.1	
Azul de Prusia	Oro falso. Amarillo de Cromo	Azul de Prusia	Oro falso amarillo de Cromo	Azul de Prusia	Oro falso Amarillo de Cromo	Azul de Prusia	Oro. Amarillo de Cromo	Azul de Prusia	Oro falso. Amarillo de Cromo.
Probeta de muestra interior		Probeta de muestra exterior		Resina acrílica		Silicato de etilo		Carbonatog. Bacteriana.	

PROBETA 9.0		PROBETA 9.1		PROBETA 9.2		PROBETA 9.3		PROBETA 9.4	
Azul de Prusia, ultramar y blanco de titanio	Oro fino. Amarillo de Cromo	Azul de Prusia, ultramar y blanco de titanio	Oro fino. Amarillo de Cromo	Azul de Prusia, ultramar y blanco de titanio	Oro falso. Amarillo de Cromo	Azul de Prusia, ultramar y blanco de titanio	Oro falso. Amarillo de Cromo	Azul de Prusia, ultramar y blanco de titanio	Oro falso. Amarillo de Cromo
Probeta de muestra interior		Probeta de muestra exterior		Resina acrílica		Silicato de etilo		Carbonatog. Bacteriana.	

8.1.4. Procedimientos.

Método de aplicación del yeso de base

Con la finalidad de evitar problemas o comportamientos no deseados de los consolidantes, que podrían variar en función del agua o la cantidad de sulfato cálcico amasado para cada probeta de yeso, se realizaron sucesivos amasados empleando la misma proporción de los materiales constituyentes del yeso de base. El método idóneo hubiera sido la realización de un solo amasado para la realización de todas las probetas lo que no fue posible debido tanto al elevado número (72 probetas identificativas en total) como a sus dimensiones. Es por ese motivo por lo que se puso especial cuidado en la proporción del material empleado, así como en las condiciones ambientales buscando su mínima variación [Fig. 169].



Figura 169. Imagen general del soporte cerámico utilizado como base para las probetas empleadas en el ensayo.

Método de aplicación de la capa pictórica

De los métodos empleados para la realización de este tipo de ensayos se determinó escoger la aplicación con brocha por ser el método considerado más afín a la técnica original. Se realizaron dos aplicaciones para obtener una superficie uniforme sobre la que realizar los ensayos [Fig. 170].

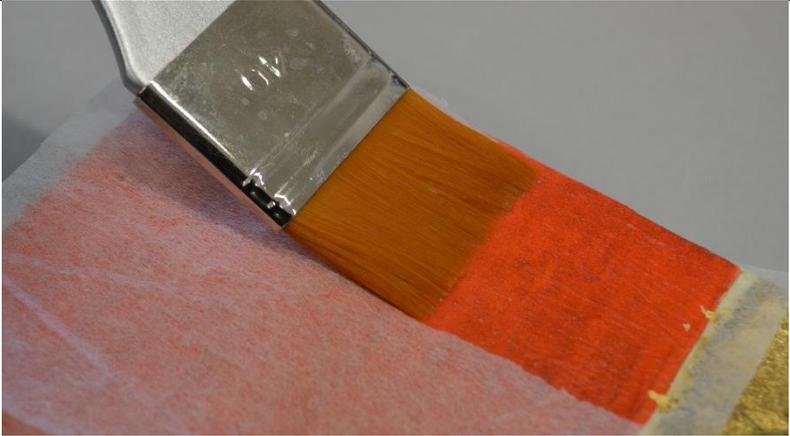


Figura 170. Imagen general de las probetas identificativas de los materiales modernos una vez policromadas.

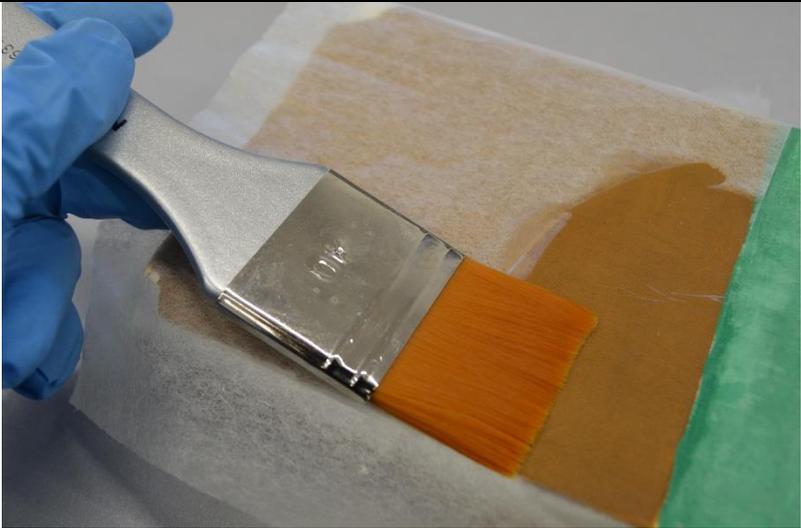
Método de aplicación de los consolidantes seleccionados (Tabla XI).

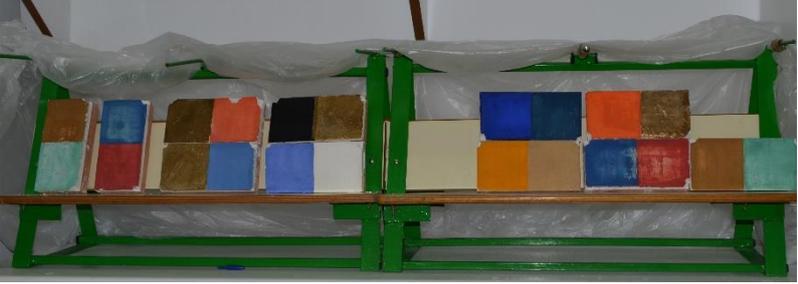
TABLA XI.
Método de aplicación de los consolidantes seleccionados para probetas. Especificaciones.

PRODUCTO ENSAYADO:	BARIO HIDRATO OCTAHIDRATO (HIDRÓXIDO DE BARIO).	
Método de aplicación y explicación de la elección.	Con pulpa de celulosa mediante interposición de papel japonés.	
Documentación fotográfica del método empleado.	 <p><i>Imagen de detalle de la aplicación del tratamiento.</i></p>	
Absorción del producto.	Buena	
Número de aplicaciones.	1 sola aplicación. 5 minutos (por los daños que se detectan en la capa pictórica).	
Condiciones de aplicación del producto.	Condiciones climáticas controladas. En laboratorio.	
Observaciones generales.	El tratamiento no ha sido efectivo. Con pocos minutos de contacto producía serios daños por problemas de solubilidad en la película pictórica.	
Documentación fotográfica adicional.	 <p><i>Imagen de detalle de la probeta policromada con malaquita y ocre antes y después del tratamiento. En la imagen se evidencian los daños que sufre la capa pictórica a los pocos minutos del tratamiento en el que se manifiestan graves pérdidas.</i></p>	

PRODUCTO ENSAYADO:	MOWITAL® B60H (BUTIRAL DE POLIVINILO).
Método de aplicación y explicación de la elección.	A pincel mediante interposición de papel japonés. Es un método más controlable en cuanto a situaciones de diferente nivel de degradación al ser uno de los procedimientos que, normalmente se aplican en este tipo de intervenciones.
Documentación fotográfica del método empleado.	 <p><i>Imagen de detalle de la aplicación del tratamiento.</i></p>
Absorción del producto.	Buena
Número de aplicaciones.	2 aplicaciones en dos días consecutivos.
Condiciones de aplicación del producto.	Condiciones climáticas controladas. En laboratorio.
Observaciones generales.	No se observan cambios aparentes en las superficies policromas. Buena respuesta al tratamiento.

PRODUCTO ENSAYADO:	PARALOID® B72 (RESINA ACRÍLICA).
Método de aplicación y explicación de la elección.	A pincel mediante interposición de papel japonés.
Documentación fotográfica del método empleado.	 <p><i>Imagen de detalle de la aplicación del tratamiento.</i></p>
Absorción del producto.	Buena
Número de aplicaciones.	2 aplicaciones en dos días consecutivos
Condiciones de aplicación del producto.	Condiciones climáticas controladas. En laboratorio.
Observaciones generales.	<p>Se observan algunos problemas en las probetas tratadas. En las probetas tipo 7, en la zona policromada con azul de Prusia, la primera aplicación de consolidante mancha el papel japonés, lo que es posible que pueda deberse a que el pigmento haya quedado poco aglutinado. Las probetas tipo 9 en la zona policromada con azul de Prusia, ultramar artificial y blanco de titanio, se observa que en la aplicación de la segunda capa el color sufre cierto movimiento y se desprende en algunas zonas. Se ha considerado como un caso puntual al detectarse sólo en esta probeta.</p>
Documentación fotográfica adicional.	 <p><i>Imagen del papel japonés utilizado en la serie 7 y los problemas que se detectan en la superficie policromada.</i></p>  <p><i>Imagen de detalle de la probeta perteneciente a la serie 9 y los problemas que se detectan en la superficie policromada.</i></p>

PRODUCTO ENSAYADO:	BIOESTEL 1200 (SILICATO DE ETILO).
Método de aplicación y explicación de la elección.	A pincel mediante interposición de papel japonés.
Documentación fotográfica del método empleado.	 <p><i>Imagen de detalle de la aplicación del tratamiento.</i></p>
Absorción del producto.	Buena
Número de aplicaciones.	2 aplicaciones en dos días consecutivos.
Condiciones de aplicación del producto.	Condiciones climáticas controladas. En laboratorio.
Observaciones generales.	Sin observaciones

<p>PRODUCTO ENSAYADO:</p>	<p>SOLUCIÓN NUTRITIVA M3P (CARBONATOGÉNESIS BACTERIANA).</p>
<p>Método de aplicación y explicación de la elección</p>	<p>Mediante nebulización hasta saturación en cada aplicación y cubriendo con film de plástico para retardar el secado y mejorar la penetración.</p>
<p>Documentación fotográfica del método empleado.</p>	 <p><i>Imagen de detalle del soporte utilizado para la aplicación del tratamiento.</i></p>
<p>Absorción del producto</p>	<p>En los temples magros buena. En los aceites el producto queda en superficie.</p>
<p>Número de aplicaciones</p>	<p>Día 1. Pulverización de la bacteria <i>Myxococcus xanthus</i>. 6 días restantes. 2 aplicaciones/ día. 10:00h 20:00h</p>
<p>Condiciones de aplicación del producto.</p>	<p>Condiciones climáticas controladas. En laboratorio.</p>
<p>Observaciones generales</p>	<p>En los temples de cola se producen problemas en la capa pictórica, probablemente por la cantidad de solución en estado líquido aportada. Los temples de goma arábica absorben muy rápido el producto y también presentan problemas en la capa pictórica en forma de ligeros velos blancos. Las probetas de aceite apenas absorben producto. A partir del 4 día de tratamiento se produce un descenso de la absorción bastante acusado en todas las probetas.</p>
<p>Documentación fotográfica adicional.</p>	 <p><i>Imagen de detalle de una de las probetas aglutinadas con cola y los problemas que se detectan en la superficie tras el tratamiento.</i></p> <p><i>Imagen de detalle de una de las probetas aglutinada con aceite el 4º día de tratamiento donde se registra un descenso en la capacidad de absorción de las mismas.</i></p>

Toma de muestras

Se recogieron muestras control de cada una de las probetas antes de la aplicación de los tratamientos y después de los tratamientos de consolidación realizado que se conservaron convenientemente etiquetadas para poder ser analizadas en el caso de que fuera necesario[Fig. 171].



Figura 171. Toma de muestra.

8.2. FRAGMENTOS ORIGINALES DE PROCEDENCIA ARQUEOLÓGICA.

Como se especificó en la metodología, relacionar los resultados obtenidos en probetas con datos obtenidos de obra real era fundamental para garantizar la fiabilidad de las conclusiones que se obtengan del estudio. Para ello se contó con cinco fragmentos de cornisa romana procedentes del Conjunto Arqueológico de *Castulo*, cedidas por el director del proyecto *FORVM MMX*, el doctor Marcelo Castro, así como cinco piezas de yesería del Alcázar de Guadalajara que se encontraban en depósito en la Escuela de Estudios Árabes de Granada y fueron proporcionadas por el doctor Julio Navarro Palazón.

8.2.1. Relación técnica de los consolidantes empleados.

Los resultados preliminares obtenidos en la aplicación de los consolidantes en las probetas de ensayo, motivó que se realizasen algunos cambios en la aplicación sobre fragmentos originales de procedencia arqueológica que a continuación se detallan (Tabla XI).

Por una parte los deficientes resultados obtenidos en la aplicación del hidróxido de bario en las probetas identificativas en las que se comprobó que el agua necesaria para su aplicación afectaba considerablemente a las policromías, llevó a que se descartase para el ensayo sobre obra real, sobre todo teniendo en cuenta el débil estado de conservación de los fragmentos de cornisa.

En lo que respecta al silicato de etilo, butiral de polivinilo y resina acrílica, se ha seguido la misma metodología, únicamente se ha variado el disolvente empleado para la preparación de la resina. Para ello, en lugar de utilizar disolvente nitrocelulósico como se hizo en el caso de las probetas se decidió emplear una mezcla de tres disolventes menos tóxicos, una fórmula ideada por los profesores del ISCR (*Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro*) de Roma, Maurizio Coladonato y Fabio Talarico. En concreto se ha empleado el denominado TACO 8, mezcla de disolventes de volatilidad media compuesto, por alcohol isopropílico, octano y acetona en concentraciones del 45%, 32% y 23% respectivamente. El motivo de que decidiésemos emplear esta mezcla de disolventes se justifica porque además de la menor toxicidad, tienen una velocidad de evaporación menor lo que *a priori* favorece que no se cree una película superficial por lo que se consideró que podría ser muy interesante observar el comportamiento sobre los fragmentos ensayados.

TABLA XII.
Relación de productos consolidantes empleados para el ensayo en fragmentos originales.

Tipo de consolidante	Producto	Casa comercial	Concentración /Preparación	Aplicación
Resina acrílica (metilacrilato-etilmetacrilato)	Paraloid® B-72	CTS	Disolución al 5% en Taco 8 (45%, 32% y 23%, alcohol isopropílico, octano y acetona).	Impregnación con brocha mediante interposición de papel japonés
Polímero vinílico: (Butiral de polivinilo)	Mowital® B60H	CTS	Disolución al 5% en Alcohol	Impregnación con brocha mediante interposición de papel japonés
Silicato de etilo	Bioestel 1200	CTS	Sin diluir	Impregnación con brocha mediante interposición de papel japonés
Carbonatogénesis Bacteriana	Solución nutritiva M3P	Solución nutritiva aportada por el departamento de microbiología de la Universidad de Granada, análoga a la comercializada por la casa KBYO biological	-----	Nebulización

8.2.2 Fragmentos arqueológicos procedentes del conjunto arqueológico de *Castulo*.

En la siguiente tabla se exponen las principales características de los fragmentos arqueológicos de cronología romana empleados para el ensayo (Tabla XIII).

TABLA XIII.
Relación de fragmentos originales de cornisa romana empleados para el ensayo.

TIPO DE OBRA:	
5 fragmentos de estuco procedentes de la cornisa de la sala del Mosaico de los Amores en el conjunto Arqueológico de <i>Castulo</i> extraídos en la campaña arqueológica de FORVM MMX.	
Procedencia.	Fragmentos de cornisa pertenecientes a la estancia del Mosaico de los Amores, presumiblemente de la zona alta del muro o cornisa. C- W- EST-1.
Cronología.	Romana. Aproximadamente s. I-II d.C. Cronología por determinar.
Composición.	Fundamentalmente Calcita (CaCO ₃).
Estado de conservación.	Incompleto. Fragmentos aislados procedentes de la misma zona de excavación pero que, aparentemente no se pueden unir entre sí. El estado de conservación es muy precario. Presentan una evidente falta de cohesión y disgregación del material, además de restos de suciedad superficial procedente del yacimiento; tierras... Se observan restos de policromía puntuales.
Referencia.	Todos los fragmentos se encuentran identificados por códigos QR. Fueron entregados para esta investigación en bolsas acompañados del código QR impreso.
Relación de fragmentos.	<ul style="list-style-type: none"> - 029 - 030 - 031 - 032 - 033
Documentación gráfica.	 <p style="text-align: center;"><i>Documentación gráfica de los fragmentos antes de ser intervenidos.</i></p>

Contextualización de los fragmentos

Los fragmentos de estuco proceden del conjunto arqueológico de *Castulo* y fueron hallados en la sala denominada del Mosaico de los Amores. Estos revestimientos en relieve datan del s. I-II d. C. lo que las sitúa en el Alto Imperio Romano en un momento en el que la ciudad alcanza su máximo esplendor convirtiéndose en una gran urbe con un próspero desarrollo y crecimiento económico. La importancia de esta ciudad se demuestra por las referencias que se encuentran de ella en los textos clásicos de escritores como Polibio, Plutarco, Estrabón, Apiano, Silio, Itálico y Plinio (Contreras de la Paz, 1967). El conjunto Arqueológico de *Castulo* se sitúa en el corazón de una región minera, entre los municipios de Linares, Lupión y Torreblascopedro en la provincia de Jaén. La proximidad de las minas de sierra Morena, y los yacimientos metalíferos de la zona, además de su emplazamiento a las puertas de Despeñaperros en un cruce de caminos, así como el hecho de que fuese el último punto navegable del río Baetis como indicaba Estrabón, fomentó el desarrollo de la ciudad (Parodi Álvarez, 2001). La ciudad de *Castulo*, cuyos orígenes se remontan a finales del s. VIII a.C., en la etapa del Bronce Final, pasó a ser parte del imperio romano en el año 206 a.C. A finales del s. I a.C. gracias a su lealtad y apoyo al bando de César durante la guerra civil y, posteriormente en el imperio de Augusto se convierte en una ciudad muy próspera y rica, sin embargo las minas comienzan a agotarse lo que provocará el inicio del declive de la ciudad hacia el s. III d.C (López Martínez, 2015).

Para este ensayo se ha tomado la precaución de emplear fragmentos hallados en las cribas de tierra de forma que no hubiesen recibido ningún tratamiento previo en el momento de su extracción, de modo que fuese posible el análisis de los resultados de consolidación, sin ningún tipo de interferencia. Este material fue trasladado a uno de los laboratorios del Centro de Restauración de la Universidad de Granada donde se llevó a cabo la aplicación de los diferentes tratamientos.

Descripción de los fragmentos

Los fragmentos utilizados para este estudio corresponden a la tercera parte del esquema compositivo de la decoración de esta estancia, es decir, la zona superior que estaría formada por una cornisa, posiblemente pintada y decorada con motivos vegetales que no pueden identificarse con total precisión debido a su degradación. Las formas utilizadas por los romanos para estas decoraciones en relieve son muy diversas: el clásico marco en óvulos y dentículos, rosetones, flores, volutas, meandros y hojas de acanto. En época romana la decoración de estos frisos superiores estaba profundamente unida a la pictórica (Famiglietti *et al.*, 1991, 19-23). En el caso del conjunto arqueológico de *Cástulo* se ha podido identificar en algunos fragmentos restos de color ocre y rojo, lo que podría ser indicativo de que éstos hubieran estado policromados como el resto de la estancia [Fig. 172,173].



Figura 172. Izquierda. Restos de color rojo y amarillo en uno de los fragmentos tratados. Derecha. Detalle de la decoración en relieve.



Figura 173. Detalle de la decoración en una visión 3d de la pieza n. 032.

En lo que respecta a su estado de conservación, los fragmentos utilizados se encontraban cubiertos por depósitos de tierra que ocultaban tanto los restos de policromía como el detalle de su relieve. Su problema de conservación fundamental era el estado de descohesión del mortero, que presentaba un estado muy degradado, deleznable al tacto. Por otra parte, los restos de policromía, en los casos en lo que se detectaba, también presentaban graves problemas de pulverulencia, viéndose afectados con la simple acción de la brocha de cerda suave sobre la superficie.

8.2.2.1. Procedimientos.

Limpieza previa

Todos los fragmentos se limpiaron antes de proceder a la aplicación de los diferentes consolidantes [Fig. 174]. De esta forma a partir de la limpieza mecánica mediante bisturí y pinceles de cerda fina y suave se pudo determinar zonas más amplias en las que se conservaba policromía, de la misma forma que esta limpieza enriqueció la percepción visual del relieve, como puede observarse en la documentación fotográfica [Fig. 175].



Figura 174. Imágenes de detalle del estado de conservación que presentaban los fragmentos tratados en el momento de su recepción en el laboratorio.



Figura 175. Documentación gráfica de los fragmentos tras la intervención de limpieza.

Método de aplicación de los consolidantes seleccionados (Tabla XIV).¹¹⁴

TABLA XIV.

Método de aplicación de los consolidantes seleccionados para fragmentos de cornisa romana. Especificaciones.

TIPO DE OBRA: 5 fragmentos de estuco procedentes de la cornisa de la sala del Mosaico de los Amores en el yacimiento Arqueológico de Cástulo extraídos en la campaña arqueológica de FORVM MMX.	
N. IDENTIFICACION DEL FRAGMENTO: 030 Probeta de muestra sin tratar.	
N. IDENTIFICACION DEL FRAGMENTO: 033	
PRODUCTO ENSAYADO:	MOWITAL® B60H (BUTIRAL DE POLIVINILO).
Método de aplicación y explicación de la elección	A pincel mediante interposición de papel japonés.
Absorción del producto	Media- Buena
Número de aplicaciones	3 aplicaciones / 3 días consecutivos
Condiciones de aplicación del producto.	Condiciones climáticas controladas. En laboratorio.
Observaciones generales	En general no se observa ningún tipo de inconveniente.
N. IDENTIFICACION DEL FRAGMENTO: 032	
PRODUCTO ENSAYADO:	PARALOID® B72 (RESINA ACRÍLICA).
Método de aplicación y explicación de la elección	A pincel mediante interposición de papel japonés. Es un método más controlable en cuanto a situaciones de diferente nivel de degradación. Además es uno de los procedimientos que, normalmente se aplican en este tipo de intervenciones.
Absorción del producto	Buena
Número de aplicaciones	3 aplicaciones / 3 días consecutivos
Condiciones de aplicación del producto.	Condiciones climáticas controladas. En laboratorio.
Observaciones generales	Se ha observado una mejoría con la preparación del producto en el disolvente TACO 8 en lugar de disolvente nitrocelulósico tanto en lo referente a la toxicidad como a los resultados de la aplicación.
N. IDENTIFICACION DEL FRAGMENTO: 031	
PRODUCTO ENSAYADO:	BIOESTEL 1200 (SILICATO DE ETILO).
Método de aplicación y explicación de la elección	A pincel mediante interposición de papel japonés.
Absorción del producto	Buena.
Número de aplicaciones	3 aplicaciones / 3 días consecutivos
Condiciones de aplicación del producto.	Condiciones climáticas controladas. En laboratorio.
Observaciones generales	Al aplicar el producto se observa que ciertas zonas lo absorben mejor que otras

¹¹⁴ En el caso de los fragmentos originales no se aporta documentación fotográfica por haberse aplicado los mismos métodos de las probetas identificativas. De la misma manera en ninguno de los casos se observaron problemas graves en la aplicación de los tratamientos por lo que no se aporta documentación adicional tampoco en ese aspecto.

N. IDENTIFICACION DEL FRAGMENTO: 029	
PRODUCTO ENSAYADO:	SOLUCIÓN NUTRITIVA M3P (CARBONATOGÉNESIS BACTERIANA.).
Método de aplicación y explicación de la elección	Mediante nebulización hasta saturación en cada aplicación.
Absorción del producto	Muy buena. Hasta el 4º día de tratamiento la absorción del producto es muy buena, a partir de ese día se observa una paulatina disminución de la absorción por saturación.
Número de aplicaciones	3 aplicaciones/ día. 09:00h 14:00h 20:00h Durante un ciclo de 6 días.
Condiciones de aplicación del producto.	Condiciones climáticas controladas. En laboratorio.
Observaciones generales	Aparentemente, la aplicación del producto ha hecho que se recupere visualmente la policromía roja y amarilla del fragmento.
Precauciones seguidas	<i>*Se siguen las mismas precauciones expuestas en el apartado de probetas identificativas.</i>

Toma de muestras.

Una vez que los fragmentos habían sido tratados se recogieron muestras para su observación, estudio y documentación mediante microscopio estereoscópico y fueron preparadas metalizándose con carbón para su análisis por microscopio electrónico de presión variable (VPSEM) [Fig. 176].

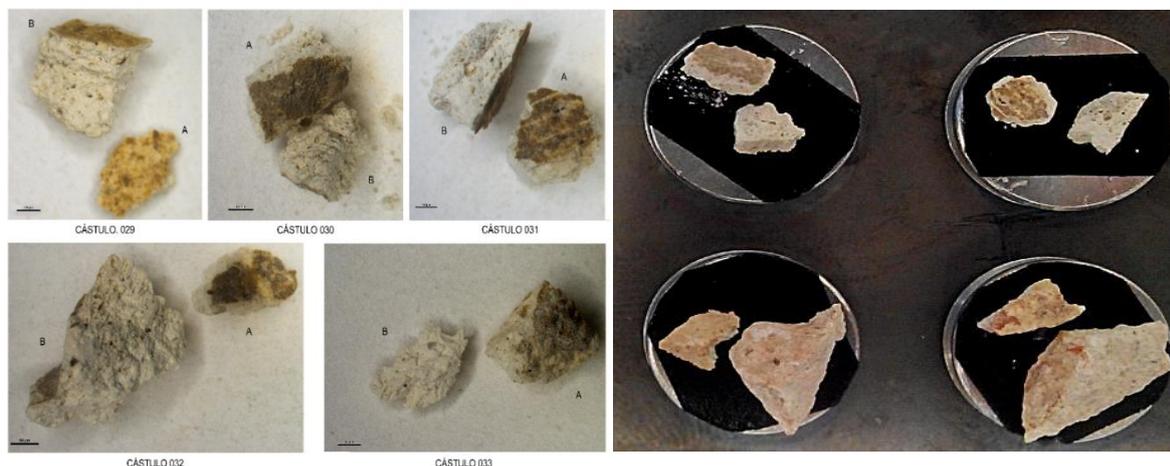


Figura 176. Muestras tomadas de los fragmentos de cornisa para su análisis (izquierda), Derecha. Detalle de la colocación de las muestras en el soporte para ser metalizadas con carbón en el Centro de Instrumentación Científica de la Universidad de Granada.

8.2.3. Fragmentos arqueológicos procedentes del alcázar de Guadalajara.

En la siguiente tabla se exponen las principales características de los fragmentos arqueológicos de cronología romana empleados para el ensayo (Tabla XV).

TABLA XV.
Relación de fragmentos originales de yesería mudéjar empleados para el ensayo.

TIPO DE OBRA: 5 fragmentos de yeserías procedentes del Alcázar de Guadalajara depositados en el Centro Superior de Investigaciones Científicas de Granada. CSIC	
Procedencia.	Las muestras corresponden a restos arqueológicos de enlucido y yesos probablemente tallados procedentes del Alcázar musulmán de Guadalajara.
Cronología.	Mudéjar. Probablemente entre los s. XIII-XIV, cuando el Alcázar de Guadalajara alcanza su máximo esplendor.
Composición.	Yeso. Sulfato cálcico: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Estado de conservación.	Incompleto. Fragmentos aislados procedentes de la excavación pero que, no se pueden unir entre sí. Aparentemente los fragmentos se encuentran bastante estables, no presentan problemas de disgregación graves y conservan restos puntuales de policromía roja.
Referencia.	Los fragmentos se encuentran siglados con rotulador permanente en la parte inferior de las piezas sobre una base de barniz.
Relación de fragmentos.	<ul style="list-style-type: none"> - A800/54/X/768 - A800/54.X/54.Y/1488 - A800/54.Y/54.X/2188 - A800/54X/1045 - A800/54X/771 <p>*De izquierda a derecha en la documentación gráfica.</p>
Documentación gráfica.	 <p style="text-align: center;"><i>Documentación general de los fragmentos de yesería.</i></p>

Contextualización de los fragmentos

Las ruinas del Alcázar Real de Guadalajara se encuentran en las inmediaciones del Palacio del Infantado, frente a la iglesia del desaparecido convento de monjas jerónimas de Nuestra Señora de los Remedios” (Navarro Palazón, 2007, p.586). Los fragmentos que se han utilizado para este trabajo se hallaron en el proyecto de intervención de este espacio, coordinado por D. Antonio Almagro Gorbea y costado por el Excmo. Ayuntamiento de Guadalajara. Según Navarro Palazón (2007), las excavaciones arqueológicas realizadas, iniciadas en el año 2005 han permitido afirmar que todas las estructuras identificadas hasta el momento son cristianas y se dividen en tres fases constructivas. Los fragmentos utilizados pertenecen a la segunda fase constructiva, en concreto al palacio del s. XIV que, según lo expuesto por Navarro Palazón, (2007) es sustancialmente el mismo que el anterior, limitándose lo construido en esta fase a una ampliación hacia el norte del edificio preexistente.

Durante la excavación de la galería porticada que precedía al salón principal del palacio se halló en el subsuelo del Alcázar Real, un conjunto de yeserías en el subsuelo del Alcázar Real que ha sido identificado como del arte mudéjar tal y como se expone en el estudio realizado por Pradillo y Esteban (2000). El mismo autor refiere que tras un estudio exhaustivo de los fragmentos y de su contextualización, son de autoría toledana aunque para completar este avance de resultados que el mismo autor expone sería necesario un estudio detallado sobre el programa decorativo que se realiza en éste Alcázar en la actualidad todavía sin completar.

Descripción de los fragmentos

Los datos recopilados y la observación detallada de los fragmentos de yesería seleccionados para este ensayo, así como la información extraída de la publicación realizada sobre este conjunto parecen indicar que son pertenecientes a un lienzo de sebka. Según expone Pradillo y Esteban, 2000 (p. 137) “la decoración en sebka del Alcázar de Guadalajara se articula sobre una trama romboidal generada por una sucesión de arcos lobulados, entrelazados y sin orden de interrupción”. Las arquivoltas presentan al exterior molduras lisas y al interior una decoración de malla simple adornada con roleos. Por otra parte se distinguen en torno a las piñas centrales como se despliegan dos palmetas digitadas curvadas de doble hoja. Ilustrando esta descripción el autor ha realizado una hipótesis que reconstruye esta decoración de sebka lo que ha permitido distinguir ciertos elementos que se observan en los fragmentos estudiados, lo que hace pensar que probablemente pertenezcan a esta decoración [Fig. 177].

En lo que respecta a su estado de conservación, los fragmentos seleccionados no presentaban restos de tierra, lo que es indicativo de que ya se habían limpiado para su conservación y estudio en la escuela de Estudios Árabes donde se encontraban en depósito. En lo que respecta al estado de conservación del mortero, estos fragmentos se mostraban mejor cohesionados que los procedentes del yacimiento romano de *Castulo*, no mostrando signos tan evidentes de disgregación del material utilizado para el revestimiento decorativo. Por otra parte, los restos de policromía que se conservaban eran bastante escasos, principalmente rojos y se localizaban básicamente en zonas internas del relieve [Fig. 178].



Figura 177. Izquierda. Hipótesis de la decoración en sebka de las yeserías del Alcázar de Guadalajara. Derecha. Detalle de dos de los fragmentos estudiados.



Figura 178. Documentación general de los fragmentos de yesería utilizados para este estudio.

8.2.3.1. Procedimientos.

Método de aplicación de los consolidantes seleccionados. (Tabla XVI).

TABLA XVI.

Método de aplicación de los consolidantes seleccionados para yesería mudéjar. Especificaciones.

TIPO DE OBRA: 5 fragmentos de yeserías procedentes del Alcázar de Guadalajara depositados en el Centro Superior de Investigaciones Científicas de Granada. CSIC	
N. IDENTIFICACION DEL FRAGMENTO: A800/54.X/54.Y/1488. Probeta de muestra sin tratar.	
N. IDENTIFICACION DEL FRAGMENTO: A800/54X/779	
PRODUCTO ENSAYADO:	MOWITAL® B60H (BUTIRAL DE POLIVINILO).
Método de aplicación y explicación de la elección	A pincel mediante interposición de papel japonés.
Absorción del producto	Media-Buena
Número de aplicaciones	2 aplicaciones / 2 días consecutivos. En el caso de las yeserías, se realizan dos aplicaciones al ser una superficie menos porosa que la de las cornisas.
Condiciones de aplicación del producto.	Condiciones climáticas controladas. En laboratorio.
Observaciones generales	Se observa que el tamaño de partícula es bastante grande y al inicio la absorción se produce lentamente, sobre todo a tener que aplicarse interponiendo el papel japonés.
N. IDENTIFICACION DEL FRAGMENTO: A800/54.Y/54.X/2188	
PRODUCTO ENSAYADO:	PARALOID® B72 (RESINA ACRÍLICA)
Condiciones de aplicación y explicación de la elección	A pincel mediante interposición de papel japonés.
Absorción del producto	Buena.
Número de aplicaciones	2 aplicaciones / 2 días consecutivos.
Condiciones de aplicación del producto.	Condiciones climáticas controladas. En laboratorio.
Observaciones generales	Se ha observado una mejoría en la preparación del producto en el disolvente TACO 8 en lugar de disolvente nitrocelulósico tanto en lo referente a la toxicidad como al proceso de aplicación.
N. IDENTIFICACION DEL FRAGMENTO: A800/54/X/768	
PRODUCTO ENSAYADO:	BIOESTEL 1200 (SILICATO DE ETILO).
Método de aplicación y explicación de la elección	A pincel mediante interposición de papel japonés.
Absorción del producto	Buena.
Número de aplicaciones	2 aplicaciones / 2 días consecutivos.
Condiciones de aplicación del producto.	Condiciones climáticas controladas. En laboratorio.
Observaciones generales	Al aplicar el producto se observa que en algunas zonas se absorben antes que otras.

N. IDENTIFICACION DEL FRAGMENTO: A800/54X/1045	
PRODUCTO ENSAYADO:	SOLUCIÓN NUTRITIVA M3P (CARBONATOGÉNESIS BACTERIANA)
Método de aplicación y explicación de la elección	Mediante nebulización hasta saturación en cada aplicación.
Absorción del producto	Media- Buena
Número de aplicaciones	3 aplicaciones/ día. 09:00h 14:00h 20:00h Durante un ciclo de 7 días.
Condiciones de aplicación del producto.	Condiciones climáticas controladas. En laboratorio.
Observaciones generales	A partir del segundo día de tratamiento se observa una disminución de la capacidad de absorción, posiblemente por la saturación del producto.
Precauciones seguidas	<i>*Se siguen las mismas precauciones expuestas en el apartado de probetas identificativas.</i>

Toma de muestra

Una vez que los fragmentos habían sido tratados se recogieron muestras que fueron estudiadas y documentadas mediante microscopio estereoscópico y después se metalizaron con carbón para analizarlas mediante microscopio electrónico de presión variable (VPSEM) [Fig. 179].

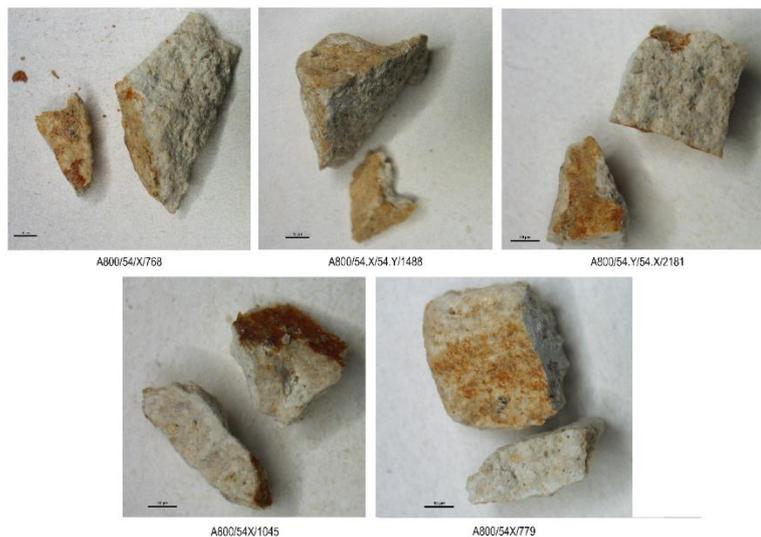
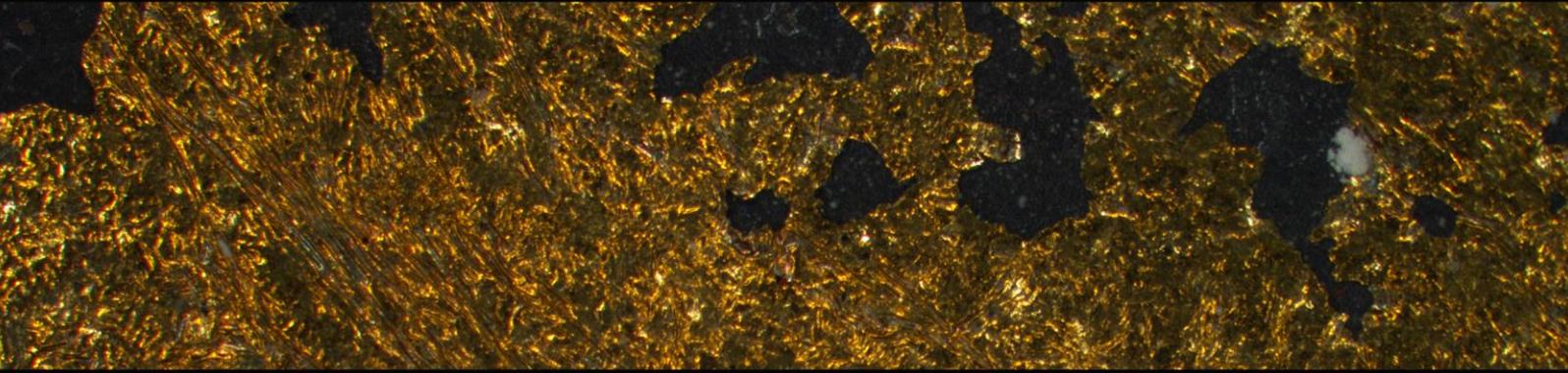


Figura 179. Imagen de detalle de las muestras tratadas para su análisis.



Capítulo 9

Resultados del estudio de envejecimiento y eficacia de materiales

9. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE ENVEJECIMIENTO Y EFICACIA DE MATERIALES

En este capítulo se exponen los resultados que se han obtenido en el estudio de envejecimiento y eficacia de materiales a partir de la aplicación de una selección de tratamientos sobre probetas de ensayo y fragmentos originales de origen arqueológico.

En lo que respecta al estudio que se ha llevado a cabo en las probetas identificativas, las condiciones específicas de los ensayos aplicados así como las fichas identificativas de los resultados obtenidos se exponen en el Anexo 4 *Estudio de envejecimiento y eficacia de materiales* para su consulta.

Por otra parte, los resultados obtenidos del análisis de muestras de los fragmentos originales procedentes de excavación arqueológica se exponen en el Anexo 5. *Fragmentos originales utilizados para el ensayo*, para su consulta.

Las especificaciones técnicas de los productos empleados tanto en las probetas identificativas como en los fragmentos originales de procedencia arqueológica se exponen para su consulta en el Anexo 6. *Especificaciones técnicas de los productos empleados*.

9.1. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

SOBRE PROBETAS.

9.1.1. Ensayo de envejecimiento natural.

Los resultados que se han expuesto corresponden a los datos recogidos en un ciclo completo de envejecimiento natural de 12 meses.

Sensores de radiación. Irradiancia solar y radiación ultravioleta

Las mediciones muestran que un flujo significativo de radiación nociva ha estado afectando a los acabados polícromos durante el ciclo de envejecimiento. Además las fluctuaciones en los valores, que se detectan sobre todo en los datos recogidos de la irradiancia solar son indicativos de las duras condiciones a las que se ha sometido la superficie de las probetas.

Irradiancia solar

El valor medio de los valores obtenidos se sitúa en $\pm 107 \text{ w/m}^2$. Los valores más altos se registran en los meses cálidos, puesto que es en estos meses cuando la radiación solar calienta la superficie con mayor intensidad. El valor medio más elevado se registra en el mes de junio de 2015 con 195.96 w/m^2 . El valor máximo se registra en el mes de mayo de 2015 con 1229 w/m^2 , mientras que el valor mínimo de las máximas se registra en el mes de enero con 662.00 w/m^2 . Por otra parte, como es lógico, el valor mínimo se registra todos los meses en 0.00 w/m^2 correspondiente a las mediciones registradas sin presencia de sol.

Radiación ultravioleta

El valor medio de los resultados obtenidos se sitúa aproximadamente en $\pm 0,016 \text{ w/m}^2$ lo que es un valor bajo si tomamos como referencia su incidencia en el factor humano según los índices de ultravioleta solar mundial. Los valores máximos de radiación ultravioleta se dan en los meses cálidos, registrándose el más elevado en el mes de junio de 2015 con $0,19 \text{ w/m}^2$, lo que corresponde a un nivel bastante alto pues se identifica con un nivel 7 según el índice ultravioleta solar mundial. Los valores mínimos se sitúan entre $0,0 \text{ w/m}^2$ - $0,1 \text{ w/m}^2$ lo que corresponde a los datos que se registran durante la noche.

Estos resultados informan de que las probetas situadas al exterior han estado expuestas a la degradación fotoquímica que producen las radiaciones ultravioleta, que perjudica especialmente a los materiales orgánicos cuyo efecto ha sido bastante intenso en los meses cálidos, como se demuestra en los datos recopilados.

Sensor de control del viento. Velocidad y dirección del viento

El viento se caracteriza por dos magnitudes la velocidad y la dirección por lo que se ha llevado a cabo un control de ambas en la realización de este estudio.

Velocidad del viento

Los datos obtenidos respecto a la velocidad del viento evidencian una media que se encuentra en torno al valor $\pm 3,73\text{km/h}$, lo que la sitúa en un grado 1 *Ventolina o brisa muy ligera* de la escala de viento *Beaufort*¹¹⁵ usada en tierra. Esto supone un valor bastante bajo que se identifica con una fuerza leve en la que se inclina el humo pero las banderas no se mueven. El valor máximo se registra en el mes de octubre de 2014 en el que se llega a 49.00km/h , con grado 6 *Fresco* en la escala de *Beaufort*, lo que supone un viento considerable capaz de mover ramas grandes. El valor mínimo se registra en 0km/h en todos los meses lo que se sitúa en un grado 0 en la escala denominado como *calma*.

Dirección del viento

En cuanto a la dirección del viento, los datos aportados nos ofrecen una idea de la procedencia del viento en el lugar donde están posicionadas las probetas. El valor medio de las medias registradas en el ciclo de exposición se sitúa en torno a $\pm 271^\circ$ lo que es indicativo que es fundamentalmente un viento que procede del oeste. El valor máximo se sitúa en 360° registrado todos los meses, que sitúa la procedencia del mismo en el norte geográfico y un valor mínimo de 73° también registrado todos los meses, que se acercaría a un viento procedente del este. Por la ubicación, en ningún caso se registra datos de orientación sur.

Sensores de temperatura y humedad

La temperatura y la humedad son dos parámetros físicos muy utilizados en el control de las condiciones de conservación de las obras de arte. Estas condiciones han mostrado una gran variabilidad como se puede observar en las gráficas correspondientes. De esta forma mientras que los valores de las probetas exteriores han presentado oscilaciones bastante grandes, las probetas interiores, aunque presentan cambios de temperatura, éstos se caracterizan por evidenciar una linealidad en todos los meses monitorizados.

¹¹⁵ La escala de viento de Beaufort (1806) es un sistema usado para estimar la velocidad del viento. Tiene como unidad de medida el Número de Beaufort que se compone de la velocidad del viento, un término descriptivo y los efectos visibles sobre los objetos en tierra y / o en la superficie marina. Esta escala fue diseñada por Sir Francis Beaufort (1777-1857), hidrógrafo de la Marina Real Británica (Del Angel Ramos & Sarmiento Sera, 2004, p. 14).

Sensores exteriores. Temperatura y Humedad

Temperatura.

Los datos recogidos por los sensores exteriores presentan una gran inestabilidad, lo que evidencia que las probetas han estado sometidas a condiciones bastante duras de exposición durante el ciclo de 12 meses de envejecimiento. El valor medio de temperatura entre las medias registradas se sitúa en torno a los $\pm 16^{\circ}\text{C}$, presentando su valor máximo en el mes de julio de 2015 con 47.40°C y un valor mínimo de -5°C . Ello supone una diferencia de $\pm 52^{\circ}\text{C}$ total entre el valor máximo y el valor mínimo registrado para las probetas expuestas en el exterior.

Humedad

De la misma manera, los datos recogidos en lo que a humedad relativa se refiere evidencian las extremas condiciones atmosféricas a las que se han sometido las probetas de ensayo en el ciclo de envejecimiento exterior. El valor medio de humedad relativa entre las medias registradas se sitúa en torno al $\pm 38\%$ lo que es un valor bastante cercano al registrado por las probetas de envejecimiento interior aunque algo inferior. Sin embargo, los valores mínimos y máximos son muy diferentes, el valor máximo se registró en el mes de abril de 2015 en el que se llegó a un 100% de humedad relativa y el valor mínimo se sitúa en el mes de febrero con un 10.88%.

Sensores interiores. Temperatura y Humedad

Temperatura

Los datos recogidos por los sensores interiores muestran relativa estabilidad con una media que oscila en torno a los $\pm 20^{\circ}\text{C}$ de valor medio, registrando su valor máximo en el mes de agosto de 2015 con 30.00°C y el mínimo en el mes de enero con 7°C . A pesar de que la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo registrado es de 27.30°C , lo que a *priori* podría parecer bastante elevado, las gráficas presentan una cierta linealidad horizontal de los resultados y, aunque estas desviaciones se producen, siempre se hacen sin brusquedad.

Humedad relativa

Los datos obtenidos en lo que a humedad relativa se refiere, presentan unos resultados más estables a los recogidos en la temperatura. Los valores muestran una permanencia que oscila en torno a los $\pm 42\%$ de valor medio, registrando su valor máximo en el mes de marzo de 2015 con un 48.25% y un valor mínimo de 36.60%, siendo la diferencia en este caso de $\pm 12\%$.

Los datos obtenidos de los sensores interiores y exteriores evidencian que, mientras que las probetas situadas en la estación de envejecimiento han estado sometidas a oscilaciones

climáticas importantes, las probetas interiores han estado conservadas en condiciones mucho más estables. Si se comparan las gráficas obtenidas en uno y otro sensor pueden comprobarse de manera visual estos cambios [Fig. 180].

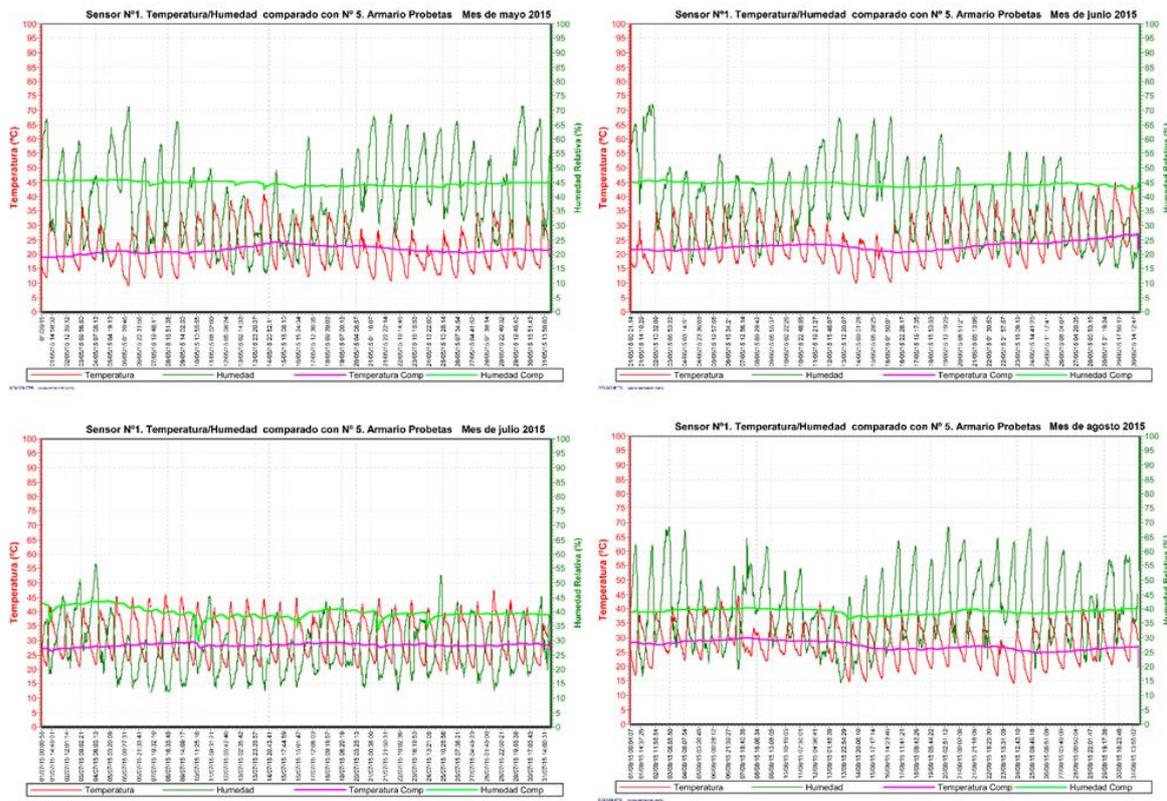


Figura 180. Gráficas comparativas entre el sensor interior (de color morado y verde) y el sensor exterior (rojo y verde oscuro). Datos obtenidos en los meses de mayo, junio, julio y agosto de 2015.

9.1.2. Interpretación de resultados del estudio de colorimetría.

9.1.2.1. Evaluación de los cambios cromáticos inducidos por tratamientos de consolidación antes del ciclo de envejecimiento.

A continuación se expone la interpretación de los valores obtenidos en cada una de la series de acabados cromáticos de las probetas estudiadas antes del envejecimiento. Las tablas con la relación de datos extraídos de las mediciones del espectrofotómetro y los comentarios respectivos a los resultados obtenidos, se exponen, para su consulta, en el Anexo 4. *Estudio de envejecimiento y eficacia de materiales*¹¹⁶.

Además, a continuación se aporta una tabla con las abreviaturas utilizadas en los gráficos aportados (Tabla XVII).

TABLA XVII.
Nomenclatura empleada en los gráficos de resultados.

ACABADOS CROMÁTICOS.	
Azurita	AZ
Cinabrio	CIN
Malaquita	MA
Ocre	O
Mezcla de Cinabrio y rojo de plomo	CRP
Azul ultramar artificial	U
Blanco de plomo	BP
Blanco de plomo y azul ultramar artificial	BPU
Amarillo de plomo	AMP
Amarillo de cromo	AC
Azul de Prusia	AP
Azul de Prusia, azul ultramar artificial, Blanco de titanio.	AP.U.T
TRATAMIENTOS.	
Hidróxido de Bario	HB
Butiral de polivinilo	B
Resina acrílica (metilacrilato-etilmetacrilato)	R
Silicato de etilo	S
Carbonatogénesis Bacteriana	C
AGLUTINANTES	
Cola animal	CA
Goma arábiga	GA
Aceite	A

¹¹⁶En los casos que se aportan los datos numéricos recogidos, se indican en el texto las tablas de las que se han extraído del anexo correspondiente.

Materiales históricos

Si tenemos en cuenta la *MCDM* (en unidades CIELAB) de cada serie, se comprueba que el valor más alto corresponde a la serie de probetas realizadas con azurita aglutinada con goma arábica ($MCDM=8.8\pm 3.8$) (Tabla 1), lo que indica una elevada variabilidad de color. Ello demuestra un cambio importante provocado por las películas protectoras aplicadas en esta serie respecto a su probeta patrón que es el acabado policromo sin tratamiento consolidante. Por otra parte, el valor de *MCDM* más bajo se registra en la serie de probetas realizadas con el pigmento ocre y, aglutinadas con cola animal ($MCDM=3.0\pm 1.9$) (Tabla 7), lo que indica una variabilidad de color no muy alta. Esto demostraría que, de todos los acabados cromáticos representativos de los materiales históricos, éste es el que presenta una menor dispersión de color, siendo en este acabado en el que menos influye la aplicación de tratamientos, desde el punto de vista cromático [Fig. 181].

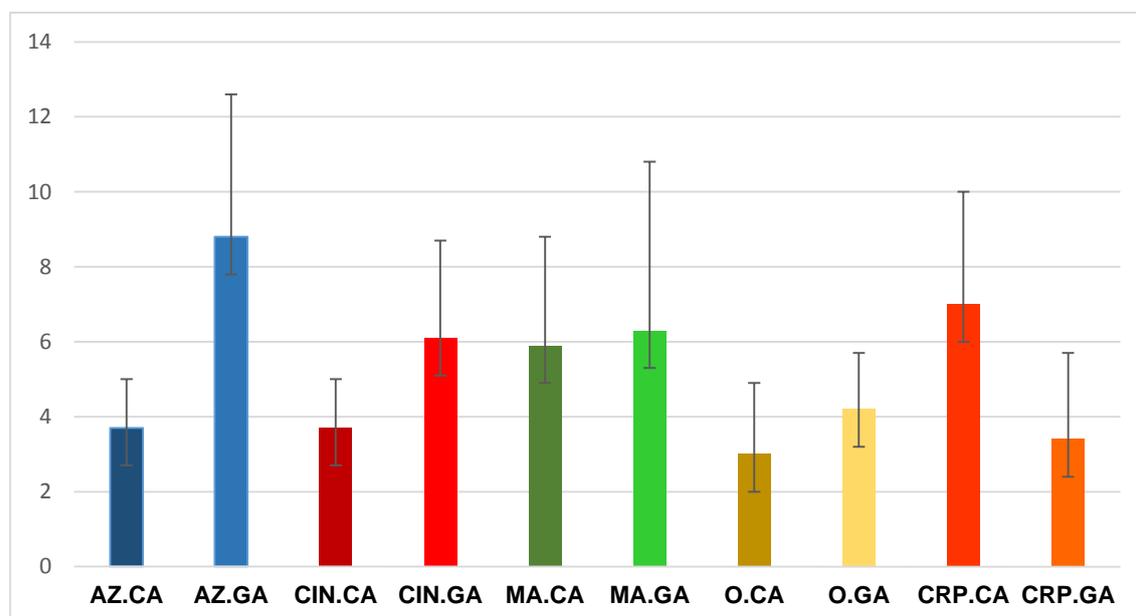


Figura 181. *MCDM* (en unidades CIELAB) representativa de los materiales históricos antes del ciclo de envejecimiento.

Por otra parte, si se compara la *MCDM* de los acabados cromáticos realizados con cola animal respecto a los acabados cromáticos aplicados con goma arábica y el mismo pigmento, se comprueba que, prácticamente en todos los casos, (salvo en la serie realizada con la mezcla de pigmentos cinabrio y rojo de plomo) se produce una variabilidad mayor con la aplicación de capas protectoras en los acabados en los que se ha empleado como aglutinante goma arábica que en los acabados realizados con cola animal. Esto demuestra que los acabados aglutinados con goma arábica por su mayor porosidad son mucho más sensibles a las variaciones que producen los tratamientos consolidantes como demuestran los valores obtenidos [Fig. 181].

Si consideramos los valores de diferencia de claridad ($\Delta L'$) registrados en las mediciones efectuadas se deduce que los tratamientos que producen más cambios en las superficies policromadas son la resina acrílica, el silicato de etilo y el butiral de polivinilo. Como se puede comprobar en las tablas expuestas, en todos los casos el tratamiento de resina acrílica evidencia valores negativos lo que es indicativo de que en todos los acabados cromáticos produce un descenso de claridad respecto al patrón sin tratar (Tabla 1, Tabla 2, Tabla 3, Tabla 4, Tabla 5, Tabla 6, Tabla 7, Tabla 8, Tabla 9 y Tabla 10). Es de destacar el descenso que se produce en el caso de la azurita aglutinada con goma arábica por ser muy acusado [Fig. 182]. El silicato de etilo y el butiral de polivinilo preferentemente provocan un descenso de claridad con respecto al patrón, aunque en casos puntuales registran un incremento (valores positivos) en el caso del silicato (Tabla 3, Tabla 9) y en el del butiral de polivinilo (Tabla 3, 6, 9) [Fig. 182, 183].

Por otra parte, se deduce que los tratamientos que menos afectan a la claridad (L^*) son la carbonatogénesis bacteriana y el hidróxido de bario. Mientras que el hidróxido de bario se presenta en un elevado número de los acabados como la capa protectora que menos cambios produce (Tabla 3, Tabla 4, Tabla 7, Tabla 10), la carbonatogénesis bacteriana evidencia mayores fluctuaciones, presentando, en ciertos acabados, valores considerablemente altos de claridad (L^*) que en la mayor parte de los casos son superiores a los del patrón sin tratar [Fig. 184].

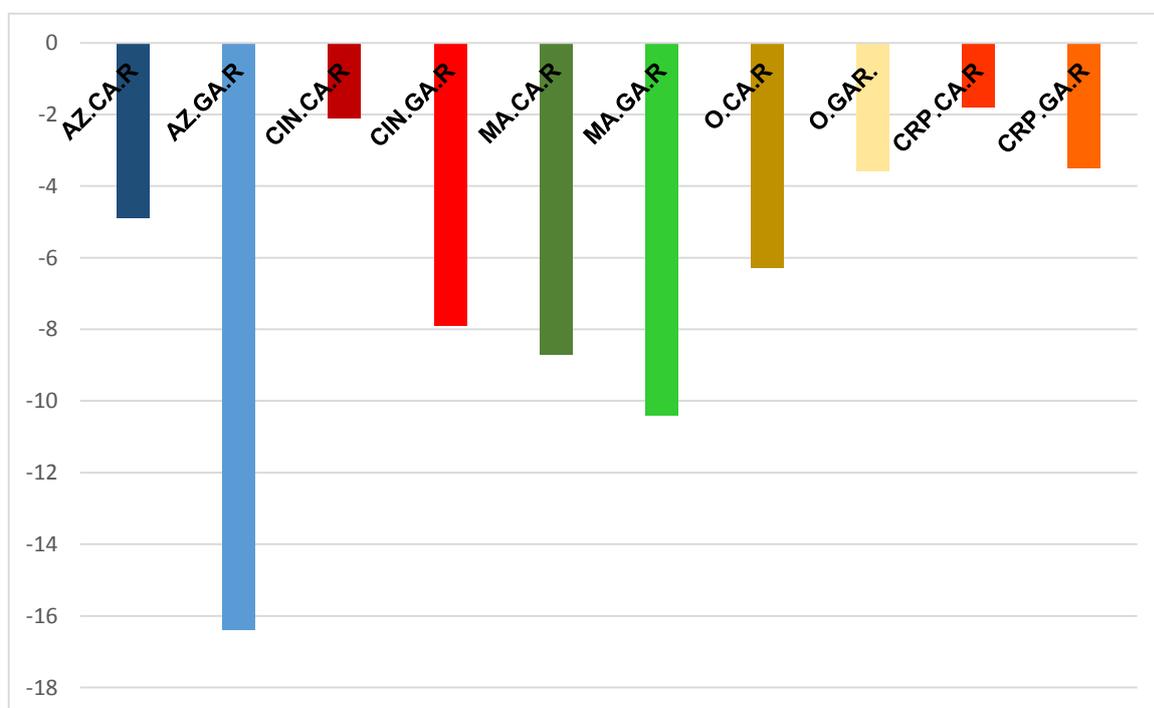


Figura 182. Valores de diferencia $\Delta L'$ obtenidos en las series representativas de los materiales históricos tratados con resina acrílica antes del ciclo de envejecimiento.

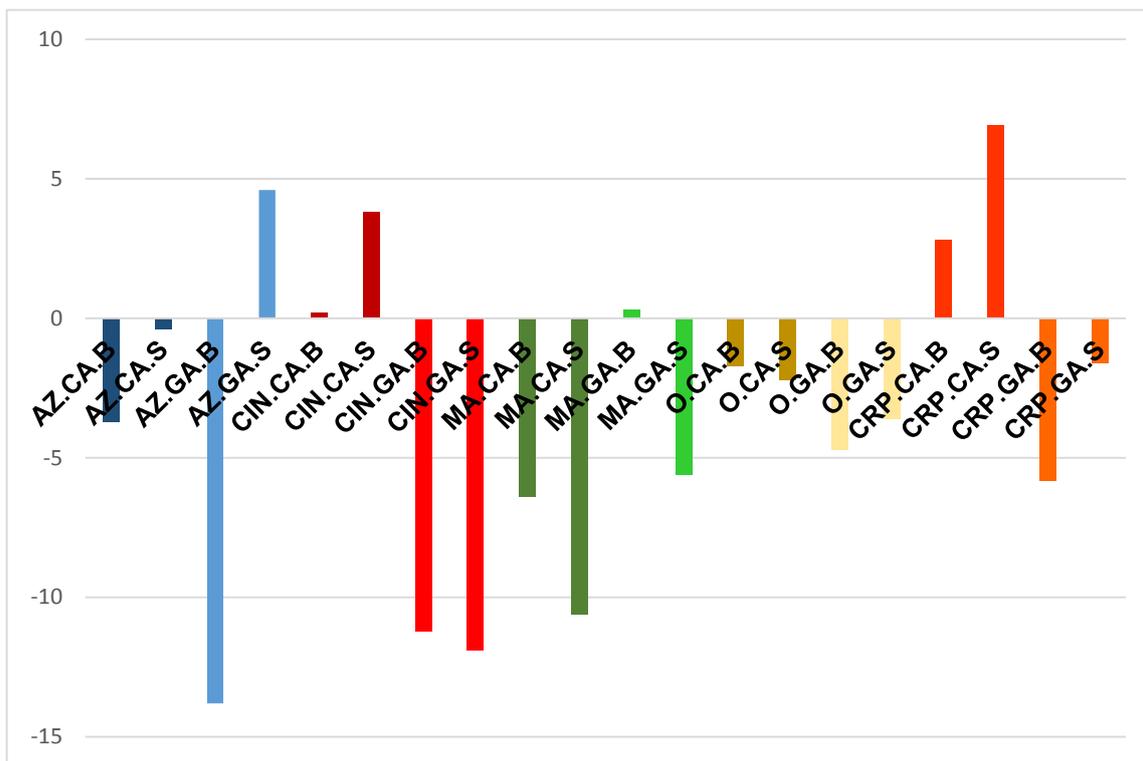


Figura 183. Valores de $\Delta L'$ registrados en las series representativas de los materiales históricos, tratados respectivamente con butiral de polivinilo y silicato de etilo antes del ciclo de envejecimiento.

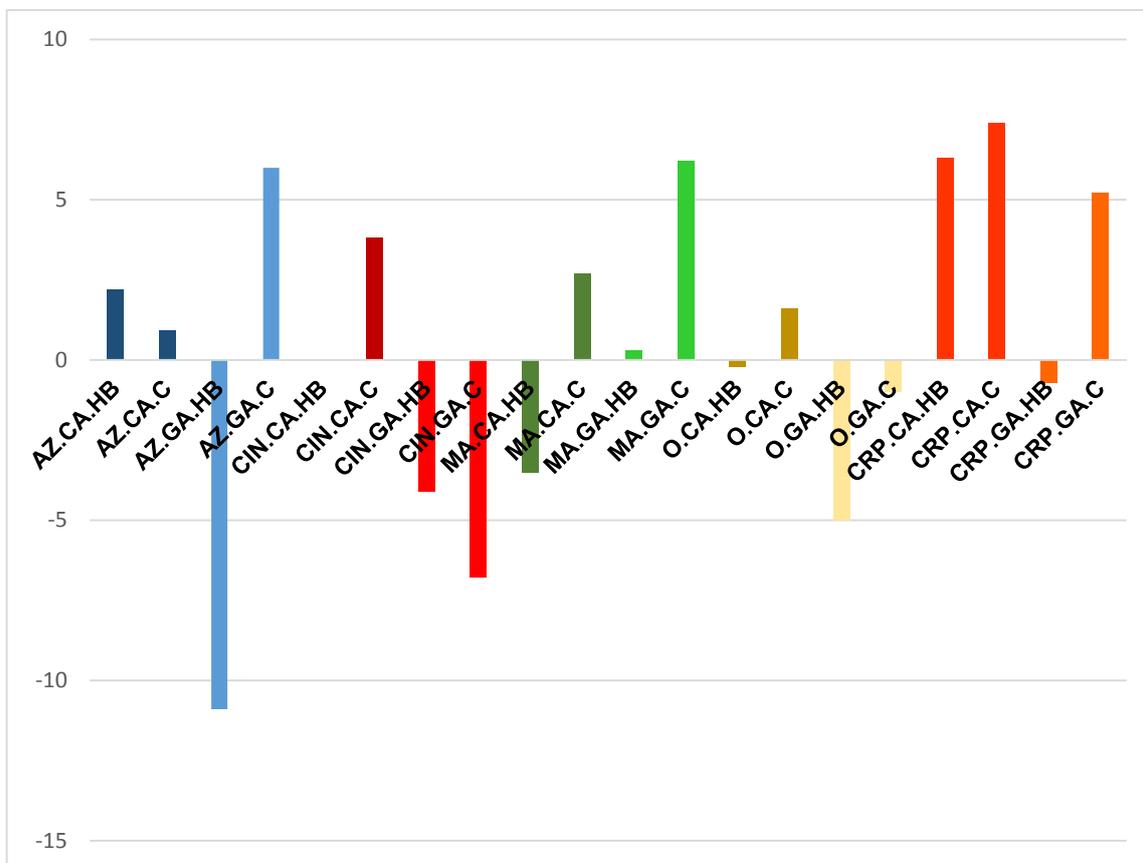


Figura 184. Valores de $\Delta L'$ obtenidos en las series representativas de los materiales históricos tratados con hidróxido de bario y carbonatogénesis bacteriana antes del ciclo de envejecimiento.

En cuanto a la diferencia de croma (ΔC^*), los datos registrados demuestran que se producen cambios en el croma no acusados. Si se tienen en cuenta los valores obtenidos en su conjunto, los más bajos se registran en la serie de probetas realizada con el pigmento ocre amarillo, tanto en el caso de la serie realizada con goma arábica ($\Delta C^* = 0.3 \pm 0.7$), (Tabla 8) como de cola animal ($\Delta C^* = -0.8 \pm 1.0$), (Tabla 7). Se observa valores inferiores a 1, de lo que se deduce que los cambios son apenas perceptibles por el ojo humano. El croma (C^*_{ab}) tiene un comportamiento desigual con la aplicación de los diferentes tratamientos por lo que en esta fase del estudio no se pueden extraer resultados concluyentes en este aspecto.

Por otra parte, en lo que respecta a la diferencia de tono (ΔH^*), los valores obtenidos de las mediciones, demuestran que se producen cambios ligeramente perceptibles. Si se valoran los resultados obtenidos en su conjunto, se confirma como en el caso anterior, que el acabado cromático más estable es el de la serie de probetas realizada con el pigmento ocre amarillo, aglutinado cola animal ($\Delta H^* = 0.2 \pm 0.8$), (Tabla 7) y la serie realizada con cinabrio y cola animal ($\Delta H^* = 0.7 \pm 0.7$), (Tabla 8). En cambio, los valores más altos y que demuestran por lo tanto una mayor diferencia de tono (ΔH^*) respecto al patrón se registran en la serie de probetas realizada con el pigmento azurita aglutinado con goma arábica ($\Delta H^* = 2.7 \pm 3.4$) (Tabla 2), lo que es indicativo de que, en este caso concreto, es el acabado más sensible a los cambios de tono al aplicar los tratamientos. Como se puede comprobar en las tablas expuestas, el tono (h_{ab}) sufre tanto incrementos como descensos. Si se valoran los resultados expuestos en su conjunto se comprueba que el tratamiento que produce más diferencia de tono (ΔH^*) en un mayor número de acabados cromáticos es el butiral de polivinilo. Por otra parte, el tratamiento que modifica menos el tono es la resina acrílica que, aunque presenta valores positivos y negativos, en la mayoría de los casos el valor es muy cercano al 0.

De los resultados obtenidos en los materiales históricos se confirma que, en todos los casos, la aplicación de cualquier película sobre la pintura siempre produce cambios de color (claridad L^* , croma C^*_{ab} y ángulo de tono h_{ab}) respecto a una policromía sin tratar, siendo las muestras tratadas con resina acrílica y silicato de etilo, las que presentan un valor más alto de diferencia de color (ΔE_{00}) en un mayor número de policromías. Mientras que la resina acrílica es el tratamiento que más variación produce en la series de azurita aplicada con cola animal, azurita aplicada con goma arábica, ocre aplicado con cola y malaquita aplicada con goma arábica (Tabla 1, Tabla 2, Tabla 6, Tabla 7), el silicato de etilo lo hace en las series de cinabrio aplicado con cola animal, cinabrio aplicado con goma y malaquita aplicada con cola animal (Tabla 3, Tabla 4, Tabla 5).

Si se tiene en cuenta la diferencia de color media (ΔE_{00}) de cada una de las series analizadas se comprueba que el acabado cromático que presenta una diferencia media de color mayor respecto al patrón sin tratar (con la aplicación de una película protectora), corresponde a la serie de probetas en las que se aplicó el pigmento azurita aglutinado con goma arábica ($\Delta E_{00}=12.3\pm 3.8$) (Tabla 2) Por otra parte, las series de probetas en la que se registran valores mínimos de diferencia de color (ΔE_{00}), respecto al patrón sin tratar corresponde a las series aglutinadas con cola animal y realizadas con los pigmentos cinabrio ($\Delta E_{00}=2.7\pm 1.6$) (Tabla 3), y ocre amarillo ($\Delta E_{00}=2.7\pm 2.2$), (Tabla 7), lo que indica que estas policromías son menos sensibles a los cambios de color que producen los tratamientos aplicados [Fig. 185].

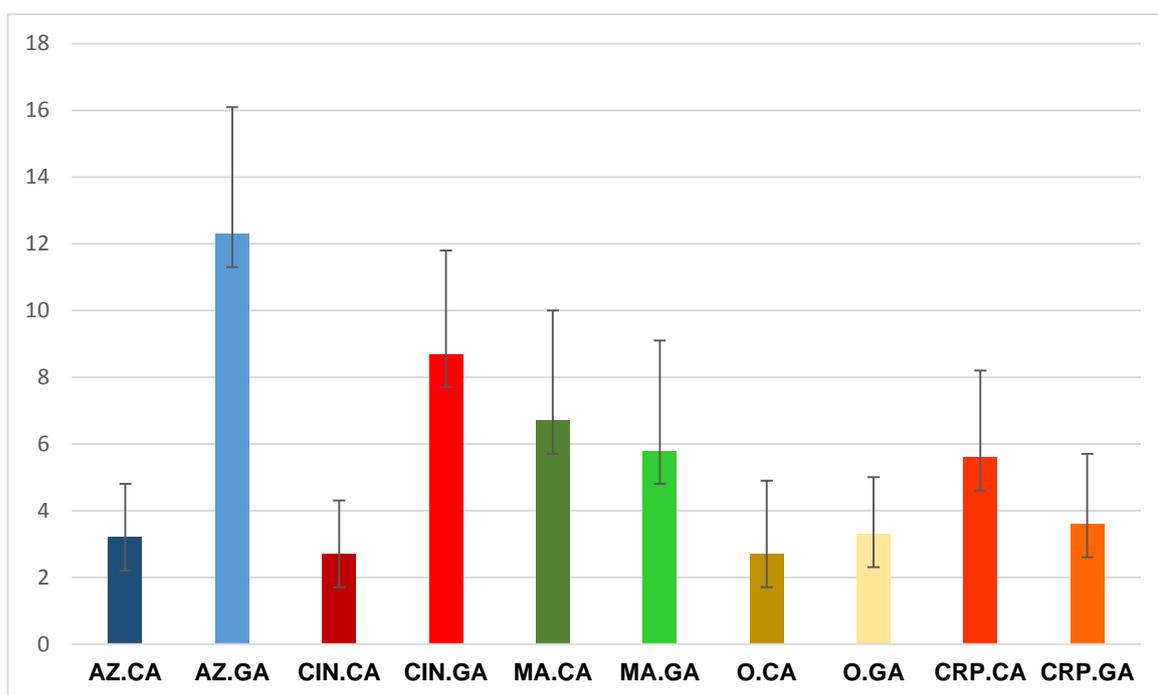


Figura 185. Gráfico representativo de los valores de ΔE_{00} registrados en las series representativas de los materiales históricos antes del envejecimiento.

Esto puede deberse a que, si se comparan ambos aglutinantes, la goma arábica es más inestable que la cola animal pues además de ser bastante higroscópica, las moléculas se degradan en fragmentos más pequeños lo que aumenta su sensibilidad al agua. En este sentido (Mayer, 1993) expone que en el temple de goma la película que se forma con este aglutinante no es tan resistente al agua como los demás tipos de temples. Además según afirma (Palet, 2002), este aglutinante no protege demasiado el pigmento, sobre todo si se trata de granos grandes. Teniendo en cuenta que en el caso de los materiales históricos se han empleado pigmentos naturales, y el aglutinante se ha utilizado en una proporción muy baja, estas circunstancias han podido favorecer que los acabados aglutinados con goma arábica evidencien mayor sensibilidad a los cambios cromáticos que los realizados con cola animal ya que resultan más porosos y, por lo tanto la impregnación es mayor.

Esto demuestra y permite concluir que los acabados aglutinados con goma arábica son mucho más sensibles a las variaciones de color que producen los tratamientos consolidantes.

Materiales modernos

Si tenemos en cuenta la *MCDM* (en unidades CIELAB) de cada serie, se comprueba que el valor más alto corresponde a las probetas realizadas con el pigmento azurita aglutinadas con aceite ($MCDM=9.2\pm 1.5$), (Tabla 11) lo que indica una variabilidad de color considerablemente perceptible. Esto demuestra un cambio importante provocado por las películas protectoras aplicadas en esta serie respecto a su probeta patrón que es el acabado policromo sin tratamiento consolidante [Fig. 186].

Por otra parte, los valores de *MCDM* más bajos se registran en las series de probetas realizadas con la mezcla de pigmentos blanco de titanio, ultramar artificial y azul de Prusia ($MCDM=3.1\pm 1.9$), (Tabla 18), lo que indica una variabilidad de color perceptible pero no muy alta, que demuestra la estabilidad de este acabado cromático [Fig. 186].

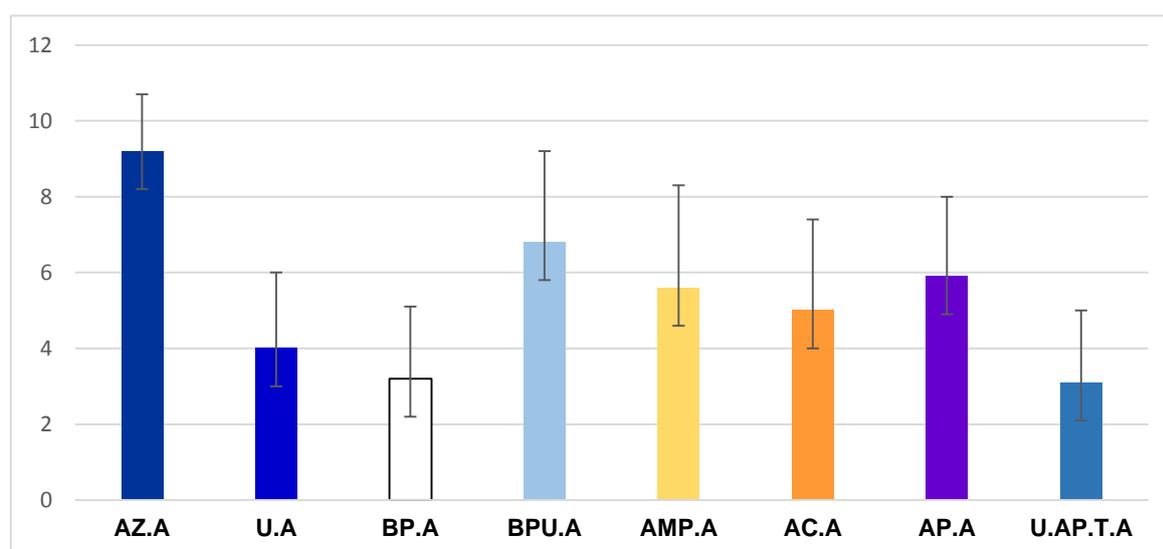


Figura 186. *MCDM* (en unidades CIELAB) representativo de los valores obtenidos en las series representativas de los materiales históricos antes del ciclo de envejecimiento.

Si consideramos los valores de diferencia de claridad (ΔL^*) registrados en las mediciones efectuadas se deduce que el tratamiento que produce más cambios en las superficies policromadas es la resina acrílica. Como se puede comprobar en las tablas expuestas, en todos los casos el tratamiento de resina acrílica presenta valores negativos, lo que es indicativo de que produce un descenso de claridad respecto al patrón sin tratar, en todas las policromías (Tabla 11, Tabla 12, Tabla 13, Tabla 14, Tabla 15, Tabla 16, Tabla 17 y Tabla 18). En el caso del silicato de etilo, en un gran número de acabados se produce un descenso de claridad (valor negativo) (Tabla 11, Tabla 13, Tabla 14, Tabla 15, Tabla 16, Tabla 17, Tabla 18), pero en otros casos origina un incremento (valor positivo) (Tabla 12). Por otra parte, de los datos adquiridos

se concluye que el tratamiento de la carbonatogénesis bacteriana, aunque no produce grandes cambios de claridad (L^*) respecto al patrón, en la mayor parte de los casos, tal y como ocurre en los materiales históricos produce un incremento del valor total (registro del valor positivo) respecto al patrón, lo que permite confirmar que el tratamiento contribuye a aumentar la claridad del acabado policromo en esta primera fase [Fig. 187].

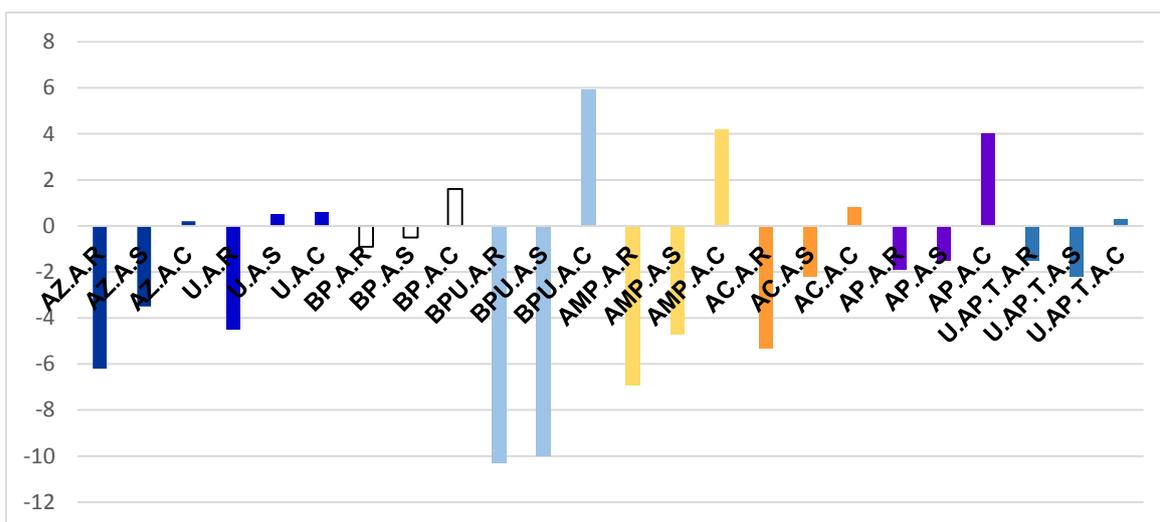


Figura 187. Valores de ΔL^* obtenidos en las series representativas de los materiales históricos tratados con hidróxido de bario y carbonatogénesis bacteriana antes del ciclo de envejecimiento.

En cuanto a la diferencia de croma (ΔC^*), los datos registrados demuestran que se produce variabilidad en el croma, no muy alta pero perceptible. Si se tienen en cuenta los valores obtenidos en su conjunto, los inferiores se registran en la serie de probetas realizada con el pigmento azul ultramar, azul de Prusia y blanco de titanio ($\Delta C^* = 0.3 \pm 0.5$), (Tabla 18). Al igual que en el caso de los materiales históricos, el croma (C^*_{ab}) tiene un comportamiento desigual con la aplicación de los diferentes tratamientos por lo que en esta fase del estudio no se pueden extraer resultados concluyentes en este aspecto.

Por otra parte, en lo que respecta a la diferencia de tono (ΔH^*), los valores obtenidos de las mediciones demuestran que se producen diferencias poco perceptibles, presentando tanto incrementos como descensos respecto al patrón. Los resultados no son muy determinantes en el caso de los materiales modernos pero, si se valoran en su conjunto, se puede concluir que el tratamiento que más diferencias produce en cuanto al tono (ΔH^*), es el silicato de etilo.

De los resultados obtenidos en los materiales modernos se confirma que, en todos los casos, la aplicación de cualquier película sobre la pintura siempre produce cambios en la claridad (L^*), croma (C^*_{ab}) y ángulo de tono (h_{ab}), siendo las muestras tratadas con resina acrílica las que presentan un valor más alto de diferencia de color (ΔE_{00}) en un mayor número de acabados (azurita, blanco de plomo y ultramar, amarillo de plomo y amarillo de cromo) (Tabla 11, Tabla

14, Tabla 15, Tabla 16), registrándose el valor más alto en la serie de probetas de azurita aglutinada con goma arábica ($\Delta E_{00}=9.2\pm 1.5$). En segundo lugar se situaría el silicato de etilo y en tercer lugar, el tratamiento de la carbonatogénesis bacteriana como el que menos afecta [Fig. 188].

Si se tiene en consideración la serie en la que se registra un valor mínimo de diferencia de color respecto patrón sin tratar corresponde a las probetas realizadas con la mezcla de azul ultramar, blanco de titanio y azul de Prusia ($\Delta E_{00}=1.9\pm 0.3$), (Tabla 18), lo que indica que este acabado cromático es el menos sensible a los cambios de color que producen los tratamientos aplicados. Este dato es bastante coherente ya que la mezcla utilizada está formada por tres pigmentos industriales de buena calidad muy estables [Fig. 188, 189].

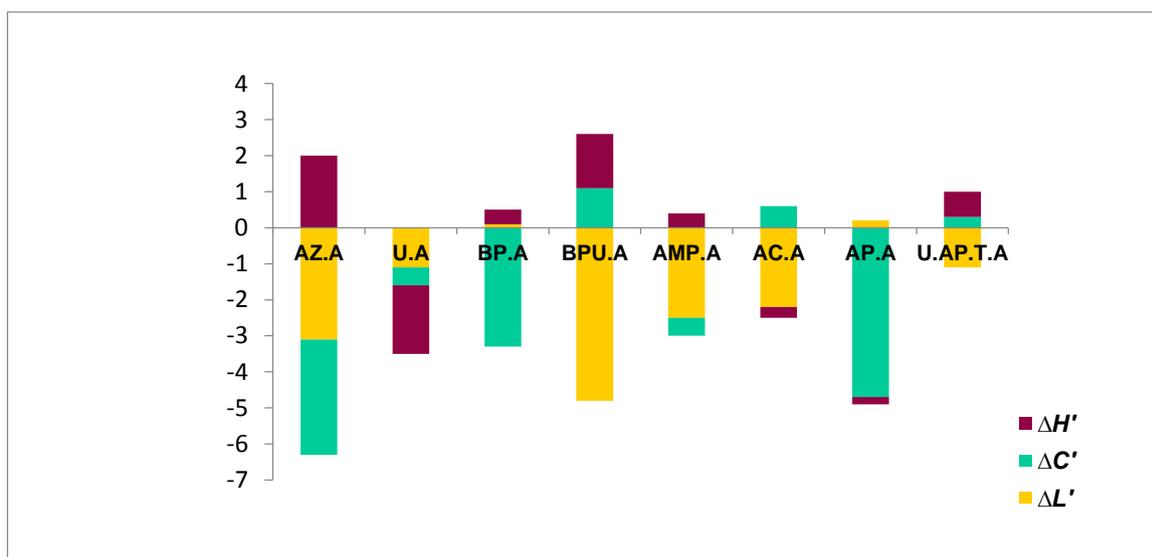
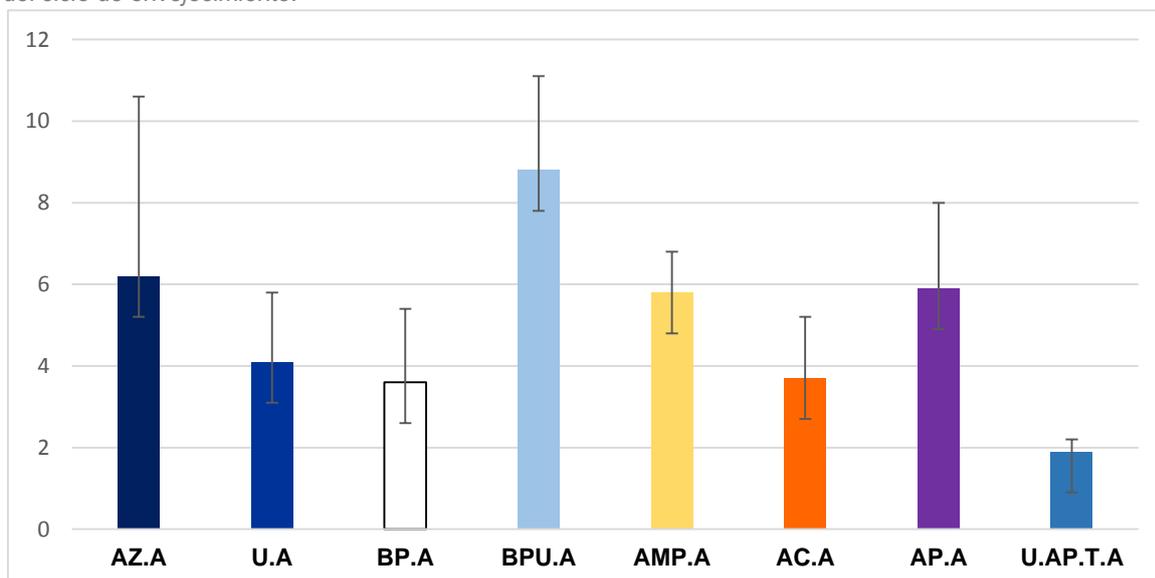


Figura 188. Valores de $\Delta L'$, $\Delta C'$ y $\Delta H'$ de cada uno de los acabados estudiados en los materiales modernos antes del ciclo de envejecimiento. En este gráfico se observan en qué valores se producen los mayores cambios en cada una de las series tratadas.

Figura 189 (Abajo). Valores de ΔE_{00} obtenidos en las series representativas de los materiales modernos antes del ciclo de envejecimiento.



9.1.2.2. Evaluación de los cambios cromáticos sobre un mismo pigmento (azurita), inducidos por tratamientos de consolidación antes del ciclo de envejecimiento.

A continuación se exponen los resultados de los valores obtenidos en los acabados cromáticos de azurita natural aglutinados con cola animal, goma arábica y aceite, tratados respectivamente con resina acrílica, silicato de etilo y carbonatogénesis bacteriana antes del envejecimiento. Las tablas con la relación de datos extraídos de las mediciones del espectrofotómetro se exponen para su consulta en el Anexo 4. *Estudio de envejecimiento y eficacia de materiales*. Si tenemos en cuenta la *MCDM* de las probetas de azurita sobre yeso, consideradas individualmente, comprobamos que en los acabados cromáticos de este pigmento concreto, el valor más alto corresponde a la serie de probetas aglutinadas con aceite de linaza ($MCDM=9.0\pm 1.6$) (Tabla 21), lo que indica una elevada variabilidad de color, que se confirma considerando las coordenadas de color por separado de esta probeta. Ello demuestra los cambios importantes de color provocados por las películas protectoras.

Considerando todos los valores obtenidos de cada uno de los acabados cromáticos, en las tres series de probetas (cola animal, goma arábica y aceite de linaza), la muestra con resina acrílica es la que más descenso de claridad provoca en los tres casos, presentando el mayor valor de diferencia de claridad (ΔL^*) como puede comprobarse en las tablas aportadas (Tabla 19, Tabla 20 y Tabla 21) [Fig. 190].

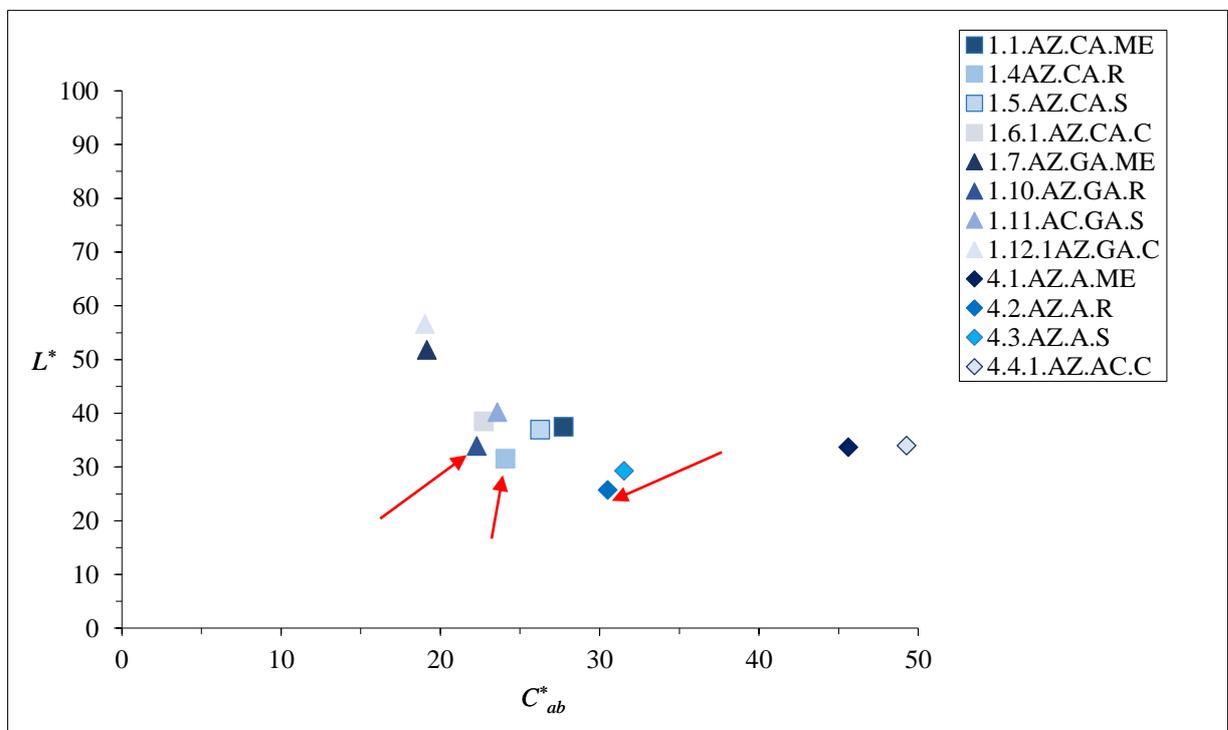


Figura 190. Representación gráfica de los valores de L^* y C^*_{ab} de cada una de la serie de probetas analizadas del pigmento azurita.

El valor promedio de croma (C^*_{ab}) es superior en la serie 4 aglutinada con aceite de linaza [Fig. 191]. La aplicación de protector provoca siempre variación en el croma siendo la muestra de azurita aglutinada con aceite y tratada con resina acrílica la que mayor diferencia de croma ($\Delta C'$) evidencia en esta serie.

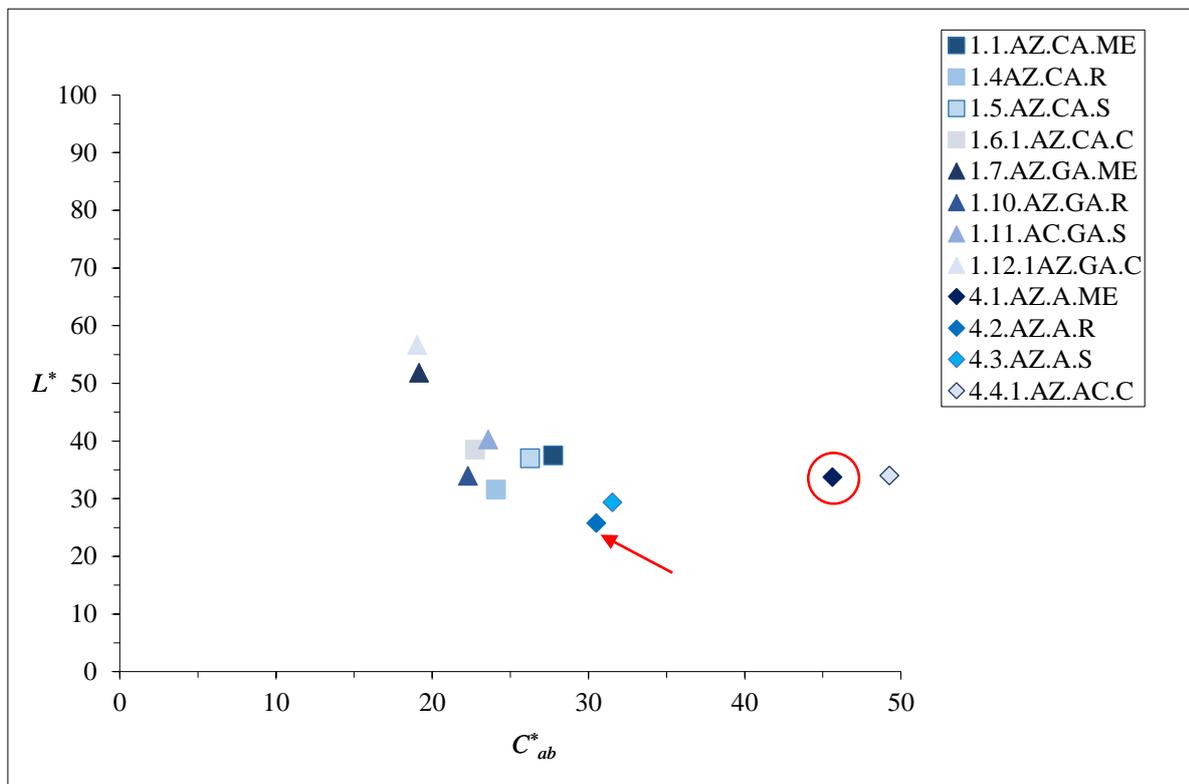


Figura 191. Representación gráfica de los valores de L^* , C^*_{ab} del conjunto de probetas aglutinadas con cola animal, goma arábica y aceite de linaza con el pigmento azurita. En rojo se señala dos muestras de la serie aglutinada con aceite que es en la que más cambios se observan. Con un círculo se señala la probeta patrón y con una flecha la tratada con resina acrílica.

La serie de probetas aglutinadas con cola animal y goma arábica tienen un ángulo de tono $h_{ab} < 270^\circ$, que representa un tono azul algo verdoso, que es ligeramente más bajo en las probetas aglutinadas con goma arábica. Por otra parte, la serie de probetas aglutinadas con aceite posee un $h_{ab} > 270^\circ$ por lo que presenta un tono azul ligeramente rojizo. La aplicación de protector hace que el valor medio de diferencia de tono H' descienda ligeramente en la probeta con cola y goma y que suba, con valores sensiblemente más altos, en la probeta con aceite, siendo las probetas que menor diferencia de tono ($\Delta H'$) presentan [Fig. 192].

Se observa que el aglutinante utilizado en la capa pictórica modifica el color de la misma: la goma arábica proporciona en términos absolutos más claridad (L^*) y menor croma (C^*_{ab}) que el aceite o la cola. Las probetas aglutinadas con aceite son las que menor claridad y mayor croma presentan. Por su parte, las aglutinadas con cola animal evidencian valores intermedios. Además, los resultados también nos indican que dicho aglutinante influye en el comportamiento

cromático de las capas superpuestas, de modo que las muestras de azurita aglutinadas con aceite son las que presentan mayor diferencia media de croma ($\Delta C'$), mientras que la mayor diferencia de claridad ($\Delta L'$), la presentan la serie de probetas aglutinadas con goma arábica.

Por último, se confirma que, independientemente de la preparación y del aglutinante empleado en la muestra, la aplicación de cualquier película sobre la pintura, siempre modifica la claridad (L^*), croma (C_{ab}) y ángulo de tono (h_{ab}) (y tono), siendo las probetas tratadas con resina acrílica la que más diferencia de color (ΔE_{00}) registra en todos los casos.

La mayor diferencia media de color se registra en la serie de probetas aglutinadas con goma arábica ($\Delta E_{00}=11.6\pm 4.9$). Por tanto, en estas probetas comprobamos que la policromía con goma arábica es más sensible a los cambios cromáticos que la que están aglutinadas con cola o aceite en este acabado realizado con azurita natural en concreto. Las probetas aglutinadas con cola animal son las que presentan una mayor estabilidad respecto a los tratamientos ($\Delta E_{00}=3.2\pm 2.0$) y las de aceite presentan un comportamiento intermedio ($\Delta E_{00}=6.2\pm 4.0$)

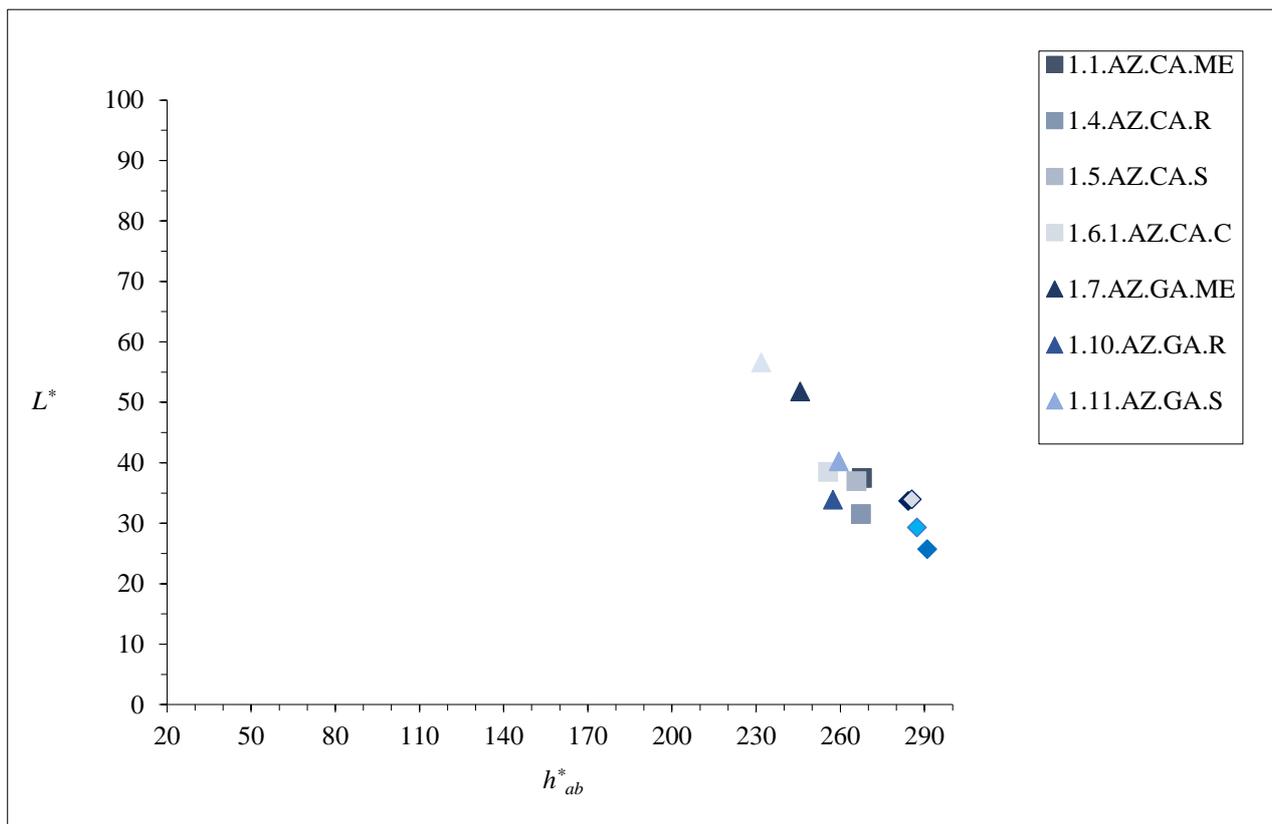


Figura 192. Representación gráfica de los valores de L^* , y h_{ab} del conjunto de probetas de yeso aglutinadas con cola animal, goma arábica y aceite de linaza con el pigmento azurita.

9.1.2.3. Evaluación de los cambios cromáticos después del ciclo de envejecimiento¹¹⁷.

A continuación se expone la interpretación de resultados de los valores obtenidos en cada una de la series de acabados cromáticos de las probetas estudiadas comparando los datos obtenidos antes y después del envejecimiento. Las tablas con la relación de datos extraídos de las mediciones del espectrofotómetro y los comentarios respectivos a los resultados obtenidos, se exponen para su consulta en el Anexo 4. *Estudio de envejecimiento y eficacia de materiales*.

En lo que respecta a los valores registrados en términos absolutos de claridad (L^*) y ángulo de tono (h_{ab}), los resultados obtenidos se consideran muy importantes en el caso del análisis del envejecimiento de los consolidantes ya que nos informan de la pérdida de claridad de los acabados y de la tendencia al amarilleamiento en el caso de que se produzca.

Materiales históricos

De los resultados obtenidos en cuanto a la claridad (L^*) se refiere, se deduce que el envejecimiento produce cambios perceptibles en las muestras tratadas. Si se consideran los datos en los que se produce un descenso de claridad respecto al patrón, se deduce que los tratamientos que produce una tendencia al oscurecimiento son el hidróxido de bario y la carbonatogénesis bacteriana aunque siempre es muy ligero [Fig. 193, 194].

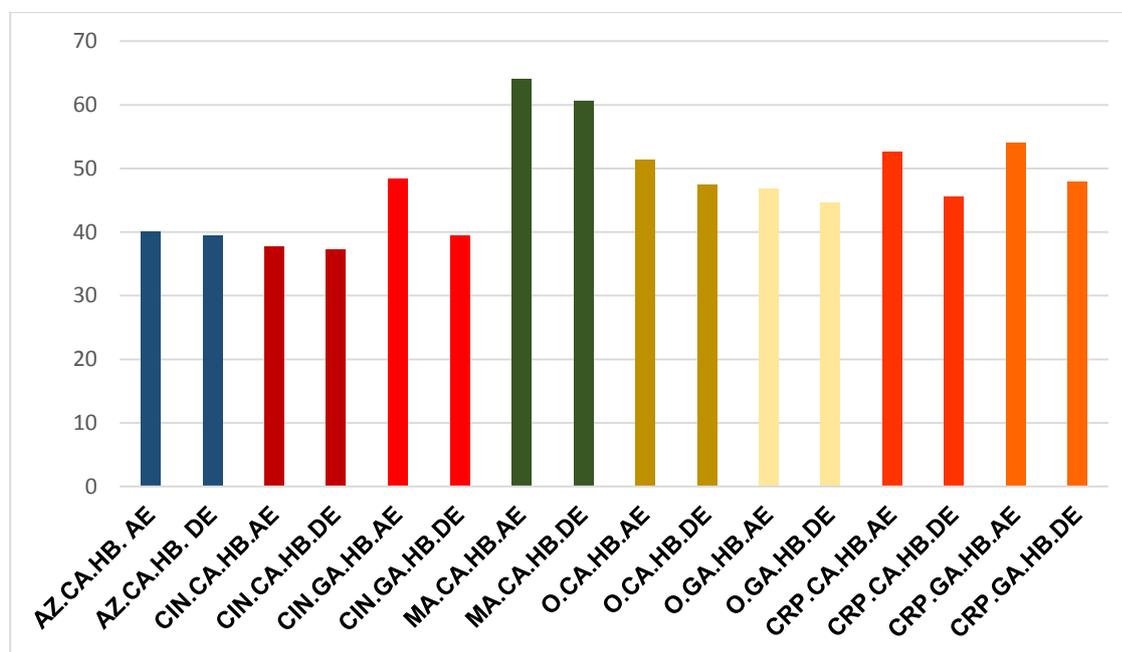


Figura 193. Valores de L^* registrados en las muestras representativas de los materiales históricos, tratadas con hidróxido de bario, antes y después del ciclo de envejecimiento en las que se evidencia un descenso respecto al patrón.

¹¹⁷ *En los gráficos aportados no se representan las desviaciones estándar por ser mínimas.

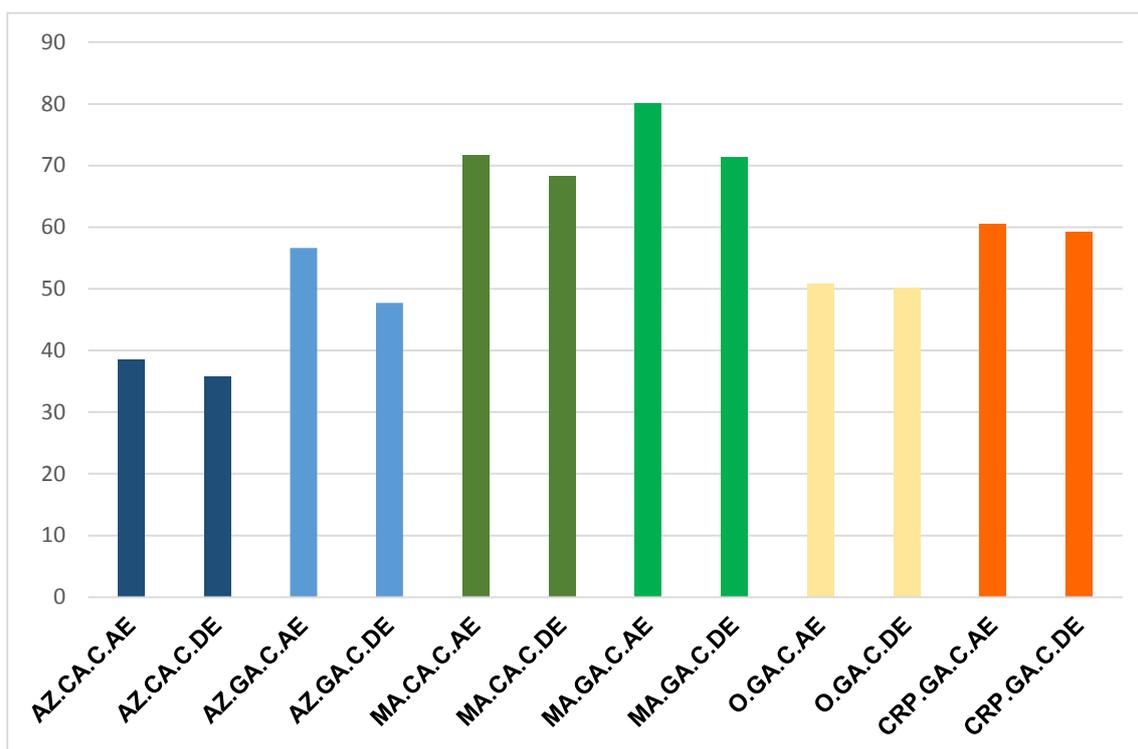


Figura 194. Valores de L^* registrados en las muestras representativas de los materiales históricos, tratadas con carbonatogénesis bacteriana, antes y después del ciclo de envejecimiento en las que se evidencia un descenso respecto al patrón.

Por otra parte, si se tienen en cuenta los valores absolutos de diferencia de claridad (ΔL^*), tanto incrementos como descensos de todas las muestras tratadas, se deduce que el tratamiento que más cambios produce es el hidróxido de bario.

En lo referente al amarilleamiento que sufren los acabados cromáticos, se puede afirmar de forma general que los acabados aglutinados con cola animal amarillean menos que los realizados con goma arábica. Los datos registrados informan de que se producen cambios, pero que estos son poco perceptibles. En cuanto a la posibilidad de que los tratamientos produzcan un amarilleamiento con el ciclo de envejecimiento, su acción no es muy evidente. En este sentido se puede deducir que el hidróxido de bario produce cambios en todos los tratamientos y la resina acrílica en un número considerable. A pesar de ello, los valores registrados en cualquier caso son mínimos por lo que las diferencias que se producen en las probetas en la mayoría de los casos no son perceptibles para el ojo humano.

De esta forma, de los resultados obtenidos en los materiales históricos se confirma que, en todos los casos el paso del tiempo produce cambios en la claridad (L^*), croma (C^*_{ab}) y ángulo de tono (h_{ab}) de los acabados policromos. Los datos obtenidos en lo que a diferencia de color (ΔE_{00}) se refiere confirman que tanto los pigmentos empleados en como el aglutinante influyen en el comportamiento ante el ciclo de envejecimiento. En este caso se ratifica de nuevo que el

tratamiento que aporta mayor diferencia de color es el hidróxido de bario ya que registra el valor más elevado en un número considerable de acabados (Cinabrio aglutinado con goma arábica, ocre animal aglutinado con cola animal y goma arábica y cinabrio-rojo de plomo aglutinado con cola animal y goma arábica), (Tabla 24, Tabla 28, Tabla 29, Tabla 30, Tabla 31). En lo que respecta al tratamiento de carbonatogénesis, los valores registrados en cuanto a diferencia de color ($\Delta E00$) manifiestan mayores fluctuaciones, presentándose en ciertos acabados como el que produce una mayor diferencia (malaquita aplicada con goma arábica y azurita aplicada con goma arábica y cola) (Tabla 22, Tabla 23 y Tabla 27), mientras que en otros acabados se posiciona como el tratamiento que menos influye (cinabrio aplicado con goma arábica y cola animal), (Tabla 24, Tabla 25) por lo que su comportamiento no resulta claro en este aspecto, debiéndose relacionarse también con los cambios de color de los distintos pigmentos [Fig. 195,196].

Por otra parte, la resina acrílica se conforma como el que menos cambios de color produce. Este tratamiento, más conocido como Paraloid® B72, registra en cuatro ocasiones los valores inferiores de diferencia de color ($\Delta E00$) respecto a su medición patrón exponiendo valores inferiores a los de la probeta conservada en el interior, dato que es muy importante, ya que evidencia su efectividad en cuanto a tratamientos de protección del color se refiere. En los casos en los que no se sitúa como la muestra con menos cambios respecto a su medición anterior, se posiciona entre las muestras con menores modificaciones y, nunca como la que ofrece una mayor diferencia ($\Delta E00$) [Fig. 197].

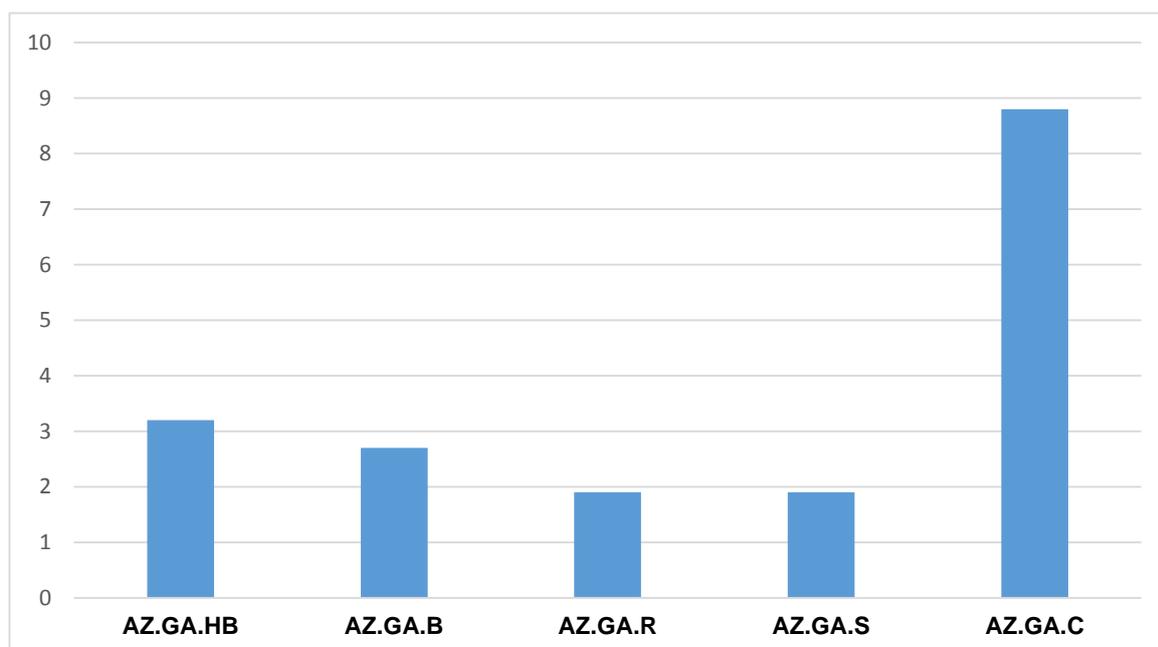


Figura 195. Valores de $\Delta E00$ de la serie del pigmento azurita aglutinada con goma arábica. En los resultados obtenidos se observa como en este caso el tratamiento con carbonatogénesis bacteriana es el que más afecta, seguido del hidróxido de bario. El valor inferior por otra parte se registra en la muestra tratada con resina acrílica.

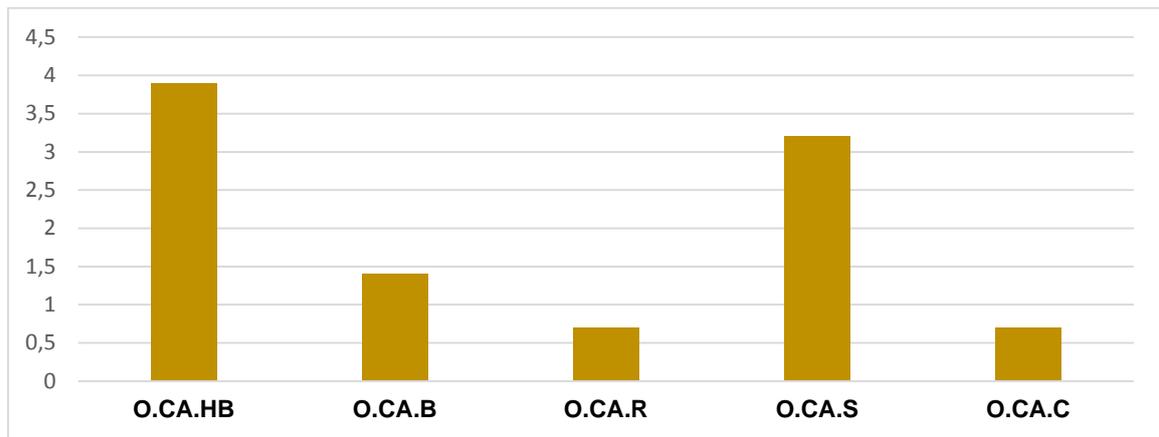
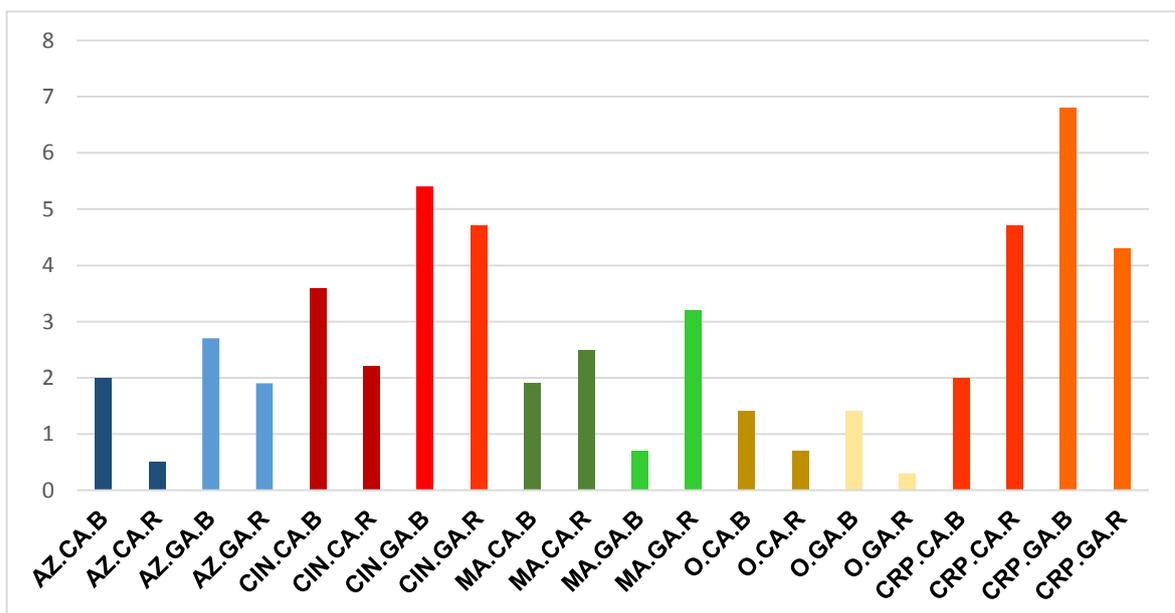


Figura 196. Valores ΔE_{00} de la serie del pigmento ocre aglutinado con cola animal. En los resultados obtenidos se observa como en este caso el tratamiento que más afecta es el hidróxido de bario y los que menos la resina acrílica y carbonatogénesis bacteriana.

En lo que respecta al butiral de polivinilo, se comporta como un tratamiento que produce pocos cambios en las muestras situándose en tres acabados cromáticos como el tratamiento que menos cambios produce (malaquita y cola animal, malaquita y goma arábica y rojo de plomo y cinabrio, aglutinada con cola animal) (Tabla 26, Tabla 27, Tabla 30) [Fig. 197].

Al igual que en la evaluación realizada antes del envejecimiento, en esta fase se confirma de nuevo que el acabado cromático más estable es el realizado con el pigmento ocre aplicado tanto con goma arábica como con cola animal, presentando valores muy bajos en todas las muestras evaluadas como puede comprobarse en las tablas aportadas en el anexo correspondiente. Este dato es perfectamente contrastable con la bibliografía publicada puesto que es un pigmento conocido y utilizado desde la antigüedad compatible con todas las técnicas artísticas. Su larga historia como pigmento, se debe a sus particulares características de resistencia y de variedad y todavía hoy en día, sigue siendo uno de los pigmentos más importantes tal y como expone (Rinaldi *et al.*, 1986).

Figura 197. Valores comparativos de ΔE_{00} de las muestras representativas de los materiales históricos tratados con butiral de polivinilo y resina acrílica después del ciclo de envejecimiento.



Materiales modernos

En lo que respecta a los valores registrados de diferencia de claridad (ΔL^*) y tono (ΔH^*), los resultados obtenidos han sido comentados con detalle y se pueden consultar en las tablas expuestas por lo que los consideramos en este caso de forma general. En lo que respecta a la claridad (L^*), se puede concluir que se producen diferencias perceptibles con el ciclo de envejecimiento. En los casos en los que los valores registrados son negativos, se puede concluir que se ha producido un descenso de claridad respecto al patrón lo que es indicativo de una tendencia al oscurecimiento respecto al valor inicial. En este sentido, se puede deducir que en los materiales modernos el tratamiento la resina acrílica y el silicato producen más cambios que la carbonatogénesis, aunque los valores recopilados son bastante fluctuantes y no muy claros en este aspecto [Fig. 198].

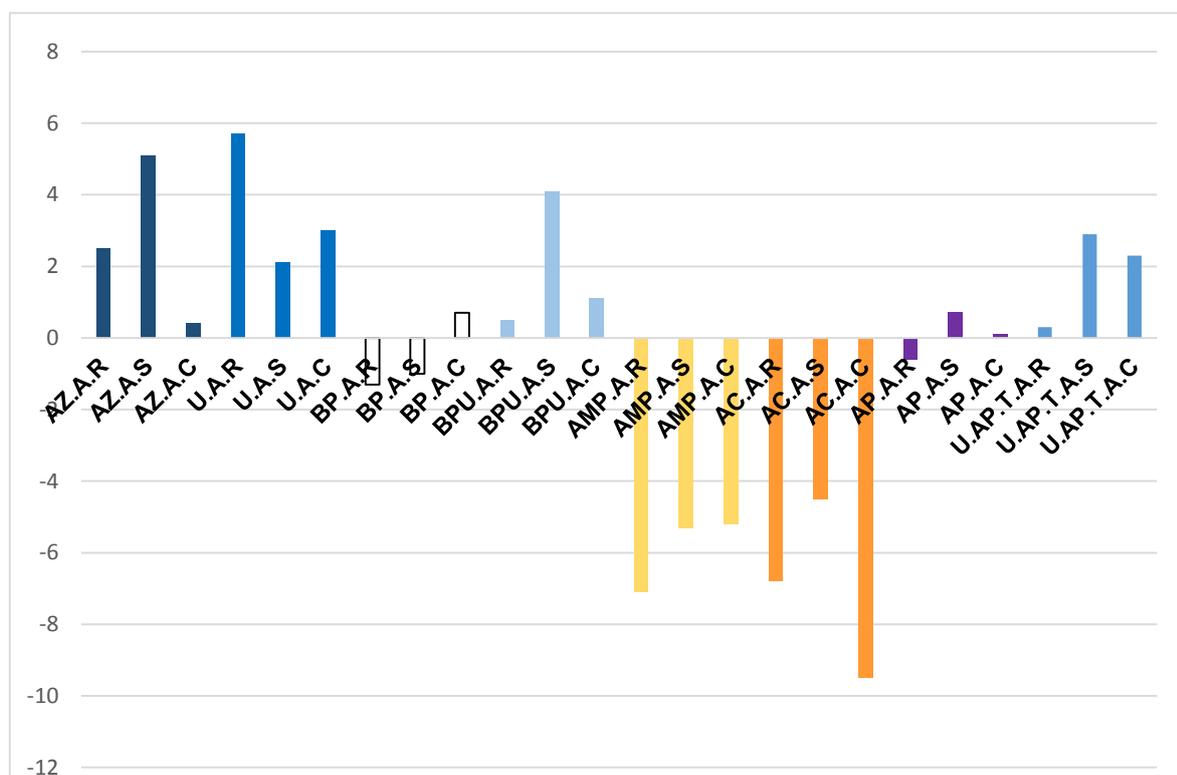


Figura 198. Valores de ΔL^* obtenidos en las muestras representativas de los materiales modernos tratadas con resina acrílica, silicato de etilo y carbonatogénesis bacteriana, después del envejecimiento.

Por otra parte cabe destacar que, en la mayor parte de los acabados cromáticos se evidencia una pérdida de claridad (L^*) respecto a su patrón inicial en las muestras conservadas en el laboratorio. Este hecho probablemente es indicativo de que influye la acción del aglutinante ya que en los materiales históricos estos cambios no se producen de manera generalizada. En dos acabados cromáticos en concreto: amarillo de plomo y amarillo de cromo se ha detectado una pérdida de claridad y, por tanto un oscurecimiento evidente respecto al patrón en todas las

muestras analizadas tratadas y sin tratar, variación que ya se había percibido claramente en la observación visual.

En lo referente al amarilleamiento que sufren los acabados cromáticos, se puede afirmar que prácticamente todas las policromías sin tratar conservadas en el laboratorio presentan una ligera tendencia al mismo. Este dato es bastante importante pues nos informa de que esta alteración es consecuencia tanto de la acción del aglutinante, como de la ausencia de luz, ya que esta variación prácticamente no se produce en las probetas sin tratar expuestas en el exterior.

De todos los acabados cromáticos, aquellos en los que se evidencia más amarilleamiento son las series realizadas con el pigmento azurita, amarillo de plomo, amarillo de cromo y blanco de plomo. Las diferencias percibidas con la simple observación visual de los acabados se confirman con los datos registrados por el espectrofotómetro. De estas policromías es de destacar los cambios que se han producido con la serie de probetas de blanco de plomo aglutinadas con aceite (Tabla 34). En el caso de la muestra interior se detecta un amarilleamiento perceptible con el ciclo de envejecimiento, mientras que en las muestras exteriores se produce un blanqueamiento general respecto al patrón original.

Este comportamiento coincide con lo expuesto por Mayer, (1993, p. 310) que aconseja, cuando se utiliza este pigmento “durante el periodo de secado, exponerlo a la luz del día con el fin de evitar un amarilleo excesivo” puesto que la oscuridad favorece este fenómeno [Fig. 199]. De los datos recopilados se puede deducir que, los tratamientos aplicados no evidencian cambios significativos en lo que amarilleamiento se refiere, sino que este, está provocado más bien por la naturaleza del aglutinante y su comportamiento, así como la sensibilidad de los pigmentos empleados.

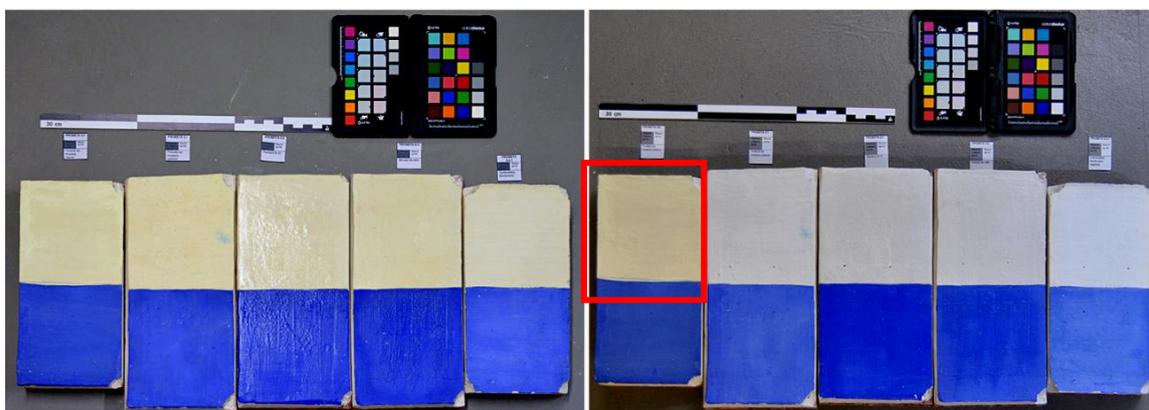


Figura 199. Izquierda. Imagen antes del envejecimiento. Derecha. Imagen tras el ciclo de envejecimiento. En la misma se puede observar el blanqueamiento que sufren las muestras de blanco de plomo expuestas en el exterior.

Dados los resultados obtenidos en los materiales modernos se puede confirmar que, en todos los casos el paso del tiempo produce cambios en la claridad (L^*), croma (C^*_{ab}) y ángulo de tono (h_{ab}). Los datos obtenidos en lo que a diferencia de color (ΔE_{00}) se refiere son muy parecidos a los que se producen antes del ciclo de envejecimiento en los acabados modernos pues se registra que los tratamientos que aportan mayor diferencia de color son la resina acrílica y el silicato de etilo, mientras el que menos influye es la carbonatogénesis bacteriana.

El valor más alto de diferencia de color (ΔE_{00}) se registra en el acabado cromático de amarillo de plomo sin tratamiento que sufre un cambio bastante importante respecto a la medición patrón, sobre todo en la probeta no tratada expuesta en el exterior ($\Delta E_{00}=13.7$) (Tabla 36) Si se compara este resultado respecto al valor registrado de la probeta tratada con resina acrílica ($\Delta E_{00}=9.5\pm 0.0$), silicato de etilo ($\Delta E_{00}=7.6\pm 0.0$) y carbonatogénesis bacteriana ($\Delta E_{00}=6.2\pm 0.0$), se puede confirmar la efectividad de los tratamientos aplicados [Fig. 200]. El cambio en la policromía sin tratar se registra en un evidente descenso del croma (C_{ab}) y de la luminosidad (L^*) y un aumento del tono (h_{ab}), lo que provoca un oscurecimiento evidente, acompañado de un amarilleamiento si se tienen en cuenta el descenso los valores de tono registrados respecto al patrón. Estos resultados se confirman con lo expuesto en la bibliografía consultada en la que se indica que “este pigmento no es estable a la luz, y que se tiñe desde el rojizo hasta el parduzco” (Doerner, 1998, p. 53) [Fig. 201].

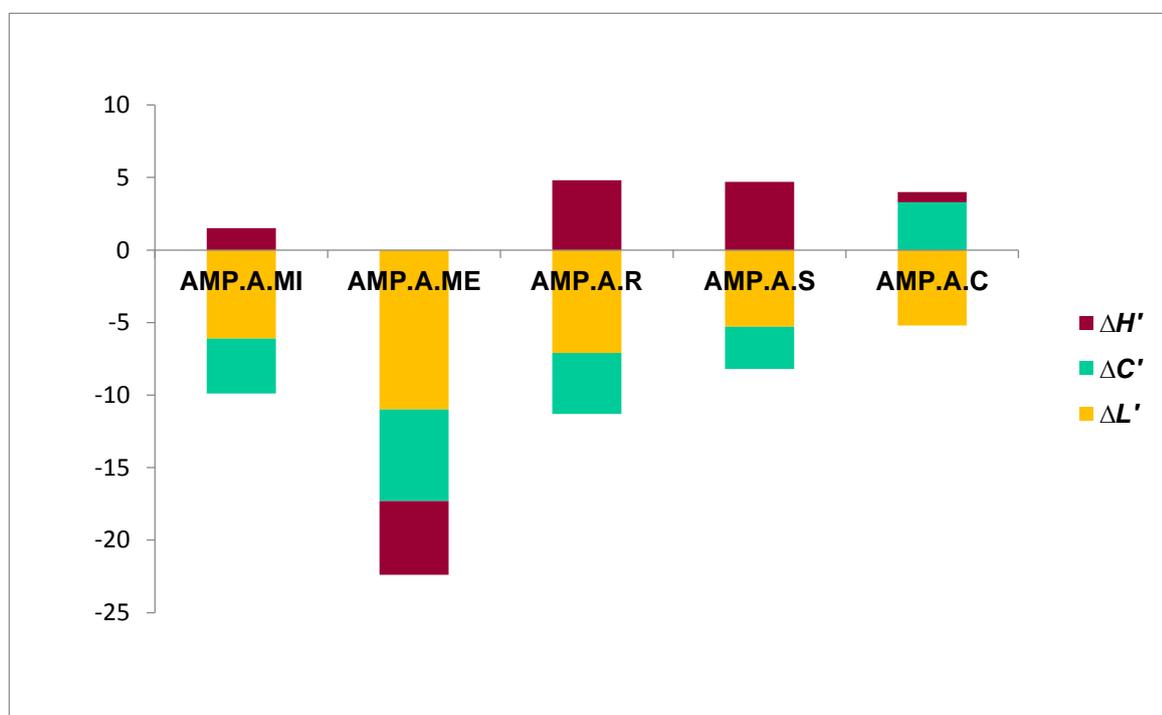


Figura 200. Valores de $\Delta H'$, $\Delta L'$, $\Delta C'$ de la serie de amarillo de plomo aglutinado con aceite después del ciclo de envejecimiento. En el gráfico obtenido pueden comprobarse los mayores cambios que se producen en la muestra exterior sin tratar. De la misma manera en el gráfico se comprueba que las mayores diferencias se producen en la L^* .



Figura 201. Detalle del acabado cromático de amarillo de plomo antes y después del envejecimiento en las muestras sin tratar en las cuales se denota el evidente oscurecimiento que sufre el patrón sin tratar exterior.

Por otra parte, si se comparan los resultados obtenidos ($\Delta E00$) de los acabados realizados con el pigmento azul ultramar y los que contienen la mezcla de azul ultramar con blanco de plomo, se confirma su estabilidad frente a los pigmentos individuales. Este resultado es bastante interesante ya que la mezcla se ha identificado en los repolicromados de las yeserías del Alcázar de Sevilla, tanto en el patio de las Doncellas (ver capítulo 5) y la fachada de Pedro I (López Cruz, 2012).

9.1.3. Ensayo de evaluación de la degradación de los recubrimientos.

De manera general los resultados obtenidos permiten afirmar que aunque se producen alteraciones en la superficie en forma de descamación, estas alteraciones no son generalizadas en todas las probetas sometidas a ensayo.

Materiales históricos

En los materiales históricos, un porcentaje bastante alto de probetas tratadas con hidróxido de bario exteriorizan problemas de descamación en la superficie. Aunque en ciertos casos el nivel de descamación que presentan estas probetas es bajo (Probeta 1.2; 1.8) en otros (Probeta 2.2; 2.8) se presenta una alteración considerable, produciéndose pérdidas completas de la capa pictórica [Fig. 202]. Por otra parte, en las probetas tratadas con silicato de etilo y, aglutinadas con cola animal, se observan alteraciones de este tipo en la capa pictórica de algunas probetas pero que, en ningún caso llegan a un nivel importante.

Las probetas tratadas con resina acrílica, butiral de polivinilo o carbonatogénesis bacteriana no exteriorizan este tipo de alteraciones en la superficie salvo casos muy puntuales y siempre en niveles muy bajos casi inapreciables.

En lo que respecta a las probetas sin tratamiento, en ninguno de los casos analizados las probetas sometidas a envejecimiento en el interior presentan daños de este tipo en la superficie. En cambio, en las probetas sometidas a envejecimiento exterior sin tratar es bastante frecuente detectar este tipo de alteración pero siempre en niveles muy bajos, es decir vagamente apreciables según la norma aplicada para el ensayo.

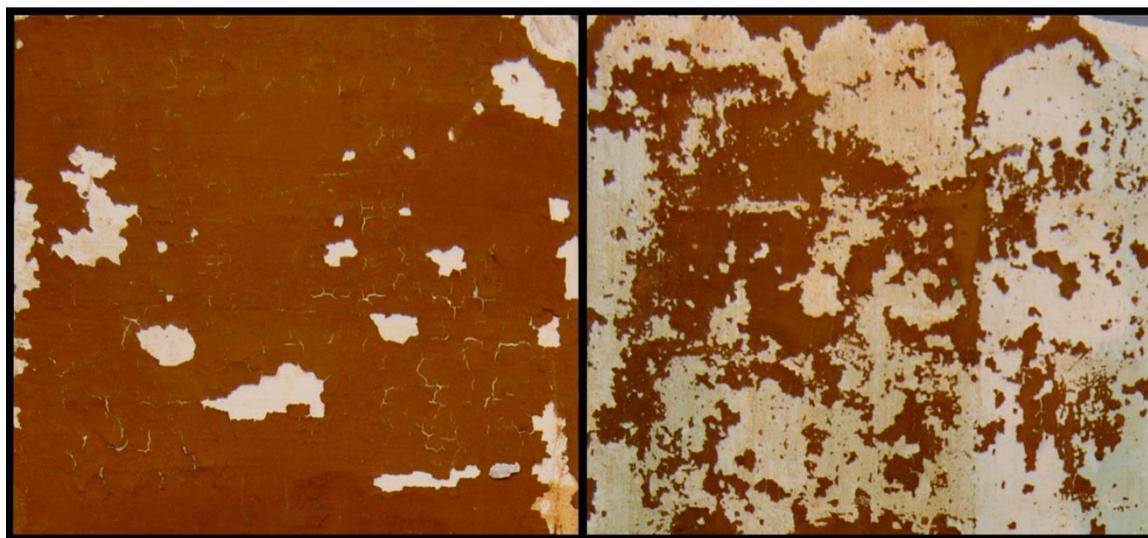


Figura 202. Imagen de los daños detectados en los acabados policromos del pigmento ocre natural en la serie 2.

Materiales modernos

Las probetas identificativas de los materiales modernos en general no presentan daños en la superficie en forma de descamación. Los acabados cromáticos realizados con azurita artificial, blanco de plomo, ultramar mezclado con blanco de plomo y amarillo de cromo no muestran en ninguna de las probetas este tipo de alteración.

Por otra parte, en la serie policromada con azul ultramar artificial, amarillo de plomo y azul de Prusia se detectan alteraciones muy puntuales de primer nivel que están siempre asociadas a acabados en las que no se ha aplicado consolidación.

De todas las policromías la que más alteración evidencia es la tratada con resina acrílica en la serie 9 (policromada con azul ultramar artificial, azul de Prusia y blanco de titanio) que se considera como un caso muy puntual y producto de la alteración ya especificada en el capítulo 8, en el que se expuso que esta probeta en concreto había presentado problemas al aplicarle el tratamiento [Fig. 203].



Figura 203. Probeta de la serie 9 tratada con resina acrílica que evidencia descamación en la superficie ya detectados en el mismo momento de la aplicación del tratamiento.

9.1.4. Ensayo de evaluación de absorción de agua.

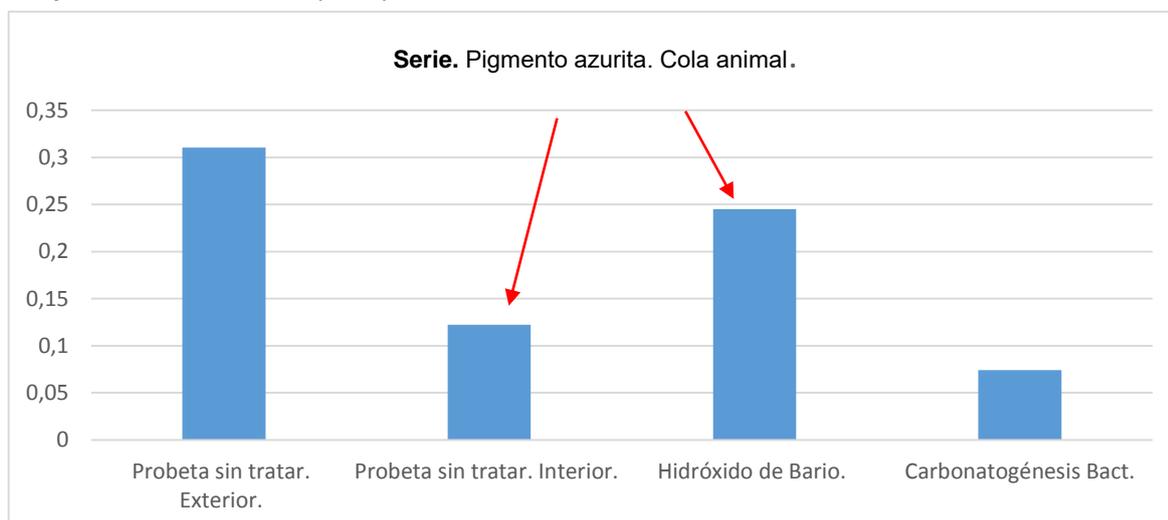
Los resultados obtenidos en este ensayo han evidenciado que cualquier tratamiento aplicado sobre la superficie produce cambios en la capacidad de absorción de la misma reduciéndola en gran medida. En este caso se determinó antes de la aplicación del ensayo y, debido a las características específicas del mismo, que sería más interesante recoger los datos obtenidos de un mismo pigmento aplicado con los tres tipos de aglutinantes para poder analizar en profundidad la respuesta de los tratamientos consolidantes en las mismas condiciones. Por este motivo, este ensayo se ha aplicado sobre todas las probetas aglutinadas con el pigmento azurita, tanto en aquellas identificativas de los materiales históricos (aglutinadas con cola animal y goma arábica) como de los materiales modernos (aglutinadas con aceite). De esta forma los datos derivados en esta serie se pueden extrapolar al resto de las probetas de ensayo.

Materiales históricos

Los resultados obtenidos en las probetas aglutinadas con cola animal y goma arábica, y por tanto representativas de los materiales históricos demuestran que los valores máximos de absorción se producen en las probetas que no tienen tratamiento de consolidación y que han sido expuestas al ciclo de envejecimiento exterior. En el caso de la probeta aglutinada con goma arábica esta absorción es mayor obteniendo un valor promedio de $0,452 \text{ g/cm}^2 \cdot \text{min}$, mientras que en el caso de la cola animal es de $0,310 \text{ g/cm}^2 \cdot \text{min}$.

En cuanto a los tratamientos, tanto en la serie aglutinada con cola animal como la de goma arábica, los dos tratamientos que evidencian valores más altos de absorción son el hidróxido de bario y la carbonatogénesis bacteriana. En ambos casos presentan valores que son inferiores a los de la probeta sin tratar exterior, tanto en la probeta aglutinada con cola animal como goma arábica [Fig. 204, 205].

Figura 204. En el gráfico puede comprobarse como la probeta tratada con hidróxido de bario evidencia un mayor índice de absorción que la probeta interior sin tratar.



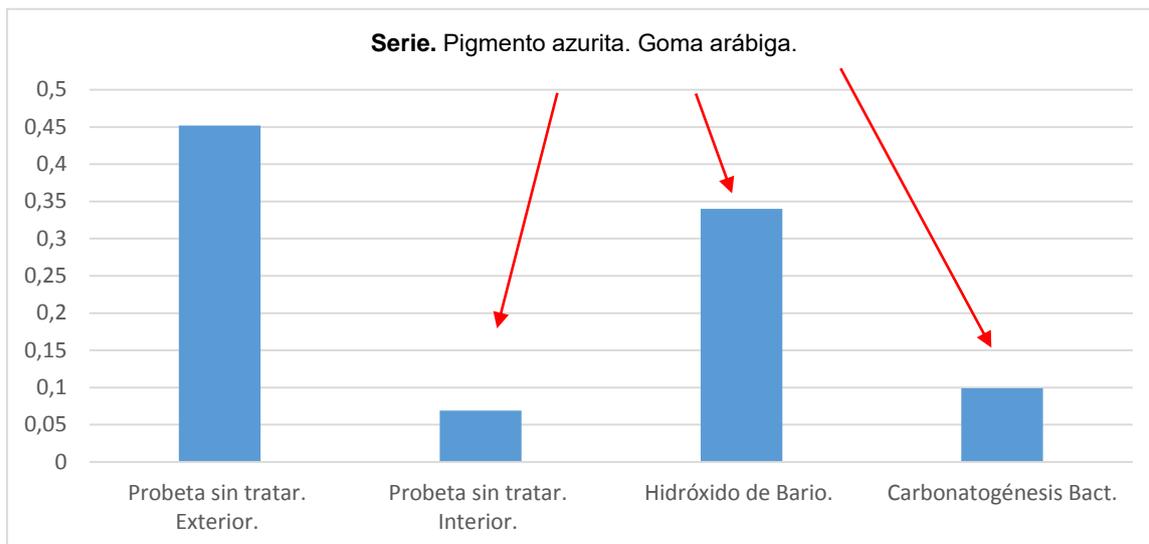


Figura 205. En el gráfico puede comprobarse que en el caso de los acabados aglutinados con goma arábica, tanto el tratamiento con hidróxido de bario como en el de carbonatogénesis bacteriana, evidencia un mayor índice de absorción que la probeta interior sin tratar.

De esto se deduce que, en cuanto a términos de absorción se refiere que estos dos tratamientos serían los más cercanos a los de las probetas sin tratar pues, los resultados evidencian que son efectivos, pero respetan la porosidad del material y, permiten la transpiración del soporte.

Por otra parte, los datos obtenidos en el resto de tratamientos evidencian que, en cualquier caso la resina acrílica, silicato de etilo y de butiral de polivinilo son productos muy efectivos pero reducen considerablemente la porosidad de las policromías tratadas. El valor mínimo se registra en el acabado aglutinado con cola animal tratada con butiral de polivinilo (0,005 g/cm²min) y el acabado aglutinado con goma arábica, tratado con resina acrílica (0,010 g/cm²min), que son en ambos casos valores muy inferiores respecto a la probeta interior sin tratar [Fig. 206].

Figura 206 Gráfica comparativa del valor de absorción obtenido en los acabados cromáticos aglutinados con cola animal y goma arábica, sin tratar y tratados con butiral de polivinilo, resina acrílica y silicato de etilo respectivamente. Se señala el índice de absorción mínimo obtenido en las probetas identificativas de los materiales históricos.



Por otra parte, si se comparan los datos registrados en las probetas sin tratar sometidas a envejecimiento exterior e interior también se observan cambios significativos. De los resultados extraídos se deduce que las probetas sometidas a envejecimiento exterior han sufrido un notable incremento del índice de absorción lo que indica que el sistema de envejecimiento ha sido efectivo, pues ha producido alteraciones evidentes en las probetas sometidas al ciclo externo. En el caso de la probeta aglutinada con goma arábica este aumento de porosidad respecto al patrón interior se ha evidenciado en un incremento aproximado de ($\pm 0,383 \text{ g/cm}^2 \cdot \text{min}$), mientras que en la probeta de cola se incrementa en ($\pm 0,188 \text{ g/cm}^2 \cdot \text{min}$) [Fig. 207].

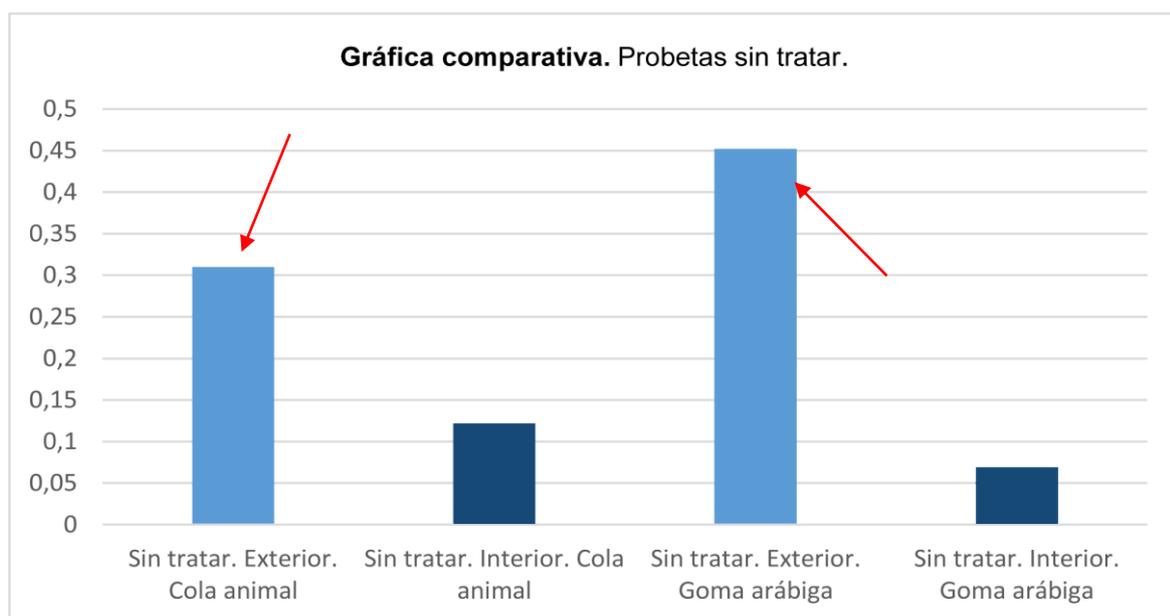


Figura 207. Gráfica comparativa de las probetas sin tratar.

Materiales modernos

Los resultados que se obtienen en las probetas aglutinadas con aceite son bastante parecidos a los obtenidos en las probetas aglutinadas con cola animal y goma arábica, aunque si se comparan, los datos registrados son siempre inferiores en las probetas aglutinadas con aceite que en las realizadas con los aglutinantes identificativos de los materiales históricos, lo que demuestra que, en términos de absorción hay que tener muy en cuenta la naturaleza del aglutinante empleado.

En esta serie de acabados cromáticos, el tratamiento que más se acerca a los niveles de absorción de las probetas sin tratar es el de la carbonatogénesis bacteriana. Por otra parte, la probeta tratada con resina acrílica y silicato de etilo registran los valores inferiores de absorción, siendo el valor mínimo el de la probeta tratada con resina acrílica con un valor medio $0,003 \text{ g/cm}^2 \cdot \text{min}$, el valor más bajo de todas las probetas a las que se ha aplicado este ensayo.

En el caso de las probetas sin tratar los resultados obtenidos difieren de las probetas identificativas de los materiales históricos registrándose un mayor índice de absorción en la probeta de envejecimiento interior $0,112 \text{ g/cm}^2 \cdot \text{min}$, mientras que en la probeta de envejecimiento exterior se registra un valor medio de $0,025 \text{ g/cm}^2 \cdot \text{min}$. Estos datos, aun siendo diferentes a los obtenidos en las probetas identificativas de los materiales históricos, evidencian la alteración que ha producido el ciclo de envejecimiento externo en las probetas no tratadas, produciéndose en este caso una condensación de agua en las misma favorecida por el aglutinante utilizado.

9.1.5. Ensayo de resistencia a la adhesión.

Los datos recopilados en este ensayo han evidenciado que en la mayor parte de los casos, cualquier tratamiento aplicado sobre la superficie produce cambios en la resistencia a la adhesión de la misma aumentándola. El ensayo se ha realizado sobre todos los acabados cromáticos realizados.

Materiales históricos

Los acabados cromáticos que mayor resistencia muestran a la adhesión son aquellos que han sido tratados con resina acrílica y con butiral de polivinilo. Hay que destacar sin embargo, que esta resistencia produce en ciertos acabados (probetas 2.3 y 2.9-butiral de polivinilo) arranques significativos de la capa pictórica. En el caso de las probetas consolidadas con resina acrílica también se producen estas pérdidas (probeta 1.10; 2.10) pero son menos significativas y puntuales.

Las probetas en las que se ha aplicado silicato de etilo también presentan una resistencia elevada a la adhesión. Las pérdidas matéricas que se producen por comparación son más elevadas que en el caso de las probetas tratadas con resina acrílica o butiral de polivinilo. De estas pérdidas hay que destacar que, aunque en ocasiones puntuales se producen arranques completos de la capa pictórica, en la mayor parte de los casos se detectan pérdidas homogéneas de material pulverulento.

Por otra parte, las probetas tratadas con carbonatogénesis bacteriana presentan pérdidas de material en todos los casos. El dato más significativo recogido de la aplicación de este tratamiento es que, a pesar de producirse estas pérdidas, éstas son bastante homogéneas y, siempre en forma de pulverulencia nunca con completa pérdida de la superficie polícroma como puede observarse en las imágenes aportadas en el anexo correspondiente.

De esta forma, los resultados obtenidos con la aplicación de este ensayo evidencian que, de todas las probetas tratadas las que presentan una menor resistencia a la adhesión son aquellas en las que ha sido aplicado hidróxido de bario. En casos puntuales, las pérdidas que se producen son mayores que las de las probetas que no han sido tratadas (probeta 1.2; 10.1) lo que podría ser indicativo de que la humedad utilizada para la aplicación del tratamiento podría haber sido perjudicial para la policromía de las mismas, así como la basicidad que ha podido afectar a los aglutinantes [Fig. 208].

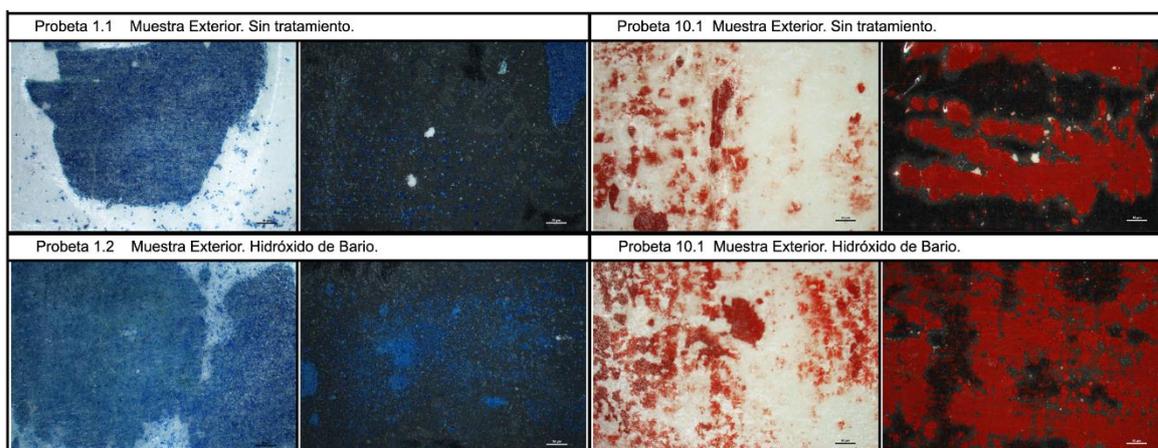


Figura 208. Imagen comparativa de la resistencia a la adhesión en dos series de probetas en las que se comprueba que el tratamiento con hidróxido de bario muestra menor resistencia a la adhesión que las probetas no tratadas expuestas al exterior.

De manera general salvo excepciones muy puntuales como las citadas en el caso del hidróxido de bario, los acabados polícromos que presentan menor resistencia a la adhesión son aquellos de las probetas sometidas a ciclo de envejecimiento exterior sin tratamiento, lo que evidencia que, por una parte que la exposición ha alterado la resistencia de las probetas debilitándolas y por otra la efectividad de los tratamientos ensayados. Además, las imágenes obtenidas de este ensayo también han permitido constatar los cambios que se producen en las capas metálicas. Por una parte se detecta que, en los acabados metálicos realizados con oro falso (probetas 3.1; 3.7), se produce un ennegrecimiento evidente con la exposición exterior respecto a las muestras conservadas en el interior (probetas 3.0; 3.7.1), lo que corresponde a la oxidación de los metales que componen la aleación. Por otra parte, en las probetas en las que se ha aplicado oro fino (probetas 8.1; 8.2) se demuestra que, además de presentar una mayor resistencia, pues las pérdidas son menores y no se producen cambios en la capa metálica aplicada [Fig. 209].

Materiales modernos

De manera general, la resistencia a la adhesión de las probetas aglutinadas con aceite, es bastante más elevada que la de los acabados polícromos al temple propios de los materiales históricos.

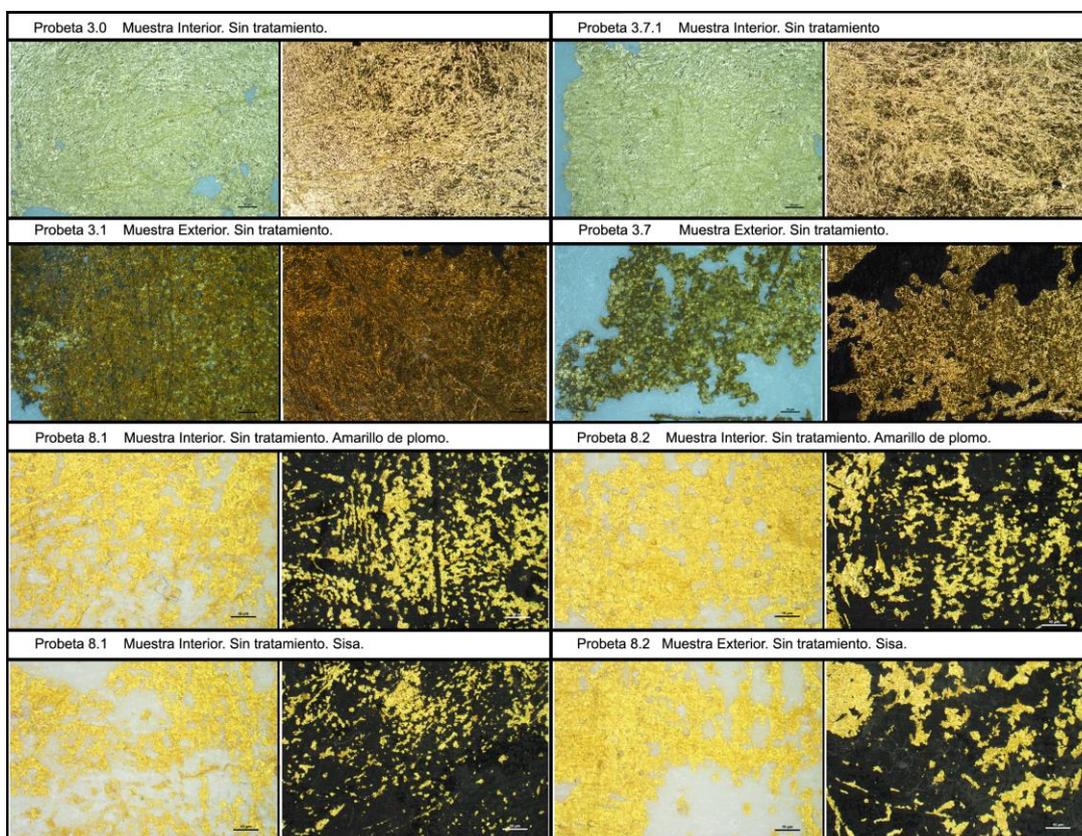
En lo que respecta a los resultados obtenidos, los tratamientos que aportan mayor resistencia a la adhesión son la resina acrílica y el silicato de etilo, lo que coincide con lo observado en las probetas identificativas de los materiales históricos. Sin embargo en los acabados polícromos de las probetas de los materiales modernos, las pérdidas que se observan en las probetas tratadas con resina acrílica son prácticamente nulas y nunca se detectan arranques completos de la capa pictórica como sucedía en el caso de las probetas tratadas en los materiales

históricos. Por otra parte, las pérdidas de material que se detectan en el caso del tratamiento del silicato de etilo también son mínimas, salvo casos puntuales (probeta 7.3) en el que se observa un desprendimiento generalizado de la superficie pictórica en forma de pulverulencia.

En esta serie de probetas el tratamiento de carbonatogénesis bacteriana también ha aportado una elevada resistencia a la adhesión de la capa pictórica pues, aunque se detectan pérdidas son siempre en cantidad mínima. Las probetas no tratadas son en general, las que ofrecen menor resistencia a la adhesión. Los resultados obtenidos permiten constatar que la utilización de un aglutinante oleoso, aporta mayor resistencia a los acabados cromáticos que los templees realizados con cola animal o goma arábiga [Fig. 210].

Por último en lo que respecta a los acabados metálicos identificativos de los materiales modernos, presentan resultados similares a los expuestos en los materiales históricos. La utilización de una capa metálica pura aporta una mayor estabilidad y no evidencia cambios en la superficie tras el envejecimiento. Por otra parte la capa metálica realizada con oro falso (probeta 9.2) presenta una menor resistencia a la adhesión y un notable oscurecimiento tras someterla al ciclo de envejecimiento.

Figura 209. Comportamiento del oro en las muestras tratadas de los materiales históricos. En la probeta 8.1 y 8.2, puede comprobarse como en la muestra de envejecimiento exterior no se produce oxidación de la capa metálica.



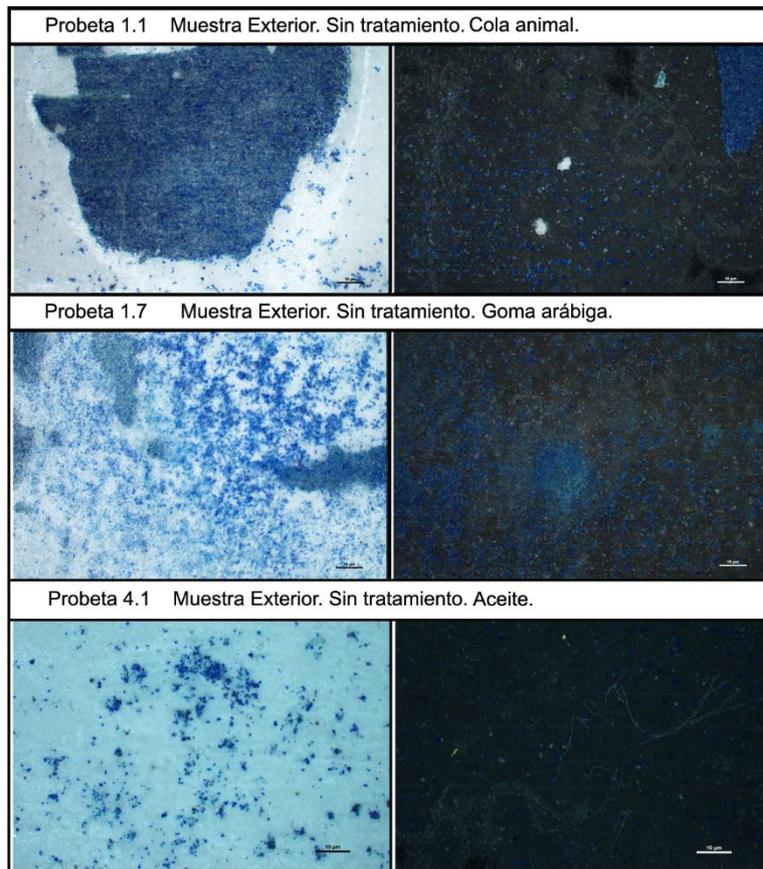


Figura 210. Comparativa del pigmento azurita aglutinado con cola animal, goma arábica y aceite en los acabados cromáticos sin tratar expuestos al exterior tras el ciclo de envejecimiento.

9.1.6. Ensayo de solubilidad.

Los resultados obtenidos en este ensayo han evidenciado que, en la mayor parte de los casos cualquier tratamiento aplicado sobre la superficie reduce la solubilidad de la capa pictórica, aumentando su resistencia. En esta ocasión, el ensayo se ha realizado sobre todos los acabados cromáticos exceptuando los acabados metálicos y los realizados con el pigmento blanco de plomo en el que este ensayo no sería determinativo¹¹⁸.

Materiales históricos

Los resultados obtenidos demuestran que, en la mayor parte de los casos los acabados cromáticos que menor solubilidad presentan respecto al agua destilada, son los que han sido tratados con resina acrílica, butiral de polivinilo y silicato de etilo [Fig. 211]. Mientras que en el caso de la resina acrílica y butiral de polivinilo no se observa solubilidad prácticamente en ninguno de los acabados cromáticos tratados. Con el silicato de etilo se observan pérdidas que no son significativas, salvo en la probeta 3.5 en la que se observa una mayor solubilidad que se ha considerado como un caso puntual [Fig. 212].



Figura 211. Resultados obtenidos en los acabados cromáticos realizados con el pigmento cinabrio natural y aglutinados con goma arábica y cola animal, tratados con butiral de polivinilo, resina acrílica y silicato de etilo.



Figura 212. Resultados obtenidos en los acabados cromáticos realizados con los pigmentos; rojo de plomo y cinabrio natural y aglutinados con goma arábica y cola animal, tratados con butiral de polivinilo, resina acrílica y silicato de etilo.

¹¹⁸ En el caso de las capas por no ser solubles y no ser objeto en esta tesis del ensayo de consolidación y en lo referente al blanco de plomo por haber utilizado un algodón de color blanco en el método de ensayo.

Los tratamientos en los que se observa una mayor solubilidad del acabado polícromo son el hidróxido de bario y la carbonatogénesis bacteriana. El nivel de solubilidad registrado en las superficies tratadas con estos consolidantes es bastante parecido al que muestran las probetas expuestas al ciclo de envejecimiento sin tratar e incluso en casos puntales llega más elevada respecto al patrón (1.6.1), lo que puede deberse a las características particulares de la aplicación de los tratamientos que podrían haber afectado a la naturaleza de estos aglutinantes que son sensibles al agua [Fig. 213].

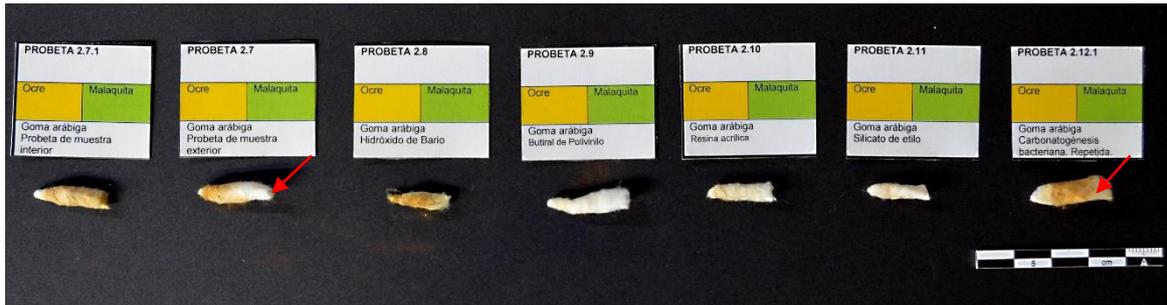


Figura 213. Documentación gráfica de la serie realizada con cola animal y el pigmento ocre en la que se puede ver como las probetas tratadas con hidróxido de bario y carbonatogénesis bacteriana muestran una menor resistencia a la solubilidad que las tratadas con butiral de polivinilo, resina acrílica o silicato de etilo.

En lo que respecta a las probetas no tratadas, es evidente de forma clara en prácticamente todos los casos, que la exposición en el exterior sin tratamiento de consolidación produce daños evidentes en la capa pictórica tras el ciclo de exposición de 12 meses. Esto se traduce en una menor resistencia a la solubilidad cuando se aplica un disolvente como el agua empleada en este ensayo y que se puede comprobar en las fichas identificativas expuestas en el correspondiente anexo [Fig. 214].



Figura 214. Comparación de la prueba de solubilidad realizada a dos acabados cromáticos realizados con cola animal, conservadas en el laboratorio y expuestas al exterior durante el ciclo de envejecimiento.

Materiales modernos

En el caso de las policromías identificativas de los materiales modernos, los tres tratamientos aplicados, (resina acrílica, silicato de etilo y carbonatogénesis bacteriana), han demostrado poca o nula solubilidad en el ensayo realizado. En muestras puntuales, el tratamiento de la carbonatogénesis o el silicato de etilo demuestran ser solubles pero, en cualquier caso esta solubilidad es mínima [Fig. 215].



Figura 215. Serie de acabados cromáticos realizada con el pigmento azul ultramar artificial aglutinada con aceite en el que se demuestra la efectividad de los tratamientos aplicados.

En lo referente a los acabados no consolidados, las muestras sometidas al ciclo de envejecimiento exterior, presentan una mayor solubilidad respecto a las de envejecimiento interior no tratadas [Fig. 216]. Si se comparan todos los policromías, el acabado más estable en cualquier caso ha sido el realizado combinando los pigmentos azul ultramar, azul de Prusia y blanco de titanio que no ha mostrado solubilidad en ninguna de las probetas realizadas en la serie 9. Además la aplicación de este ensayo demuestra que, en cualquier caso los acabados polícromos en los que se emplea un aglutinante oleoso presentan mayor resistencia al ciclo de envejecimiento que los realizados con temple de cola y goma arábica.

Figura 216. Comparación de la prueba de solubilidad de los acabados cromáticos sin tratar de los pigmentos azul ultramar artificial y azul de Prusia aglutinados con aceite en los que se observa cómo ha afectado el ciclo de envejecimiento a las probetas expuestas en el exterior.



9.1.7. Discusión de resultados.

Antes del ciclo de envejecimiento

Los resultados obtenidos en el análisis realizado **antes del envejecimiento** han permitido extraer ciertas conclusiones.

Desde el punto de vista colorimétrico, se comprueba que el aglutinante que se ha empleado en las capas pictóricas no solo provoca cambios cromáticos en el pigmento, sino que influye en las variaciones de color que se van a operar al aplicar los tratamientos de consolidación. En todos los casos se ha comprobado, comparando los materiales históricos, que son más estables a los cambios las probetas en las que se ha utilizado como aglutinante la cola animal que aquellas en las que se ha aplicado goma arábica. Por otra parte, las probetas aglutinadas con aceite presentan valores relativamente más bajos que los de las probetas aglutinadas con goma arábica salvo en casos puntuales, por lo que se puede considerar que tiene un comportamiento intermedio. Este hecho también se confirma si se considera el análisis individualizado realizado a las probetas de azurita.

Se ha comprobado que, en todos los casos las probetas tratadas sufren cambios de color ($\Delta E00$) al aplicarle algún tipo de tratamiento. Dados los resultados colorimétricos obtenidos, se confirma que el tratamiento que más cambios de color ($\Delta E00$) ha producido en igualdad de condiciones de las mediciones realizadas antes del envejecimiento, en los materiales históricos y modernos, ha sido la resina acrílica, seguida del silicato de etilo, mientras que el butiral de polivinilo se considera que presenta un comportamiento intermedio. Por otra parte, los tratamientos que producen menos cambios de color ($\Delta E00$) en esta primera fase son la carbonatogénesis bacteriana y el hidróxido de bario que presentan un comportamiento bastante parecido en este sentido. Sin embargo, hay que considerar que en las observaciones recogidas al aplicar los diferentes tratamientos consolidantes, tanto la carbonatogénesis bacteriana como el hidróxido de bario son los que más problemas evidencian en esta primera fase, provocando pérdidas importantes de la capa pictórica, sobre todo en los acabados históricos, lo que se ha atribuido al método de aplicación.

Las probetas identificativas de los materiales históricos, realizadas con temple con baja proporción de aglutinante con el objetivo de simular el estado degradado de las policromías, a y un tiempo de secado no superior a 1 año, presentan al inicio de la experimentación un importante estado de descohesión, que por otra parte era fundamental para poder valorar la eficacia de los productos ensayados. Por ello, se considera que la importante cantidad de producto en estado líquido, que requieren tanto el tratamiento con hidróxido de bario, como el de carbonatogénesis bacteriana, explica los daños que se producen en las policromías,

circunstancia que se debe tener en cuenta a pesar de los buenos resultados obtenidos en las mediciones colorimétricas.

Por otra parte, si se consideran los distintos acabados cromáticos individualmente, el acabado polícromo en el que menos diferencias se producen con la aplicación de tratamientos respecto a su patrón sin tratar, es el realizado con el pigmento ocre amarillo aglutinado con cola animal, mientras el más inestable a los cambios ha sido la policromía de azurita aplicada con goma arábica tal y como se ha podido comprobar en las tablas aportadas.

De la misma manera, cabe destacar que los cambios más importantes que provocan los tratamientos se registran en la claridad (L^*) pues, como se ha indicado en las tablas comentadas es donde se detectan las diferencias más importantes. En este sentido, los tratamientos que más han afectado han sido la resina acrílica y el silicato de etilo. Los valores más altos de diferencia de claridad (ΔL^*) corresponden a la resina acrílica que se caracterizan por ser negativos en la mayor parte de los casos. De ello se puede deducir que es característico de este tratamiento producir un descenso de la claridad lo que es un dato considerable a tener en cuenta cuando se aplican este tipo de productos. Por otra parte, en lo que respecta al tratamiento de carbonatogénesis bacteriana cabe destacar, que en la mayor parte de los casos se evidencia un incremento de claridad respecto al patrón inicial de referencia que, en casos puntuales llega a presentar valores bastante altos.

De los resultados adquiridos en esta primera fase se puede deducir que, el consolidante más adecuado sería el butiral de polivinilo, pues a pesar de provocar cambios perceptibles en la capa pictórica respecto al patrón sin tratar, en ninguno de los acabados tratados se ha observado que interaccione o provoque alteraciones de la capa pictórica sobre la que se aplica, lo que es muy importante.

En lo que respecta a los tratamientos de hidróxido de bario y carbonatogénesis bacteriana, desde el punto de vista colorimétrico son los más adecuados pues, tras la observación de los valores obtenidos, en la mayor parte de los casos son los que menos cambios producen en las características de las policromías. Sin embargo, los graves problemas que ha causado el tratamiento con hidróxido de bario sobre la superficie provocando importantes pérdidas, y los daños puntuales que se observan en las probetas tratadas con temple en el caso de la carbonatogénesis (sobre todo en el caso de la cola animal), permite concluir que estos productos, en policromías de estas características, deba realizarse con un estudio previo muy exhaustivo y con todas las cautelas posibles, con el objetivo de comprobar su comportamiento antes de ser aplicados.

Por último, desde el punto de vista colorimétrico en esta primera fase, los consolidantes menos adecuados serían el silicato de etilo y la resina acrílica pues, son aquellos que provocan más cambios en las policromías tratadas si se comparan con su patrón sin tratar, sobretodo el tratamiento con resina acrílica que causa modificaciones muy considerables en lo que a claridad (L^*) se refiere además de daños puntuales que se detectan en determinadas capas.

Después del ciclo de envejecimiento

Los resultados obtenidos **después del ciclo de envejecimiento**, en todos los ensayos realizados también han permitido extraer conclusiones de interés.

En primer lugar, se ha comprobado, como es lógico que todas las policromías sin tratamiento conservadas en el laboratorio, han sufrido cambios considerablemente inferiores a las probetas expuestas en el exterior, como puede observarse en las fichas aportadas de cada uno de los ensayos realizados. Esto es indicativo de la efectividad del ciclo de envejecimiento natural de un año, ya que los condicionantes atmosféricos externos a los que se han sometido las probetas, han afectado a sus policromías.

Desde el punto de vista colorimétrico, se comprueba que el aglutinante que se ha empleado en las capas pictóricas no solo provoca cambios cromáticos en el pigmento, sino que influye en las variaciones de color que se producen con los ciclos de envejecimiento. Además, como se ha podido comprobar en los resultados expuestos, no solo interviene el comportamiento el aglutinante, sino que también se observan cambios significativos que están directamente relacionados con los pigmentos empleados. En todos los casos se ha confirmado que son más estables al envejecimiento, los acabados en las que se ha aplicado como aglutinante la cola animal, que aquellas en las que se ha aplicado goma arábiga.

Las probetas aglutinadas con aceite, se ven afectadas no sólo por los tratamientos, sino también por la acción propia del aglutinante que produce en los mismos amarilleamiento. En este sentido, si se tienen en cuenta los resultados obtenidos en el resto de ensayos, como el de resistencia a la adhesión o solubilidad, se comprueba que en general los acabados que presentan menos pérdidas son los realizados utilizando aceite de linaza como aglutinante. Por otra parte, si se comparan los resultados obtenidos entre los acabados cromáticos aplicados con cola animal y goma arábiga, se comprueba que en general los realizados con cola animal presentan menos pérdidas.

Todas las policromías (tratadas y no tratadas) sufren cambios de color con el paso del tiempo. Dados los resultados cromáticos recopilados, se ha comprobado que en esta segunda fase, los tratamientos que más cambios de color (ΔE_{00}) han producido por el ciclo de envejecimiento en

los **materiales históricos** han sido el hidróxido de bario y la carbonatogénesis bacteriana, lo que coincide con los resultados obtenidos al aplicar el ensayo de resistencia a la adhesión y solubilidad, pues los acabados cromáticos tratados con estos métodos son los que menor resistencia demuestran.

De los resultados obtenidos en esta segunda fase se puede deducir que, en el caso de los **materiales históricos**, los consolidantes que han aportado mejores resultados en los ensayos de resistencia a la adhesión y solubilidad tras el ciclo de envejecimiento han sido el butiral de polivinilo, la resina acrílica y el silicato de etilo. En lo que respecta al examen colorimétrico, aunque se producen cambios con el ciclo de exposición, estos no son considerables lo que *a priori* los situaría como posibles tratamientos a utilizar en este tipo de obras. Sin embargo, estos resultados tan positivos se deben contrastar con la reducción que inducen en la capacidad de absorción en las policromías tratadas, por lo que, aunque son tratamientos que se pueden aplicar en este tipo de revestimientos, debería tenerse muy en cuenta las condiciones de exposición, la concentración, número de capas o disolventes en los que se aplican con el objetivo de impedir la formación de una película superficial que imposibilite la transpiración del material de base y, por lo tanto favorezca el desencadenamiento de otros factores como la cristalización de sales o la descohesión del soporte entre otros. De entre ellos cabe destacar que, la reducción que se registra en el caso del silicato de etilo, probablemente se deba a que la formación de sílice amorfa, producto de la acción del tratamiento, haya actuado como cementante del soporte, lo que posiblemente haya contribuido a disminuir su absorción, al convertirse en un material más compacto.

Por otra parte se ha observado que, en cuanto a análisis colorimétrico se refiere, los tratamientos que más diferencias producen tras el ciclo de envejecimiento en los materiales históricos, son el hidróxido de bario y la carbonatogénesis bacteriana. En lo que respecta al hidróxido de bario, los deficientes resultados obtenidos en la aplicación del tratamiento, los graves problemas detectados en la superficie pictórica *a visu*, y los resultados de los diferentes ensayos aplicados, hace que, finalmente se descarte para el tratamiento de este tipo de obras.

Por otro lado, el tratamiento de carbonatogénesis bacteriana, a pesar de evidenciar cambios significativos en lo que a color se refiere y menor resistencia a la adhesión y a la solubilidad que el resto de tratamientos, presenta muy buenos resultados en el ensayo de absorción realizado, puesto que no crea una película que impida la transpiración o reduzca la porosidad del material original. Además, si se comparan los resultados obtenidos con los acabados identificativos de los materiales históricos y modernos, no se puede descartar una posible interacción de las bacterias carbonatogénicas en el proceso de actividad microbiana con los aglutinantes históricos: cola animal (proteínas) y goma arábiga (azúcares), que incluso podría

haberse visto intensificada al ser policromías muy recientes. De esta forma, se considera, que pese a los buenos resultados obtenidos en lo que absorción se refiere, en el caso de aplicarse sobre temples de policromías reales, deberían realizarse pruebas previas con el objetivo de comprobar la respuesta específica del acabado cromático.

Por otro lado, en lo que respecta a los **materiales modernos**, todos los tratamientos han demostrado su efectividad en los análisis y ensayos realizados por lo que, tanto la resina acrílica, como el silicato de etilo o la carbonatogénesis bacteriana serían aconsejables para la intervención de este tipo de obras.

En lo que al análisis colorimétrico se refiere, los tratamientos que demuestran mayores diferencias de color ($\Delta E00$) respecto a su patrón inicial son la resina acrílica y el silicato de etilo, que además son los que reducen considerablemente la porosidad del material. Los ensayos de resistencia a la adhesión y solubilidad realizados en los acabados tratados con estos métodos, demuestran una resistencia muy alta pues no se detectan pérdidas salvo excepciones muy puntuales. Estos datos permiten afirmar que en el caso de acabados cromáticos aplicados con un aglutinante oleoso, tanto la resina acrílica como el silicato de etilo son productos aptos para estos revestimientos.

En lo que respecta a la carbonatogénesis bacteriana, los resultados obtenidos en general son bastante positivos. En los análisis colorimétricos se sitúa como el tratamiento que menos influye, por lo que en este sentido es el tratamiento más adecuado. Los ensayos de resistencia a la adhesión y solubilidad también son muy positivos ya que, aunque presenta pérdidas, estas son muy leves por lo que no se consideran significativas. Además en el ensayo de absorción, los datos obtenidos son muy interesantes, ya que respeta considerablemente la porosidad del material tratado. De ello se deduce, que en el caso de los materiales modernos, los resultados obtenidos tras el ciclo de envejecimiento, indican que el tratamiento de consolidación más adecuado, es el de la carbonatogénesis bacteriana.

9.2. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS REALIZADOS

SOBRE FRAGMENTOS ARQUEOLÓGICOS.

Una vez realizados los tratamientos se han valorado sus resultados con métodos objetivos, estudiando tanto los cambios estructurales producidos en la materia, como los cambios estéticos. Para ello se ha realizado un análisis visual de la superficie, un examen mediante microscopio estereoscópico (observación de la estratigrafía, morfología, cambios de apariencia...) y un análisis textural y elemental mediante microscopía electrónica de barrido de presión variable de alta resolución (VPSEM).

En primer lugar, el examen *a visu* y la observación con microscopio estereoscópico, no ha mostrado cambios evidentes entre la superficie sin tratar y la superficie una vez tratada. Tanto en el caso de los fragmentos de cornisa como de yesería, el color de la policromía no se ha visto modificado con ningún tratamiento ni tampoco se aprecian cambios estructurales significativos en la superficie de los fragmentos.

Por el contrario, el análisis con microscopía electrónica de barrido de presión variable de alta resolución (VPSEM) ha puesto en evidencia diferencias entre los tratamientos, así como entre los fragmentos tratados y sin tratar, que en el examen *a visu* o con el microscopio estereoscópico eran imposibles de apreciar. En lo que respecta al comportamiento de los consolidantes en ambos revestimientos (cornisa y yesería) los resultados han sido esencialmente los mismos, con pequeñas diferencias que se detallarán en la discusión de los resultados. Las fichas identificativas de los fragmentos estudiados se exponen para su consulta en el anexo 5. *Fragmentos originales arqueológicos utilizados para el ensayo.*

9.2.1. Muestras sin tratar.

En primer lugar se han estudiado muestras sin tratar, tanto de cornisa como de yeserías, de forma que sirviesen de testigo comparativo para poder analizar cómo los diferentes consolidantes han actuado y modificado el material original.

En el primer examen, a partir de microanálisis puntuales por energía dispersiva de rayos X (EDX) se ha comprobado que, mientras que en el caso de la cornisa, el material de base es mayoritariamente calcita, y en el caso de la yesería es sulfato cálcico con una pequeña proporción de tierras, fundamentalmente cuarzo. Esta composición coincide con lo expuesto por Famiglietti & Scioscia Santoro, (2001) que afirma que el conglomerante más utilizado en los relieves romanos es la cal, sobre la que tanto Plinio como Vitrubio manifiestan un gran interés el que fuese de gran calidad.

En lo que respecta al fragmento testigo de cornisa, es de destacar que se detectan además de otros materiales como aluminosilicatos, que *a priori* no parecen haber sido añadidos intencionadamente al material de base del mortero. En casos puntuales, además, se detecta hierro, coincidiendo con los fragmentos que presentan restos de policromía, lo que puede atribuirse a la utilización de tierras para obtener los colores rojos y amarillos (Calero-Castillo *et al.*, 2015c). De esta forma, se ha comprobado que en ciertos casos la presencia de hierro correspondiente al pigmento hematites o tierra roja aparece asociado a la presencia de fósforo. Estos resultados coinciden con lo expuesto por López Martínez (2015) en el trabajo publicado sobre las pinturas murales de este mismo conjunto arqueológico, en el que la identificación de fósforo se ha atribuido al empleo de pigmento negro de hueso, que se mezclaría con el rojo para oscurecer su tono. El P también podría deberse a la presencia de cola animal, pero dado el estado de degradación no parece probable.

Por otra parte, en cuanto a la morfología de ambos revestimientos, la observación realizada mediante VPSEM ha permitido constatar diferencias en el aspecto textural de los mismos, lo que puede atribuirse tanto al material constitutivo como a la técnica de ejecución. Mientras que en la yesería observamos un material mucho más compacto y pesado, en el caso de los fragmentos de cornisa se percibe una matriz mucho más porosa lo que se ha relacionado tanto a la técnica de realización (molde o terraja de madera) como a la posible adición de material orgánico en la formulación, con el objetivo de aligerar el peso de estos elementos que se disponían habitualmente en la parte superior de los muros (Guiral Pelegrini & Martín-Bueno, 1996) La adición de material orgánico al mortero en época romana está documentado tanto por grandes autores de la época como Plinio o Vitrubio, como por investigaciones publicadas que han realizado un análisis de ellos en profundidad (Sickels, 1982).

Los estudios publicados sobre este tipo de aditivos en época romana citan la sangre, clara de huevo, zumo de higo, corteza de olmo o pasta de centeno entre otros, aunque no se puede descartar el empleo de otros materiales incorporados a los morteros de épocas anteriores como la goma arábiga en Grecia así como la queratina, caseína o vino en los morteros egipcios. De esta forma es probable que alguno de estos materiales se hubiera podido añadir a la formulación del mortero para la realización de la cornisa de esta estancia. Según expone Guasch Ferré (2016), en su investigación realizada sobre la adición de material orgánico a la formulación de morteros, la incorporación de gomas durante el amasado de los mismos hace que se generen tanto burbujas de aire como macroporos. Este hecho, además de proporcionar un mortero más liviano debido a la presencia de estos espacios internos, mejora ciertas cualidades como la resistencia al deterioro mecánico o la modificación del proceso de carbonatación, debido a la capacidad de las mismas para retener el agua en la estructura del

mortero (Guasch Ferré, 2016). Estas características coinciden bastante con la morfología del fragmento de cornisa tal y como se ha podido observar en su estudio [Fig. 217]. Además, la observación detallada de los fragmentos de cornisa ha permitido detectar en varios de ellos la utilización de cañas en la parte trasera lo que correspondería a la técnica ejecutada con el objetivo de favorecer su adhesión al muro, documentada en época romana en numerosas ocasiones (Guiral Pelegrín & Martín-Bueno, 1996) [Fig. 218].

En lo que respecta a los fragmentos de yesería, es bastante difícil distinguir a partir de los mismos si la técnica de ejecución es tallada o a molde debido a su descontextualización y a sus dimensiones reducidas. La alta presencia de tierras, la gruesa granulometría y el color del mortero podría ser indicativa de un yeso negro característico de las yeserías talladas. Por otra parte, la profundidad del relieve también parece identificativo de este procedimiento [Fig. 219]. Además, el carácter compacto del mortero puede deberse al fratasado del yeso que se realizaba antes de proceder a la realización del diseño y posterior tallado del mismo al que después se incorporaba la policromía.

Figura 217. Diferencias entre las texturas del mortero procedente de cornisa y de yesería. Imágenes del perfil.

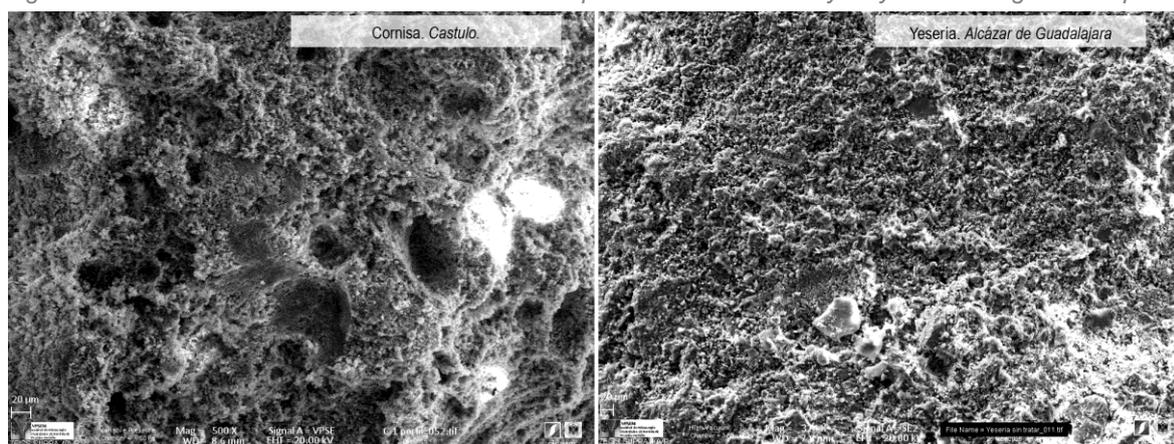


Figura 218. Parte trasera fragmento de cornisa.



Figura 219. Profundidad del relieve de uno de los fragmentos de yesería.

9.2.2. Muestras tratadas.

En lo que respecta a los resultados obtenidos en el análisis de los fragmentos tratados, los datos de mayor interés se han conseguido a partir del estudio exhaustivo de la morfología de la muestra, de modo que la información obtenida se ha completado con los datos aportados por el mapa de distribución de elementos, así como por el análisis de su perfil a través del *line profile*, que ha permitido corroborar la información recopilada al observar las imágenes y determinar en la medida de lo posible, la penetración de los productos estudiados.

Esta metodología de estudio ha sido utilizada de manera sistemática en los fragmentos tratados con resina acrílica, butiral de polivinilo y silicato de etilo; el tratamiento con carbonatogénesis bacteriana, aplicado sobre el fragmento de cornisa, al consolidar con el mismo material que constituye el mortero sólo se han obtenido resultados mediante el examen de superficie, ya que resulta imposible diferenciar el carbonato cálcico de nueva formación tanto en el mapa de distribución de elementos como en el *line profile*, debido a su similitud con el carbonato cálcico del aglomerante original.

A continuación se comentan de manera individualizada los resultados obtenidos en cada uno de los fragmentos tratados.

Producto ensayado: Butiral de polivinilo

En un primer análisis general, en el caso de las muestras tratadas con butiral de polivinilo, se ha comprobado que el consolidante no crea una película evidente en su análisis mediante VPSEM sobre la superficie tratada, ni aporta cambios significativos ni en la superficie ni en el perfil de las muestras estudiadas [Fig. 220].

Los resultados obtenidos mediante el *line profile*, en los fragmentos de ambas decoraciones, evidencian una penetración del producto, que se sitúa en torno a las 300- 400µm. En este caso concreto se observa que esta penetración es algo superior en la muestra de yeso, en la que se detectan evidencias de producto aproximadamente hasta 400-500µm, mientras que en el caso del fragmento de cornisa, esta impregnación se produce a una profundidad de 300µm. Este dato es comprensible dada la higroscopicidad de los yesos frente a los morteros de cal y por otra parte a la película que reviste la superficie muy compacta de carbonato cálcico de la cornisa, que contrasta con el interior del mortero altamente poroso.

Por otra parte, los mapas de distribución de elementos, evidencian que, aunque el producto penetra en el interior de las muestras tratadas, una parte considerable queda en la superficie. Este hecho se evidencia por la mayor presencia de carbono, indicativa de la presencia de material orgánico, respecto a las muestras sin tratar lo que evidencia la permanencia en la capa superficial del tratamiento aplicado.

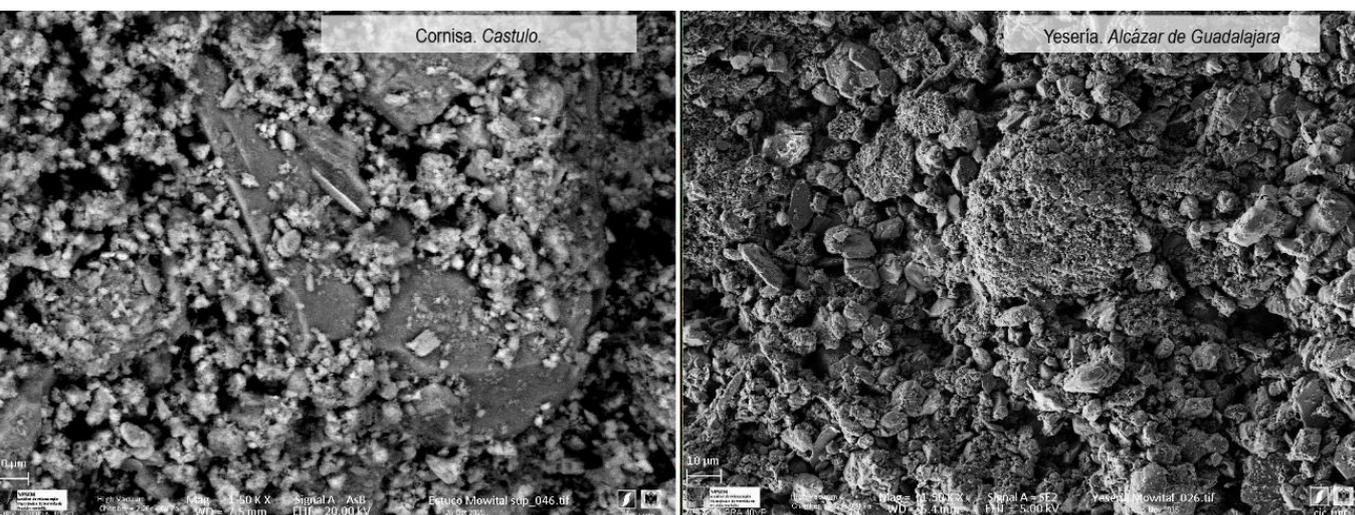


Figura 220. Superficies de las muestras tratadas con butiral de polivinilo en las que no se observa creación de película superficial, puesto que se conserva la textura original.

Producto ensayado: Resina acrílica

La consolidación con resina acrílica tanto en el fragmento de cornisa como en el de yesería no evidencia cambios significativos en la superficie, en la que no se detecta *a priori* la presencia de una película plástica. Sin embargo, si se analiza el perfil de las muestras tratadas, mediante VPSEM, se comprueba que, en el caso de la cornisa aparecen restos de resina que son visibles a partir de una resolución relativamente baja (100x). Por el contrario en el fragmento de yeso tratado, este aspecto plástico del producto se detecta a una resolución mayor (15.000 x) como puede comprobarse en la figura inferior [Fig. 221]. Además se ha realizado un microanálisis del perfil en la muestra de yeso que evidencia una concentración importante de carbono en la parte más cercana a la superficie que se puede considerar indicativo de que el producto se concentra en la parte más superficial de la muestra tratada [Fig. 222].

Por otra parte, los datos obtenidos con el *line profile*, registran una penetración del producto algo inferior al del butiral de polivinilo, de modo que, mientras que en el fragmento de cornisa, la profundidad que se alcanza se sitúa aproximadamente sobre las 240µm; en la yesería es algo inferior, situándose en torno a las 180-200µm. Asimismo, el mapa de distribución de elementos ha evidenciado material orgánico en superficie como producto del tratamiento de manera bastante homogénea que aparentemente no forma una capa impermeable como se puede apreciar en las imágenes obtenidas [Fig. 222].

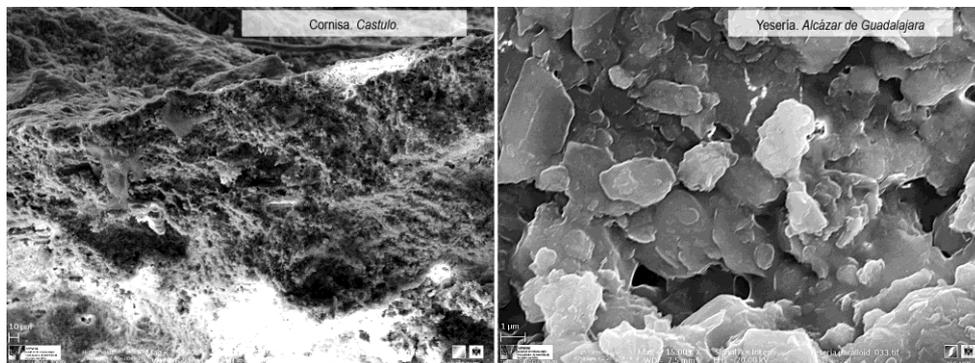


Figura 221. Arriba. Imagen de la resina acrílica en el análisis del perfil (izqda.) y superficie (dcha.) de las muestras tratadas.

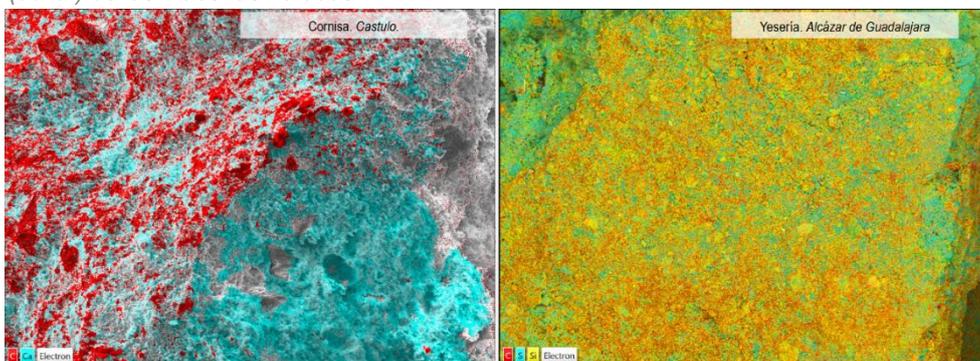


Figura 222. Mapa de distribución de elementos. La figura de la izquierda permite comprobar la escasa penetración del producto aplicado

Producto ensayado: Silicato de etilo

El estudio de las muestras tratadas con silicato de etilo ha permitido observar con claridad que, tanto en el fragmento tratado de cornisa como de yesería, se producen ciertos cambios en la superficie que son consecuencia directa de la aplicación de este producto, ya que sólo se observan en las muestras tratadas con este material. Nos referimos en este caso concreto a la aparición de una serie de grietas de similar morfología en las dos muestras tratadas. Respecto a la procedencia de estas fisuras se ha considerado que podrían tener su origen en la rigidez de la película que forma este consolidante y sobre todo a la rápida evaporación del disolvente en el que viene preparado el producto comercial que es el alcohol isopropílico, que provoca la microfractura de la película formada ya que presenta porcentaje de volatilidad de 100% VOL. La formación de esa fractura es frecuente en este tipo de producto y ya ha sido expuesto en otros trabajos de investigación publicados (Jroundi *et al.*, 2014) [Fig. 223].

El análisis del perfil en este caso es bastante más claro puesto que el mecanismo de acción del consolidante utilizado hace que precipite un nuevo material, en este caso concreto sílice. Los gráficos de *line profile* obtenidos nos informan de la presencia de silicio a una mayor profundidad en la cornisa, mientras que en el caso de la yesería, aunque esta penetración se produce, la cantidad de material aparentemente es considerablemente inferior. En el caso de la pieza de cornisa se detecta una cantidad apreciable hasta las 100-120µm a partir de donde se evidencia un considerable descenso. Por otra parte, en el caso de la decoración de yeso se aprecia que la mayor parte de producto ha quedado en superficie produciéndose una mínima penetración [Fig. 224]. En este sentido, si se comparan los datos obtenidos con los dos casos anteriores, se comprueba que la penetración en este caso es sensiblemente inferior a la que se produce con el butiral de polivinilo o la resina acrílica.

Por último los mapas de distribución de elementos han evidenciado la efectividad del producto en superficie pues revelan un considerable aumento de sílice en esta zona si se comparan las muestras con su patrón sin tratar.

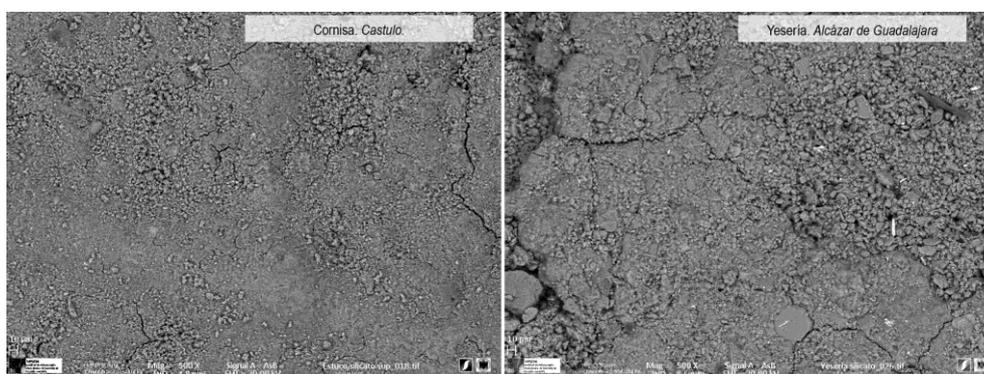


Figura 223. Imagen de detalle de la superficie tratada con silicato de etilo tanto en el caso de la cornisa como en el de la yesería.

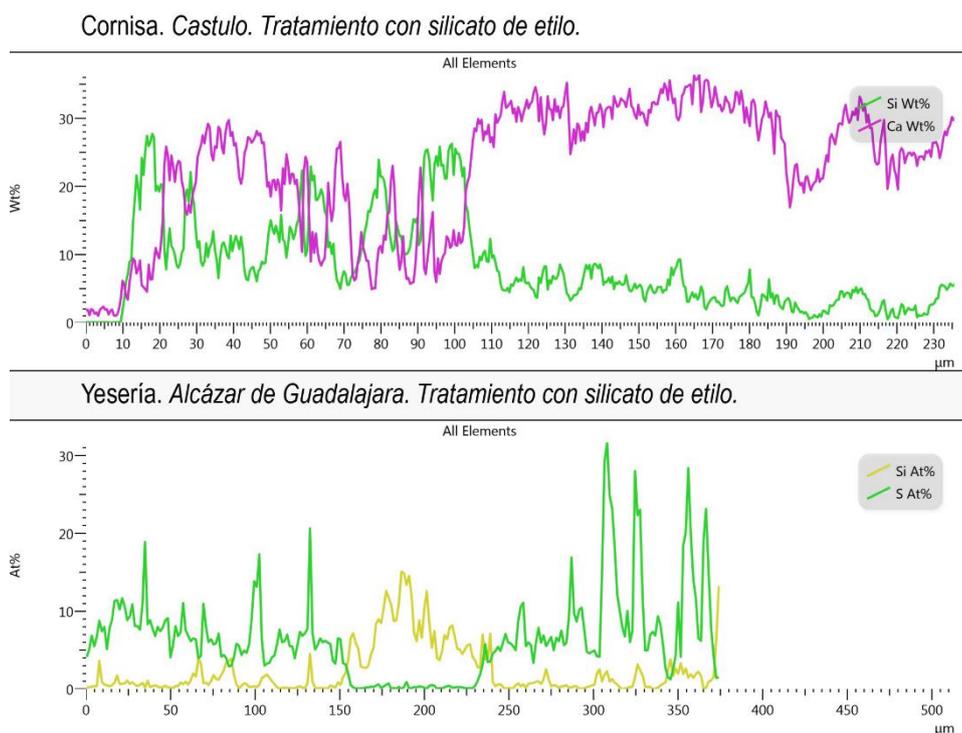


Figura 224. Gráfico. Line profile del perfil de la decoración en cornisa y de yeso. En el caso de la yesería se observa que el aumento de porcentaje de Si que se observa en torno a las 200 μm es debido a la presencia de un árido detectado en el mortero.

Producto ensayado: Carbonatogénesis bacteriana

Finalmente, cuando se realiza un examen general de las muestras de cornisa y de yesería consolidadas con carbonatogénesis bacteriana se puede observar que en principio el tratamiento no parece crear película sobre la superficie ni tampoco grietas o fracturas. Sin embargo al elevar la resolución para poder distinguir las sustancias exopoliméricas (EPS), formadas como subproducto de la actividad microbiana, que se incorporan a los cristales neoformados de carbonato cálcico, se puede observar un tapiz de material generado como subproducto de esta actividad con pequeñas fisuras distinguibles a grandes aumentos que respetan la morfología del material original [Fig. 225].

El mapa de distribución de elementos realizado sobre el fragmento de yesería, ha permitido conocer que este tratamiento ha sido efectivo pues se evidencia formación de calcita en superficie [Fig. 226]. En este caso, al tratarse de un material de base de yeso se pueden distinguir los cristales de nueva formación de calcita, lo que es mucho más difícil de identificar en el caso de la cornisa donde el material de base mayoritario es también carbonato cálcico.

Por otra parte, en el caso de la penetración, los análisis llevados a cabo en el perfil de las muestras tratadas han permitido detectar presencia de calcita aproximadamente hasta 180 μm .

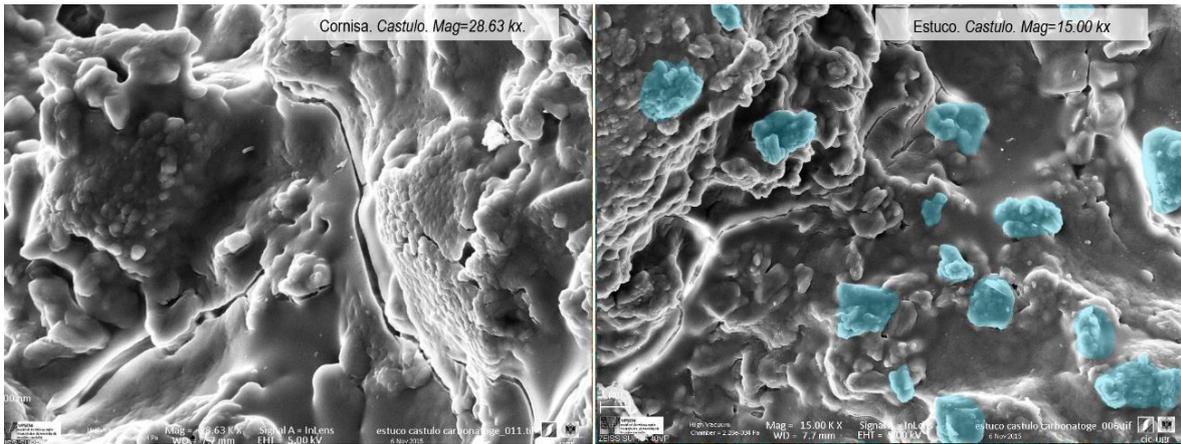


Figura 225. Imágenes de detalle de la superficie de cornisa. En la imagen de la izquierda puede observarse con detalle las grietas comentadas anteriormente. En la imagen de la derecha se señalizan sustancias exopoliméricas y calcita de nueva formación como consecuencia de la acción microbiana.

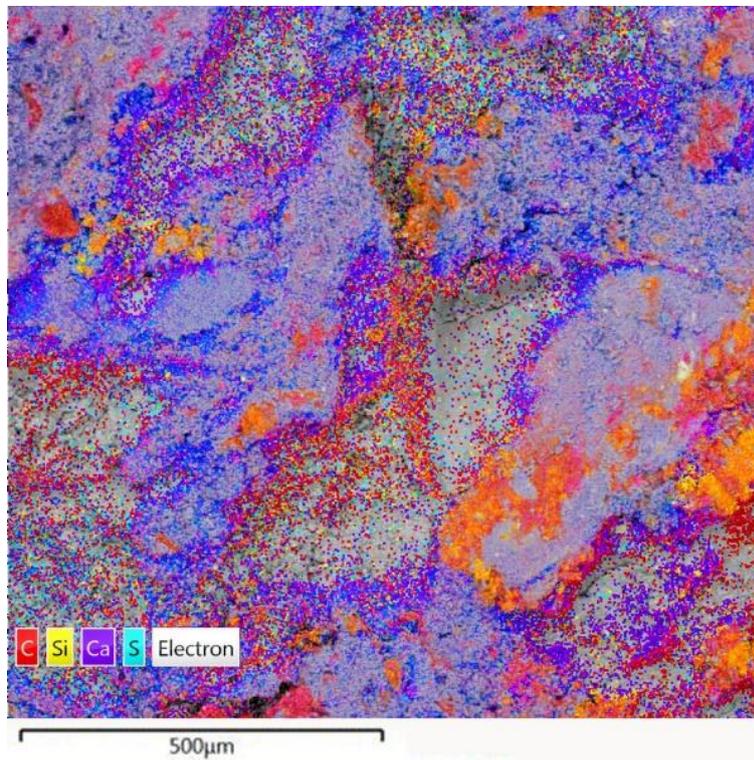


Figura 226: Mapa de distribución de elementos de la superficie.

9.2.3. Discusión de resultados.

De forma global hay que decir que los resultados obtenidos han demostrado la efectividad de los productos ensayados así como las peculiaridades que producen cada uno de los tratamientos sobre los revestimientos utilizados para esta investigación, no detectándose diferencias sustanciales entre los fragmentos de cornisa y de yesería.

En primer lugar, los resultados obtenidos de la aplicación del butiral de polivinilo han sido satisfactorios tanto en lo que a efectividad del producto se refiere como a su penetración en el mortero. Mientras que la presencia de compuestos orgánicos en superficie es indicativa de la actuación del consolidante utilizado, no se ha detectado a ninguno de los aumentos en los que se ha observado la muestra la formación de una capa evidente en superficie así como cambios significativos tanto en el perfil como en el plano superior en ninguna de las muestras tratadas.

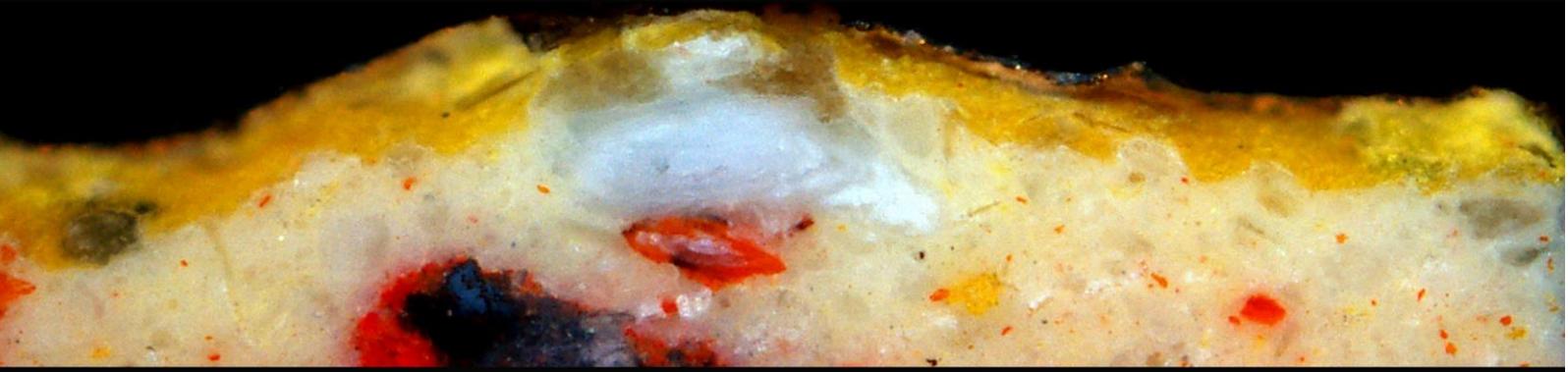
Por otra parte la penetración del producto se detecta de manera considerable hasta aproximadamente las 400 μm lo que es bastante satisfactorio si se compara con los resultados obtenidos en el resto de probetas tratadas pudiéndose considerar como el producto con mayor penetración en el sustrato. Teniendo en cuenta los datos obtenidos, este producto sería aceptable para el tratamiento de ambas tipologías decorativas de procedencia arqueológica. No obstante se estima que en un futuro sería interesante comprobar su efectividad variando tanto el número de capas como concentración, con el objetivo de obtener el método idóneo para su aplicación.

Por otra parte, en el caso de la resina acrílica, a partir de los análisis realizados en el VPSEM, se ha comprobado que aunque *a priori* no se detecta una película en superficie, cuando se realiza una observación con más aumentos, se identifican restos de resina de aspecto plástico. Este hecho aunque por una parte es indicativo de la efectividad del tratamiento sobre la obra tratada, debe tomarse en consideración sobre todo cuando se trata de revestimientos expuestos a condiciones fluctuantes de humedad y temperatura pues, su falta de permeabilidad puede favorecer la descohesión de los estratos inferiores, al condensarse la humedad en el interior, favoreciendo además la cristalización de sales. Por otra parte su penetración con el disolvente TACO 8 como se ha expuesto (en torno a los 200 μm) es satisfactoria, aunque inferior a la profundidad alcanzada con el butiral de polivinilo. Todo ello nos indica que puede ser un tratamiento aceptable solamente para obras que se encuentren en condiciones estables y controladas.

En lo que respecta al silicato de etilo, la identificación de silicio en superficie evidencia la efectividad del tratamiento, pero su menor penetración (en torno a los 100µm en el caso de la cornisa y prácticamente inapreciable en el caso del fragmento de yeso), la posible microfracturación que sufre la película formada al secarse, hace que deban tenerse en cuenta estas consideraciones. A pesar de ello, su mayor compatibilidad con el sustrato en el que se aplica, lo convierte en una opción válida para aplicar en fragmentos arqueológicos.

Por último, en el caso de la carbonatogénesis bacteriana, aunque no presente una capa uniforme y continua, se ha constatado la formación de sustancias exopoliméricas producto de la acción bacteriana que han consolidado la superficie como corroboran los análisis con VPSEM. Esto es muy importante ya que es indicativo de que el tratamiento, a la vez que efectivo, respeta la porosidad del sustrato y además posibilita cualquier tipo de operación posterior sin ningún tipo de problema, ya que el material formado es el mismo del mortero y por tanto absolutamente compatible.

No obstante, a pesar de haber obtenido estos resultados satisfactorios, hay que resaltar que se trata de pruebas puntuales y que, a la hora de valorar la posibilidad de emplear este tratamiento para la consolidación de este tipo de revestimientos, se deberían hacer pruebas previas con el objetivo de evaluar la respuesta de cada tipo de material. Además, tanto por su método de aplicación como por su mecanismo de acción, consideramos que es recomendable tener en cuenta tanto la situación de la capa pictórica como el ambiente en el que se encuentran los materiales a tratar, puesto que, en el caso de que se trate de revestimientos *in situ* se deben atender otros aspectos como los problemas de biodeterioro y sus condiciones de exposición. Además su reciente incorporación en el campo de los revestimientos polícromos hace que no se conozcan todavía los efectos que a largo plazo se pueden producir.



Capítulo 10
Conclusiones
Conclusioni
Conclusions



10. CONCLUSIONES

De manera general, se puede afirmar que esta tesis doctoral ha perfeccionado la metodología que se venía aplicando en este tipo de estudios en trabajos previos, demostrando ser eficaz para alcanzar los objetivos pretendidos. Por un lado, relacionando la información documental y técnico-material recopilada a partir de los datos obtenidos de la revisión bibliográfica y, por otro, abordando el estudio acerca de la posible consolidación de sus policromías, desarrollado a partir del conocimiento de los materiales constitutivos y de su estado de conservación.

La información documental recogida, permite establecer que las yeserías del Patio de las Doncellas han tenido diversas intervenciones de mantenimiento a lo largo de su historia, siendo las más importantes y de carácter más general las que se efectúan a lo largo del s. XIX, como consecuencia de la búsqueda de modelos neoclásico, así como de otros de tendencia romántica que se desarrollan en este siglo y que influyen enormemente en la estética de esta Residencia Real.

El examen realizado en la superficie decorativa y el levantamiento gráfico obtenido, ha posibilitado reconocer de forma detallada las tipologías decorativas desarrolladas. La identificación de los módulos que se repiten, las líneas de unión entre placas o los elementos singulares, entre otras cuestiones, han sido claves para establecer la técnica de ejecución del revestimiento, la determinación de elementos originales o añadidos en épocas posteriores, y la de paralelismos con obras coetáneas como el Palacio de la Alhambra, entre otros.

De igual modo, a pesar de la complejidad de la información generada en el análisis de muestras y de la pérdida mayoritaria de los estratos originales, se ha comprobado que en un porcentaje considerable se conservan restos de policromía original. Además, gracias a las técnicas empleadas se ha podido constatar la riqueza cromática, la naturaleza y la calidad de los materiales utilizados en esta policromía, hoy oculta debido a las actuaciones de repolicromado y encalado efectuadas en periodos posteriores.

En cuanto a la técnica, la mayor parte de la decoración ha sido realizada a molde como se ha demostrado tanto por la repetición exacta de los motivos decorativos, las líneas de unión entre placas o la caracterización del mortero. Sin embargo hay que decir que, aunque la técnica del molde sea la predominante en este paramento, ciertos elementos presentan características (tipológicas y de composición granulométrica), que indican que podrían haber sido realizadas mediante tallado, como las albanegas del arco de la puerta pequeña o *de escape*. Hay que destacar la compleja situación que presenta la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V, donde son evidentes un mayor número de reposiciones que dificultan la identificación de la técnica original. Entre ellas destaca la decoración en sebka actual de las albanegas, sobrepuesta a una decoración inferior, vaciados en resina detrás de las quicialeras, así como diversas reintegraciones muy alejadas de los criterios actuales de restauración.

Con toda la información recopilada se deduce que el Alcázar de Sevilla ha sido un monumento cuidado, como demuestran tanto la calidad de los materiales empleados y las sucesivas intervenciones que se realizan sobre sus paramentos. A consecuencia de ello, y con los datos obtenidos, se ha concluido que las actuaciones sobre las policromías de estas yeserías no sólo se producen en el s. XIX, sino que también se han realizado en periodos anteriores. Sin embargo, mientras que las que se desarrollan en el s. XIX son de carácter general y han podido documentarse cronológicamente en fechas bastante concretas, las que se realizan en periodos anteriores tienden a caracterizarse por ser puntuales y, probablemente, se reducen a reparar zonas dañadas o pérdidas muy localizadas.

Se han establecido tres intervenciones posteriores a la yesería original. La policromía original, en el primer nivel, está realizada con un temple de cola y presenta una rica gama cromática, formada por pigmentos naturales de una gran calidad entre los que destacan malaquita, azurita o cinabrio. Sobre los restos de esta primera policromía, en el segundo nivel, en la mayoría de las muestras se identifica de forma clara un encalado, constituido por una o varias capas, que en muchos casos presentan un considerable grosor. Esta intervención está registrada por diversos autores que la sitúan entre 1805 y 1816, como un intento de adaptar el palacio a los presupuestos neoclasicistas imperantes de la época.

Como está documentado y reflejan las muestras estudiadas, pocos años después del encalado se intenta limpiar las yeserías y al no conseguir recuperar la policromía original, se vuelven a pintar. Esta intervención (tercer nivel), se sitúa entre los años 1843-1858 y se caracteriza por la presencia de pigmentos desarrollados en la revolución industrial como azul ultramar o verde esmeralda entre otros. El cuarto nivel no se identifica en todas las zonas del paramento, lo que indica que no debió ser una actuación generalizada. La referencia documental de esta obra es escasa pues la mayor parte de la bibliografía conservada se refiere a la fachada del palacio donde se acometió una intervención general de gran importancia. La característica más importante de este nivel, situado entre 1894-1899, es la incorporación sistemática de dorados de gran calidad, realizados sobre una base, fundamentalmente de amarillo de cromo y plomo, que coinciden con los detectados en la fachada de Pedro I (como es lógico en esta intervención se siguen utilizando pigmentos industriales). La identificación de los aglutinantes empleados en los niveles tres y cuatro es algo más compleja. La presencia de cola animal en estratos realizados con pigmentos industriales, es indicativa de que los repolicromados se pudieron realizar al temple. Por otra parte, los dorados aplicados en la última intervención con resinas diterpénicas y aceites han impregnado los estratos inferiores dificultando enormemente su análisis.

Respecto a los posibles cambios de color, las correlaciones estratigráficas demuestran que en la mayor parte de las muestras se mantuvo el acabado cromático del paramento a lo largo del tiempo y, que cuando se localizan cambios en una misma estratigrafía (salvo casos puntuales), corresponde a contaminaciones adyacentes o a detalles de la decoración. Estos resultados coinciden con los de la fachada del Palacio de Pedro I, por lo que hay que suponer que fue una de las pautas seguidas en el tratamiento de los revestimientos del palacio.

En lo referente a su estado de conservación, los sucesivos encalados han contribuido a la pérdida de la riqueza cromática, ofreciendo en la actualidad un aspecto grisáceo/ blanquecino (una imagen muy lejana de la que este revestimiento debió tener en su origen), así como un embotamiento del relieve que hace que disminuya en gran medida la percepción de su delicado trazado. Además, la utilización de técnicas óleo-resinosas en la última intervención de repolicromado, ha favorecido la alteración del soporte al crear una capa impermeable que impide la transpiración de los materiales internos. Esto, unido a otros factores como la humedad o las tensiones que generan ciertos elementos metálicos, ha provocado la pérdida y descohesión de las policromías, así como oquedades que se localizan prácticamente en todo el paramento. Otros elementos como las celosías, presentan riesgos de desprendimiento por lo que requieren ser tratadas con cierta urgencia.

En lo que respecta a las pruebas de tratamientos, el estudio abordado, en cuanto a los posibles productos de consolidación de estas policromías, ha constatado que, aunque en los últimos años se ha detectado un incremento de investigaciones realizadas sobre este tipo de materiales, en la actualidad son aún muy escasos los que profundizan sobre este soporte específico y, más aún en el caso de los destinados a conservar sus estratos cromáticos. Sin embargo, los datos recogidos han permitido realizar una selección de productos representativa en la que se abarcan desde los tratamientos tradicionales a otros de reciente incorporación menos experimentados.

A pesar de la dificultad del estudio debido al considerable número de acabados cromáticos analizados en el caso de las probetas, o de los pocos restos de color y estado degradado de conservación en los fragmentos originales, se han podido extraer conclusiones de gran interés para la intervención de restauración y conservación de este tipo de revestimientos, de los que cabe destacar los siguientes:

En lo referente al ciclo natural de envejecimiento, tanto las observaciones *a visu* realizadas antes y después de la exposición como los resultados de las mediciones colorimétricas, han evidenciado que se han producido cambios perceptibles en los acabados cromáticos sometidos al ciclo de envejecimiento. De la misma manera, las oscilaciones térmicas recogidas por la estación de envejecimiento diseñada para este ensayo, han registrado las condiciones “reales” a las que han estado sometidas las probetas de ensayo, lo que es muy importante ya que algunos materiales, como los consolidantes, no se comportan igual ante estas oscilaciones tan acusadas, puesto que han sido formulados para permanecer inalterables en condiciones estables¹¹⁹.

Todos los métodos de valoración de la aplicación de los consolidantes sobre los acabados originales y simulados, han sido bastante efectivos y se han podido extraer conclusiones. La información aportada por los métodos instrumentales (espectrofotómetro o el análisis con el microscopio electrónico de barrido de presión variable –VPSEM-), se ha complementado con la aplicación de otro tipo de pruebas, como el *ensayo de evaluación de la degradación de los recubrimientos, la resistencia a la adhesión o la esponja de contacto*. Son de destacar especialmente los últimos, pues están normalizados, y son asequibles económicamente para cualquier restaurador. Entre los resultados recopilados, cabe destacar los siguientes:

¹¹⁹ De esta forma, los resultados obtenidos han sido muy positivos ya que se han podido valorar y extraer conclusiones de los tratamientos aplicados sobre las muestras policromadas. Esto corrobora las palabras de Borgioli & Cremonesi (2005, p. 64) que en su libro *“Le resine sintetiche usate nel trattamento di opere policrome”* exponen que, a pesar de la disponibilidad que se tiene hoy en día de realizar ensayos de envejecimiento artificial, la experiencia ha confirmado que, en muchas ocasiones, las condiciones de exposición habituales “a largo plazo” son más destructivas que la exposición a condiciones más severas “a corto plazo” que ofrecen las cámaras de envejecimiento acelerado.

En primer lugar, los datos obtenidos en las probetas identificativas inducen a descartar el tratamiento de *hidróxido de bario* como adecuado para la consolidación de este tipo de policromías. El aporte de humedad del que precisa la aplicación del tratamiento realizado en este caso mediante *impacco*, los daños *a visu* que se detectan en las probetas tratadas, así como los cambios de color que sufren los acabados cromáticos con el ciclo de envejecimiento, permiten afirmar que es un tratamiento inadecuado en este caso en concreto.

El resto de tratamientos aplicados (*butiral de polivinilo*, *resina acrílica*, *silicato de etilo* y *carbonatogénesis bacteriana*) han demostrado su efectividad en todos los materiales aplicados.

Si se consideran los resultados obtenidos tanto en las probetas de ensayo, como en los materiales originales, el tratamiento más adecuado para la consolidación de estas policromías es el *butiral de polivinilo*. En el caso de las probetas tratadas con este consolidante, las mediciones colorimétricas han sido bastante positivas. Los datos recopilados indican que el tratamiento produce cambios, pero tanto en las mediciones recogidas antes como después del envejecimiento, éstos no son significativos. A esto se añade que, prácticamente no se producen pérdidas en los ensayos de evaluación de la degradación de los recubrimientos, resistencia a la adhesión o solubilidad, lo que es indicativo de la efectividad del tratamiento. Por otro lado, los análisis de VPSEM no evidencian la formación de una capa superficial impermeable, que impida la permeabilidad del material, y los análisis del perfil indican una penetración notable del producto, aproximadamente hasta las 400µm. No obstante, aunque se considera que la reducción de la capacidad de absorción es menor que la que provoca el uso de *resina acrílica*, debería tenerse en cuenta cuando las decoraciones se encuentren expuestas a la acción directa de los agentes atmosféricos, lo que no suele ocurrir en las yaserías, que frecuentemente se localizan en habitaciones cerradas o protegidas por galerías porticadas.

En lo que respecta a la *resina acrílica*, las mediciones colorimétricas han aportado datos bastante interesantes. Mientras que en los análisis realizados antes del envejecimiento se confirma como el tratamiento que más diferencias de color registra (ya que produce un descenso considerable de la claridad de las muestras tratadas), los datos recopilados después del envejecimiento son bastante positivos, sobre todo en el caso de los acabados históricos, en los que prácticamente no produce diferencias. Los resultados de los ensayos realizados muestran una gran resistencia de los acabados tratados, en los que en general se registran escasas pérdidas. Si se compara con el *butiral de polivinilo*, tanto la capacidad de absorción que induce en las muestras tratadas, como la penetración son inferiores. Esto permite concluir, que es un tratamiento viable para este tipo de decoraciones, pero que debe evitarse en la medida de lo posible en obras que no se encuentren en condiciones estables y controladas,

pues la película superficial impermeable que puede formar es especialmente perjudicial en estas condiciones.

El *silicato de etilo*, en principio, ofrece ciertas ventajas respecto al *butiral de polivinilo* o la *resina acrílica*, pues la formación de sílice amorfa como resultado de la acción del producto, presenta la misma naturaleza del material de base del revestimiento. Además, los resultados colorimétricos obtenidos, a pesar de evidenciar cambios perceptibles antes del ciclo de envejecimiento, registran diferencias considerablemente inferiores después de la exposición, lo que lo sitúa como un tratamiento válido para este tipo de obras, desde el punto de vista colorimétrico. Por otro lado, la formación de una película superficial que se fractura (como se ha comprobado en los análisis de VPSEM realizados a los fragmentos arqueológicos) y la descamación que se registra en las probetas aglutinadas con cola animal, son datos que se deben tener en consideración. No obstante, con carácter general se deduce que puede ser un tratamiento factible para este tipo de revestimientos, sobre todo si se tiene en cuenta la compatibilidad con el sustrato ya que no forma una película que impermeabiliza sino que respeta el intercambio de humedad.

Por último, el estudio realizado sobre el tratamiento de *carbonatogénesis bacteriana*, ha aportado datos relevantes sobre su comportamiento en este tipo de obras. De manera general se ha podido concluir que en lo que al análisis colorimétrico se refiere, ha provocado más diferencias de color en las probetas identificativas de los materiales históricos que en los modernos. Estos aspectos, que no se habían abordado con detalle en investigaciones precedentes, han demostrado que los cambios se han producido sobre todo en el caso de la goma arábica y de la cola animal, lo que se ha atribuido tanto a una posible interacción de la actividad microbiana con estos aglutinantes, como a su reciente factura. Sin embargo, se han obtenido muy buenos resultados en los fragmentos arqueológicos a partir de su análisis por VPSEM. Se ha comprobado la efectividad del tratamiento a partir de la formación de sustancias exopoliméricas que respetan la porosidad del sustrato, y no impiden tratamientos posteriores. Además, no se produce una reducción considerable de la capacidad de absorción como demuestran los resultados obtenidos por el método de la esponja. Por consiguiente, según los datos recopilados, podemos concluir que es un tratamiento adecuado para fragmentos arqueológicos con policromías con cierto grado de cohesión. Particularmente en temples, en el caso de emplearse, sobre todo si están descohesionados, se deberían realizar pruebas previas con el objetivo de comprobar tanto la resistencia al método de aplicación como su respuesta al tratamiento.

Finalmente, los resultados obtenidos en esta tesis doctoral evidencian aún más la necesidad de realizar investigaciones previas antes de acometer intervenciones de restauración, con el objetivo de evaluar las alteraciones cromáticas originadas y elegir el producto más idóneo para cada caso concreto.

Este estudio permite contribuir al conocimiento y puesta en valor de la decoración arquitectónica hispanomusulmana, además de concienciar sobre la necesidad de preservar y llevar a cabo el mantenimiento futuro de las yeserías de tradición islámica, conservadas tanto en el Real Alcázar de Sevilla como en otros espacios.

Se considera que el presente trabajo pone de manifiesto la necesidad de continuar desarrollando líneas de investigación, orientadas a la conservación de los acabados cromáticos de obras de similar tipología y cronología, pero también de otros periodos.

10. CONCLUSIONI

In generale si può affermare che questa tesi di dottorato ha migliorato la metodologia che si applica a questo tipo di studi nei lavori previ, dimostrandone l'efficacia al fine di raggiungere gli obiettivi proposti. Da un lato, mettendo in relazione le informazioni documentali e tecnico-materiche, compilate a partire dai dati ottenuti dalla revisione dei documenti, dall'altro, affrontando lo studio sul possibile consolidamento delle sue policromie, sviluppato a partire dalla conoscenza dei materiali costitutivi e dal loro stato di conservazione.

Le informazioni documentali raccolte ci permettono di stabilire che gli stucchi del patio de las Doncellas hanno subito diversi interventi di manutenzione nel passare del tempo, i più importanti dei quali effettuati durante il XIX secolo, come conseguenza della ricerca dei modelli neoclassici così come di altri di tendenza romantica che si sviluppano in questo secolo e che influenzano enormemente l'estetica di questa Residenza Reale.

L'esame realizzato sulla superficie decorativa e il rilievo grafico ottenuto hanno reso possibile riconoscere in maniera dettagliata le tipologie decorative sviluppate. L'identificazione di moduli che si ripetono, delle linee di unione tra le lastre o tra gli elementi singoli, tra le altre cose, sono stati elementi chiave per stabilire la tecnica di esecuzione del rivestimento, la determinazione degli elementi originari e di quelli aggiunti in epoche posteriori e il parallelismo con opere coetanee come, ad esempio, il Palacio de la Alhambra.

Allo stesso modo, nonostante la complessità delle informazioni generate nelle analisi dei campioni e la perdita della maggioranza degli strati originari, si è potuto dimostrare che si è

conservata una percentuale considerevole di resti della policromia originaria. Inoltre, grazie alle tecniche utilizzate, si è potuta constatare la ricchezza cromatica, la naturalezza e la qualità dei materiali utilizzati in questa policromia, oggi nascosta a causa degli interventi di messi in opera di nuovi colori e di imbiancatura a calce, effettuati nei periodi successivi.

Rispetto alla tecnica, la maggior parte delle decorazioni è stata realizzata a stampo, come è dimostrato dalla ripetizione esatta e precisa dei motivi decorativi, delle linee di unione tra le lastre o dalla caratterizzazione della malta. Comunque c'è da dire che, nonostante la tecnica dello stampo sia predominante in questo paramento, alcuni elementi presentano caratteristiche (tipologiche e di composizione granulometrica), che indicano che potrebbero essere state realizzate mediante intaglio, come le parti soprastanti l'arco della porta piccola o *de escape*. A questo punto si deve evidenziare la complessa situazione che presenta la porta di accesso al Salón del Techo de Carlos V, nel quale sono evidenti un numero maggiore di elementi sostituiti che rendono più difficile identificare la tecnica originaria. Tra questi si rimarca la decorazione in sebka che si trova attualmente nelle parti soprastanti l'arco della porta, sovrapposta a una decorazione sottostante, con colate di resina dietro delle *quicialeras*, così come diverse reintegrazioni molto lontane dagli attuali criteri di restaurazione.

Con tutte queste informazioni a disposizione, si deduce che l'Alcazár di Siviglia è stato un monumento curato, come dimostrano tanto la qualità dei materiali utilizzati, quanto i successivi interventi che si realizzano sui suoi paramenti. Conseguentemente a ciò, e grazie ai dati ottenuti, si è concluso che le manipolazioni sulle policromie di questi stucchi non sono stati effettuati solo nel XIX secolo, ma anche in periodi precedenti. Comunque, mentre quelle che si effettuano nel XIX secolo sono di carattere più generale ed è stato possibile documentarle cronologicamente con date abbastanza esatte, quelle realizzate in epoche anteriori tendono ad essere più puntuali e, probabilmente, si riducono alla riparazione di zone danneggiate o di piccole perdite localizzate.

In questo modo si sono stabiliti tre livelli di intervento sugli stucchi originari. La policromia originaria, che era realizzata con una tempera di colla e presenta una gamma cromatica molto ricca, formata da pigmenti naturali di elevata qualità tra cui la malachite, la azzurrite o il cinabro. Sui resti di questa prima policromia, nel secondo strato e nella maggior parte dei campioni si riscontra chiaramente un'imbiancatura a calce, costituita da uno o più strati, che in molti casi presentano uno spessore considerevole. Questo intervento è registrato da diversi autori, che la datano tra il 1805 e il 1816, giustificato come un tentativo di adattare il palazzo allo stile neoclassico di moda all'epoca.

Come documentato e come dimostrato dai campioni studiati, pochi anni dopo aver effettuato l'imbiancatura a calce, si prova a ripulire gli stucchi e non riuscendo a recuperare la policromia originaria, si decide di pitturarla da capo. Questo intervento è datato tra il 1843 e il 1858 ed è caratterizzato dalla presenza dei pigmenti utilizzati nella rivoluzione industriale, come l'azzurro oltremare o il verde smeraldo. Il quarto livello non si riscontra in tutte le zone del paramento e ciò indica che non fu una manipolazione generalizzata. Le fonti documentali di questo lavoro sono poche, la maggior parte della bibliografia conservata fa riferimento alla facciata del palazzo, dove si realizzò un intervento generale di grande importanza. La caratteristica più importante di questo livello, datato tra il 1894 e il 1899, è l'incorporazione sistematica di pellicole dorate di elevata qualità, realizzate sopra una base, fundamentalmente di giallo di cromo e di piombo, che coincidono con quelli trovati nella facciata di Pedro I dove, come è logico, si continuano a utilizzare pigmenti industriali. L'identificazione dei leganti adoperati nei livelli tre e quattro è, invece, una questione più complessa. La presenza di colla animale negli strati realizzati con pigmenti industriali è significativa del fatto che anche nella messa in opera di nuovi colori si poteva utilizzare la tempera. D'altra parte, le pellicole dorate applicate nell'ultimo intervento con resine terpeniche e olii hanno impregnato gli strati sottostanti, rendendone enormemente più difficile l'analisi.

Rispetto ai possibili cambi di colore, le correlazioni stratigrafiche dimostrano che per la maggior parte dei campioni si mantenne la rifinitura cromatica del paramento durante le varie epoche e che, quando è possibile localizzare dei cambi in una stessa stratigrafia, salvo casi singoli, questi corrispondono a contaminazioni adiacenti o a dettagli della decorazione. Questi risultati coincidono con quelli della facciata del Palazzo di Pedro I, per cui è possibile supporre che fu una delle linee seguite nel trattamento dei rivestimenti del palazzo.

Per quanto riguarda lo stato di conservazione, le successive imbiancature a calce hanno contribuito alla perdita della ricchezza cromatica, offrendo nella attualità un aspetto grigiastro/bianchino, un'immagine molto lontana da quella che il rivestimento ebbe alle origini, così come un offuscamento del rilievo che fa sì che diminuisca di molto la percezione del suo delicato tracciato. Inoltre, l'utilizzo di tecniche olio-resinose nell'ultimo intervento di messa in opera di colori nuovi, ha favorito l'alterazione del supporto, dal momento che si è creato uno strato impermeabile che impedisce la traspirazione dei materiali interni. Questo, unito ad altri fattori come l'umidità o le tensioni generate da alcuni elementi metallici, hanno provocato la perdita o la disconnessione delle policromie, così come le cavità che si localizzano praticamente in tutto il paramento. Allo stesso modo, alcuni elementi come le *celosías*, sono a rischio di caduta e per questo dovrebbero essere trattate con una certa urgenza.

Inoltre, per quanto riguarda le prove dei trattamenti, lo studio affrontato sui possibili prodotti di consolidazione di questa policromia, ha constatato che, nonostante negli ultimi anni si sia registrato un incremento delle ricerche effettuate su questo tipo di prodotti, attualmente sono molto poche quelle che approfondiscono il tema su questo specifico supporto, soprattutto nel caso di quelli destinati a conservare i propri strati cromatici. Comunque, i dati raccolti hanno permesso di realizzare una selezione di prodotti rappresentativa, nella quale sono compreso molti trattamenti, da quelli tradizionali ad altri di più recente sviluppo e meno sperimentati.

Nonostante le difficoltà riscontrate durante lo studio, dovute al considerevole numero di rifiniture cromatiche analizzate nel caso dei provini o dei pochi resti di colore e dello stato di degrado in cui versavano i frammenti originari, si è potuto arrivare a conclusioni di grande interesse per l'intervento di restauro e conservazione di questi tipi di rivestimenti, nei quali si fa menzione dei seguenti:

Per ciò che riguarda il ciclo naturale di invecchiamento, sia le osservazioni *a visu* realizzate prima e dopo l'esposizione che i risultati delle misurazioni colorimetriche, hanno evidenziato il fatto che si sono prodotti cambi percepibili nelle rifiniture cromatiche sottoposte al ciclo di invecchiamento. Allo stesso modo, le oscillazioni termiche ottenute grazie alla stazione di invecchiamento progettata per questa prova, hanno registrato le condizioni "reali" a cui sono stati sottoposti i provini analizzati, cosa molto importante dato che alcuni materiali, come quelli consolidanti, non si comportano allo stesso modo prima di aver subito così tanto queste variazioni, posto che sono stati formulati per rimanere inalterabili a fronte di condizioni stabili.

Dall'altro lato, tutti i metodi di valutazione dell'applicazione dei consolidanti sulle rifiniture originarie e simulate, sono state abbastanza efficaci ed è stato possibile trarne delle conclusioni. Le informazioni ricavate grazie ai metodi strumentali come il X-ray microanalysis in the variable pressure (environmental) scanning electron microscope (VPSEM), sono state integrate con l'applicazione di un altro tipo di prove, come quella della ISO 4628-1:2003 Paints and varnishes. Evaluation of degradation of coatings. Designation and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance. Part 1. General introduction and designation system. Part 5: Assesmente of degree of flacking o UNI 11432:2011. Cultural Heritage- Natural and Artificial Stone- Determination of the water absorption by contact sponge, tra altre. Sono da notare soprattutto gli ultimi, che sono normati, e sono economicamente accessibili per qualsiasi restauratore. Tra i risultati stilati, si pone l'attenzione sui seguenti.

In primo luogo, i dati ottenuti durante le prove identificative portano a scartare il trattamento di *bario idrossido* perché inadeguato per il consolidamento di questo tipo di policromie.

Allo stesso modo, il resto dei trattamenti applicati (*polimero di vinilbutirale, resina acrilica al 100% a base di Metilacrilato-Etilmetacrilato, silicato di etile e bioconsolidamento -bacterial mineralization of calcium carbonate*) hanno dimostrato la loro efficacia su tutti i materiali applicati.

Se si considerano i risultati ottenuti, tanto nei provini di prova quanto nei materiali originali, il trattamento più adeguato per il consolidamento di queste policromie è il *polimero di vinilbutirale*. Nel caso dei provini trattati con questo tipo di consolidante, le misurazioni colorimetriche sono state abbastanza positive. I dati raccolti indicano che il trattamento produce modificazioni che però, sia nelle misurazioni raccolte prima che dopo l'invecchiamento, non sono significative. A ciò si aggiunge il fatto che praticamente non si producono perdite nelle prove di valutazione del degrado delle coperture, della resistenza all'adesione o alla solubilità, cosa indicativa dell'efficacia del trattamento. D'altra parte, le analisi del VPSEM non evidenziano la formazione di uno strato superficiale impermeabile, che impedisca la permeabilità del materiale e le analisi dei profili indicano una penetrazione notevole del prodotto, approssimativamente fino alle 400µm.

Ciononostante, pur considerando che la riduzione della capacità di assorbimento è minore di quella che provoca l'uso della resina acrilica, dovrebbe essere tenuto in conto quando le decorazioni si trovano esposte all'azione diretta degli agenti atmosferici, cosa che solitamente non accade per gli stucchi, che normalmente si trovano in ambienti chiusi o protetti da gallerie porticate.

Per quanto riguarda la *resina acrilica*, le misurazioni colorimetriche hanno restituito dati abbastanza interessanti. Mentre nelle analisi realizzate prima dell'invecchiamento si conferma come il trattamento che più di tutti registra differenze di colore, dal momento che produce una diminuzione considerevole della chiarezza dei provini trattati, i dati redatti dopo il trattamento di invecchiamento sono invece abbastanza positivi, soprattutto nel caso delle rifiniture storiche, dove praticamente non si producono differenze. I risultati delle prove realizzate mostrano una grande resistenza delle rifiniture trattate, nelle quali generalmente si riscontrano poche perdite. Rispetto al *polimero di vinilbutirale*, sia la capacità di assorbimento che induce nei provini trattati, sia la penetrazione, sono inferiori. Ciò permette di concludere che è un trattamento vitale per questo tipo di decorazioni, che però deve essere possibilmente evitato nei lavori che non si trovano in condizioni stabili e controllate, dato che la pellicola superficiale impermeabile che si può formare è particolarmente pregiudicante in queste condizioni.

In cambio, il *silicato di etile* garantisce alcuni vantaggi rispetto al *polimero di vinilbutirale* o alla *resina acrilica*, dato che la formazione di silice amorfo come risultato dell'azione del prodotto

presenta la stessa naturalezza del materiale di base del rivestimento. Inoltre, i risultati colorimetrici ottenuti, nonostante la presenza di cambiamenti percettibili prima del ciclo di invecchiamento, registrano differenze considerevolmente inferiori dopo l'esposizione, cosa che lo rende, dal punto di vista colorimetrico, un trattamento valido per questo tipo di lavori. Dall'altro lato, la formazione di una pellicola superficiale che si frattura (come si è dimostrato nelle analisi VPSEM realizzate sui frammenti archeologici) e la desquamazione che si registra nei provini realizzati con la colla, sono dati di cui si deve tenere conto. Nonostante questo, in generale, si deduce che possa essere un trattamento fattibile per questo tipo di rivestimento, soprattutto tenendo in conto la compatibilità con il substrato, dato che non forma una pellicola che impermeabilizza ma una che ne rispetta lo scambio di umidità.

Per concludere, lo studio realizzato sul trattamento di *bioconsolidamento* ha apportato dati rilevanti per lo studio del comportamento in questo tipo di opere. In maniera più generale, si è potuto concludere che per quanto riguarda le analisi colorimetriche, tale trattamento ha generato più alterazioni nei materiali originari che in quelli moderni. Questi aspetti, che non erano stati affrontati nel dettaglio durante le ricerche precedenti, hanno dimostrato che i cambi si sono prodotti soprattutto nel caso della gomma arabica e della colla di animale, cosa che è stata attribuita tanto a una possibile interazione dell'attività dei microbi con questi leganti, tanto alla sua recente realizzazione.

Senza dubbio, si sono ottenuti risultati molto positivi nei frammenti archeologici a partire dalla loro analisi con il VPSEM. È stata dimostrata l'efficacia del trattamento a partire dalla formazione di sostanze che rispettano la porosità del substrato e non impediscono successivi trattamenti. Inoltre non si produce una riduzione considerevole della capacità di assorbimento, come dimostrano i risultati ottenuti grazie al metodo della spugna. Di conseguenza, secondo i dati raccolti, è possibile concludere che è un trattamento adeguato per i frammenti archeologici con policromie con una certa coesione. In modo particolare, nel caso di un suo utilizzo sulle tempere, soprattutto se queste sono decoese, si dovrebbero realizzare prove prelieve, con l'obiettivo di verificare tanto la resistenza al metodo di applicazione quanto la risposta al trattamento.

Per finire, i risultati ottenuti in questa tesi di dottorato evidenziano ancora di più la necessità di realizzare ricerche prelieve, prima di mettere in atto interventi di restauro, con il fine di valutare le alterazioni cromatiche originate e scegliere il prodotto più idoneo per ogni caso concreto.

Questo studio permette di apportare un contributo alla conoscenza e messa in valore della decorazione architettonica ispano musulmana, oltre a meditare in maniera cosciente sulla necessità di preservare e portare avanti il mantenimento futuro degli stucchi di tradizione islamica, conservati sia nell'Alcazar Reale di Siviglia che in molti altri luoghi.

Si ritiene che il presente lavoro renda manifesta la necessità di continuare a sviluppare linee di ricerca orientate alla conservazione sia delle rifiniture cromatiche in opere di tipologia e cronologia simile, sia di altri periodi.

10. CONCLUSIONS

All in all, it can be stated that this doctoral thesis has adapted the methodology applied in last works in this type of researches, proving to be effective for the established objectives. This has been achieved by connecting the documentary and technical-material information gathered from the data of the documentary review on the one hand and, on the other, addressing the study on the possible consolidation of its polychrome decorations, being the starting point the knowledge on the constitutive materials and their conservation state.

The documentary information collected demonstrates that the gypsum plasterwork of the Courtyard of the Maidens has suffered different maintenance interventions throughout its history, being the most important and generalized those carried out during the 19th century, as a consequence of the search for neoclassical models and other of Romantic trend characteristic of that century and enormously influential on the appearance of the Royal Residence.

The study on the decorative surface and on the graphic survey has allowed the detailed recognition of the developed decorative typologies. The identification of repeating modules, fixing lines between pannels or distinctive elements, among others, has been of key importance to determine the execution technique of the wall coating, to distinguish between original elements and those added in later times, and to establish parallelisms with coetaneous artworks, such as the Alhambra Palace, among others.

Likewise, despite the complexity of the information gathered during the analysis of the samples and the loss of the majority of the original strata, it has been confirmed that, in a considerable

percentage, original polychromy rests are preserved. Furthermore, the techniques employed have confirmed their chromatic wealth, the nature and the quality of the materials used in this polychrome decorations, currently hidden due to the repainting and whitewash interventions executed in later periods.

Regarding the technique, the prevailing one is the plaster cast technique, as has been proven both by the accurate repetition of the decorative elements, the fixing lines between pannels or the mortar composition. Nevertheless, it should be noted that despite being that the prevailing technique in this wall coating, some elements, such as the spandrels of the arch of the small door or scape door, present characteristics (both typological and of mineralogical composition) which indicate that they could have been carved. In this point, the complex situation of the access door to the Ceiling Room of Carlos V should be noted, as it is difficult to identify the original technique due to the existence of a major number of repositions, such as the current sebka decoration of the spandrels, superimposed to a previous decoration, together with resin castings behind the doorjambes and several reintegrations following restoration criteria very different from the ones currently applied.

All collected information indicated that the Alcazar of Seville has been looked after, as proven both by the quality of the materials used as by the successive interventions carried out on wall coatings. As a consequence, and with the provided data, it has been concluded that the interventions on the polychrome decorations of this gypsum plasterwork took place not only during the 19th century but also in previous periods. Nevertheless, while those carried out during the 19th century were of a general nature and have been chronologically documented in quite specific dates, those carried out in previous periods tend to be isolated actions and were probably only aimed at repairing damaged areas or localized losses.

In this way, three levels of intervention on the original gypsum plasterwork have been identified, being those: the original polychromy, made with glue-tempera technique and showing a rich chromatic variety composed of high-quality natural pigments among which the malachite, the azurite or the cinnabar stand out. In the second level, over the rests of this first polychry, most samples present a clear whitewash, with one or several layers of considerable thickness in many cases. This intervention is registered by several authors, dating it between 1805 and 1816, as an attempt to adapt the palace to the neoclassical style of that period.

As documented and shown by the studied samples, a few years after the whitewash there was an attempt to clean the plasterwork and, as it was not possible to recover the original polychromy, it was painted again. This intervention is set between 1843 and 1858 and is characterized by the presence of industrial pigments created during the industrial revolution,

such as the ultramarine blue or the emerald green. The fourth layer is not identified in all the areas of the wall coating, which implies that it must not have been a generalized intervention. References to this work are scarce, as most of the preserved bibliography refers to the façade of the palace, where the intervention of greatest importance was carried out. The most important characteristic of this layer, dating from 1894-1899, is the systematic inclusion of gold finishes of great quality, made over a base which mainly contained chrome yellow or yellow lead, coinciding with those detected in the façade of Pedro I, intervention during which industrial pigments are obviously used. The identification of the binding media used in the third and fourth layers is a bit more complex. The presence of animal glue in strata made with industrial pigments indicates that the repolychromy works could have been made in tempera. On the other hand, the gold finishes applied with diterpenic resins and oils during the last intervention have impregnated the lower strata, thus tremendously complicating their analysis.

Regarding possible colour changes, strata connections prove that in most of the samples the chromatic finish of the wall coating was maintained thorough history and, unless in exceptional cases, when there are changes within the same stratum this is due to adjacent contaminations or decoration details. These results coincide with those of the façade of the Palace of Pedro I, and therefore this can be considered as being one of the guidelines in the treatment of wall coatings in the palace.

Regarding the conservation state, the successive whitewash have contributed to the loss of the chromatic wealth, offering a greyish/whitish appearance in present times, an image very far from that the wall coating must have shown in its origin; as well as to the blunting of the relief, making it difficult to appreciate the delicateness of its sketch. Furthermore, the use of oil-resin techniques during the last painting intervention has favored the alteration of the mortar, as an impermeable layer hindering the transpiration of inner materials has appeared. This, together with other factors such as humidity or the tension caused by certain metal elements, has caused the loss and decohesion of the polychromy and the cavities located in virtually all the surface of the wall coating. Likewise, certain elements such as the latticework show detachment risks and therefore require immediate treatment.

Moreover, regarding treatment trials, the research carried out on possible consolidation products for these paintings has shown that, despite the increase of studies on this type of materials during the last years, those currently addressing this specific coating in-depth are still scarce, especially those aimed at preserving its chromatic strata. However, the provided data have allowed the establishment of a representative selection of products, including a wide range between traditional products to those less experimented and of recent incorporation.

Despite the difficulties overcome during the study due to the considerable number of chromatic finishes to be analyzed in the case of the plaster trial pieces, or due to the scarce rests of colour and the degraded preservation state of the original fragments, it has been possible to draw conclusions of great interest for restoration and preservation interventions on this type of wall coatings, among which the following could be highlighted:

Regarding the natural ageing cycle, both the observations at first sight made before and after the exposition, as the results of the colorimetric measurements have shown noticeable changes in the chromatic finishes subjected to the ageing cycle. In the same way, thermal variations obtained in the aging station designed for this study have registered the “real” conditions to which the trial pieces have been subjected, what is of great importance as some materials, such as the consolidants, do not perform in the same way when exposed to pronounced variations, as they have been formulated to remain unalterable in stable conditions .

On the other hand, all methods used to assess the performance of consolidants on original and simulated finishes have been quite effective and have drawn conclusions. The information supplied by instrumental methods such as the spectrophotometer or the analysis with the variable pressure scanning electron microscopy (VPSEM) has been complemented with other kind of tests, such as the wall coatings degradation assessment trial, the resistance to adhesion or the contact sponge. The last two should be highlighted as they are standardised and are economically affordable for any restorer. Among the conclusions drawn, the following should be highlighted.

First of all, the data obtained in the plaster trial pieces led to the dismissal of *barium hydroxide* as an appropriate treatment for the consolidation of this type of polychromy. The humidity needed for this treatment, made in this case with poultice method, the damages detected at first sight in the treated trial pieces, as well as the colour changes suffered in the chromatic finishes during the ageing cycle led to the conclusion that this is not an appropriate treatment in this specific case.

In the same way, the efficacy of the other treatments applied (*polyvinyl butyral*, *methylacrylate-ethylmetacrilate copolymer*, *ethyl silicate* and *bacterial biomineralization*) has been proven in all materials in which they have been applied.

Considering the data obtained both from the trial pieces as from the original materials, the most effective treatment for the consolidation of polychrome decorations is *polyvinyl butyral*. The colorimetric measurements have been very positive in the specific case of the trial pieces treated with this consolidant. The data obtained indicated that the treatment entails certain changes, but

they are not significant, according to the measurements obtained before and after the aging cycle. Besides, there are virtually no losses during the assessment trials of the degradation of the wall coatings, the resistance to adhesion or solubility, a fact which is proof of the effectiveness of the treatment. On the other hand, VPSEM analyses do not show the creation of a superficial impermeable layer hindering the permeability of the material, and the section analyses show a considerable penetration of the product, of approximately 400µm.

Nevertheless, despite the reduction of the absorption capacity is lower than that produced by the *methylacrylate-ethylmetacrilate copolymer*, it should be taken into account when the decorations are directly exposed to atmospheric agents, something which is not common in the case of gypsum plasterwork, usually located in closed rooms or protected by arcade galleries.

Regarding the *methylacrylate-ethylmetacrilate copolymer*, the colorimetric measurements have provided quite interesting outcomes. While the analyses carried out before the aging cycle confirm that it is the treatment which most colour changes involves, as it considerably reduces the clarity of the treated samples, the data collected after the ageing are quite positive, especially in the case of historic finishes, in which there are virtually no differences. The outcomes of the conducted tests show great resistance of the treated polycromy, in which little losses are generally registered. With respect to the *polyvinyl butyral*, both the absorption capacity and the penetration it provokes in the treated samples are lower. This concludes that it is an appropriate treatment for this type of decorations, but should nevertheless be avoided in works which are not preserved in stable and controlled conditions, as the superficial impermeable layer which could appear is especially harmful in these conditions.

The *ethyl silicate* offers, beforehand, certain advantages with respect to *polyvinyl butyral* or *methylacrylate-ethylmetacrilate copolymer*, as the amorphous silica which appears as a result of its action has the same nature as the mortar of the wall coating. Furthermore, the colorimetric data obtained, despite showing visible changes before the ageing cycle, present considerable lower differences after exposure, thus establishing it as a valid treatment for this type of works from a colorimetric point of view. On the other hand, the creation of a superficial layer which cracks (as shown in the VPSEM analyses of the archaeological fragments) and the desquamation registered on the trial pieces made with animal glue are to be considered. Nevertheless, this leads to the conclusion that it could be a reliable treatment for this kind of wall coatings, especially if the compatibility with the substrate is taken into account, as it does not create an impermeable layer but allows humidity exchange.

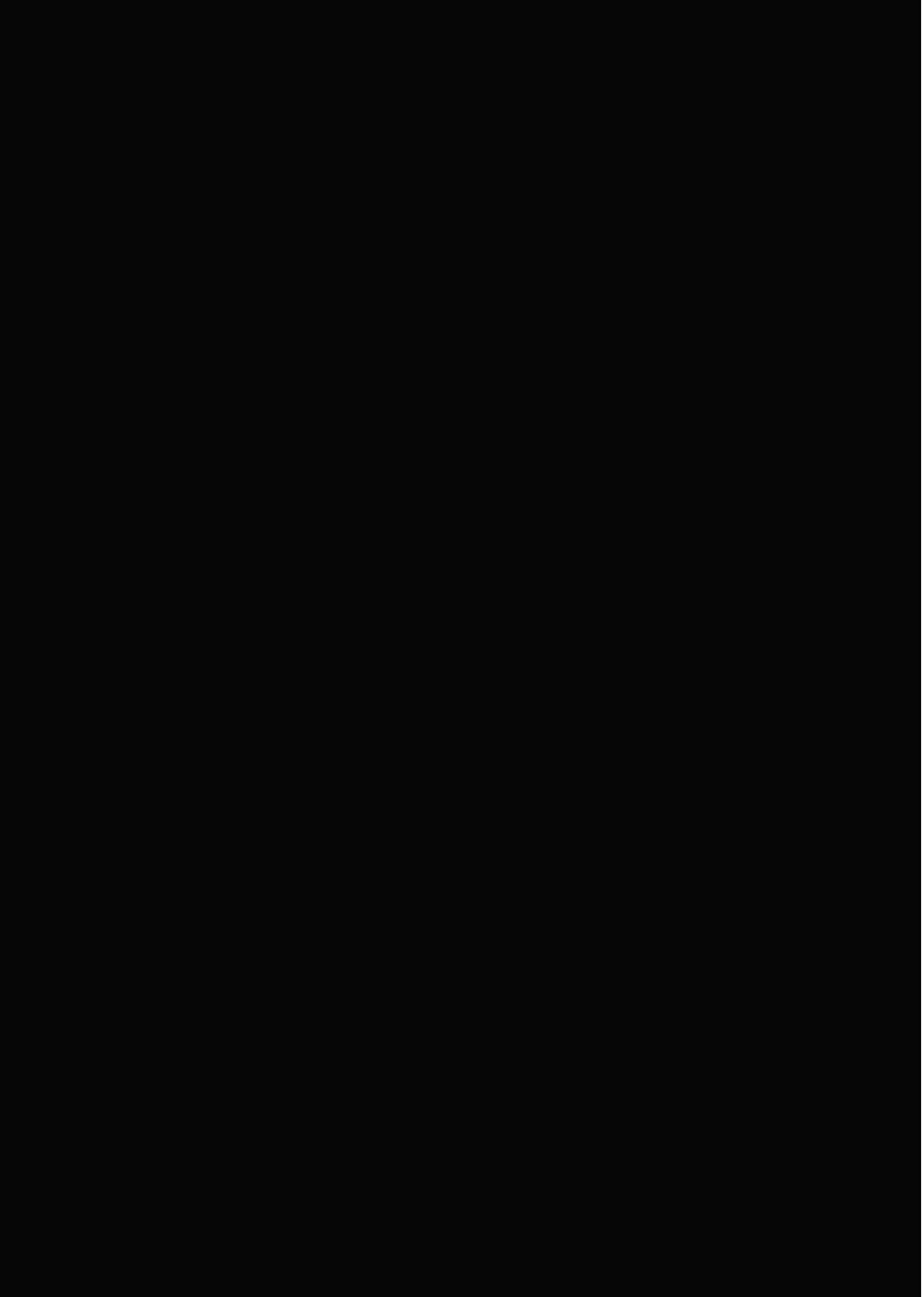
Finally, the research on *bacterial biomineralization* treatment has provided relevant data on its performance on this type of works. Regarding the colorimetric analysis, it has been generally

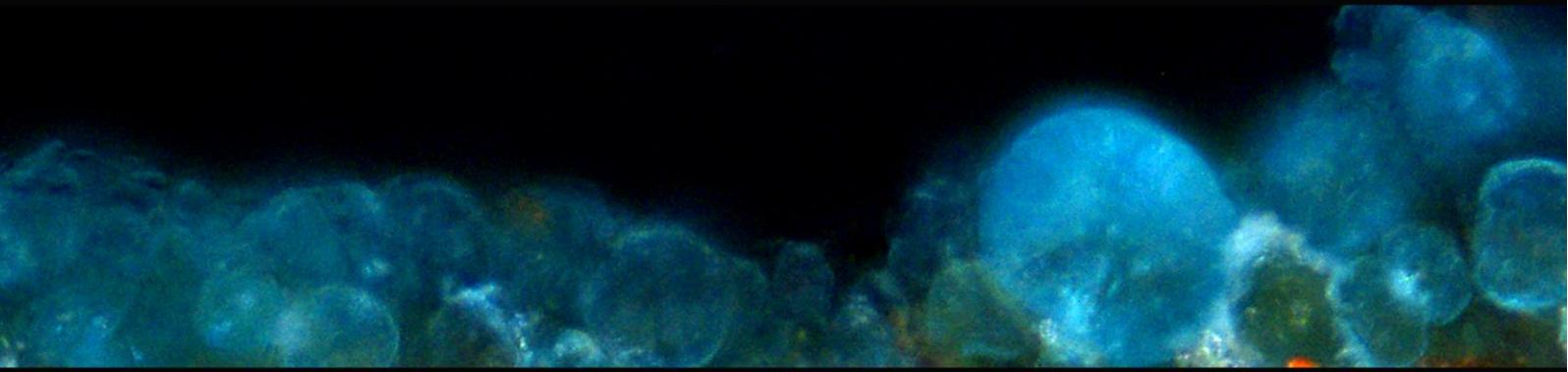
concluded that original materials have suffered more colour changes than modern ones. This fact, which had not been addressed in full detail in previous researches, has proven that the changes have been produced especially in the case of gum arabic and animal glue, what has been attributed to a possible interaction of the microbial activity with these binding media and to their recent creation. Nevertheless, very good results in the VPSEM analysis have been obtained in the archaeological fragments. The efficacy of the treatment has been proved, consisting on the creation of exopolymeric substances which respect the porosity of the substrate and do not hinder subsequent treatments. Moreover, there is no considerable reduction of the absorption capacity, as shown by the sponge method results. As a result, and according to the collected data, it can be concluded that it is an appropriate treatment for archaeological fragments with polychrome decorations showing a certain degree of decohesion. In the case of tempera in particular, if this treatment is to be applied and if the fragments are not united, preliminary tests should be conducted with the objective of confirming both the resistance to the application technique as the response to the treatment.

In summary, the results of this doctoral thesis are further proof of the need to undertake preliminary researches before carrying out restoration interventions, with the objective of assessing the chromatic changes caused and choosing the most suitable product in each specific case.

This research contributes to the knowledge on and the enhancement of the value of Hispano-Muslim architectural decorations, as well as to the awareness-raising on the need of their preservation and maintenance to ensure the future of the gypsum plasterwork of Islamic tradition, located in the Royal Alcazar of Seville and in other locations.

This research also exposes the need of continuing research lines aimed at the conservation of chromatic finishes in works of similar typology and chronology, but also works from other periods.





Bibliografía

- AA.VV. (1978a). *Tecniche di esecuzione e materiali costitutivi. Corso sulla manutenzione di dipinti murali, mosaici e stucchi* (Vol. 1. Modulo 1). Roma: Dimos. Instituto Centrale del Restauro.
- AA.VV. (1978b). *Leganti, fissativi, pigmenti: metodi di riconoscimento. Corso sulla manutenzione di dipinti murali, mosaici e stucchi* (Vol.1. Módulo 3). Roma: Dimos. Instituto Centrale del Restauro.
- AA.VV. (1979). *Fattori di deterioramento. Corso sulla manutenzione di dipinti murali, mosaici, stucchi*. (Vol. 2. Módulo 1). Roma: Dimos. Instituto Centrale del Restauro.
- Abad Casal, L. (1982). Algunas consideraciones sobre los colores romanos y su empleo en la pintura. En *Homenaje a Sáenz de Buruaga* (pp. 397-406). Valencia: Instituto Pedro de Valencia. Diputación provincial de Badajoz.
- Actas del III Simposio Internacional de Mudejarismo. (1984). En Instituto de Estudios Turolenses, Centro de Estudios Mudéjares, (Ed.), *Actas del III Simposio Internacional de Mudejarismo*. Teruel: Centro de Estudios Mudéjares.
- AEMET. (2011). *Atlas climático ibérico*. Agencia Estatal de Meteorología. Misiterio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Obtenido el 21 de 07 de 2014, de <http://www.aemet.es/documentos/es/conocerlas/publicaciones/Atlas-climatologico/Atlas.pdf>
- Agencia de la Energía y para la sostenibilidad de Sevilla. (n.d.). *Red de vigilancia ambiental en la ciudad de Sevilla*. Sevilla. Obtenido el 01 de 07 de 2015, de <http://www.sevilla.org/ayuntamiento/competencias-areas/area-de-habitat-urbano-cultura-y-turismo/agencia-local-de-la-energia/composicion-red-1>
- Almagro Gorbea, A. (1986). El yeso, material mudéjar. En Instituto de Estudios Turolenses, Centro de Estudios Mudéjares, (Ed.), *Actas del III Simposio Internacional de Mudejarismo* (pp. 453-457). Teruel: Centro de Estudios Mudéjares.
- Almagro Gorbea, A. (1987). Planimetría de las ciudades hispanomusulmanas. *Al-Qantara. Revista de estudios árabes*, 8(1,2), 175-192.
- Almagro Gorbea, A. (2000). *Planimetría del Alcázar de Sevilla*. CSIC. Escuela de Estudios Árabes.
- Almagro Gorbea, A. (2002). El análisis arqueológico en base a dos propuestas: El Cuarto Real de Santo Domingo (Granada) y el Patio del Crucero (Alcázar de Sevilla). *Arqueología de la arquitectura*(1), 175-192.
- Almagro Gorbea, A. (2005). La recuperación del jardín medieval del Patio de las Doncellas. *Apuntes del Alcázar de Sevilla* (5), 44-67.
- Almagro Gorbea, A. (2007a). Los reales alcázares de Sevilla. *Artigrama*, (22), 155-185.
- Almagro Gorbea, A. (2007b). Los palacios de tradición andalusí en la Corona de Castilla: las empresas de Pedro I. En Fundación del Patrimonio Histórico de Castilla y León, (Ed.). *Actas. El legado de Al-*

Andalus. El Arte andalusí en los reinos de León y Castilla en la Edad Media. Simposio Internacional (pp. 243-282). Valladolid: Fundación del Patrimonio Histórico de Castilla y León.

- Almagro Gorbea, A. (2009a). El alero de la fachada del palacio de Pedro I en el Alcázar de Sevilla. Análisis de su estructura. En S. Huerta, R. Martín, R. Soler, A. Zaragoza, (Eds.) *Actas del VI Congreso Nacional de Historia de la Construcción* (pp. 35-44). Valencia: Instituto Juan de Herrera.
- Almagro Gorbea, A. (2009b). El Alcázar de Sevilla. Un palacio musulmán para un rey cristiano. En Fundación Sánchez Albornoz, (Ed.), *Cristianos y musulmanes en la Península Ibérica: la guerra, la frontera y la convivencia. XI Congreso de estudios medievales* (pp. 333-365). León: Fundación Sánchez Albornoz.
- Almagro Gorbea, A. (2012). Investigación y restauración en el Alcázar de Sevilla. *Informes de la construcción*(64), 95-108.
- Almagro Gorbea, A., García Bueno, A., López Cruz, O. & Medina Flórez, V. (2010). Restauración de la Fachada de Pedro I. Segunda fase, lateral derecho. *Apuntes del Alcázar de Sevilla* (5), 8-37.
- Almagro, A., Navarro, J. & Orihuela, A. (2008). Metodología en la conservación del patrimonio arquitectónico medieval. En C. Sáiz Jiménez & M. Rogerio Candellera, (Eds.), *La investigación sobre Patrimonio Cultural. 9ª Reunión de la Red Temática del CSIC de Patrimonio Histórico y Cultural*, (pp. 87-98). Sevilla: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Álvaro Zamora, M. & Navarro Echevarría, P. (1990). Las yeserías mudéjares de Aragón. En Instituto de Estudios Turolenses, (Eds.), *Actas del V Simposio Internacional de Mudejarismo* (pp. 289-339). Teruel: Instituto de Estudios Turolenses. Excma. Diputación de Teruel.
- Antichita Belsito. (2015). *Scheda tecnica Acrilmat*. Tratto il giorno 09 02, 2015 da <http://www.antichitabelsito.it/schede/acrilmat.pdf>
- Arauz, D. & Villanueva Dominguez, L. (2009). Evolución de los morteros históricos de yeso al exterior en la España Central. En Instituto Juan de Herrera, (Ed.), *VI Congreso Nacional de Historia de la Construcción* (pp. 1329-1336). Valencia: Instituto Juan de Herrera.
- Arredondo y Verdú, F. (1991). *Yesos y cales*. Madrid: Servicio de Publicaciones Revista Obras Públicas, E.T.S. Ingenieros de Caminos de Madrid.
- Áyora-Cañada, M., Domínguez Vidal, A. & Lentisco Navarro, J. (2012). Investigación de yeserías mediante espectroscopías Infrarroja y Raman: identificación de materiales pictóricos in situ y en laboratorio. En Patronato de la Alhambra y Generalife, Musée du Louvre & Victoria and Albert Museum, (EDS). *Actas del I Congreso Internacional Red Europea de Museos del Arte Islámico* (pp. 651-625). Granada: Patronato de la Alhambra y Generalife. Servicio de Investigación y Difusión.
- Baez Aglio, M. & San Andrés Moya, M. (2003). Cinabrio y Bermellón. Historia de su empleo y preparación. *Pátina* (12), 155-172.

- Barberó Encinas, J. (1998). Los conglomerantes hidráulicos en la consolidación de revestimientos murales. En J. Barberó Encinas, (Ed.), *Actas del Seminario Internacional sobre la Consolidación de pinturas murales*. Aguilar del Campoo (pp. 31-53). Valencia: Fundación Santa María la Real Centro de Estudios del Románico.
- Barrio, J., Climent, A., Enguita, O., Pardo, A., Arroyo, M., Migliori, A. & Ferreti, M. (2005). Aplicación de la técnica de haces de iones (IBA) en la investigación para la conservación de los dorados medievles islámicos de Qalat Rabah (Calatrava la Vieja. Ciudad Real). En Universidad Politécnica de Valencia, (Ed.), *Actas del II Congreso del Grupo Español del IIC. Investigación y conservación* (pp.1-10). Barcelona: Grupo Español de Conservación.
- Becerra Luna, J. (2015). Estudio comparativo entre consolidación por carbonatogénesis bacteriana y nanopartículas de hidróxido de calcio en materiales pétreos. *MoleQla: revista de Ciencias de la Universidad Pablo de Olavide* (17).
- Bellamy, P.C. & Calvin Velasco, M. (2012). Identificación de técnicas decorativas en el yeso de época Nazarí, a través de la restauración de unos fragmentos de yesería del Generalife. En Patronato de la Alhambra y Generalife, Musée du Louvre & Victoria and Albert Museum, (EDS). *Actas del I Congreso Internacional Red Europea de Museos del Arte Islámico* (pp. 641-655). Granada: Patronato de la Alhambra y Generalife. Servicio de Investigación y Difusión.
- Bermúdez, C., Martínez Villa, A. & Del Río Almagro, A. (2001). El yeso: técnica, deterioro y tratamiento. El caso de "El Cortejo de los Reyes Católicos en la Rendición de Granada". *PH. Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, 9, (35), 64-68.
- Bielza di Ory, J. (1996). *Revestimientos continuos*. Madrid: Fundación Escuela de la Edificación.
- Blanca López, L. & Blanca López, M. (2012). Estudio técnico y material de las yeserías y mocárabes del Corral del Carbón o al-fundaq al-yadida de Granada. En Patronato de la Alhambra y Generalife, Musée du Louvre & Victoria and Albert Museum, (EDS). *Actas del I Congreso Internacional Red Europea de Museos del Arte Islámico* (pp. 657-675). Granada: Patronato de la Alhambra y Generalife. Servicio de Investigación y Difusión.
- Blasco-López, F., Alejandro Sánchez, F. & Martín del Río, J. (2009). Evolución de yeserías de los Patios del Yeso y del Sol del Real Alcázar de Sevilla a través de las fuentes escritas, reforzadas por ensayos de caracterización. En S. Huerta, R. Martín, R. Soler, A. Zaragoza, (Eds.) *Actas del VI Congreso Nacional de Historia de la Construcción* (pp. 201-209). Valencia: Instituto Juan de Herrera.
- Blasco-López, F., Alejandro Sánchez, F., Flores Alef, V. & Martín del Río, J. (2012a). Caracterización de yeserías de tradición islámica del Real Alcázar de Sevilla. *Apuntes del Real Alcázar de Sevilla*(13), 156-174.
- Blasco-López, F. & Alejandro Sánchez, F. (2012b). Yeserías de tradición islámica del Real Alcázar de Sevilla. En Patronato de la Alhambra y Generalife, Musée du Louvre & Victoria and Albert Museum,

(EDS). *Actas del I Congreso Internacional Red Europea de Museos del Arte Islámico* (pp. 485-501). Granada: Patronato de la Alhambra y Generalife. Servicio de Investigación y Difusión.

- Blasco- López, F. & Alejandre , F. (2013). Las yeserías del Patio del Sol del Real Alcázar de Sevilla:Caracterización y cronología. *Informes de la construcción*, 530(65), 175-182.
- Borgioli, L. & Cremonesi, P. (2005). *Le resine sintetiche usate nel trattamento di opere policrome*. Saonara: Il prato.
- Borrás Gualís, G. (1981). El mudéjar como una constante artística. En Instituto de Estudios Turolenses, (Ed.), *Actas del I Simposio Internacional de Mudejarismo* (pp. 28-39). Teruel: Diputación Provincial de Teruel.
- Borrás Gualís, G. (1984). Los materiales, las técnicas artísticas y el sistema de trabajo como criterios de definición del arte mudéjar. En Instituto de Estudios Turolenses, Centro de Estudios Mudéjares, (Ed.), *Actas del III Simposio Internacional de Mudejarismo* (pp. 317-325). Teruel: Centro de Estudios Mudéjares.
- Borrás Gualís, G. (1990). *El arte mudéjar*. Zaragoza: Instituto de Estudios Turolenses. Diputación provincial de Teruel.
- Borrás Gualís, G. (1997). *El islam: de Córdoba al mudéjar*. Madrid: Silex.
- Botticelli, G., Botticelli, S. & Botticelli , S. (1998). *Metodologia di restauro delle pitture murali*. Firenze: Centro di.
- Brandi, C. (1963). *Teoria del restauro*. Torino: Piccola Biblioteca Einaudi.
- Brogiolo, G. (1995). Arqueología estratigráfica y restauración. *Monográfico de informes de la construcción*, 46(435), 31-36.
- Bruquetas Galán, R. (1994). El trabajo de la yesería en España. En T. Gómez Espinosa,G. Sardiña González, R. Bruquetas Galán, M.L. Gómez González, I. Arroyo Muñoz, A. Muñoz, (Eds.), *La obra en yeso policromado de los Corral de Villalpando* (pp. 75-85). Madrid: Ministerio de Cultura. Dirección general de Bellas Artes y Archivos. Instituto de conservación y restauración de Bienes Culturales.
- Bruquetas Galán, R. (2002). *Técnicas y materiales de la pintura española e los siglos de oro*.Madrid: Fundación de Apoyo a la Historia del Arte Hispánico.
- Bruquetas Galán, R. (2012a). Colores de artificio: comercio y producción en España hasta el 1800. En S. Kroustallis & M. Del Egido, (Eds.), *Fatto d'archimia. Los pigmentos artificiales en las técnicas pictóricas* (pp. 69-83). Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Bruquetas Galán, R. (2012b). El bermellón de Almadén: de Plinio a Goya. En S. Kroustallis & M. Del Egido, (Eds.), *Fatto d'archimia. Los pigmentos artificiales en las técnicas pictóricas* (pp. 171-181). Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

- Bueno Vargas, J., García Bueno, A., Hernández Pablos, A. & Medina Flórez, V. (2006). Las yeserías nazaríes del mihrab de la mezquita de Fiñana (Almería). En Universidad politécnica de Valencia, (Ed.), *16 th International Meeting on Heritage Conservation. Preprints of the Papers to the Valencia Congress* (pp. 1627-1647). Valencia: Editorial UPV.
- Cabañero Subiza, B. & Lasa Gracia, C. (2004). Elementos arquitectónicos u decorativos nazaríes en el arte mudéjar aragonés III: inscripciones de la capilla de San Miguel de La Seo de Zaragoza. *Artigrama*(19), 337-360.
- Cabeza Méndez, J. (2009). *Real Alcázar de Sevilla 1999-2008*. Sevilla: Fundación Cultural del Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos técnicos de Sevilla.
- Cagnana, A. (2000). *Archeologia dei materiali da costruzione*. Mantova: SAP Società Archeologica.
- Calero-Castillo, A.I., García Bueno, A., López Cruz, O. & Medina Flórez, V.J. (2016) Las yeserías del patio de las Doncellas del Real Alcázar de Sevilla. Avance de resultados de la caracterización de materiales y la técnica. *Al-qantara*. 37 (1) *En prensa*.
- Calero-Castillo, A.I., Coba Peña, A.I., Collado-Montero, F.J. & Medina Flórez, V.J. (2015a). Ensayos de tratamientos de protección y consolidación de la policromía del alfarje y yeserías del Patio de las Doncellas, Real Alcázar de Sevilla. En C. Dias., J. Mirao (Eds.) *XI Congresso ibérico de arqueometría* (pp. 104). Évora: Laboratório Hercules.
- Calero-Castillo, A.I.; Coba Peña, A., Collado Montero, F.J. & Medina Flórez, V.J. (2015b). Sistema de envejecimiento natural para la evaluación de tratamientos de restauración aplicados sobre materiales identificados en la decoración del patio de las doncellas, Real Alcázar de Sevilla. En M. Moreno Oliva, M.A. Rogerio-Candelera, J.T. López Navarrete; V. Hernández Jolín (Eds.) *Congreso Nacional Estudio y Conservación del Patrimonio Cultural* (pp. 13-17). Málaga: Universidad de Málaga.
- Calero-Castillo, A.I., López Martínez, T., García Bueno, A. & Medina Flórez, V.J., (2015c). Ensayos de bioconsolidación en los revestimientos murales del conjunto arqueológico de *Castulo*, Linares (Jaén). En M. Moreno Oliva, M.A. Rogerio-Candelera, J.T. López Navarrete; V. Hernández Jolín (Eds.) *Congreso Nacional Estudio y Conservación del Patrimonio Cultural* (pp.135-138). Málaga: Universidad de Málaga.
- Calero-Castillo, A. I., García Bueno, A., López Cruz, O. & Medina Flórez, V. J. (2014). *Las yeserías del Real Alcázar de Sevilla. Estudio comparativo de la fachada de Pedro I y el Patio de las Doncellas. Materiales y cronología..* En D. Juanes Barber & C. Roldán García, (Eds.), *Actas del X Congreso Ibérico de Arqueometría* (pp. 386-388). Castellón: Subdirección de Conservación y Restauración e Investigación IVC+R de CulturArts.
- Calvo, A. (1997). *Conservación y restauración. Materiales, Técnicas y Procedimientos de la A a la Z*. Barcelona: Ediciones del Serbal.

- Camaiti, M. (2000). Consolidamento e protezione dei materiali inorganici. Considerazione generali sui prodotti e sulle tecniche di applicazione. En Servizio Beni Culturali, (Ed.), *Atti del Convegno. Consolidanti e protettivi in uso sui materiali inorganici porosi di interesse artistico ed archeologico* (pp. 10-47). Provincia autonoma di Trento: Servizio Beni Culturali.
- Cañas Palop, C. (2010). *El palacio de Don Pedro I y sus armaduras de cubiertas. Una mirada hacia lo más alto*. Sevilla: Universidad de Sevilla. Fundación Focus Abengoa.
- Caneva, G., Nugar, M. & Salvadori, O. (2000). *La biología en la restauración*. Sevilla: Nerea. Junta de Andalucía. Consejería de Cultura.
- Cano-Cortés, P. (2012). Metodología para la conservación del patrimonio mudéjar. *Boletín de Monumentos Históricos*(26), 123-134.
- Cardell-Fernández, C. & Navarrete- Aguilera, C. (2006). Pigment and plasterwork analyses of nasrid polychromed lacework stucco in the Alhambra (Granada) Spain. *Studies in conservation*, 3(51), 161-176.
- Cenninni, C. (1988). *El libro del Arte (s.XIV)*. Madrid: Akal.
- Chávez González, M. (2004). *El Alcázar de Sevilla en el siglo XIX*. Sevilla: Patronato del Real Alcázar de Sevilla.
- Clévenot, D. (2000). Ornamentación del Islam. Texto de Dominique. Madrid: Encuentro ediciones.
- Coba Peña, A., García Bueno, A., López Cruz, O. & Medina Flórez, V. (2013). Estudio comparativo de pigmentos en el Real Alcázar de Sevilla: alfarje del patio de las Doncellas y alero de la fachada de Pedro I. En D. Juanes Barber & C. Roldán García, (Eds.), *Actas del X Congreso Ibérico de Arqueometría*, (pp. 95-97). Castellón: Subdirección de Conservación y Restauración e Investigación IVC+R de CulturArts.
- Collado Montero, F.J.; Calero Castillo, A. I.; Coba Peña, A.C. & Medina Flórez, V.J. (2016) Colorimetric evaluation in treatment of protection and consolidation. Applications to Courtyard of the Maidens. Royal Alcazar of Seville. *Journal of Optometry*. 49 (1) 29-50.
- Collado-Montero, F., Hernández Pablos, A., Fernández Navarro, E., López Cruz, O. & Medina Flórez, V. J. (2011). Exámenes material, colorimétrico y patológico de los zócalos alicatados del patio de las Doncellas. Palacio de Pedro I. Real Alcázar de Sevilla. Metodología y avance de resultados. En López Montes, Collado Montero, Medina Flórez, Espejo Arias, Garcia Bueno (Eds.) *Actas del XVIII Congreso Internacional. Conservación y restauración de Bienes Culturales* (pp. 38-41). Granada: Universidad de Granada.
- Cómez, R. (2006a). *El Alcázar del Rey Don Pedro*. Sevilla: Diputación de Sevilla. Área de cultura y deportes.
- Cómez, R. (2006b). Iconología de Pedro I de Castilla. *Historia. Instituciones.Documentos*.(33), 61-80.

- Cómez, R. (2008). El Alcázar del Rey Don Pedro I de Castilla en Sevilla como espacio intercultural en el contexto de la arquitectura mudéjar de su tiempo. *Mitteilungen der Carl Justi-Vereinigung*(20), 48-64.
- Comisión Internacional de Iluminación (CIE). Publicación CIE 15:2004. Colorimetry, 3rd Edition. CIE Central Bureau, Vienna, 2014.
- Contreras de la Paz, R. (1967). La cuestión del nombre. *Oretania*(9), pp. 25-27.
- Contreras, R. (1885). *Estudio descriptivo de los monumentos árabes de Granada, Sevilla y Córdoba, ó sea la Alhambra, el Alcázar y la Gran Mezquita de Occidente*. Madrid: Establecimiento tipográfico de Ricardo Fé.
- Coupry, C. & Palazzo-Bertholon, B. (2011). Les pigments verts, rouges et bleus dans les décors peints de la fin de l'Antiquité et du haut Moyen âge. Actes du colloque, Décor et architecture en Gaule entre l'Antiquité et du haut Moyen Âge: mosaïque, peinture, stuc, *Aquitania*, (20), 689-698. Bordeaux.
- CTS. (2014). *Catálogo general*.
- Dal Monte, R. (1998). Morteros de consolidación para revestimientos pintados. La línea PLM. Un nuevo silicato de etilo para pintura mural: Bioestel. En J. Barberó Encinas, (Ed.), *Actas del Seminario Internacional sobre la Consolidación de pinturas murales*. Aguilar del Campoo (pp. 75-95). Valencia: Fundación Santa María la Real Centro de Estudios del Románico.
- De los Ríos, J. (1859). *Discursos leídos ante la Real Academia de Nobles Artes de San Fernando, en la Recepción pública del Sr. D. José Amador de los Ríos. Leído en Junta Pública de 19 de junio de 1859*. Madrid: Imprenta del colegio de sordo-mudos y ciegos.
- De los Ríos, R. (1844). *Sevilla pintoresca, ó, descripción de sus más celebres monumentos artísticos*. Sevilla: Fco. Alvarez y CIA. Impresor y editor.
- De los Ríos, R. (1875). *Inscripciones árabes de Sevilla*. Madrid: Imprenta T. Fortanet.
- De Villanueva Domínguez, L. (2012). Yeserías españolas: Propuesta de tipología histórica. *Informes de la construcción*(64), 7-12.
- De Villanueva Domínguez, L. & García Santos, A. (2001). *Manual del yeso de Atedy*. Madrid: CIE. Inversiones editoriales Dossat.
- De Villanueva Domínguez, L. (2004). Evolución histórica de la construcción en yeso. *Informes de la construcción*, 493(56), 5-11.
- De Villanueva Domínguez, L. & Sanz Arauz, D. (2009). Evolución de los morteros históricos de yeso al exterior de la España central. En Instituto Juan de Herrera. (Ed.), *6º Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, (pp. 1329-1336). Valencia: Instituto Juan de Herrera.

- Del Angel Ramos, J. A. & Sarmiento Sera, A. (2004). Utilización de la escala de Beaufort en la determinación del potencial eólico. *Ingeniería energética*, 5(1), 13-17.
- Del Pino Díaz, C. (2004). *La pintura mural: conservación y restauración*. Madrid: CIE. Inversiones editoriales. Dossat.
- Delamare, F. (1987). Le pigments à base d'oxydes de fer et leur utilisation en peinture pariétale et murale. En *Datation-Characterisation des peintures pariétales et murales*. *Pact*, (17), 334-344.
- Delamare, F. (2013). *Blue pigments. 5000 Years of Art and Industry*. London: Archetype Publications.
- Díez Jorge, M. (2001). *El arte Mudéjar: expresión estética de una convivencia*. Granada: Eirene. Instituto de la Paz y los Conflictos. Universidad de Granada.
- Díez Reyes, M. (2004). En torno al yeso. *Informes de la Construcción*, 493(56), 13-18.
- Doerner, M. (1998). *Los materiales de pintura y su empleo en el arte*. Madrid: Reverte.
- Domenech Carbó, M. & Yusá Marco, D. (2006). *Aproximación al análisis instrumental de pigmentos procedentes de obras de arte*. Valencia: UPV.
- Down, J., Mac Donald, M., Tétreault, J. & William, R. S. (1996). Adhesive testing at the Canadia Conservation Institute-an evaluation of selecte poly (vinyl acetate) and acrylic adhesives. *Studies in Conservation*, 1(41), 19-44
- Durán Suárez, J. A. (1995). Estudio de consolidantes y protectivos para la restauración de material pétreo. *Tesis doctoral*. Granada: Universidad de Granada.
- Eastaugh, N., Walsh, V, Chaplin, T. & Sidall, R. (2007). *Pigment compendium: a dictionary of historical pigments*. Amsterdam: Elsevier Butterworth-Heinemann.
- Ecologistas en acción. (2011). *Informe. La calidad del aire en Sevilla y su area metropolitana en 2011*. Obtenido el 25 de 07 de 2014
http://www.ecologistasenaccion.es/IMG/pdf/informe_calidad_aire_2011_se.pdf
- Esbert, R., Alonso, F. & Montoto, M. (1997). *Manual de diagnosis y tratamiento de materiales pétreos y cerámicos*. Bcelona: Collegi d'Aparelladors i Arquitectes Tecnicos de Barcelona.
- Famiglietti, L. & Scioscia Santoro, C. (2001). La tecnica dello stucco attraverso le fonti: tecnica d'esecuzione e caratterizzazione chimico-fisica dei materiali costitutivi. En G. Biscontin & G. Driussi, (eds), *Lo stucco. Cultura, Tecnologia, Conoscenza. Atti del Convegno di Studi* (pp. 19-26). Bressanone: Edizione Arcadia Ricerche.
- Fatás, G. & Borrás, G. (1998). *Diccionario de Términos de Arte y elementos de Arqueología. Heráldica y numismática*. Madrid: Alianza Editorial.
- Fernández Aguilera, S. (2012). *Portaventaneros mudéjares en el Real Alcázar de Sevilla*. Sevilla: Diputación de Sevilla.

- Fernández-Puertas, A. (1972). Un paño decorativo de la torre de las damas. *Cuadernos de la Alhambra*(9), 37-52.
- Fernández-Puertas, A. (1984). El fenómeno mudéjar en la decoración de yesería de sus edificios. *Miscelánea de Estudios árabes y Hebraicos. Sección Árabe Islam*(33), 189-202.
- Fernández-Puertas, A. (1997). *The Alhambra: From the ninth century to Yūsuf I (1354)* (Vol. 1). London: Saqi Books.
- Ferrer Morales, A. (1990). *La pintura mural. Su soporte. Conservación, restauración y las técnicas modernas*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Gárate Rojas, I. (1999). *Arte de los yesos. Yaserías y estucos*. Madrid: Munilla-Lería.
- García Alcázar, S. (2009). Mudejarismo y romanticismo. Orígenes del concepto de arte mudéjar. En Instituto de Estudios Turolenses. Centro de Estudios Mudéjares, (Ed.), *Actas del XI Simposio Internacional de Mudejarismo* (pp. 439-445). Teruel: Instituto de Estudios Turolenses.
- García Bueno, A. (2000). La pintura mural hispanomusulmana. Estudio de los revestimientos murales pintados del Cuarto Real de Santo Domingo. Granada. *Tesis doctoral*. Granada: Universidad de Granada.
- García Bueno, A. (2015). El color en la decoración arquitectónica andalusí. En *El legado de al-Ándalus. Las antigüedades árabes en los dibujos de la academia* (pp. 81-91). Madrid: Real Academia de Bellas Artes de San Fernando. Fundación Mapfre.
- García Bueno, A. & Medina Flórez, V.J. (2004). The Nasrid plasterwork at "qubba Dar al- Manjara I- Kubra" in Granada: characterisation of materials and techniques. *Journal of Cultural Heritage*(5), 75-89.
- García Bueno, A., Medina Flórez, V. J.& Hernández Pablos, A. (2005). Intervención de urgencia en una casa musulmana de la calle san Buenaventura nº2, Albayzin. Granada. En Universidad Politécnica de Valencia, (Ed.), *Actas del II Congreso del Grupo Español del IIC. Investigación y conservación*, (pp. 359-367). Barcelona: Grupo Español de Conservación.
- García Bueno, A., Medina Flórez, V.J. & Gómez Segura, A. (2006). La policromía de los fragmentos de yeso almacenados en los depósitos del museo de la Alhambra. En Universidad politécnica de Valencia, (Ed.), *16 th International Meeting on Heritage Conservation. Preprints of the Papers to the Valencia Congress* (pp. 1601-1615). Valencia: Editorial UPV.
- García Bueno, A., Medina Flórez, V.J. & González Segura, A. (2010a). La policromía de las yeserías de la Madraza de Yūsuf I, Granada. Primeras aportaciones del estudio de materiales para la localización de zonas originales y añadidos. *Al- Qantara, enero-junio*(31), 245-256.
- García Bueno, A., Hernández Pablos, A. & Medina Flórez, V.J. (2010b). Las yeserías del Oratorio de la Madraza de Yusuf I, Granada. Aportaciones de la documentación gráfica a la determinación de zonas originales y añadidos en el estudio preeliminar. *Al-Qantara, 1, enero-junio*(31), 257-267.

- Garófano Moreno, I. (2011). Materiales orgánicos naturales presentes en pinturas y policromías. Naturaleza, usos y composición química. *PH. Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico PH*, (80) 56-71.
- Gaspar Tebar, D. (1995). El yeso. Aplicaciones en restauración. Propiedades y características. *III Curso de conservación y restauración del Patrimonio. Yaserías y Estucos*. Instituto Español de Arquitectura. Madrid: Fundación general. Universidad de Alcalá.
- Gestoso Pérez, J. (1889). *Sevilla monumental y artística*. Sevilla : Escuela tipográfica salesiana.
- Gettens, R. & West Fitzhugh, E. (1991a). Azurite blue and blue verditer. En R. Ashok, *Artists' pigments. A handbook of their History and Characteristics*. (Vol.2) (pp. 23-37).Oxford: Univ. Press.
- Gettens, R. & West Fitzhugh, E. (1991b). Malachite and Green Verditer. En R. Ashok, *Artists' pigments. A handbook of their History and Characteristics*. (Vol.2) (pp. 183-203).Oxford: Univ. Press.
- Gettens, R. & West Fitzhugh, E. (1991c). Calcium carbonate whites. En R. Ashok, *Artists' pigments. A handbook of their History and Characteristics*. (Vol.2) (pp. 203-227).Oxford: Univ. Press.
- Gettens, R., Feller, R. & Chase, W. (1991a). Vermilion and Cinnabar. En R. Ashok, *Artists' pigments. A handbook of their History and Characteristics*. (Vol.2) (pp. 159-183).Oxford: Univ. Press.
- Gettens, R.J, Kühn, H. & Chase, T. (1991b). Lead white. En R. Ashok, *Artists' pigments. A handbook of their History and Characteristics*. (Vol.2) (pp. 67-83).Oxford: Univ. Press.
- Giannini, C. & Roani, R. (2008). *Diccionario de restauración y diagnóstico*. San Sebastián: Nerea.
- Gilabert Moreno, M. (2012). La consolidación de pinturas murales al temple. Fijación de películas pictóricas pulverulentas. Estudio y comparación de materiales y aplicación. *Trabajo fin de máster*. Valencia: Universidad politécnica de Valencia.
- Giorgi, R., Dei, L. & Baglioni, P. (2001). Nuevo método para la consolidación de pinturas murales basado en dispersiones de cal viva en alcohol. *PH. Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico* (34), 57-63.
- Gómez González, M.L. (1994). Estudio científico de los materiales y de la técnica. Examen microscópico y análisis químico. En T. Gómez Espinosa, G. Sardiña González, R. Bruquetas Galán, M.L. Gómez González, I. Arroyo Muñoz, A. Muñoz, (Eds.), *La obra en yeso policromado de los Corral de Villalpando* (pp. 85-98). Madrid: Ministerio de Cultura. Dirección general de Bellas Artes y Archivos. Instituto de conservación y restauración de Bienes Culturales.
- Gómez- Villalba, L., López-Arce, P., Fort González, R. & Álvarez de Buergo, M. (2010). La aportación de la nanociencia a la conservación de bienes del patrimonio cultural. *Revista Patrimonio Cultural de España* (4), 43-56.

- Gómez González, M. L. (2008). *La restauración. Examen científico aplicado a la conservación de obras de arte*. Madrid: Cátedra. Cuadernos de arte.
- Gómez-Villalba, L., López-Arce, P., Fort González, R., Álvarez de Buergo, M. & Zornoza, A. (2011). Aplicación de nanopartículas a la conservación del patrimonio pétreo. En Secretaría General Técnica. Subdirección General de Publicaciones, Información y Documentación (Eds.). *La ciencia y el arte, III*, (pp. 39-56). Madrid: Instituto del Patrimonio Cultural de España.
- González- Alonso, E. (1997). *Tratado del dorado, plateado y su policromía. Tecnología, conservación y restauración*. Valencia: Departamento de conservación y restauración de Bienes culturales. Universidad politécnica.
- González Ramírez, M. (1995). *El trazado geométrico en la ornamentación mudéjar del Alcázar de Sevilla*. Sevilla: Universidad de Sevilla. Consejería de Obras Públicas y Transportes.
- González-Muñoz, M., Jroundi, F., García Bueno, A., Martín Peinado, B. & Rodríguez-Navarro, C. (2015). Bioconsolidación de materiales pétreos y ornamentales mediante carbonatogénesis bacteriana. En Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (Ed.) *La ciencia y el arte V. Ciencias experimentales y conservación del patrimonio* (pp. 71-80). Madrid: Instituto del Patrimonio Cultural de España.
- Guasch Ferré, N. (2016). Optimización de métodos multitécnica para la caracterización de componentes orgánicos y morteros de cal tradicionales de la antigüedad. Desarrollo de metodologías experimentales para su conservación y restauración. *Tesis doctoral*. Valencia.
- Guiral Pelegrin, C. & Martín-Bueno, M. (1996). *Bilbilis I. Decoración pictórica y estucos ornamentales*. Zaragoza: Institución Fernando el Católico.
- Hasbach Lugo, B. (1994). Técnica, estado de conservación y proposición de tratamiento de restauración. En T. Gómez Espinosa, G. Sardiña González, R. Bruquetas Galán, M.L. Gómez González, I. Arroyo Muñoz, A. Muñoz, (Eds.), *La obra en yeso policromado de los Corral de Villalpando* (pp. 75-85). Madrid: Ministerio de Cultura. Dirección general de Bellas Artes y Archivos. Instituto de conservación y restauración de Bienes Culturales.
- Hernández Ortiz, F. (2010). Factores en el auge y declive del alumbre español de los siglos XV y XVI. *Re Metallica*, (15), 35-42
- Huang, M., Liu, H., Gui, G., Luo, M. & Melgosa, M. (2012). Evaluation of threshold color differences using printed samples. *J. Opt. Soc. Am. A.*, 26(6), 883-891.
- IBZ-Salzchemie GmbH & Co. KG (2015). CaLoSil. Nanopartículas coloidales de cal para la consolidación de piedra y morteros. . *Hoja de datos técnicos*. Recuperado el 30 de noviembre de 2015, de http://www.ibz-freiberg.de/download/pdf/nanomaterialien/CaLoSiL_ES.pdf
- ISO 2810:2004. Paints and varnishes. Natural weathering of coatings. Exposure and assesment.
- ISO 11664-1:2007. Colorimetry. Part 1: CIE: standard colorimetric observers.

- ISO 11664-2:2007. Colorimetry. Part 2: CIE: standards illuminants.
- ISO 11664-3:2007. Colorimetry. Part 3: CIE tristimulus.
- ISO 11664-4:2008. Colorimetry. Part 4: CIE 1976. L*a*b* CIE 1976.
- ISO 4628-1:2003. Paints and varnishes. Evaluation of degradation of coatings. Designation and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance. Part 1: General introduction and designation system.
- ISO 4628-5:2003. Paints and varnishes. Evaluation of degradation of coatings. Designation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance. Part 5: Assessment of degree of flaking.
- ISO 13076:2012. Paints and varnishes: Lighting and procedure for visual assessments of coatings.
- ISO 4628 (ISO 4628-6:2011). Paints and varnishes. Evaluation of degradation of coatings. Designation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance. Part 6: Assessment of degree of chalking by tape method.
- International Organization for Standardization (ISO) and International Commission on Illumination (CIE). Colorimetry – Part 6: CIEDE2000 colour-difference formula. ISO/CIE 11664-6:2014 (CIE S 014-6/E: 2013).
- Irwin, R. (2008). *Arte islámico: arte, arquitectura y el mundo literario*. Madrid: Akal.
- Jiménez Castillo, P. (2006). Talleres, técnicas y producciones del vidrio en Al-Ándalus . En Fundación Centro Nacional del Vidrio, (ed.), *Vidrio islámico en Al- Ándalus . Catálogo de la exposición del mismo título celebrada en la Real Fábrica de Cristales de la Granja entre noviembre de 2006 y abril de 2007*. Cuenca: Fundación Centro Nacional del Vidrio.
- Jiménez-López, C., Jroundi, F., Pascolini, C., Rodríguez- Navarro, C., Pinar, G. & Rodríguez Gallego, M. (2008). Consolidation of quarry calcarenite by calcium carbonate precipitation induced by bacteria activated among the microbiota inhabiting the Stone. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 4(62), 352-363.
- Jroundi, F., Fernández-Vivas, A., Rodríguez-Navarro, C. & González-Muñoz, M. (2010). Biconservation of Deteriorated Monumental Calcarenite. Stone and Identification of Bacteria with Carbonatogenic Activity. *Environmental Microbiology*, 60(1) 39-54.
- Jroundi, F., González-Muñoz, M., Garcia Bueno, A. & Rodríguez-Navarro, C. (2014). Consolidation of archeological gypsum plaster by bacterial biomineralization of calcium carbonate. *Acta Biomaterialia* (10), 3844-3854.
- Jroundi, F., Rodríguez-Navarro, C., García Bueno, A., Medina Flórez, V.J. & González-Muñoz, M. (2011). Consolidación de materiales arqueológicos procedentes del Alcázar de Guadalajara. En López Montes, Collado Montero, Medina Flórez, Espejo Arias, Garcia Bueno (Eds.) *Actas del XVIII Congreso*

- Internacional. Conservación y restauración de Bienes Culturales.* (pp. 125-127). Granada: Universidad de Granada.
- Kelkheim, R. (2008). *Policromía y ornamentación*. Madrid: Aguilar.
 - Kroustallis, S. (2012). El color de las palabras: problemas terminológicos e identificación de los pigmentos artificiales. En S. Kroustallis, & M. Del Egido, (Eds.), *Fatto d'archimia. Los pigmentos artificiales en las técnicas pictóricas* (pp. 53-69). Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
 - Kroustallis, S. & Del Egido, M. (2012). Artificio y artificial: una breve introducción. En S. Kroustallis, & M. Del Egido, (Eds.), *Fatto d'archimia. Los pigmentos artificiales en las técnicas pictóricas* (pp. 9-13). Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
 - Kühn, H. (1985). Zinc white. En R. Feller, (Ed.), *Artists' Pigment. A handbook of their History and Characteristics* (Vol. 1) (pp. 169-187). Oxford: Univ. Press.
 - Kühn, H. (1991a). Lead-Tin yellow. En En R. Ashok, *Artists' pigments. A handbook of their History and Characteristics.* (Vol.2) (pp. 83-113).Oxford: Univ. Press.
 - Kühn, H. (1991b). Verdigris and Copper resinate. En R. Ashok, *Artists' pigments. A handbook of their History and Characteristics.* (Vol.2) (pp. 131-159).Oxford: Univ. Press.
 - Kühn, H., & Curran, M. (1985). Chrome Yellow and other chromate pigments. En R. Feller (Ed.), *Artists' Pigments. A handbook of their History and Characteristics* (Vol. 1) (pp.187-219). Oxford: Univ. Press.
 - Lanterna, G. (2001). Nuovi metodi e tecniche per il restauro delle opere d'arte nell'opificio delle pietre dure. In *Quaderni di scienza della conservazione* (1), 55-66
 - Lavado Paradinas, P. (1983). Artes decorativas mudéjares. En L. González Robles, L. Ferruzo, & C. N. Granada (Eds.), *Arte mudéjar. Granada*. Comision nacional del V Centenario del Descubrimiento de América y Ayuntamiento de Granada. Granada.
 - Lavado Paradinas, P.J. (1981). El arte mudéjar desde la visión castellana. En Instituto de Estudios Turolenses, (Ed.), *Actas del II Simposio internacional de mudejarismo: Arte* (pp. 23-33). Teruel: Diputación Provincial de Teruel.
 - Lavado Paradinas, P. (1984). Materiales, técnicas artísticas y sistemas de trabajo: el yeso. En Instituto de Estudios Turolenses, Centro de Estudios Mudéjares, (Ed.), *Actas del III Simposio Internacional de Mudejarismo* (pp. 435-451). Teruel: Centro de Estudios Mudéjares
 - Lavado Paradinas, P. (1991). Las yeserías mudéjares en Castilla la Vieja y León. En Instituto de Estudios Turolenses, (Eds.), *Actas del V Simposio Internacional de Mudejarismo* (pp. 339-440). Teruel: Instituto de Estudios Turolenses. Excm. Diputación de Teruel.

- Lavado Paradinas, P. (2006). Artes decorativas mudéjares en Castilla y León. En M. C. Lacarra-Ducay, (Ed.), *Arte mudéjar en Aragón, León, Castilla, Extremadura y Andalucía* (pp. 111-182). Zaragoza: Institución Fernando el Católico. Diputación de Zaragoza.
- Livrei, P. & Fernández, F. (2013). Le nanotecnologie per la conservazione dei beni culturali: un approccio analitico per la sperimentazione dei prodotti innovativi. En M. Bray. (Ed.), *Volume degli atti del workshop. Diagnostics for cultural heritage: analytical approach an effective conservation* (pp. 31-40). Palermo.
- Lleo Cañal, V. (2002). *El Real Alcázar de Sevilla*. Madrid: Lunwerg editores.
- López Borges, V., Burgio, L. & Clark, R. (2005). Documentación y autenticación de yeserías nazaríes a través del tratamiento de conservación y análisis científico. En Universidad Politécnica de Valencia, (Ed.), *Actas del II Congreso del Grupo Español del IIC. Investigación y conservación* (pp. 109-125). Barcelona: Grupo Español de Conservación.
- López Cruz, O. (2012). Las policromías de la fachada del Palacio de Pedro I en el Real Alcázar de Sevilla. *Tesis doctoral*. Tomo I. Granada: Universidad de Granada.
- López Cruz, O. & Velilla, N. (2014). Alteración de pigmentos arsenicales en policromías de edificios históricos (Real Alcázar de Sevilla). Influencia del cloro. *Macla. Revista de la sociedad española de mineralogía* (19).
- López Cruz, O., García Bueno, A., Medina Flórez, V.J., Sánchez Navas, A. & Velilla, N.(2015). Pictorial materials used in the polychrome decorations of the façade of the palace of king Pedro I (The Royal Alcazar of Seville, Spain). *Materiales de construcción*, Abril-junio, 65(318).
- López Cruz, O., García Bueno, A. & Medina Flórez, V. J. (2011). Evolución del color en el alero de la fachada del rey D. Pedro I, Real Alcázar de Sevilla. Aportaciones del estudio de materiales a la identificación de las intervenciones de restauración a lo largo de su historia. *Arqueología de la Arquitectura*, (8), 163-178.
- López Guzmán, R. (2000). *Arquitectura mudéjar*. Madrid: Ediciones Cátedra.
- López Guzmán, R. (2006). Andalucía mudéjar. En R. López Guzmán & J. Benito Artigas, (Eds.) *Mudéjar hispano y americano. Itinerarios culturales mejicanos* (pp. 111-121). Granada: Fundación El Legado Andalúsí.
- López López, J. (2014). Procesos de degradación y estado de conservación de edificios históricos, técnicas analíticas no destructivas en su diagnóstico. *Trabajo fin de grado*. Vitoria-Gasteiz: Universidad del País Vasco.
- López Martínez, T. (2015). Las pinturas murales del Conjunto Arqueológico de Castulo. Problemática de conservación y metodología de intervención. *Arqueología y territorio* (12), 165-175.
- López Ortega, T. (1999). *Evaluación de los tratamientos de conservación efectuados en los mascarones de estuco de Kohunlich*. Mexico. Distrito Federal: Quintana Roo.

- López Pertíñez, M. (2006). La carpintería en la arquitectura nazarí. Granada: Fundación Rodríguez Acosta.
- López Zamora, E. & Dalmau Moliner, C. (2007). Materiales y técnicas de dorado a través de las antiguas fuentes documentales. *PH. Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*(61), 110-129.
- Macarrón Miguel, A. & González Mozo, A. (2011). *La conservación y restauración en el s. XIX*. Madrid: Lavel.
- Maltese, C. (1990). I supporti nelle arte pitoriche. Milano: Mursia.
- Marcos Pous, A. (1962). Resumen sobre el relieve de Estuco en España desde la época tardorromana a la prerrománica. *Stucchi e mosaici alto medioevali. Atti dell'ottavo Congresso di studi sull'arte del alto Medioevo. Lo stucco- Il Mosaico. Studi vari* (pp. 128-146). Milano: Casa editrice Ceschina.
- Marín Fidalgo, A. M. (1990). *El Alcázar de Sevilla bajo los Austrias*. (Tomo 1. Tomo 2). Sevilla : Guadalquivir.
- Marín Fidalgo, A. M. (1992). *Guía de los Reales Alcázares de Sevilla*. Sevilla: Guadalquivir.
- Marín Fidalgo, A. M. (2011). El jardín y palacio del crucero del Alcázar de Sevilla y el jardín del Patio de las Doncellas. *Temas de estética y arte*(25), 80-94.
- Marín Fidalgo, A.M. (2006). *El Real Alcázar de Sevilla bajo los Borbones. El Reinado de Felipe V (1700-1746)*. Sevilla: Guadalquivir.
- Marquer, J. (2013). El poder escrito: problemáticas y significación de las inscripciones árabes de los palacios de Pedro I de Castilla (1350-1369). *Anales de Historia del Arte* (23), 499-508.
- Martínez Hurtado, S. (2002). El dorado. Técnicas, procedimientos y materiales. *Ars longa*(11), 137-142.
- Martínez Justicia, M. (2008). *Historia y teoría de la conservación y la restauración artística*. Madrid: Tecnos.
- Martos Quesada, J. (2006). Ibn Jaldún y los historiadores clásicos. En Centro Cultural Islámico de Madrid, (Ed.), *Encuentro Internacional sobre tradición y modernidad en el pensamiento económico, árabe-musulmán. La contribución de Ibn Jaldún* . Madrid. Obtenido el 08 de 05 de 2015 , de <http://www.uned.es/congreso-ibn-khaldun/ponencia.htm>;
- Masschelein-Kleiner, L. (1992). *Liants, vernis et adhésifs anciens*. Bruxelles: Istitut Royal du patrimoine artistique.
- Matteini, M. & Moles, A. (2000). *La química en la restauración. Los materiales en el arte pictórico*. Madrid: Nerea.
- Mayer, R. (1993). *Materiales y técnicas del arte*. Madrid: Tursen Hermann Blume Ediciones.

- Medina Flórez, V.J. & García Bueno, A. (2002). Metodología de intervención en las pinturas murales de Qusayr´Amra. Jordania. *PH. Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico* (39), 59-68.
- Medina Flórez, V.J. & García Bueno, A. (2001). Técnica pictórica empleada en la ejecución de los zócalos de la Alhambra y del Cuarto Real de Santo Domingo de Granada: Estudio comparativo. *Cuadernos de La Alhambra*, (37), 9-20.
- Mérida Álvarez, M. (2000). Construcción y restauración del Real Alcázar de Sevilla en el periodo isabelino. En A. Graciani, S. Huerta, E. Rabasa, M. Tabales, (EDS.) *III Congreso Nacional de Historia de la Construcción* (pp. 683-686). Sevilla: Instituto Juan de Herrera
- Messia de la Cerda y Pita, L. (1998). *Heráldica española: el diseño heráldico*. Madrid. Arganda del Rey: Edimat.
- Michalski, S. (2006). Un modelo físico del proceso di consolidamento applicato principalmente ai dipinti. En CESMAR7 & D. Kunzelman. *L´attenzione alle superfici pittoriche. Materiali e metodi per il consolidamento e metodi scientifici per valutare l´efficacia-2. IV Congresso internazionale. Colore e conservazione. Materiali e metodi nel restauro delle opere policrome mobili* (pp. 27-50). Milano: CESMAR7. Il prato.
- Mogollón Cano-Cortés, P. (2012). Metodología para la conservación del Patrimonio Mudéjar. *Boletín de Monumentos históricos. Tercera época*, (26), 123-134.
- Montesinos Ferrandis, E. M., Vicente Palomino, S., Fuster López, L., Yusá Marco, D., Domenech Carbó, M.T. & Mecklenburg, M. (2008). Aproximación al estudio de adhesivos para la consolidación y refuerzo de tejidos históricos: materiales y métodos. *Arché. Publicación del instituto universitario de restauración del patrimonio de la UPV*, (3) 143-146.
- Mora, P., Mora, L. & Philippot, P. (2001). *La conservazione delle pitture murali*. (Seconda ed.). Bologna: Editrice compositori.
- Morales Martínez, A. J. (2006). El Alcázar del Rey Don Pedro y los palacios mudéjares sevillanos. En M. C. Lacarra-Ducay, (Ed.), *Arte mudéjar en Aragón, León, Castilla, Extremadura y Andalucía* (pp. 233-260). Zaragoza: Institución Fernando el Católico. Diputación de Zaragoza.
- Morales, A. (1991). *Las claves del arte islámico. Como identificarlo*. Barcelona: Ariel.
- Morales, A. & Serrera, J. (1999). Obras en los Reales Alcázares de Sevilla en tiempos de los Reyes Católicos. *Laboratorio de Arte: Revista del departamento de Historia del Arte*(12), 67-78.
- Moreno Cifuentes, M. (1998). La consolidación de revestimientos murales en yacimientos arqueológicos. En J. Barberó Encinas, (Ed.), *Actas del Seminario Internacional sobre la Consolidación de pinturas murales*. Aguilar del Campoo (pp. 53-75). Valencia: Fundación Santa María la Real Centro de Estudios del Románico.
- Muñoz Cosme, A. (2005). *La vida y la obra de Leopoldo Torres Balbás*. Junta de Andalucía. Consejería de Cultura.

- Natali, C. & Lorenzini, G. (2001). La prassi del restauro dei manufatti in stucco. Un'analisi della procedura d'intervento. En G. Biscontin & G. Driussi, (eds), *Lo stucco. Cultura, Tecnologia, Conoscenza. Atti del Convegno di Studi* (pp. 655-675). Bressanone: Edizione Arcadia Ricerche.
- Navarro Palazón, J. (2007). El Alcázar Real de Guadalajara. Un nuevo capítulo de la arquitectura bajomedieval española. En Universidad de Castilla la Mancha, (Ed.), *Arqueología de Castilla la Mancha. I Jornadas* (pp. 586-613). Cuenca: Universidad de Castilla la Mancha.
- Navarro Palazón, J. & Jiménez Castillo, P. (2005). La yesería en época almohade. En P. Cressier, M. Fierro, & L. Molina, (Eds.), *Los amohades: problemas y perspectivas*. (Vol. 1.) Estudios árabes e islámicos. Monografías (pp. 249-303). Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Nuere Matauco, E. (2003). *La carpintería de armar española*. Madrid: Munilla-Lería.
- Palacios Gonzalo, J. (2011). Las cúpulas de mocárabes. En S. Huerta, I. Gil, S. García, M. Taib, (Eds.), *Actas del VII Congreso Nacional de Historia de la Construcción* (pp. 1021-1029). Santiago de Compostela: Instituto Juan de Herrera.
- Palet, A. (2002). *Tratado de pintura: color, pigmentos y ensayo*. Barcelona: Edicions Universitat Barcelona.
- Parodi Álvarez, M. (2001). *Ríos y lagunas como vías de comunicación: la navegación interior en la Hispania romana*. Alcáñiz, Teruel: Centro de Estudios Bajoaragoneses.
- Parra, E. (1998). Técnicas de consolidación en pintura mural. En J. Barberó Encinas, (Ed.), *Actas del Seminario Internacional sobre la Consolidación de pinturas murales*. Aguilar del Campoo (pp. 11-31), Valencia: Fundación Santa María la Real Centro de Estudios del Románico.
- Parrilla Bou, M. (2009). *El arte de los pigmentos. Análisis histórico artístico de su evolución a partir de los tratados españoles de Francisco Pacheco y Antonio Palomino*. Valencia: Universitat de Valencia. Servei de Publicacions.
- Patronato de la Alhambra y Generalife. (2015). *Manual de buenas prácticas. Restauración de madera, yeso y cerámica*. Granada: Patronato de la Alhambra y Generalife.
- Patronato del Real Alcázar de Sevilla. (2003). *Los conservadores municipales del Real Alcázar de Sevilla*. Sevilla: Patronato del Real Alcázar de Sevilla.
- Pavón Maldonado, B. (1988). *Arte toledano: islámico y mudéjar*. Madrid: Instituto Hispano-Árabe de Cultura.
- Pavón Maldonado, B. (1989). *El arte hispanomusulmán en su decoración geométrica. Una teoría para un estilo*. Madrid: Agencia española de cooperación internacional.
- Pavón Maldonado, B. (1990). *El arte hispano-musulmán en su decoración floral*. Madrid: Instituto Hispanoárabe de Cultura.

- Pavón Maldonado, B. (2004). *Tratado de Arquitectura Hispanomusulmana*. Madrid: Editorial CSIC-CSIC Press.
- Pavón Maldonado, B. (2011). Sobre simbología en la decoración geométrica y floral hispanomusulmana y el escudo de la banda de Pedro I de Castilla y de Muhammad V de Granada. *Texto inédito*. Obtenido el 27 de 08 de 2015, de http://www.basiliopavonmaldonado.es/Documentos/Sobre_simbologia.pdf
- Pavón Maldonado, B. (2014a). Apoteosis del arco lobulado en la arquitectura hispanmusulmana a raíz de la ampliación califal de la mezquita Aljama de Córdoba. Orígenes, evolución, difusión e inventario (siglos X-XV). *Texto inédito*. Obtenido el 01 de 07 de 2014, de <http://www.basiliopavonmaldonado.es/Documentos/Arcolobu.pdf>
- Pavón Maldonado, B. (2014b). Los frutos de la decoración vegetal hispanomusulmana. Simples elementos decorativos o iconos simbólicos. *Texto inédito*. Obtenido el 01 de 06 de 2015, de <http://www.basiliopavonmaldonado.es/Documentos/FRUTOS.pdf>.
- Pedrola, A. (1998). *Materiales, procedimientos y técnicas pictóricas*. Barcelona: Ariel.
- Pérez Asensio, M., Rubio Domene, R. & Lentisco Navarro, J. (2012). Yaserías andalusíes de la plaza del Cardenal Belluga de Lorca (Murcia). En Patronato de la Alhambra y Generalife, Musée du Louvre & Victoria and Albert Museum, (EDS). *Actas del I Congreso Internacional Red Europea de Museos del Arte Islámico* (pp. 599-613), Granada: Patronato de la Alhambra y Generalife. Servicio de Investigación y Difusión.
- Pérez Ferrer, J. & Fernández Aguilera, M. (2005). Restauración de las pinturas murales de la alberca del patio de las Doncellas en el Palacio de Pedro I en el Real Alcázar. *Apuntes del Alcázar de Sevilla*(6). Obtenida el 20 de 01 de 2013, de http://www.alcazarsevilla.org/wp-content/pdfs/APUNTES/apuntes6/restauracion3/contenidos_res3.html.
- Pérez Ferrer, J. & Fernández Aguilera, S. (2004). La Restauración de los Portalones y Ventanas del Patio de las Doncellas. *Apuntes del Alcázar de Sevilla*(5). Obtenida el 06 de 04 de 2014, de http://www.alcazarsevilla.org/?page_id=47.
- Peris Vicente, J. (2007). Estudio analítico de materiales empleados en barnices, aglutinantes y consolidantes en obras de arte mediante métodos cromatográficos y espectrométricos. Tesis doctoral. Valencia: Universidad de Valencia.
- Plesters, J. (1991). Ultramarine blue, Artificial. En R. Ashok, (Ed.), *Artists' Pigment. A handbook of their History and Characteristics* (Vol. 2) (pp.37-67). Oxford: Univ. Press.
- Pradillo y Esteban, P. (2000). Yaserías mudéjares en el Real Alcázar de Guadalajara. *Goya*(276), 131-139.
- Queralt del Hierro, M. (2011). *Atlas ilustrado de los reyes y reinas de España*. Madrid: Susaeta.

- Real Academia Española. (1994). *Diccionario de la lengua española*. Vigésimo primera edición. Madrid: Espasa Calpe.
- Regas, R. (2010). *Guía visual del palacio con más historia de España. Real Alcázar de Sevilla*. Barcelona: Dosdearte Ediciones.
- Restrepo Baena, O. (2002). *Pigmento azul ultramar. Caracterización del proceso y producto*. Trabajo de investigación preparado para el proceso de promoción a profesor asociado. Obtenido el 01 de 03 de 2015, de https://scholar.google.es/scholar?q=pigmento+azul+ultramar+caracterizacion+del+proceso+y+producto&btnG=&hl=es&as_sdt=0%2C5
- Rinaldi, S., Quartullo, G., Milaneschi, A., Pietropaoli, R., Occorsio, S., Constantini Scala, F. & Virno, C. (1986). *La fabbrica dei colori. Pigmenti e coloranti nella pittura e nella tintoria*. Roma: Il Bagatto.
- Robador, M., Durán, A., Gimena, P., Pérez-Rodríguez, J., Jiménez de Haro, M. & Justo, A. (2005). Los revestimientos y pinturas del estanque del patio de las Doncellas del Real Alcázar de Sevilla. En J. Molera i Marimon, J. Farjas i Silva, P. Roura i Grabulosa & T. Pradell i Cara, (Eds.), *Avances en Arqueometría. Actas del VI Congreso Ibérico de Arqueometría* (pp. 197-201). Girona: Fundació Privada. Universitat i Futur.
- Rodríguez Moreno, C. (2006). El Patio de las Doncellas del Alcázar de Sevilla en el siglo XIV. Su análisis espacial a partir de la infografía. *Boletín de la Real Academia de Bellas Artes de Nuestra Señora de las Angustias* (13), 31-57.
- Rodríguez Moreno, C. (2011). *El palacio de Pedro I en los Reales Alcázares de Sevilla. Estudio y análisis. Tesis doctoral*. Granada: Universidad de Granada.
- Rodríguez Moreno, C. (2013). Reconstrucción virtual del palacio medieval de Pedro I en los Reales Alcázares de Sevilla: "the architects cut" .Virtual reconstruction of the Medieval Palace of Pedro I in the Royal Alcazares of Seville. *The Architect's Cut. VAR(9)*, 28-34.
- Rodríguez Zahar, L. (2010). *Arte islámico, evocación del Paraíso. Doctrina. Lenguaje. Temas iconográficos*. México: El Colegio de México.
- Rubio Domene, R. (2006). El material de yeso: comportamiento y conservación. *Cuadernos de restauración*(6), 57-68.
- Rubio Domene, R. (2010). *Yeserías de la Alhambra. Historia, técnica y conservación*. Granada: Universidad de Granada.
- Rubio Domene, R. (2012). Técnica de trabajo con moldes en la yesería nazarí y su posterior evolución. En Patronato de la Alhambra y Generalife, Musée du Louvre & Victoria and Albert Museum, (EDS). *Actas del I Congreso Internacional Red Europea de Museos del Arte Islámico* (pp. 435-468), Granada: Patronato de la Alhambra y Generalife. Servicio de Investigación y Difusión.

- Rubio Domene, R., Campos Suñol, M., De la Torre López, M. & Ayora Cañada, M. (2009). Las yeserías de la Judería y Sinagoga de Lorca (Murcia). *Macla. Revista de la sociedad española de mineralogía*(11), 163-164.
- Ruiz Sousa, J. (2013). Los espacios palatinos del rey en las cortes de Castilla y Granada. Los mensajes más allá de las formas. *Anales de Historia del Arte* (23), 305-331.
- San Andrés Moya, M. (2012). Química moderna y producción de nuevos pigmentos. En S. Kroustallis, & M. Del Egido, (Eds.), *Fatto d'archimia. Los pigmentos artificiales en las técnicas pictóricas* (pp. 25-53). Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- San Andrés Moya, M. & De la Viña Ferrer, S. (2004). *Fundamentos de química y física para la conservación y restauración*. Madrid: Síntesis.
- San Andrés Moya, M., Sancho, N., Santos, N., Santos, S. & De la Roja, J. (2012). Verdigrís. Terminología y recetas de preparación. En S. Kroustallis, & M. Del Egido, (Eds.), *Fatto d'archimia. Los pigmentos artificiales en las técnicas pictóricas* (pp. 197-235). Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- San Andrés Moya, M., Sancho, N. & De la Roja, J. (2010). Alquimia: Pigmentos y colorantes históricos. *Anales de Química*, 1(106), 58-65.
- Sancho, N., De la Roja, T. & San Andrés Moya, M. (2008). Verdigrís artesanal vs comercial. Evolución cromática con el envejecimiento ultravioleta. *Óptica pura y aplicada*, 3(41), 231-236.
- Sanz Arauz, D. (2009). Análisis del yeso empleado en revestimientos exteriores mediante técnicas geológicas. *Tesis doctoral*. Madrid: Universidad politécnica de Madrid.
- Sarasa Sánchez, E. (2006). La sociedad mudéjar. En M. Lacarra Ducay, (Ed), *Arte mudéjar en Aragón, León, Castilla, Extremadura y Andalucía* (pp. 7-29). Zaragoza: Institución Fernando el Católico. Diputación de Zaragoza.
- Schuster, E. (1977). *Morteros, cales, yesos, agregados, áridos o inertes*. Córdoba: Universidad nacional de Córdoba. Facultad de arquitectura y urbanismo.
- Seghetta, C. & Trovisi, A. (2001). Consolidamento di intonaci dipinti in ambiente ipogeo con idrossido di calcio e silicato di etile: applicazione campione nella Tomba dell'Orco. *Tesi di diploma*. Istituto Centrale per il Restauro. Scuola di Restauro 52º Concorso.
- Sickels, L. (1982). Organics vs. synthetics: their use as additives in mortars. En ICCROM (Ed.), *Mortars, cements and grouts used in the conservation of historic buildings. Symposium*, (pp. 25-52). Rome: ICCROM.
- Solé Ugüelles, R. & Alòs Trepà, C. (2012). La restauración de fragmentos de arcos islámicos del Palacio de Balaguer (Lleida). Procesos y datos históricos. En Patronato de la Alhambra y Generalife, Musée du Louvre & Victoria and Albert Museum, (EDS). *Actas del I Congreso Internacional Red*

- Europea de Museos del Arte Islámico* (pp. 627-639), Granada: Patronato de la Alhambra y Generalife. Servicio de Investigación y Difusión.
- Stuart, B. (2007). *Analytical techniques in Materials Conservation*. Chichester: Wiley.
 - Tabales Rodríguez, M. (2003). Investigaciones arqueológicas en el Patio de las Doncellas. Avance de resultados de la primera campaña (2002). *Apuntes del Alcázar de Sevilla*(4), 7-25.
 - Tabales Rodríguez, M. (2005). El Patio de las Doncellas del palacio de Pedro I de Castilla. Génesis y transformación. *Apuntes del Alcázar de Sevilla* (6), 25-29.
 - Tomaselli, F. (2001). Le Muqarnas della Cuba di Palermo: Opere di Conservazione e disinfezione dello stucco del XII secolo. La tecnica dello stucco attraverso le fonti: tecnica d'esecuzione e caratterizzazione chimico-fisica dei materiali costitutivi. En G. Biscontin & G. Driussi, (eds), *Lo stucco. Cultura, Tecnologia, Conoscenza. Atti del Convegno di Studi* (pp. 259-278). Bressanone: Edizione Arcadia Ricerche.
 - Turco, T. (2001). *Il gesso. Lavorazione, Trasformazione, Impieghi* (Vol. Seconda edizione ampliata). Milano: Ulrico Hoepli.
 - UNE 67030:1985. *Ladrillos de arcilla cocida: medición de las dimensiones y comprobación de la forma*
 - UNE-EN 15886:2011. Conservación del Patrimonio Cultural. Métodos de ensayo. Medición del color de superficies.
 - UNI 11432:2011. Cultural Heritage - Natural And Artificial Stone - Determination of The Water Absorption By Contact Sponge.
 - Valero de Bernabé, L. (2007). Análisis de las características generales de la heráldica gentilicia española y las singularidades heráldicas existentes entre los diversos territorios hispanos. *Tesis doctoral*. Universidad Complutense de Madrid.
 - Valor Piechotta, M. (2008). *Sevilla Almohade* (Vols. Colección Al-Ándalus). Málaga: Sarria.
 - Villegas Sánchez, R. (2007a). Consolidantes e hidrófugos. Productos para el tratamiento de materiales pétreos. En Instituto Tecnológico de Rocas Ornamentales y Materiales de Construcción- INTROMAC (Ed.) *Jornada técnica sobre tratamientos de conservación aplicados a materiales pétreos en construcciones históricas* (pp. 35-48). Cáceres: Intromac.
 - Villegas Sánchez, R. (2007b). Ensayos y técnicas para evaluar la eficacia de los tratamientos. En Instituto Tecnológico de Rocas Ornamentales y Materiales de Construcción- INTROMAC (Ed.) *Jornada técnica sobre tratamientos de conservación aplicados a materiales pétreos en construcciones históricas* (pp. 51-66). Cáceres: Intromac.
 - West Fitzbugh, E. (1985). Red lead and minium. En R. Feller (Ed.), *Artists' Pigment. A handbook of their History and Characteristics* (pp. 109-141). Oxford: Univ. Press.

- Yarza Luaces, J. (1982). Metodología y técnicas de investigación de lo Mudéjar. En Instituto de Estudios Turolenses, (Ed.), *Actas del II Simposio internacional de mudejarismo: Arte* (pp. 98-110). Teruel: Diputación Provincial de Teruel.
- Ziegenbald, G. (2008). Colloidal calcium hydroxide -a new material for consolidation and conservation of carbonate stone. En J.W. Lukaszewicz, P. Niemcewicz, (Eds.), *Proceedings of 11th International congress on deterioration and conservation of stone III* (pp. 1109). Torun: Uniwersytetu Mikolaja Kopernika.
- Zolle Belegón, L. (2003). *Los alcázares reales en la época de los Austrias*. Madrid: Edilupa Ediciones.



FIGURAS.

Figura 1. Detalle de dos calcos realizados in situ con el objetivo de reflejar la decoración de la puerta pequeña o escape.

Figura 2. Imágenes de la toma de muestra efectuada en el paramento.

Figura 3. Aspecto del fragmento de yesería hallado en el camaranchón tras su limpieza.

Figura 4. Imagen de algunas de las probetas identificativas de los materiales históricos preparadas para el ensayo. En ella puede observarse la aplicación de dos acabados cromáticos por probeta de yeso.

Figura 5. Izquierda. Control de las probetas conservadas en laboratorio. Derecha. Retirada de las probetas tras el ciclo de envejecimiento exterior.

Figura 6. Izquierda. Espacio de color L^ , C^* , h^* . Derecha. Grados aproximativos de los diferentes valores de tono. Imagen obtenida de http://www.gusgsm.com/espacio_color_lch.*

Figura 7. Esquema ilustrativo de la evaluación de los cambios cromáticos inducidos por tratamientos de consolidación antes del ciclo de envejecimiento.

Figura 8. Esquema ilustrativo de la evaluación de los cambios cromáticos inducidos por tratamientos de consolidación sobre el pigmento azurita natural.

Figura 9. Imagen ilustrativa de la evaluación de los cambios cromáticos inducidos por tratamientos de consolidación después del ciclo de envejecimiento.

Figura 10. Forma de aplicación del método de la “spugna di contatto”. Izquierda. Impregnación de la esponja con la cantidad de agua destilada determinada. Derecha. Aplicación de la esponja sobre la superficie.

Figura 11. Método de ensayo de resistencia a la adhesión. Izquierda. Aplicación de la cinta adhesiva y retirada. Derecha. Imagen realizada con microscopía estereoscópica de los resultados obtenidos para su valoración.

Figura 12. Plano general del Real Alcázar de Sevilla. Figura extraída de la guía actual que se adquiere en el monumento (Regas, 2010, p. 1).

Figura 13. Plano general del Palacio del Rey Don Pedro. Figura extraída de la guía actual que se adquiere en el monumento (Regas, 2010, p.113).

Figura 14. Ilustración en planta de tres situaciones que se han dado en el patio. Figura extraída de la guía actual que se adquiere en el monumento (Regas, 2010, p.46).

Figura 15. Hipótesis de la evolución del Patio de las Doncellas según (Tabales Rodríguez, 2005).

Figura 16. Imagen de detalle tras la intervención de restauración de una zona del alero donde se representan emblemas heráldicos y una delicada decoración pintada.

Figura 17. Detalle del lateral derecho donde puede comprobarse tanto la decoración en madera como en yeso representada.

Figura 18. Excavación arqueológica efectuada en el Patio de las Doncellas gracias a la cual se ha recuperado la disposición del Patio Mudéjar.

Figura 19. Planimetría del Palacio de Pedro I. Señalización del Patio de las Doncellas y de las diferentes estancias en la base publicada por (Almagro Gorbea, 2000).

Figura 20. Reconstrucción de la imagen original del Patio de las Doncellas. Vista desde el Muro del Palacio Gótico. Hipótesis realizada por (Rodríguez Moreno, 2011, p. 553).

Figura 21. Reconstrucción de la imagen original del Patio de las Doncellas. Vista desde la Qubba. Hipótesis realizada por (Rodríguez Moreno, 2011, p. 559).

Figura 22. Arriba. Imagen de la Puerta de Acceso al Salón del Techo de Carlos V anterior a la recuperación del patio mudéjar. Imagen extraída (<http://hdl.handle.net/1014/9835>). Abajo. Estado actual del Patio tras la intervención.

Figura 23. Imagen general de la decoración que presenta el alfarje.

Figura 24. Imagen general de un panel de alicatado que se conserva en el muro sur/este del Patio de las Doncellas.

Figura 25. Pintura mural de la alberca. Izquierda. Decoración parietal mudéjar del estanque. Derecha. Decoración de ondas sobrepuesta a la mudéjar, realizada según (Tabales Rodríguez, 2005) en 1567, fecha en la que se ha estimado que se amplía la alberca hasta el límite del patio. Imágenes extraídas (Tabales Rodríguez, 2005- foto 9 y foto10).

Fig.26. Detalle de la decoración que se desarrolla en el paramento. En la imagen se distinguen las incisiones a modo de cuchilladas así como los frutos (piñas).

Figura 27. Detalle de los recursos decorativos que se emplean en el Patio de las Doncellas. Se destaca la venera, la mano cerrada y el escudo de la banda.

Figura 28. Imagen general de la ventana occidental y la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V.

Figura 29. Imagen general de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V.

Figura 30. Distribución de talleres en las yaserías del Patio de las Doncellas aportado por (Pavón Maldonado, 1989, p.107).

Figura 31. Ejemplos de algunas de las formas de ataurique que se desarrollan en este periodo. Esquema aportado por (Fernández-Puertas, 1997,2000, p. 98-99).

Figura 32. Ejemplos de flora naturalista que se desarrolla en el arte mudéjar. Esquema aportado por (Pavón Maldonado, 1990, p. 179).

Figura 33. Esquema de la ley del lazo representada con colores tomando como base un modelo aportado por (Pavón Maldonado, 1989).

Figura 34. Distintos modelos del lazo de 8 aportados por (Fernández-Puertas, 2007, p.341-337).

Figura 35. Yeserías del Patio de las Doncellas del Alcázar de Sevilla donde puede observarse tanto el empleo de medallones lobulados con decoración heráldica en su interior (en este caso un castillo). A la izquierda cartela lobulada con decoración epigráfica en su interior.

Figura 36. Imagen de detalle de la epigrafía de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V. En la zona interior se utiliza el estilo cursivo, mientras que en el exterior se emplea el cúfico. Imagen extraída por (Fernández Aguilera, 2012, p. 124).

Figura 37. Hoja de la puerta de Media Naranja. Texto árabe cursivo en el plano exterior y latín gótico en el interior. Imagen extraída de (Fernández Aguilera, 2012, p. 124).

Figura 38. Imágenes de bailarinas del palacio de Qusayr´ Amra en Jordania.

Figura 39. Imagen general del Salón del Techo de Felipe II en el Real Alcázar en el cual pueden observarse los pavos reales anteriormente mencionados.

Figura 40. Detalle del arco de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V.

Figura 41. Estado actual de las albanegas y decoración que se observa debajo.

Figura 42. Esquema de la decoración que se desarrolla en el arco.

Figura 43. Detalle de la decoración de esta zona.

Figura 44. Figuras antropomórficas que rematan las celosías de esta portada.

Figura 45. Paños decorativos que se sitúan entre celosías. Placa superior vegetal, disco central y placa inferior geométrica – vegetal.

Figura 46. Esquema de la decoración que se desarrolla en los paños vegetales laterales.

Figura 47. Friso superior de arquillos y escudos.

Figura 48. Detalle del escudo de la banda engolada por dragantes del friso superior.

Figura 49. León representado en esta zona de la portada.

Figura 50. Emblema heráldico del castillo.

Figura 51. Traducción (De los Ríos, 1875, p.146).

Figura 52. Epigrafía latina, epigrafía islámica y cadeneta de acanto que las separa.

Figura 53. Diferentes cadenetas identificadas en la portada.

Figura 54. Comparación de Imágenes de archivo de decoraciones identificadas en la Alhambra en las que se reconstruye la policromía con decoraciones identificadas en el Real Alcázar de Sevilla.

Figura 55. Comparación del esquema decorativo. Izquierda. Modelo aportado por (Pavón Maldonado, 1988) Pintura mudéjar del Alcázar de los Reyes Cristianos. Córdoba. Derecha. Lado derecho de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V.

Figura 56. Ordenación estructural de las zonas laterales.

Figura 57. Sistema de ejecución de la taqa del intradós. Esquema extraído de (Fernández- Puertas, 1997, p.44-47).

Figura 58. Disposición de la taqa del intradós de la Puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V (izqda.) comparándolo con el esquema aportado por (Fernández-Puertas, 1997, p. 45). En la imagen puede observarse cómo varían las proporciones respecto al esquema original de la decoración islámica. (Dimensiones del intradós del Patio de las Doncellas 91x96 cm aprox.).

Figura 59. Taqa del intradós de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V. Señalización de los cartuchos epigráficos.

Figura 60. Florón. Intradós.

Figura 61. Ejecución del arco y documentación de los arquillos presentes en la ventana geminada del patio de las Doncellas.

Figura 62. Decoración en sebka presente en la ventana occidental.

Figura 63. Traducción aportada por (De los Ríos, 1875, p.146).

Figura 64. Modelos aportados por (Fernández-Puertas, 1997:389) que representan los identificados en el Salón de Comares, sala de la Barca, galerías del Patio de los Leones, fachada de Comares y la sala de los Reyes.

Figura 65. Panel cuadrado representado en esta zona.

Figura 66. Traducción de (De los Ríos, 1875, p.128) y levantamiento gráfico del remate superior.

Figura 67. Izquierda. Modelo aportado por (Fernández-Puertas, 1997). Derecha, Placa de octógonos de la puerta pequeña o de escape en la que se señala su trazado.

Figura 68. Disposición de las epigrafías y los elementos decorativos de la ventana occidental y la puerta pequeña o de escape. En líneas discontinuas se marcan las uniones entre placas detectadas en esta zona.

Figura 69. Traducción aportada por (De los Ríos, 1875, 146).

Figura 70. Disposición de las epigrafías y los elementos decorativos de la ventana occidental y la puerta pequeña o de escape. En líneas discontinuas se marcan las uniones entre placas detectadas en esta zona.

Figura 71. Izquierda. Sino de ocho puntas con venera interior. Derecha. Sino de ocho mutilado con epigrafía.

Figura 72. Izquierda. Detalle de un candilejo de seis vértices.

Figura 73. Derecha. Epigrafía larga con venera en medio, rodeada por candilejos de cinco vértices.

Figura 74. Cartuchos epigráficos correspondientes al friso superior. Análisis realizado.

Figura 75. Detalle del friso epigráfico inferior.

Figura 76. Traducción aportada por (De los Ríos, 1875, p.134).

Figura 77. Epigrafía del Torreón de Comares (Cabañero Subiza & Lasa Gracia, 2004, p.358).

Figura 78. Epigrafía del muro sur/este del Patio de las Doncellas.

Figura 79. Traducción aportada por (De los Ríos, 1875, p.136).

Figura 80. Izquierda. Detalle de uno de los medallones del patio. Derecha. Detalle de un diseño aportado por (Fernández-Puertas, 1972, p.39).

Figura 81. Traducción aportada por (De los Ríos, 1875, p.136).

Figura 82. Fachada de Comares en el Palacio de la Alhambra. Puede observarse la riqueza de la decoración que ocupa prácticamente todo el espacio.

Figura 83. Decoración de Santa María la Blanca de Toledo.

Figura 84. Decoración actual del Salón de Embajadores. Real Alcázar de Sevilla.

Figura 85. Decoración parietal de la Villa di Libia conservada en el museo Nazionale Romano. Palazzo Massimo. Roma.

Figura 86. Detalle de los relieves de la zona alta del muro.

Figura 87. Detalle de decoración en relieve realizada en el Techo conservado en el Museo Nazionale Romano. Palazzo Massimo Roma.

Figura 88. Detalle de restos de policromía en el fragmento de cornisa n.029 procedente del conjunto arqueológico de Castulo empleado para este estudio.

Figura 89. Imagen reconstruida de las herramientas empleadas para la ejecución de la decoración. Imagen extraída de (Patronato de la Alhambra, 2015, p.44).

Figura 90. Artesano tallando un texto. Imagen extraída de (Rubio Domene, 2010, p.118).

Figura 91. Imagen virtual de una placa de yeso vista de perfil en la que se observan los clavos colocados para favorecer su adhesión al muro, la capa de preparación o base para la aplicación de la policromía y la policromía efectuada. Extraída de (Rubio Domene, 2010, p.217).

Figura 92. Paleta utilizada en las yeserías de tradición hispanomusulmana.

Figura 93. Verdigrís aplicado al temple sobre las yeserías del Cuarto Real de Santo Domingo de Granada.

Figura 94. Sello de la Academia. Tinta negra, temple rojo azul y pan de oro. Dibujo de referencia para la composición inferior de la estampa XIX, parte 2º, de Antigüedades árabes de España, grabada por José González. Museo de la Academia, MA/483.

Figura 95. Distintas tonalidades de azul, correspondientes a diferentes intervenciones que se observan en el intradós de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V.

Figura 96. Decoración en rojo y negro en las yeserías de los mocárabes del oratorio de la Madraza.

Figura 97. Sello de la Academia. Tinta negra, temple rojo azul y pan de oro. Dibujo de referencia para la composición inferior de la estampa XIX, parte 2º, de Antigüedades árabes de España, grabada por Juan Moreno Sánchez. Museo de la Academia, MA/481.

Figura 98. Detalle de la decoración de oro que se conserva en las ménsulas del arco de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V.

Figura 99. Imagen de microscopio estereoscópico y microscopía óptica tomada de un castillo del friso superior de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V, realizada sobre una base de amarillo de cromo y plomo, correspondiente por lo tanto a una intervención del s. XIX o posterior.

Figura 100. . Microscopía óptica de una de las muestras de las yeserías del patio de las Doncellas. En la parte inferior de la muestra se detectan granos de malaquita, probablemente correspondientes a la policromía original. En los estratos superiores se identifica verde esmeralda (pigmento industrial) y una capa de dorado realizada sobre una base de amarillo de cromo y plomo.

Figura 101. Imagen de Microscopía estereoscópico, concretamente de las celosías de las palmas azules del friso superior de arquillos y escudos de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V. Obsérvese la capa interior señalada que se corresponde con un amplio estrato de encalado, con un aspecto muy homogéneo. A la derecha el espectro correspondiente.

Figura 102. Imagen de microscopía electrónica de barrido de la zona interna de las celosías en la que se aprecian cuatro estratos (yeso-enjalbegado-capas de base oro-lámina metálica). De esta muestra es significativo

los granos de celestina (sulfato de estroncio) que aparecen en el yeso de base y que se caracterizan por ser muy brillantes. A la derecha el espectro correspondiente que indica su presencia.

Figura 103. Imagen de microscopía óptica de posibles restos de desmoldeante en una de las muestras estudiadas.

Figura 104. Imagen de microscopía óptica (izquierda) y microscopía electrónica (derecha). Detalle de la muestra de la zona interna de la sebka decorativa de la ventana occidental en la que se identifica una capa de enjalbegado sobre la que se aplica el pigmento azul ultramar artificial. En esta ocasión la capa es bastante rica en cal lo que determina su blancura en la imagen de microscopía óptica, identificándose además en el microanálisis de (EDX) otros elementos en forma minoritaria (Si, S, P).

Figura 105. Imagen general de microscopía óptica de una muestra correspondiente al borde exterior de un sino del friso superior. En esta muestra se identifica una gruesa capa de enjalbegado en la base rica en óxidos de hierro lo que confiere un tono ligeramente rojizo a la capa.

Figura 106. Izquierda. Imagen de microscopía óptica representativa de la estratigrafía que se identifican en los castillos de la zona superior de la portada, se señala la capa de nivelación o base de blanco de plomo acompañada por rojos de óxidos de hierro y de plomo, sobre la que se aplican las capas correspondientes para fijar el oro. En la imagen derecha se señala una capa de nivelación o base de blanco de plomo y óxidos de hierro rojos para la aplicación de una policromía azul que corresponde a la zona del intradós del arco.

Figura 107. Esquema identificativo de la sucesión de estratos que se identifica.

Figura 108. Imagen de microscopía óptica en la que se distingue con claridad el estrato de encalado, que se caracteriza en este caso por ser una capa bastante delgada. Esta muestra pertenece a la zona de las celosías de la portada, en concreto a la celosía izquierda. A la derecha, imagen de microscopía óptica en la que se observa una capa de cal de considerable grosor que pertenece a la zona interna de las albanegas del arco.

Figura 109. En la imagen de la derecha de microscopía óptica obsérvese la identificación de cristales de azurita natural de diferentes tonalidades. En la imagen de la izquierda, de microscopía electrónica de barrido de la misma muestra se comprueba los cristales de azurita natural que se identifican en todo el estrato con formas y tamaños muy diferentes entre sí.

Figura 110. Imagen de microscopía electrónica de barrido con cristales de considerable tamaño bien definidos en la imagen superior. La muestra pertenece a la zona del intradós del arco donde se han conservado un mayor número de estratos naturales al ser una zona más resguardada y por lo tanto, también menos intervenida. En la imagen inferior se aporta el espectro correspondiente al microanálisis realizado a uno de los cristales.

Figura 111. Izquierda. Fotografía de microscopio estereoscópico realizada a una de las muestras extraídas de las yaserías halladas en el camaranchón. Derecha. Fotografía de microscopio estereoscópico de una de las muestras tomada de la puerta pequeña o de escape del muro sur/este del patio de las Doncellas. En esta segunda imagen puede observarse la degradación del característico color azul de este pigmento hacia tonos verdosos.

Figura 112. Izquierda imagen de detalle de microscopía electrónica en la que se han señalado con color azul los cristales de azurita natural. En la imagen de la derecha se observa una muestra tomada del intradós de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V, en la que se observa como el estrato inferior está formado por azurita natural en la que se distinguen los cristales (A), mientras que el superior está conformado por una mezcla de azul ultramar artificial y azurita artificial (B).

Figura 113. Derecha, imagen de microscopía óptica del estrato con pigmento azul ultramar artificial correspondiente a la zona interior de las palmas del lado derecho de la portada de acceso al Salón del Techo de Carlos V. Izquierda, microscopía óptica, identificación del mismo pigmento en la decoración vegetal de las placas entre celosías.

Figura 114. Imagen de microscopía óptica de la capa de base de la zona correspondiente al castillo del friso superior de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V. Señalización de un grano del pigmento rojo de plomo. Derecha. Espectro correspondiente al microanálisis realizado al grano de pigmento señalado.

Figura 115. Imagen de microscopía óptica de la muestra correspondiente al fondo de palmas de la epigraffa islámica que rodea la portada, donde se identifican sucesivos estratos de rojo de plomo. A la derecha, detalle del estrato.

Figura 116. Imagen de microscopía óptica a diferentes aumentos de una de las muestras estudiadas, correspondiente al interior de un medallón decorativo de la zona derecha de la portada. Obsérvese la tonalidad del pigmento.

Figura 117. Imagen de microscopía electrónica de barrido de la capa constituida por cinabrio de la muestra expuesta en la ilustración anterior. A la derecha se aportan los resultados obtenidos de la medición realizada en una selección de 50 cristales de la capa pictórica roja.

Figura 118. Izquierda. Imagen de la capa pictórica conformada por cinabrio identificada en las yeserías del camaranchón. Derecha. Imagen de una capa pictórica conformada por cinabrio en las yeserías de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V.

Figura 119. En la imagen superior obsérvese la fotografía de microscopía óptica de una de las muestras tomadas constituidas por la mezcla de pigmentos rojo de plomo y cinabrio (bermellón). En la imagen inferior se aportan los resultados obtenidos de los microanálisis puntuales realizados a cada uno de los granos.

Figura 120. Izquierda. Imagen de microscopía óptica con luz reflejada de la muestra correspondiente al retrato del rey Don Pedro en la portada de acceso al Salón del Techo de Carlos V. Detalle de la capa de base para la aplicación de oro en la que se distinguen granos amarillo de plomo. Derecha, imagen de microscopía óptica con de la muestra correspondiente al angrelado externo del arco. Detalle de la misma capa con una tonalidad ligeramente más clara que la de la muestra anterior. Señalización de cristales de amarillo de plomo.

Figura 121. Imagen de microscopía óptica de la muestra correspondiente a la zona externa de la celosía izquierda. Señalización de la capa de base para la aplicación de oro constituida por amarillo de plomo y amarillo de cromo en la que se distingue la tonalidad amarillo verdosa característica del pigmento amarillo de cromo. A la derecha detalle del mismo estrato.

Figura 122. Imagen de microscopía óptica con luz reflejada de la muestra PD-Y-130 en la que se observa la utilización del pigmento malaquita natural en el estrato inferior de la muestra que es sustituido por el pigmento verde esmeralda en el estrato superpuesto (izquierda.). Imagen de microscopía electrónica de barrido de la misma muestra (derecha).

Figura 123. Resultados del análisis de una de las muestras correspondiente a la zona interna de las celosías. En la imagen superior izquierda se aporta una imagen de detalle de microscopía óptica de los cristales del pigmento malaquita natural de la muestra preparada en lámina delgada. Arriba a la derecha, se observa la Imagen de microscopio estereoscópico de los cristales del mismo pigmento.

En las imágenes inferiores, se aportan fotografías obtenidas con el microscopio electrónico de barrido directamente de la muestra sin preparar. Puede observarse en las mismas el considerable tamaño de los cristales, así como la morfología característica que presentan.

Figura 124. Imágenes de microscopía óptica de una capa pictórica realizada con el pigmento verde esmeralda en el que se observan las características formas esferulíticas que presenta este pigmento así como las diferentes tonalidades (Imágenes superiores). Abajo, imagen izquierda, fotografía obtenida mediante microscopía electrónica de barrido de la misma muestra sin preparar, donde se observan las formas esféricas del pigmento. A la derecha espectro resultante del microanálisis realizado.

Figura 125. Imagen de microscopía óptica de la muestra que corresponde al fondo de las cartelas lobuladas del friso inferior en la que se observa un estrato de color negro en la parte superficial de la muestra, constituido entre otros por amarillo de cromo, rojo de plomo, óxidos de hierro, barita o azul ultramar artificial (Imagen izquierda). En la imagen de la derecha, fotografía de microscopía óptica con luz reflejada de una muestra correspondiente al borde externo de un sino en el friso superior, en la que se observa un estrato de color negro sobre una capa pictórica de color rojo obtenida por la mezcla de óxidos de hierro, pigmentos de plomo, azurita natural y negro de hueso.

Figura 126. Imagen de microscopio estereoscópico de la presencia de oro en una de las muestras tomadas. Derecha. Imagen de microscopía óptica de la muestra correspondiente al florón del intradós del arco. En ambas se observa la impregnación de resinas y aceites.

Figura 127. Imagen de microscopía electrónica de barrido de la muestra PD-Y-60 en la que se observan una gran cantidad de partículas de gran brillo en todo el estrato inferior en las que se identifica oro (izqda. superior.). Detalle de las partículas de intenso brillo que se detectan (dcha. superior). Señalización de un microanálisis realizado (abajo izqda. inferior). Resultado del microanálisis (abajo dcha. inferior).

Figura 128. Detalle de las láminas de oro identificadas en una selección de muestras del paramento. Imagen de microscopía óptica de la muestra PD-Y-26 (superior izqda.). Imagen de microscopía óptica de la muestra PD-Y-29 (superior dcha.). Imagen de microscopía óptica de la muestra PD-Y-49 (inferior izqda.). Imagen de microscopía óptica de la muestra PD-Y-60 (inferior dcha.).

Figura 129. Identificación de cola animal en los sucesivos estratos de una misma muestra, pues se identifica tanto en el pigmento malaquita de la capa pictórica original, como en el sucesivo realizado con azul ultramar artificial.

Figura 130. Identificación de cola animal en el estrato conformado por el pigmento azul ultramar artificial lo que confirma el empleo de temples proteicos en los repolicromados posteriores a la obra original.

Figura 131. Identificación de aglutinantes en la muestra PDY15 localizada en la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V. En la imagen puede observarse como la impregnación del aceite de linaza y resinas diterpénicas que corresponde al dorado de la capa más superficial llega prácticamente a los estratos originales.

Figura 132. Comparación del módulo decorativo procedente de la estancia del Salón del Techo de Carlos V (izquierda superior e inferior) con el de la puerta pequeña o de escape (derecha superior e inferior). Puede comprobarse que ambos módulos son idénticos y que estos se repiten en un número considerable de estancias del palacio.

Figura 133. A la derecha, calco sobre una de las cartelas epigráficas que se localizan en la puerta pequeña o de escape. A la izquierda, transposición del mismo calco en la ventana occidental donde se comprueba que han sido sacados de la misma placa, ya que coinciden a la perfección todos los elementos decorativos del mismo.

Figura 134. Hipótesis de la técnica de ejecución de la ventana occidental y la puerta pequeña.

Figura 135. Imágenes de archivo de la epigrafía conservada en la ventana occidental, en la puerta pequeña o de escape, así como en otras zonas del palacio. Comparación de las epigrafías.

Figura 136. Imágenes del estado de la epigrafía hallada en los camaranchones antes y después de la limpieza. Como puede comprobarse en las fotografías aportadas, se conservan abundantes restos de color original.

Figura 137. Comparación del emblema del castillo en el friso de yeso del Salón del Techo de Carlos V (izquierda.). Detalle del mismo emblema en el friso del muro sur-este del Patio de las Doncellas (derecha).

Figura 138. Sinos de ocho mutilados del friso superior. En el sino de la izquierda puede comprobarse como en el interior, la epigrafía se ha colocado invertida. De la misma manera puede apreciarse que las palmas que rellenan el fondo están realizadas con un menor detalle. La imagen inferior se ha girado para que se pueda comprobar que, efectivamente se ha colocado al revés en el paramento.

Figura 139. Imagen del embozado de la decoración localizada en el friso superior en un sino de ocho mutilado, y detalle de la delicadeza del relieve original en la capa de limpieza mecánica realizada.

Figura 140. Abajo. Imagen de detalle del repolicromado de las palmas interiores de los candilejos. Localización de un clavo en esta zona.

Figura 141. Detalle de la epigrafía corrida situada en la parte inferior del friso. Cata de limpieza realizada e identificación de un clavo en esa zona.

Figura 142. Albanega izquierda de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V. Obsérvese la presencia de una decoración inferior muy dañada debajo de la decoración de sebka superpuesta. Derecha. Detalle de la misma albanega.

Figura 143. Restos de dibujo preparatorio inciso del trazado original.

Figura 144. Superior. Microscopía óptica de la muestra PDY16 en la que se identifican un considerable número de estratos (verde malaquita- enjalbegado-encalado-encalado-verde esmeralda-base de amarillo de cromo y plomo- oro). Obsérvese con detalle la zona superior, correspondiente a la última intervención, en el que, al pigmento verde esmeralda le sucede un estrato de oro. A la derecha, imagen de detalle del mismo estrato. Inferior. A la izquierda, Reconstrucción del proceso de repolicromado de la celosía. En la 1º fase se pintan en verde todas sus caras. En la 2º fase se doran las zonas externas. Policromía s. XIX.

Figura 145. Izquierda, imagen actual de uno de los castillos situados en la zona superior de la portada. A la derecha dos imágenes de microscopía óptica que corresponden a dos muestras tomadas de castillos diferentes. Como se puede comprobar, en ambas se observa la misma sucesión de estratos. Hay que destacar que en la zona inferior y probablemente original, se distingue una capa pictórica de rojo de plomo y cinabrio/bermellón, por lo que cabe la posibilidad de que estos castillos hubieran estado pintados de rojo en la policromía original.

Fig. 146. Niveles de intervención determinados en la policromía de las yeserías del Patio de las Doncellas.

Figura 147. Detalle de las zonas donde se aprecia la presencia de humedad en diferentes zonas del paramento norte.

Figura 148. Normales climatológicas de las precipitaciones en Sevilla en el periodo 1971-2000. Imagen extraída de (AEMET, 2011, p.61).

Figura 149. Imágenes de detalle de diferentes grietas/fisuras detectadas en el paramento. Izquierda superior. Bandas epigráficas. Derecha superior. Borde celosías. Inferior. Zona del friso superior, cartela epigráfica.

Figura 150. Grietas coincidentes con la línea de unión entre placas en la puerta pequeña (superior) y ventana (inferior).

Figura 151. Detalle zona inferior de las celosías en los que se localizan dos clavos de pequeñas dimensiones.

Figura 152. Detalle. Remate de la puerta pequeña o escape en la que se detecta un clavo de grandes dimensiones, probablemente como refuerzo de adhesión de la placa.

Figura 153. Zona de la celosía izquierda desprendida.

Figura 154. Detalle del dibujo pintado hallado en la banda lisa que separa el friso superior de yeserías del friso de madera.

Figura 155. Reconstrucción del remate superior de la ventana occidental con un esquema de la policromía aparente. En el gráfico se sitúan las marcas de incisiones superficiales que presenta esta zona de la decoración como puede comprobarse en las fotografías aportadas.

Figura 156. Detalle de la acumulación de suciedad y restos de anidación en la parte inferior de las celosías.

Figura 157. Detalle de una telaraña localizada en el friso superior.

Figura 158. Detalle de faltas en el paramento.

Figura 159. Izquierda. Imagen de la sustitución del sistema de giro. Imagen extraída (Fernández Aguilera, 2012, p. 145). Derecha. Imagen actual de la decoración de yesería de esa zona.

Figura 160. Izquierda. Detalle de reposiciones realizadas en una de las epigrafías. Restos de cemento y resinas. Derecha. Detalle de una restauración realizada en las cartelas vegetales de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V. En la misma puede comprobarse que ni la reintegración pictórica ni matérica se adecúa a los criterios actuales de restauración.

Figura 161. Restos de policromía de diferentes intervenciones conservados en las celosías.

Figura 162. Restos de policromía de diferentes intervenciones en el fondo de las epigrafías de la puerta pequeña o de escape.

Figura 163. Restos de policromía debajo de la aparente suciedad superficial.

Figura 164. Detalle del embotamiento del relieve en la misma zona.

Figura 165. Esquema gráfico de la primera tanda de realización de probetas. Materiales históricos.

Figura 166. Esquema gráfico de la segunda tanda de realización de probetas. Materiales históricos.

Figura 167. Esquema gráfico de la primera tanda de realización de probetas. Materiales modernos.

Figura 168. Esquema gráfico de la segunda tanda. Materiales modernos.

Figura 169. Imagen general del soporte cerámico utilizado como base para las probetas empleadas en el ensayo.

Figura 170. Imagen general de las probetas identificativas de los materiales modernos una vez policromadas.

Figura 171. Toma de muestra.

Figura 172. Izquierda. Restos de color rojo y amarillo detectados en uno de los fragmentos tratados. Derecha. Detalle de la decoración en relieve.

Figura 173. Detalle de la decoración en una visión 3d de la pieza. N. 032.

Figura 174. Imágenes de detalle del estado de conservación que presentaban los fragmentos de cornisa empleados para el ensayo en el momento de su recepción en el laboratorio.

Figura 175. Documentación fotográfica de los fragmentos de cornisa tras su intervención de limpieza.

Figura 176. Izquierda. Muestras tomadas de los fragmentos de cornisa para su análisis. Derecha. Colocación de las muestras tomadas en el soporte para ser metalizadas con carbón en el Centro de Instrumentación Científica de la Universidad de Granada.

Figura 177. Izquierda. Imagen de archivo. Hipótesis de la decoración en sebka de las yeserías del Alcázar de Guadalajara. Aportada por (Pradillo y Esteban, 2000, p.137). Derecha. Detalle de dos de los fragmentos estudiados.

Figura 178. Documentación general de los fragmentos de yesería.

Figura 179. Detalle de las muestras tratadas para su análisis.

Figura 180. Gráficas comparativas entre el sensor interior (de color morado y verde) y el sensor exterior (rojo y verde oscuro). Datos obtenidos en los meses de mayo, junio, julio y agosto de 2015.

Figura 181. MDCM (en unidades CIELAB) representativa de los materiales históricos antes del ciclo de envejecimiento.

Figura 182. Valores de $\Delta L'$ obtenidos en las series representativas de los materiales históricos tratados con resina acrílica antes del ciclo de envejecimiento.

Figura 183. Valores de $\Delta L'$ registrados en las series representativas de los materiales históricos, tratados respectivamente con butiral de polivinilo y silicato de etilo antes del ciclo de envejecimiento.

Figura 184. Valores de $\Delta L'$ registrados en las series representativas de los materiales históricos, tratados respectivamente con hidróxido de bario y carbonatogénesis bacteriana antes del ciclo de envejecimiento.

Figura 185. Valores de ΔE_{00} registrados en las series representativas de los materiales históricos antes del ciclo de envejecimiento.

Figura 186. MDCM (en unidades CIELAB) representativa de los materiales modernos antes del ciclo de envejecimiento.

Figura 187. Valores de $\Delta L'$ registrados en las series representativas de los materiales modernos, tratados respectivamente con hidróxido de bario y carbonatogénesis bacteriana antes del ciclo de envejecimiento.

Figura 188. Valores de $\Delta L'$, $\Delta C'$ y $\Delta H'$ de cada uno de los acabados estudiados en los materiales modernos antes del ciclo de envejecimiento. En este gráfico se observan en qué valores se producen los mayores cambios en cada una de las series tratadas

Figura 189. Valores de ΔE_{00} registrados en las series representativas de los materiales modernos antes del ciclo de envejecimiento.

Figura 190. Representación gráfica de los valores de L^* y C^*_{ab} de cada una de la serie de probetas analizadas del pigmento azurita.

Figura 191. Representación gráfica de los valores de L^* , C^*_{ab} del conjunto de probetas aglutinadas con cola animal, goma arábica y aceite de linaza con el pigmento azurita. En rojo se señala dos muestras de la serie aglutinada con aceite que es en la que más cambios se observan. Con un círculo se señala la probeta patrón y con una flecha la tratada con resina acrílica.

Figura 192. Representación gráfica de los valores de L^* , y h_{ab} del conjunto de probetas de yeso aglutinadas con cola animal, goma arábica y aceite de linaza con el pigmento azurita.

Figura 193. Valores de L^* registrados en las muestras representativas de los materiales históricos, tratadas con hidróxido de bario, antes y después del ciclo de envejecimiento en las que se evidencia un descenso respecto al patrón.

Figura 194. Valores de L^* registrados en las muestras representativas de los materiales históricos, tratadas con carbonatogénesis bacteriana, antes y después del ciclo de envejecimiento en las que se evidencia un descenso respecto al patrón.

Figura 195. Valores de ΔE_{00} de la serie del pigmento azurita aglutinada con goma arábica. En los resultados obtenidos se observa como en este caso el tratamiento con carbonatogénesis bacteriana es el que más afecta, seguido del hidróxido de bario. El valor inferior por otra parte se registra en la muestra tratada con resina acrílica.

Figura 196. Valores ΔE_{00} de la serie del pigmento ocre aglutinado con cola animal. En los resultados obtenidos se observa como en este caso el tratamiento que más afecta es el hidróxido de bario y los que menos la resina acrílica y carbonatogénesis bacteriana.

Figura 197. Valores comparativos de ΔE_{00} de las muestras representativas de los materiales históricos tratados con butiral de polivinilo y resina acrílica después del ciclo de envejecimiento.

Figura 198. Valores de ΔL^* obtenidos en las muestras representativas de los materiales modernos tratadas con resina acrílica, silicato de etilo y carbonatogénesis bacteriana, después del envejecimiento.

Figura 199. Probetas policromadas con blanco de plomo y aceite. Izquierda. Imagen antes del envejecimiento. Dcha. Imagen tras el ciclo de envejecimiento. Se puede observar el blanqueamiento que sufren las muestras de blanco de plomo expuestas en el exterior.

Figura 200. Valores de ΔH^* , ΔL^* , ΔC^* de la serie de amarillo de plomo aglutinada con aceite después del ciclo de envejecimiento. En el gráfico obtenido pueden comprobarse los mayores cambios que se producen en la muestra exterior sin tratar. De la misma manera en el gráfico se comprueba que las mayores diferencias se producen en la L^* .

Figura 201. Detalle del acabado cromático de amarillo de plomo antes y después del ciclo de envejecimiento en las muestras sin tratar, en las cuales se observa el oscurecimiento evidente que sufre el patrón sin tratar exterior.

Figura 202. Imagen de los daños detectados en los acabados polícromos del pigmento ocre natural en la serie 2.

Figura 203. Probeta de la serie 9 tratada con resina acrílica que evidencia descamación en la superficie ya detectados en el mismo momento de la aplicación del tratamiento.

Figura 204. En el gráfico puede comprobarse como la probeta tratada con hidróxido de bario evidencia un mayor índice de absorción que la probeta interior sin tratar.

Figura 205. En el gráfico puede comprobarse que en el caso de los acabados aglutinados con goma arábica, tanto el tratamiento con hidróxido de bario como en el de carbonatogénesis bacteriana, evidencia un mayor índice de absorción que la probeta interior sin tratar.

Figura 206. Gráfica comparativa del valor de absorción obtenido en los acabados cromáticos aglutinados con cola animal y goma arábiga, sin tratar y tratados con butiral de polivinilo, resina acrílica y silicato de etilo respectivamente. Se señala el índice de absorción mínimo obtenido en las probetas identificativas de los materiales históricos.

Figura 207. Gráfica comparativa de las probetas sin tratar.

Figura 208. Imagen comparativa de la resistencia a la adhesión en dos series de probetas en las que se comprueba que el tratamiento con hidróxido de bario muestra menor resistencia a la adhesión que las probetas no tratadas expuestas al exterior.

Figura 209. Comportamiento del oro en las muestras tratadas de los materiales históricos. En la probeta 8.1 y 8.2, puede comprobarse como en la muestra de envejecimiento exterior no se produce oxidación de la capa metálica.

Figura 210. Comparativa del pigmento azurita aglutinado con cola animal, goma arábiga y aceite en los acabados cromáticos sin tratar expuestos al exterior tras el ciclo de envejecimiento.

Figura 211. Resultados obtenidos en los acabados cromáticos realizados con el pigmento cinabrio natural y aglutinados con goma arábiga y cola animal, tratados con butiral de polivinilo, resina acrílica y silicato de etilo.

Figura 212. Resultados obtenidos en los acabados cromáticos realizados con los pigmentos; rojo de plomo y cinabrio natural y aglutinados con goma arábiga y cola animal, tratados con butiral de polivinilo, resina acrílica y silicato de etilo.

Figura 213. Documentación gráfica de la serie realizada con cola animal y el pigmento ocre en la que se puede ver como las probetas tratadas con hidróxido de bario y carbonatogénesis bacteriana muestran una menor resistencia a la solubilidad que las tratadas con butiral de polivinilo, resina acrílica o silicato de etilo.

Figura 214. Comparación de la prueba de solubilidad realizada a dos acabados cromáticos realizados con cola animal, conservadas en el laboratorio y expuestas al exterior durante el ciclo de envejecimiento.

Figura 215. Serie de acabados cromáticos realizada con el pigmento azul ultramar artificial aglutinada con aceite en el que se demuestra la efectividad de los tratamientos aplicados.

Figura 216. Comparación de la prueba de solubilidad de los acabados cromáticos sin tratar de los pigmentos azul ultramar artificial y azul de Prusia aglutinados con aceite en los que se observa cómo ha afectado el ciclo de envejecimiento a las probetas expuestas en el exterior.

Figura 217. Diferencia entre las texturas del mortero de cornisa y yesería.

Figura 218. Parte trasera del fragmento de cornisa.

Figura 219. Profundidad del relieve en uno de los fragmentos de yesería.

Figura 220. Superficie de las muestras tratadas con butiral de polivinilo en la que no se observa creación de película superficial, puesto que se conserva la textura original.

Figura 221. Izquierda. Imagen de la resina acrílica en el análisis del perfil del fragmento de cornisa. Derecha. Imagen de la resina acrílica en el análisis de la superficie del fragmento de yesería.

Figura 222. Mapa de distribución de elementos de las muestras tratadas con resina acrílica. Izquierda-cornisa Derecha- estuco. La figura de la izquierda permite comprobar la escasa penetración del producto aplicado.

Figura 223. Detalle de la superficie tratada con silicato de etilo. Izquierda-Cornisa. Derecha- Yesería.

Figura 224. Gráfico. Line profile del fragmento de cornisa y yeso tratados con silicato de etilo. En el caso de la yesería se observa que el aumento de porcentaje en torno a las 200 μ se debe a la presencia de árido en la matriz del mortero.

Figura 225. Detalle de la superficie de cornisa.

Figura 226. Mapa de distribución de elementos de la superficie tratada con carbonatogénesis bacteriana en el fragmento de yesería.

PLANOS.

Plano 1. Planimetría del Muro Sur/Este. Patio de las Doncellas. Zona estudiada.

Plano 2. Planimetría del Muro Sur/Este acotada. Patio de las Doncellas. Zona estudiada.

Plano 3. Levantamiento gráfico del paramento.

Plano 4. Levantamiento gráfico del paramento estudiado. Paño de yeso. Muro Sur/Este. Patio de las Doncellas. Señalización de calcos realizados in situ.

Plano 5. Levantamiento gráfico del paramento estudiado. Paño de yeso. Muro Sur/Este. Patio de las Doncellas. Disposición de los elementos arquitectónicos.

Plano 6. Ordenación estructural de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V.

Plano 7: Ordenación estructural del intradós de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V.

Plano 8: Ordenación estructural de la ventana occidental.

Plano 9. Ordenación estructural de la puerta pequeña o de escape.

Plano 10: Ordenación estructural del friso superior.

Plano 11. Disposición de las epigrafías del friso superior

Plano 12. Ordenación estructural del friso inferior.

Plano 13. Señalización de muestras recogidas para el estudio de la policromía.

Plano 14. Señalización de muestras tomadas para la difracción de rayos X.

Plano 15: Correlaciones estratigráficas.

Plano 16. Mapeo de alteraciones.

TABLAS.

TOMO 1. TESIS DOCTORAL.

TABLA I. Intervenciones documentadas en las yeserías mudéjares del patio de las Doncellas.

TABLA II. Materiales utilizados en la policromía de las yeserías de tradición hispanomusulmana.

TABLA III. Tabla resumen de las características de las distintas formas del sulfato de calcio.

TABLA IV. Leyenda de las correlaciones estratigráficas.

TABLA V. Niveles de intervención documentados.

TABLA VI. Superficie de yeso del revestimiento estudiado del Patio de las Doncellas.

TABLA VII. Relación de productos consolidantes empleados para el ensayo en probetas identificativas.

TABLA VIII. Relación de los materiales empleados en los acabados cromáticos seleccionados para el ensayo.

TABLA IX. Relación de probetas identificativas de los materiales históricos.

TABLA X. Relación de probetas identificativas de los materiales modernos.

TABLA XI. Método de aplicación de los consolidantes seleccionados para probetas. Especificaciones.

TABLA XII. Relación de productos empleados para el ensayo en fragmentos originales.

TABLA XIII. Relación de fragmentos originales de cornisa romana empleados para el ensayo.

TABLA XIV. Método de aplicación de los consolidantes seleccionados para fragmentos de cornisa romana. Especificaciones.

TABLA XV. Relación de fragmentos originales de yesería mudéjar empleados para el ensayo.

TABLA XVI. Método de aplicación de los consolidantes seleccionados para fragmentos de yesería mudéjar. Especificaciones.

TABLA XVII. Nomenclatura empleada en los gráficos de resultados.

TOMO 2. ANEXOS.

TABLA 0. Relación de la nomenclatura empleada en las tablas de resultados aportadas en el Anexo 4.2.2. Resultados de las mediciones colorimétricas.

TABLA 1: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Azurita-Cola animal, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación (antes del ciclo de envejecimiento).

TABLA 2: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Azurita-Goma arábica, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación (antes del ciclo de envejecimiento).

TABLA 3: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Cinabrio-Cola animal, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación (antes del ciclo de envejecimiento).

TABLA 4: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Cinabrio-Goma arábica, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación (antes del ciclo de envejecimiento).

TABLA 5: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Malaquita-Cola animal, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación (antes del ciclo de envejecimiento).

TABLA 6: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Malaquita-Goma arábica, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación (antes del ciclo de envejecimiento).

TABLA 7: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Ocre-Cola animal, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación (antes del ciclo de envejecimiento).

TABLA 8: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Ocre-Goma arábica, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación (antes del ciclo de envejecimiento).

TABLA 9: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Cinabrio- Rojo de Plomo-Cola animal, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación (antes del ciclo de envejecimiento).

TABLA 10: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Cinabrio- Rojo de Plomo-Goma arábica, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación (antes del ciclo de envejecimiento).

TABLA 11: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Azurita-Aceite, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación (antes del ciclo de envejecimiento).

TABLA 12: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Azul Ultramar artificial-Aceite, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación (antes del ciclo de envejecimiento).

TABLA 13: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Blanco de plomo-Aceite, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación (antes del ciclo de envejecimiento).

TABLA 14: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Blanco de plomo y azul ultramar- Aceite, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación (antes del ciclo de envejecimiento).

TABLA 15: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Amarillo de plomo- Aceite, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación (antes del ciclo de envejecimiento).

TABLA 16: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Amarillo de plomo- Aceite, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación (antes del ciclo de envejecimiento).

TABLA 17: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Azul de Prusia- Aceite, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación (antes del ciclo de envejecimiento).

TABLA 18: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Azul ultramar artificial, Azul de Prusia y Blanco de titanio- Aceite, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación (antes del ciclo de envejecimiento).

TABLA 19: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Azurita-Cola animal, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación con resina acrílica, silicato de etilo y carbonatogénesis bacteriana (antes del ciclo de envejecimiento).

TABLA 20: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Azurita-Goma arábica, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación con resina acrílica, silicato de etilo y carbonatogénesis bacteriana (antes del ciclo de envejecimiento).

TABLA 21: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Azurita-Aceite, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación con resina acrílica, silicato de etilo y carbonatogénesis bacteriana (antes del ciclo de envejecimiento).

TABLA 22: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Azurita- Cola animal, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación (antes y después del ciclo de envejecimiento).

TABLA 23: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Azurita- Goma arábica, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación (antes y después del ciclo de envejecimiento).

TABLA 24: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Cinabrio- Cola animal, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación (antes y después del ciclo de envejecimiento).

TABLA 25: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Cinabrio- Goma arábica, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación (antes y después del ciclo de envejecimiento).

TABLA 26: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Malaquita- Cola animal, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación (antes y después del ciclo de envejecimiento).

TABLA 27: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Malaquita- Goma arábica, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación (antes y después del ciclo de envejecimiento).

TABLA 28: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Ocre- Cola animal, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación (antes y después del ciclo de envejecimiento).

TABLA 29: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Ocre- Goma arábica, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación (antes y después del ciclo de envejecimiento).

TABLA 30: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Cinabrio y rojo de plomo- Cola animal, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación (antes y después del ciclo de envejecimiento).

TABLA 31: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Cinabrio y rojo de plomo- Goma arábica, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación (antes y después del ciclo de envejecimiento).

TABLA 32: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Azurita- Aceite, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación (antes y después del ciclo de envejecimiento).

TABLA 33: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Azul Ultramar- Aceite, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación (antes y después del ciclo de envejecimiento).

TABLA 34: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Blanco de plomo- Aceite, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación (antes y después del ciclo de envejecimiento).

TABLA 35: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Blanco de plomo y Azul Ultramar- Aceite, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación (antes y después del ciclo de envejecimiento).

TABLA 36: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Amarillo de plomo- Aceite, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación (antes y después del ciclo de envejecimiento).

TABLA 37: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Amarillo de cromo- Aceite, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación (antes y después del ciclo de envejecimiento).

TABLA 38: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Azul de Prusia- Aceite, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación (antes y después del ciclo de envejecimiento).

TABLA 39: Valores CIELAB, MCDM y de diferencia de color, correspondientes a las muestras de ensayo de Azul Ultramar Artificial, Azul de Prusia y Blanco de Titanio- Aceite, comparadas con la muestra patrón, tras la aplicación de los tratamientos de consolidación (antes y después del ciclo de envejecimiento).

