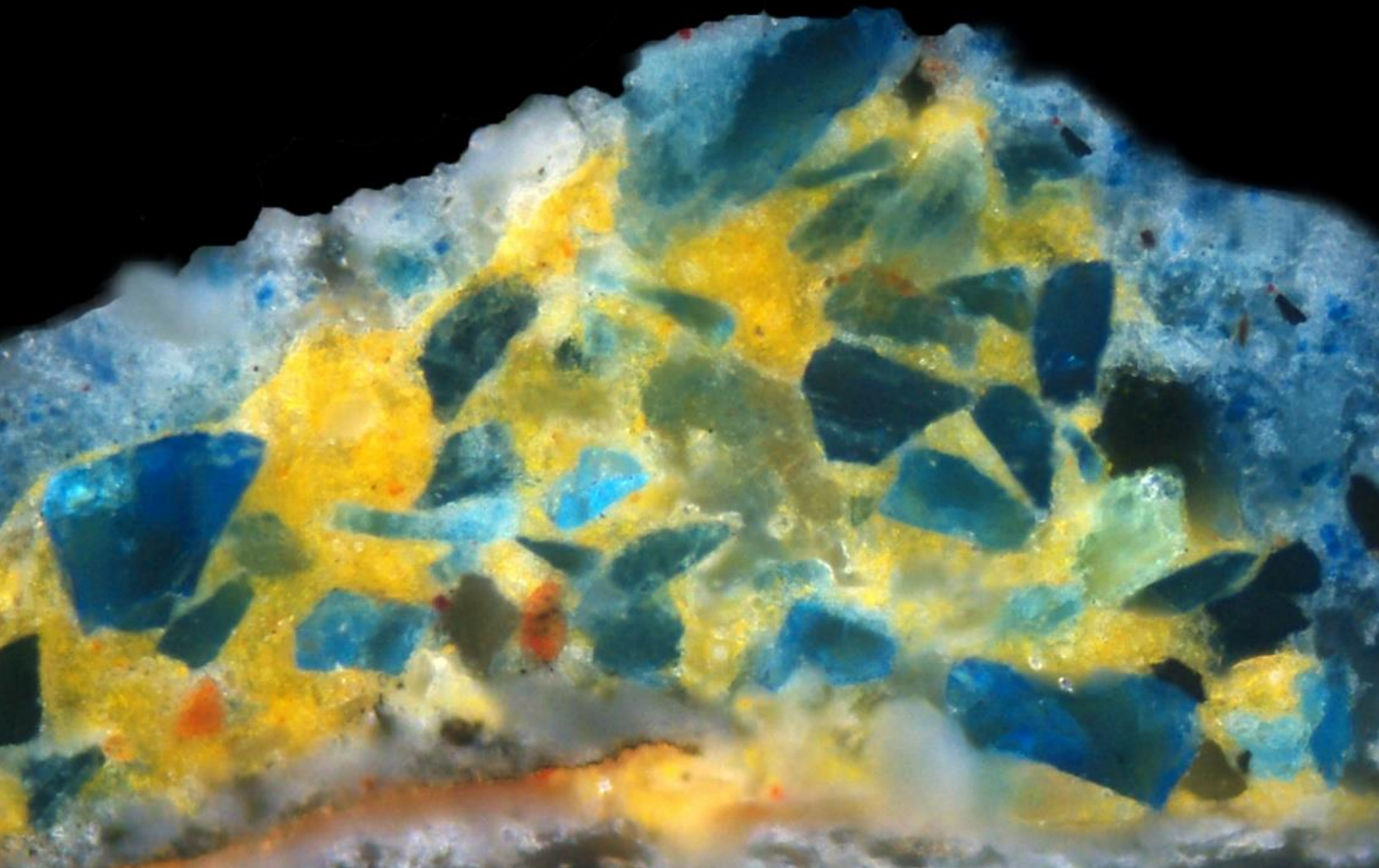


# TESIS DOCTORAL

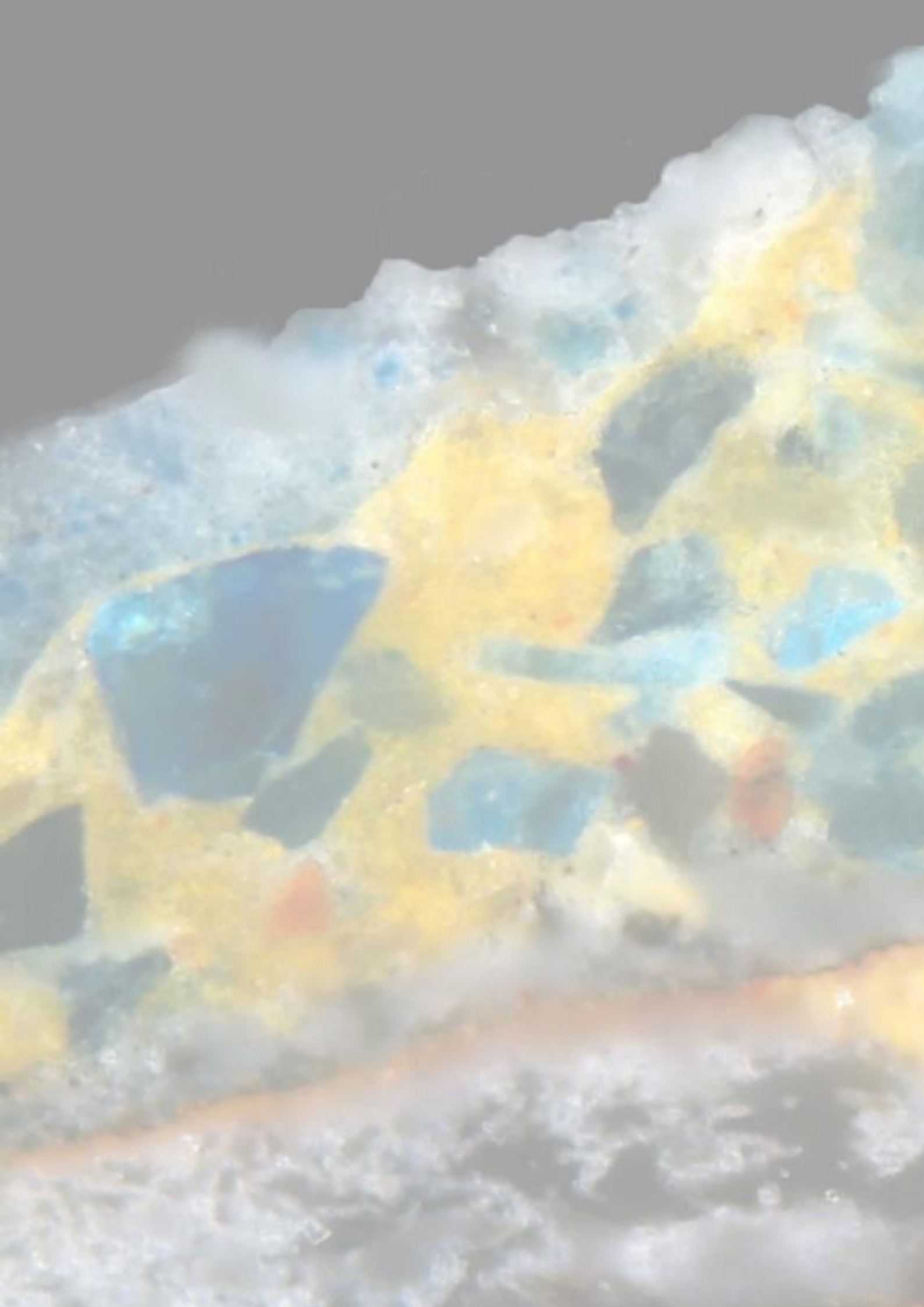
La policromía del alfarje del Patio de las Doncellas. Estudio técnico y ensayos de protección.

Ana Cristina Coba Peña

Universidad de Granada, 2017.



Editor: Universidad de Granada. Tesis Doctorales  
Autora: Ana Cristina Coba Peña  
ISBN: 978-84-9163-459-1  
URI: <http://hdl.handle.net/10481/48183>





La doctoranda ANA CRISTINA COBA PEÑA y los directores de la tesis: ANA GARCÍA BUENO y VÍCTOR MEDINA FLÓREZ, 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.

En Granada, a 30 de Mayo del 2017.

Directores de la Tesis:

Ana García Bueno

Víctor Medina Flórez

Doctoranda:

Ana Cristina Coba Peña



LA POLICROMÍA DEL ALFARJE DEL PATIO DE LAS  
DONCELLAS. ESTUDIO TÉCNICO Y ENSAYOS DE  
PROTECCIÓN.



**UNIVERSIDAD  
DE GRANADA**

MEMORIA PRESENTADA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

Programa oficial de doctorado en Arte

(D01.56.1)

Ana Cristina Coba Peña.

Granada, 2017.





## AGRADECIMIENTOS

Son varias las personas e instituciones que han hecho posible el desarrollo de la presente tesis doctoral y a las que quiero expresar mi más sincero agradecimiento.

Primeramente agradecer al Patronato del Real Alcázar de Sevilla y sus directores las facilidades ofrecidas para desempeñar nuestra labor investigadora en el conjunto palaciego, al igual que al Dr. Antonio Almagro, componente del CSIC en la Escuela de Estudios Árabes de Granada.

Seguidamente, al Departamento de Pintura de la Universidad de Granada y al grupo de investigación *Laboratorio de Arqueología y Arquitectura de la Ciudad* (HUM 104), donde se ha llevado a cabo la investigación que fundamenta esta tesis.

A mis directores de tesis, Ana García Bueno y Víctor Medina Flórez, por hacer todo lo que ha estado en vuestra mano para realizar esta tesis. Gracias por vuestra paciencia, cariño y amistad.

A mis compañeros, Olimpia López Cruz, Francisco José Collado Montero, Inés Martín Sánchez, Ariadna Hernández Pablos y Pedro Cano Ávila, por su ayuda constante, orientación y colaboración en las diferentes partes que contiene este trabajo.

A mis padres y hermana, por su sacrificio y esfuerzo durante esta etapa de mi vida. Gracias por ser todo un ejemplo de positividad y de lucha constante, demostrándome día a día que lo mejor siempre está por llegar.

A mis amigas de siempre, Nuria, Pinny, María, Ana Belén, Ana, Marisa y Koky, por acompañarme en los momentos buenos y no tan buenos, dándome fuerzas y ánimo para no rendirme nunca ante las dificultades. Entre ellas también a Vanesa, no solo por todo lo expuesto sino además por su ayuda en la realización de los planos y dibujos que se presentan en esta tesis doctoral.

Gracias a Granada y al destino, por poner a mis compañeras de piso y amigas Raquel, Rocío, Cristina, Raquel R. y Nini en mi vida. Gracias por soportar mis llantos y celebrar mis logros en cualquier parte de esta maravillosa ciudad.

A mis compañeras de promoción Tere, Patricia, Marta, Eli, Anuska y Julia por ser partícipes de esta etapa y apoyarme en todo momento. A ti Ana Isabel, por ser compañera de aventuras, de batallas, de risas y de lágrimas, desde nuestros inicios en Granada recorriendo juntas este camino hasta llegar a ser doctoras.

A Isa y Rafa, por ayudarme a sobrevivir durante la última etapa de este trabajo en tierras malagueñas.

Gracias a todos por cada uno de los momentos compartidos.





# ÍNDICE

---

- **AGRADECIMIENTOS ..... 13**
- **INTRODUCCIÓN ..... 19**
- **HIPÓTESIS Y OBJETIVOS ..... 21**

## PRIMERA PARTE: ESTUDIO HISTÓRICO-ARTÍSTICO

### **CAPÍTULO I: DOCUMENTACIÓN HISTÓRICA ..... 26**

#### I.1. EL ARTE HISPANOMUSULMÁN: EL ARTE MUDÉJAR

I.1.1. Contextualización histórica

I.1.2. El arte mudéjar

#### I.2. EL ALCÁZAR DE SEVILLA

I.2.1. Contextualización histórica

I.2.2. El palacio de Pedro I

I.2.3. El patio de las Doncellas

#### I.3. INTERVENCIONES REALIZADAS EN EL PALACIO DE PEDRO I A LO LARGO DE LA HISTORIA

### **CAPÍTULO II: LA DECORACIÓN ARQUITECTÓNICA DE TRADICIÓN ISLÁMICA .....77**

#### II.1. LA ARQUITECTURA MUDÉJAR: TIPOS DE EDIFICACIONES

#### II.2 MATERIALES EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN Y DECORACIÓN ARQUITECTÓNICA MUDÉJAR

#### II.3. TIPOLOGÍAS DECORATIVAS

II.3.1. Decoración geométrica

II.3.2. Decoración vegetal

II.3.3. Decoración epigráfica

II.3.4. Decoración figurativa

### **CAPÍTULO III: LA MADERA COMO ELEMENTO ARQUITECTÓNICO Y DECORATIVO: CUBIERTAS Y ALFARJES..... 94**

#### III.1. ASPECTOS MATERIALES

III.1.1. Propiedades de la madera

III.1.2. Especies arbóreas más utilizadas en la carpintería mudéjar



III.1.3. El funcionamiento gremial de la carpintería

### III.2. ASPECTOS ESTRUCTURALES. TIPOS DE CUBIERTAS

III.2.1. Armaduras

III.2.2. Alfarjes

III.2.2.1. Clasificación de los alfarjes en función su estructura

III.2.2.2. Clasificación de los alfarjes en función de su decoración

III.2.3. Cubiertas circulares o abovedadas

### III.3. ASPECTOS DECORATIVOS

III.3.1. Decoración geométrica: el sistema de lacería

III.3.2. Decoración pictórica

III.3.2.1. Temas decorativos

III.3.2.2. Características de la policromía

### III.4. ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DECORATIVO DEL ALFARJE DE LAS GALERÍAS BAJAS DEL PATIO DE LAS DONCELLAS

## SEGUNDA PARTE: METODOLOGÍA

### **CAPÍTULO IV: ESTUDIO DE LA POLICROMÍA DEL ALFARJE DEL PATIO DE LAS DONCELLAS ..... 150**

#### IV.1. METODOLOGÍA APLICADA EN EL TRABAJO DE CAMPO

IV.1.1. Selección de la zona de estudio

IV.1.2. Documentación de la obra *in situ*

IV.1.3. Elaboración de gráficos

IV.1.4. Mapeo y toma de muestras

IV.1.3. Elaboración de catas

#### IV.2. METODOLOGÍA APLICADA EN EL ESTUDIO DE MATERIALES

IV.2.1. Técnicas instrumentales de análisis aplicadas al estudio de policromías

IV.2.2. Elaboración de correlaciones stratigráficas: evolución cromática y cronológica de las intervenciones.

### **CAPÍTULO V: ENSAYOS DE TRATAMIENTOS DE RESTAURACIÓN..... 164**

#### V.1. ELECCIÓN DE TRATAMIENTOS DE RESTAURACIÓN Y PROPUESTAS DE ENSAYO

#### V.2. METODOLOGÍA APLICADA EN EL ENSAYO DE ENVEJECIMIENTO NATURAL

V.2.1. Elaboración de probetas de ensayo



V.2.2. Sistema de envejecimiento

V.2.3. Evaluación concluido el ensayo de envejecimiento

- *Evaluación colorimétrica*

- *Evaluación de brillo*

V.3. METODOLOGÍA APLICADA EN EL ENSAYO DE BIODETERIORO

V.3.1. Identificación de microorganismos

V.3.2. Elaboración de probetas de ensayo

V.3.3. Proceso de inoculación

V.3.4. Evaluación concluido el ensayo de biodeterioro

- *Evaluación del tratamiento protector con estabilizadores ultravioleta*

- *Evaluación del comportamiento de los aglutinantes identificados*

## TERCERA PARTE: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**CAPÍTULO VI: RESULTADOS OBTENIDOS EN EL TRABAJO DE CAMPO..... 192**

VI.1. GRÁFICOS Y MAPEO DE MUESTRAS GENERADOS

VI.2. RESULTADOS DE LAS CATAS REALIZADAS

VI.3. RESULTADOS DE LOS CALCOS REALIZADOS Y ESTUDIO EPIGRÁFICO

**CAPÍTULO VII: RESULTADOS DEL ESTUDIO DE MATERIALES..... 208**

VII.1. CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES IDENTIFICADOS

VII.2. CORRELACIONES ESTRATIGRÁFICAS

**CAPÍTULO VIII: RESULTADOS DE ENSAYO DE ENVEJECIMIENTO NATURAL .....345**

VIII.1. PROBETAS ELABORADAS

VIII.2. CONDICIONES DE EXPOSICIÓN DURANTE EL CICLO DE ENVEJECIMIENTO NATURAL

VIII.3. EVALUACIÓN DE CAMBIOS COLORIMÉTRICOS Y DE BRILLO SOBRE MATERIALES EMPLEADOS TRAS EL ENVEJECIMIENTO

VIII.3.1. Cambios colorimétrico producidos

VIII.3.2. Cambios de brillo producidos

VIII.4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

**CAPÍTULO IX: RESULTADOS DE ENSAYO DE BIODETERIORO.....435**

IX.1. ESPECIES DE MICROORGANISMOS IDENTIFICADOS



IX.2 PROBETAS ELABORADAS

IX.3 EVALUACIÓN DE LA ACCIÓN DE MICROORGANISMOS SOBRE MATERIALES  
EMPLEADOS

IX.3.1. Cambios producidos sobre el tratamiento protector con estabilizadores  
ultravioleta

IX.3.2. Cambios producidos en los aglutinantes empleados

IX.4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

## CUARTA PARTE: CONCLUSIONES

**CAPITULO X: CONCLUSIONES OBTENIDAS EN EL TRABAJO DESARROLLADO.....459**

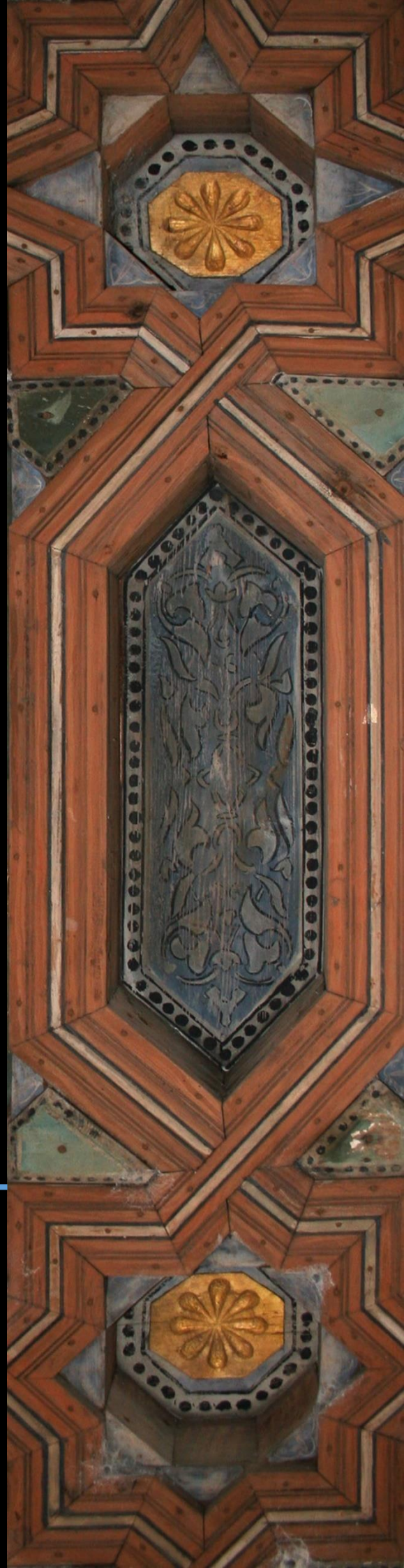
• **BIBLIOGRAFÍA.....466**







Introducción  
Hipótesis y objetivos





# INTRODUCCIÓN

El Real Alcázar de Sevilla, cuya construcción se inició en la Alta Edad Media, constituye uno de los conjuntos palaciegos más importantes de nuestro patrimonio. Desde sus inicios hasta el día de hoy, ha sido residencia de la monarquía española, considerándose por tanto el palacio en uso más antiguo que existe en España. Este carácter de vivienda permanente ha contribuido a su constante conservación pero también, como consecuencia de ello, ha sido muy intervenido en diferentes momentos de su historia, lo que hace su estudio especialmente interesante y complejo.

Este formidable inmueble fue incluido por la UNESCO en la lista de obras Patrimonio de la Humanidad en 1987, hecho que repercute de forma positiva en el ámbito de la investigación, siendo motivo de estudio desde diversas disciplinas como son la arqueología, la arquitectura, la historia del arte y en nuestro caso el de la conservación y la restauración.

Uno de los palacios más destacables que se incluye en el conjunto es el palacio Mudéjar, también conocido como Palacio de Pedro I, construido entre 1356 y 1366. Dicho palacio consta de una distribución interior estructurada en torno a dos elementos fundamentales, el patio de las Doncellas dedicado a la vida oficial, y el patio de las Muñecas, segundo núcleo dedicado a la vida privada de los monarcas.

Son varios los trabajos que se vienen desarrollando sobre dicho palacio de la mano del grupo de investigación “Laboratorio de Arqueología y Arquitectura de la Ciudad” (HUM-104). Se trata de un grupo multidisciplinar constituido por investigadores, arquitectos, arqueólogos, historiadores y restauradores, pertenecientes a las universidades de Granada, Sevilla y Córdoba y al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), concretamente de la Escuela de Estudios Árabes de Granada con los que se viene trabajando desde 1996. A su vez, dentro de este grupo se encuentra un equipo de trabajo denominado “Revestimientos murales y acabados arquitectónicos” (RMAA) compuesto por miembros del departamento de Pintura de la Universidad de Granada. La línea de investigación que desarrolla este equipo de trabajo se basa en el estudio de las técnicas y procesos de elaboración de la decoración arquitectónica así como el análisis y aplicación de tratamientos de restauración.

Como ejemplo de los trabajos realizados dentro del palacio de Pedro I, tanto por el grupo de investigación como por el equipo de trabajo, podemos citar los estudios previos a la restauración de la fachada del palacio centrado en los aleros de madera policromada, decoración en piedra y yeserías recogidos en la tesis doctoral de la investigadora Dra. Olimpia López Cruz (López, 2012); el estudio de las yeserías del patio de las Doncellas correspondiente a la tesis doctoral de la investigadora Dra. Ana Isabel Calero Castillo (Calero, 2016); o el estudio colorimétrico aun en ejecución de los alicatados presentes en el patio por parte de los doctores Francisco J. Collado Montero y Estaban Fernández Navarro (Collado et al, 2014).

El desarrollo de todos estos trabajos entre otros, ha sido posible gracias a la concesión de diversos proyectos de investigación en diferentes convocatorias nacionales y autonómicas. Entre ellos, se encuentran los ya concluidos denominados *Decoración arquitectónica de tradición islámica. Materiales y técnicas de ejecución* (HAR 2011-27598) (01/01/2012-31/12/2015) concedido por parte del Ministerio de Ciencia e Innovación, y el proyecto de

Excelencia titulado *Estudio y Conservación de la Decoración Arquitectónica de Tradición islámica* (HUM -02829) (31/01/2008 al 31/12/2012) por parte de la Junta de Andalucía. Actualmente contamos con dos proyectos vigentes, el primero de ellos concedido por la Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo (Junta de Andalucía) denominado *Tratamientos cromáticos en la arquitectura de tradición musulmana. Técnica y conservación* (P12 HUM 1941) (30/1/2014-1/2/2018); y el segundo titulado *Estudio científico y tratamientos de conservación en revestimientos arquitectónicos de época romana a medieval* (HAR2015-66139-P) (1/1/2016-31/12/2019) financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad. En cada uno de los proyectos, destaca la figura del investigador principal siendo éste el Catedrático Víctor Jesús Medina Flórez.

Además, fruto de diversas colaboraciones, también se han realizado investigaciones sobre obras tan emblemáticas como el estudio integral previo a la restauración de la Dar al-Manjara I-Kubrá y Cuarto Real de Santo Domingo de Granada, los estudios sobre pinturas murales musulmanas como las de Qusayr 'Amra en Jordania, las de la Alhambra de Granada o las almorávides del palacio de Orive de Córdoba; o las yeserías de la Madraza de Yusuf I de Granada.

# HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

---

Siguiendo la línea de investigación desarrollada por el grupo de investigación en el palacio de Pedro I, esta tesis doctoral que se presenta se centra en el estudio del alfarje de madera situado en las galerías del patio de las Doncellas, concretamente en la zona sur-oeste. En este estudio, la hipótesis planteada se centra en la consideración de que a partir de la identificación de los materiales y técnicas de ejecución que componen la policromía del alfarje, se puede conocer y datar las distintas intervenciones acometidas a lo largo de su historia, así como sentar las bases para la elección de una propuesta de intervención óptima a través del conocimiento en profundidad del comportamiento de los materiales y tratamientos de restauración.

En relación a esta hipótesis, los objetivos que se quieren alcanzar son:

1. Identificar, mediante métodos de análisis instrumentales, los materiales y técnicas que componen la policromía del alfarje: pigmentos, aglutinantes, barnices, técnicas...
2. Establecer correlaciones estratigráficas entre las muestras estudiadas con el fin de conocer la evolución cromática de los elementos decorativos en las distintas etapas del monumento y por tanto, las modificaciones de los elementos decorativos que lo componen.
3. Relacionar los datos obtenidos en el estudio científico de la obra con la información suministrada por la documentación historiográfica disponible así como con la información de similar naturaleza obtenida por otros autores, de modo que pueda servir para complementar el estudio.
4. Reproducir las técnicas pictóricas y materiales utilizados en la época, conocidos a partir de los análisis científicos y la revisión documental y bibliográfica, mediante la realización de probetas para ensayo.
5. Comprobar la durabilidad, resistencia, comportamiento y variaciones cromáticas de los materiales utilizados en la elaboración de probetas así como la eficacia de un tratamiento protector con estabilizadores ultravioleta, ante ensayos de envejecimiento natural e inoculación de agentes microbiológicos presentes en el alfarje.
6. Identificar los principales microorganismos responsables del biodeterioro que presenta la policromía del alfarje.
7. Contribuir a la preservación y mantenimiento futuro del alfarje aportando información sobre el comportamiento de los materiales constituyentes y el tratamiento protector ante los ensayos descritos, sirviendo de base para la elaboración de una propuesta adecuada de restauración.

El plan de trabajo propuesto para la consecución de estos objetivos se ha basado en primer lugar en la realización de una extensa revisión bibliográfica y documental que permita situar el objeto de estudio en un contexto histórico y conocer su evolución a lo largo de la historia, haciendo hincapié en las distintas intervenciones que se han realizado sobre el mismo.

Seguidamente se ha procedido a la ejecución de un análisis de los elementos estructurales y formales de la cubierta, donde se muestren las características del alfarje en sí y su peculiar decoración basada en motivos geométricos, vegetales, epigráficos y heráldicos.

Por otra parte, se ha llevado a cabo un estudio de micromuestras tomadas *in situ* a través de diferentes técnicas de análisis instrumentales con el fin de conocer no solo los materiales que constituyen la policromía presente en el alfarje, sino las diferentes intervenciones que ha tenido a partir de la identificación de secuencias estratigráficas. Estas intervenciones pueden ser datadas relacionando la cronología de los materiales empleados en cada uno de los estratos, con los resultados con la documentación historiográfica.

En cuanto a la fase experimental, tras la identificación de los materiales y técnicas, se ha realizado una selección de éstos para la elaboración de probetas de ensayo. Sin embargo dado que el interés de este trabajo no se limita solo a su aplicación al alfarje del patio de las Doncellas, sino también a otras obras de características similares, tanto del propio Alcázar como fuera en otros edificios, la selección se ha realizado teniendo en cuenta también los materiales identificados en otros trabajos publicados por nuestro propio equipo y en los de otros autores.

Teniendo en cuenta las principales alteraciones que presenta el alfarje en su policromía, se ha seleccionado y aplicado sobre las probetas un tratamiento protector con estabilizadores ultravioleta para someterlo a evaluación y comprobar su eficacia. Los ensayos a los que han sido sometidas las probetas se basan por un lado, en un ciclo de envejecimiento natural de las probetas con duración de un año con el fin de evaluar los cambios colorimétricos experimentados en la capa pictórica. Por otro lado, el segundo ensayo realizado se centra en comprobar el comportamiento de los microorganismos responsables del biodeterioro del alfarje tanto en los materiales empleados como en el tratamiento protector aplicado.

Con la puesta en marcha de este trabajo se contribuye al conocimiento de este conjunto palaciego aportando información sobre comportamientos de materiales y tratamientos, sentando las bases previas del estudio en lo que se refiere a su conservación y restauración. De igual modo, esta investigación puede contribuir en un futuro a facilitar el estudio en estos ámbitos de otras obras que presenten problemáticas similares, tanto del propio Alcázar como de fuera de él.

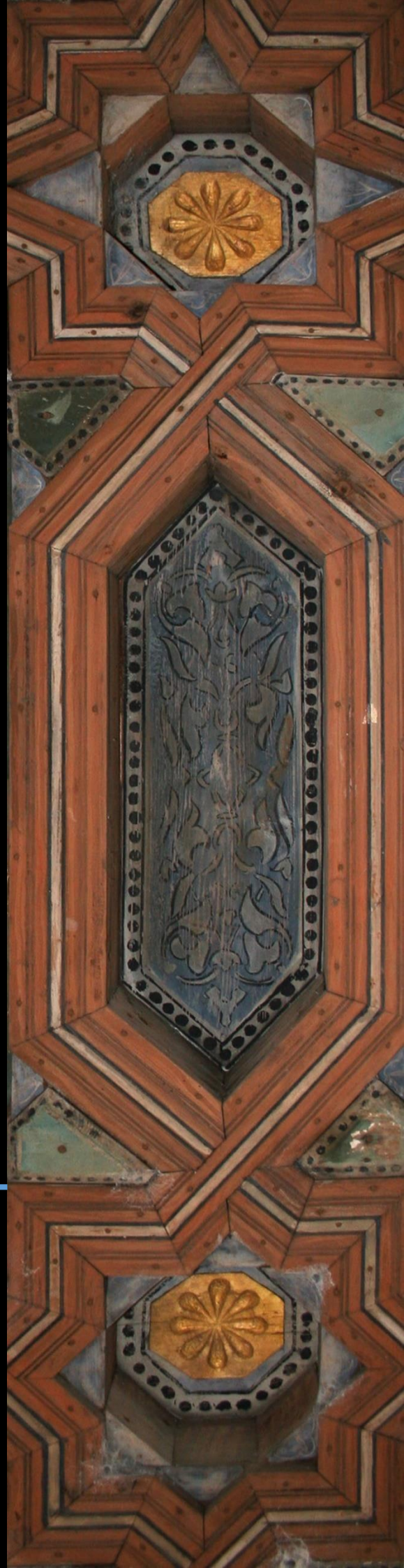






# Capítulo I.

## Documentación histórica





## I.1. EL ARTE HISPANOMUSULMAN: EL ESTILO MUDÉJAR

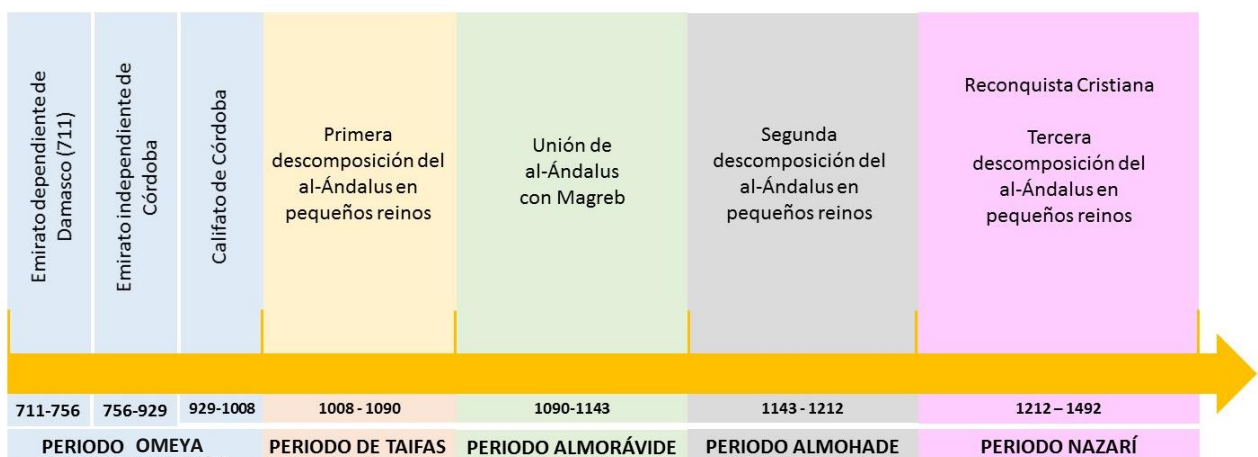
### I.1.1. Contextualización histórica

La llegada de los musulmanes se produjo en el año 711 tras la derrota del ejército de Don Rodrigo constituido por facciones visigodas. Los musulmanes, tras percatarse de la debilidad de este reino, vieron una forma sencilla de ocupar el suelo hispánico. Además, la flexibilidad con que los musulmanes trataban sus conquistas, hizo que no se produjese ninguna oposición violenta por parte del pueblo para evitar su asentamiento. Tras la conquista de los musulmanes, el territorio español pasó a denominarse al-Ándalus (Porras, 2010, p.190; Kelkheim, 2008).

Durante este periodo de ocho siglos, desde el 711 hasta 1492, año en el que se produce la conquista de Granada por parte de los Reyes Católicos, el territorio hispánico queda dividido entre dos ámbitos: la Cristiandad y el Islam enfrentados por ser opuestos tanto a nivel político como religioso. Este enfrentamiento puede enmarcarse en dos momentos, por un lado primeramente las comunidades de cristianos practicantes denominados mozárabes y los judíos, vivirían pagando un tributo por practicar sus cultos bajo el dominio musulmán, dando lugar a la conversión de muchos de los cristianos a la religión islámica, llamándose muladíes. Por otro lado, en una segunda etapa, los cristianos toman protagonismo a nivel político y serán los musulmanes denominados mudéjares y los judíos quienes vivan sometidos bajo el mandato de los reyes castellanos y aragoneses (Borrás, 1990a, p.9).

A pesar de los enfrentamientos producidos entre cristianos y musulmanes, de la combinación de sus diferentes civilizaciones, sus formas de cultura y de vida, surge una de las manifestaciones culturales más definidas: el denominado arte andalusí, también conocido como arte islámico español o arte hispanomusulmán, que engloba los elementos constitutivos de la personalidad de ambas culturas. (Borrás, 1990a, p.9-10).

Durante todo este periodo histórico, en el que los musulmanes permanecen en la península, se suceden diferentes etapas que divide la historia política del Islam español, repercutiendo en el ámbito artístico a modo evolutivo. Entre ellas se encuentran las etapas del arte omeya, taifas, almorávide, almohade y nazarí, desarrolladas en la primera etapa de dominio musulmán; y finalmente la etapa del arte mudéjar en la que pervive el arte hispanomusulmán bajo el dominio de los cristianos, siendo simultáneo en la etapa nazarí (Borrás, 1990a, p.11).



Cronología del Arte Hispanomusulmán

- *Periodo Cordobés*

El ambiente de carácter tolerante que se respiraba en este periodo, permitió el desarrollo de una sociedad plural destacada por la convivencia de musulmanes, bereberes, judíos, muladíes y mozárabes. Esta combinación de culturas facilitaba el desarrollo de los conocimientos en todos los ámbitos del saber (Porrás, 2010, p.190).

La presencia del Islam durante los tres primeros siglos en España, del VIII al X, se dividen en tres periodos:

- 1º Periodo: abarca los años comprendidos entre 711 y 756 y coincide con los primeros momentos de la conquista y la expansión del Islam en España. Este periodo suele conocerse como el emirato dependiente de Damasco porque los walíes con poder delegado del califato omeya gobiernan al-Ándalus. Durante estos años se acontece momentos de luchas y rivalidades entre los diferentes clanes árabes.
- 2º Periodo: con la llegada de Abd al-Rahman I se pone fin al primer periodo y se comienza el emirato independiente de Córdoba en el año 756 tras proclamarse emir aprovechando las luchas internas entre los clanes árabes.
- 3º Periodo: en 929 Abd al-Rahman III se proclama príncipe de los creyentes, iniciándose así el periodo de mayor esplendor del califato cordobés que finalizaría en el año 1008 con la muerte de Abd al-Malik, el hijo de Almanzor.

Durante todos estos siglos, Córdoba se convierte en la capital del al-Ándalus y foco artístico caracterizado por un arte emiral en los dos primeros periodos y un arte califal en los últimos años (Borrás, 1990a, p.17-18).

- *Periodo de Taifas*

Tras la muerte de Abd al-Malik en el año 1008, suceden una serie de luchas civiles por la sucesión que terminan descomponiendo el califato cordobés. Como consecuencia se produce la ruptura de la unidad del al-Ándalus, creándose así multitud de estados pequeños llamados reinos de taifas, como lo eran Zaragoza, Toledo, Sevilla, Málaga o Granada. Con esta disgregación, la reconquista cristiana se ve favorecida alcanzando su momento estelar con la capitulación de Toledo en el año 1085 de la mano de Alfonso VI de Castilla.

Durante este periodo, la compleja situación política de los reinos de taifas no afecta a las manifestaciones artísticas. En el arte hispanomusulman se atenúan las influencias orientales y se continúa con el estilo adquirido en el arte islámico del periodo cordobés, alcanzando su definitiva y poderosa personalidad (Borrás, 1990a, p.83-84).

- *Periodo Almorávide*

Con la conquista de Toledo por Alfonso VI, los diferentes reyes de los reinos de Taifas ven peligrar su situación en la península por lo que solicitan ayuda al sultán almorávide Yusuf ibn Tasufin afincado en el Magreb, que conseguirá vencer a los castellanos en el año 1086 en la batalla de Zllaqa (Sagrajas), cerca de Badajoz. Pocos años después, a partir del año 1090, los almorávides inician un proceso de invasión, dando lugar a un nuevo periodo en el mundo andalusí. Con dicha invasión, los musulmanes quedan sometidos bajo su dominio y al-Ándalus pasa a formar parte del imperio único del Magreb, quedando dividido por el Estrecho (Borrás, 1990a, p.101).

La fusión de al-Ándalus con el Magreb trae consigo la expansión del arte hispanomusulmán en el norte de África, condicionando por tanto la evolución de este arte en dicha región. Es por ello que la mayor parte de manifestaciones artísticas del arte andalusí la encontremos en Marruecos y Argelia actuales, como prolongación natural y directa de este arte en la época de taifas (Borrás, 1990a, p.101).

- *Periodo Almohade*

Ibn Tumart, bereber de las montañas del Alto Atlas al sur de Marruecos, realiza una reforma religiosa de rigor que defiende la unidad de Dios. Este nuevo imperio, que amplía la unión del al-Ándalus y el Magreb, añadiendo el territorio de Ifriqiya, pone en peligro el imperio Almorávide. Tras su muerte, su sucesor Abd al-Mumin somete esta nueva ideología en todo el Norte de África tomando la ciudad de Marrakech como capital almohade, destruyendo para ello todos sus palacios y mezquitas almorávides. Tras ello, la revuelta almohade invade al-Ándalus produciendo una fragmentación del poder político tal y como ocurrió en el periodo del reino de taifas, convirtiendo ahora a Sevilla como capital del imperio alhomade en 1172. Finalmente, en el año 1212 fueron derrotados en la batalla de Navas de Tolosa.

En lo que respecta a las aportaciones artísticas hispanomusulmanas, son escasas las novedades que se pueden atribuir a los almohades, se construye con una mayor simplicidad y monumentalidad, reflejo de los principios religiosos de pureza y austeridad (Borrás, 1990a, p.115).

Por tanto, el objetivo de reconquistar la península por parte de los cristiano, se ve frenada entre los siglos XI y XIII por las dos oleadas bereberes norteafricanas, primeramente por parte de los almorávides y posteriormente por parte de los almohades (Borrás, 1990a, 101).

- *Periodo Nazarí*

El imperio almohade se descompone en el siglo XIII tras ser vencidos en la batalla de Navas de Tolosa, permitiendo el progreso de la reconquista cristiana en la que Fernando III se hace con las ciudades de Córdoba en 1236 y Sevilla en 1248. Como consecuencia, en el territorio del al-Ándalus se vuelve a producir una nueva fragmentación de los reinos musulmanes, conocido como el tercer periodo de los reinos de Taifas, en los que únicamente se mantiene consolidado el sultanato nazarí de Granada, constituyendo el último periodo de la presencia musulmana en la península hispánica entre los años 1232 y 1492. El reino granadino estaba compuesto por las actuales provincias de Granada, Jaén, Almería y Málaga, las cuales se habían ido anexionando en los primeros años, quedando culminado en el 1246.

En lo que respecta al imperio almohade afincado en el Magreb, quedó dividió en tres estados: los hafsies en Tunez, los ziyyaníes en Tremecen y los marinies en Fez. De entre ellos cobra vital importancia los mariníes, quienes constituyen la dinastía más poderosa, dominando el estrecho de Gibraltar y adentrándose en la península ibérica hasta ser derrotados en la batalla del Salado en 1340 (Borrás, 1990a, p.137-138).

Dentro de la etapa nazarí, podemos diferenciar tres momentos cronológicos desarrollados durante sus tres siglos de vida (Borrás, 2014, p.116):

- Siglo XIII: momento de formación del arte nazarí a partir de la tradición almohade.
- Siglo XIV: periodo de máximo esplendor nazarí bajo los reinados de Ismail I, Yusuf I y Muhammad V.

- Siglo XV: periodo de estancamiento y declive artístico

Con esta etapa asistimos al final de la evolución del arte hispanomusulmán resultando una suma de todas las experiencias anteriores tanto en arquitectura como en artes industriales (Borrás, 1990a, p.137-138).

TABLA I.  
Términos empleados para designar a los diferentes integrantes en la época hispanomusulmana.

<b>TÉRMINOS DE LOS PARTÍCIPES EN EL DESARROLLO DEL ARTE HISPANOMUSULMÁN</b>		
<b>PERIODO MUSULMÁN</b>	<b>Mozárabes</b>	Nombre con el que se denomina a los cristianos bajo el dominio musulmán.
	<b>Muladíes</b>	Nombre con el que se denomina a los cristianos que se convierten a la religión islámica bajo el dominio musulmán.
	<b>Bereberes</b>	Conjunto de personas de etnias autóctonas del norte de África correspondientes a los grupos almorávides y almohades.
	<b>Mariníes</b>	Personas que constituyen uno de los estados del imperio almohade afincado en el Magreb, concretamente el estado de Fez.
<b>PERIODO CRISTIANO</b>	<b>Mudéjares o moros</b>	Nombre con el que se denomina a los musulmanes bajo el dominio cristiano.
	<b>Moriscos</b>	Nombre con el que se denomina a los musulmanes mudéjares convertidos al cristianismo bajo el dominio cristiano.

### I.1.2. El arte Mudéjar

Tras la conquista de los territorios islamizados del al-Ándalus por parte de los cristianos, fruto de su convivencia con los musulmanes, surge una nueva corriente artística denominada mudéjar que sirve de eslabón de enlace entre la Cristiandad y el Islam. Se trata de una creación artística que no encaja ni como arte islámico ni como arte occidental, ya que se halla justamente en la frontera entre ambas culturas, formando una nueva unidad estética diferente donde los elementos integrantes también lo son (Borrás, 1990a, p.193, 195; Lavado Paradinas, 1981, p.24).

El termino mudéjar procedente de *mudayyain*, aparte de denominar a un nuevo estilo artístico, fue definido por Amador de los Ríos como “aquel a quien ha sido permitido quedarse” haciendo referencia a los musulmanes, también llamados moros, que tras la reconquista española por parte de los cristianos permanecen en el territorio castellano conservando su religión y estatus jurídico propio, conociéndose a partir de ese momento como mudéjares. Se trata de un colectivo minoritario relativamente aislado que destacó por su laboriosidad, respeto por los cristianos y su fidelidad a la fe y cultura islámica (Borrás, 1990a, p.193; Sarasa Sánchez, 2006, p. 8; Yarza Luaces, 1982, p.104).

Pero será a finales de la Edad Media, concretamente a partir del año 1502, cuando el inicio del proceso de integración española llevó a los Reyes Católicos a expulsar a los judíos y a obligar a los musulmanes mudéjares a convertirse al cristianismo recibiendo el nombre de “moriscos” aludiendo al significado de “cristiano nuevo”. Aquellos que se resistieron a la defensa de su fe y cultura bajo el poder de la monarquía cristiana, tenían la obligación de aportar una contribución tributaria especial y asumir determinadas limitaciones en sus relaciones con los nuevos conquistadores castellanos (Sarasa Sánchez, 2006, p.7).

De este modo, los musulmanes tanto mudéjares como moriscos, se encuadran en un segundo plano en el que de ser los dominadores de la sociedad pasan a ser lo dominados por los cristianos. A pesar de ello, seguían participando en la vida cotidiana de la época tanto en lo rural como en lo urbano, desempeñando oficios como artesanos, agricultores, yeseros... convirtiéndose incluso en expertos destacando en las manifestaciones artísticas producto de sus manos y colaborando en la construcción, reparación y ornamentación de las edificaciones.

Finalmente, a comienzos del siglo XVII, los musulmanes fueron expulsados definitivamente por temor a la convivencia con los turcos que amenazaban el Mediterráneo; dejando un vacío humano y productivo difícil de sustituir por mano de obra cristiana. (Lacarra, 2006, p.7-10).

Con la reconquista española, no solo los musulmanes quedan bajo el dominio de los cristianos, sino que también todos los monumentos islámicos construidos con anterioridad. Durante los primeros tiempos de cristianismo, pervive la huella artística del Islam en cuanto a formas, motivos decorativos y construcciones (Yarza Luaces, 1982) pero posteriormente se comienza a implantar en los nuevos territorios conquistados el arte occidental europeo, variando por ejemplo el uso de las edificaciones, pasando las mezquitas a convertirse en iglesias, y los alcázares y palacios musulmanes en residencia de la corona española llamándose alcázares reales cristianos. (Borrás, 1990a, p.196-198).

En conclusión, actualmente podemos definir el término mudéjar como fenómeno artístico fruto de la pervivencia del arte hispanomusulman en la España cristiana, que surge como resultado de la combinación de aspectos socioculturales como son la tolerancia religiosa donde residen las religiones cristiana, judía y musulmana, así como de la convivencia de la población musulmana bajo el dominio político cristiano (Borrás, 1990a, p.200; Díez Jorge, 2001, p. 201).

En cuanto al proceso de formación y desarrollo del arte mudéjar en España, diferentes historiadores españoles hacen referencia a una clasificación de este estilo a través de una sistematización de base geográfica estableciendo diferentes focos mudéjares regionales, como por ejemplo el arte mudéjar leonés y castellano viejo, el toledano, el aragonés, el andaluz occidental o el sevillano. Sin embargo debemos considerar el proceso de formación y desarrollo del mismo como un fenómeno de larga duración temporal que crece a partir de los precedentes locales islámicos, de la influencia de otros focos mudéjares regionales y del arte hispanomusulmán que se seguía desarrollando.

Por el contrario, historiadores franceses han aplicado una visión más global y totalizadora sobre el desarrollo del arte mudéjar vinculado culturalmente al mundo artístico musulmán. Ejemplo de ellos es la clasificación que ejerce Henri Terrasse en 1932 o Elie Lambert en 1933.

Terrasse divide el mudéjar en dos grupos: un mudéjar *de survivance* que se refiere a obras de carácter mudéjar formadas y desarrolladas a partir de los precedentes locales islámicos que pueden ser objeto de sistematización por escuelas regionales, y un mudéjar *d'importación* referido a obras realizadas por artistas extranjeros y otros focos mudéjares sin pertenecer a una sistematización exclusivamente geográfica. Lambert hace una clasificación más sociológica distinguiendo entre un mudéjar *populaire* y un mudéjar *de court, et de luxe*, con la que rompe la sistematización estrictamente geográfica al atribuirlo a un proceso de formación y desarrollo a partir de elementos locales y exteriores (Borrás, 1990a, p.209-210).

- El mudéjar *populaire*, traducido como popular o de pervivencia, hace referencia a manifestaciones de este arte desarrolladas en las regiones reconquistadas a partir de la tradición del arte musulmán local. La pervivencia del arte y su encuentro con el arte cristiano, se producen en momentos diferentes en cada región, dando como resultado diferentes variedades regionales como el mudéjar toledano, el leonés, el aragonés y el andaluz, adquiriendo características propias y personales en cada foco regional (Borrás, 1990a, p. 210, 212, 218).
- El mudéjar *de court et de luxe*, traducido como mudéjar cortesano o de importación, incluye todos aquellos monumentos mudéjares realizados en los siglos XIII y XIV a partir de influencias o artistas importados, casi siempre de la mano de la monarquía o de influencia cortesana. Se trata de edificaciones de diferentes tipologías como religiosas y civiles, capillas cristianas, sinagogas judías y palacios reales distribuidos en los focos de León, Castilla la Vieja, Toledo o Sevilla, en las que se importan nuevas formas frente a la tradición del mudéjar popular. Entre las obras de mayor interés destaca el Palacio de Pedro I, objeto de estudio en esta tesis como veremos en el apartado siguiente. Esta edificación se considera como el hito de la arquitectura mudéjar en España, donde se ejemplifica el mudéjar cortesano, ya que es el resultado de la combinación del desarrollo artístico formal por parte de los mudéjares toledanos y sevillanos a partir de las edificaciones almohades anteriores junto con las distribuciones alrededor de patios y decoraciones propias de los palacios nazaríes (Borrás, 1990a, p.218, 219; Porrás, 2010, p. 229)



## I.2. EL ALCÁZAR DE SEVILLA

La contextualización del Real Alcázar de Sevilla en el ámbito artístico e histórico, cobra un papel fundamental en la elaboración de este trabajo ya que nos permite conocer las características y circunstancias en el que fue construido y la evolución que ha sufrido hasta día de hoy. Aunque nuestro trabajo se centre principalmente en el palacio de Pedro I, resulta indispensable realizar una introducción previa en la que se plasme el contexto histórico de forma generalizada del conjunto palaciego y una aproximación a las intervenciones realizadas sobre el mismo. Por ello, a continuación se muestra un recorrido general sobre su historia, seguido de la descripción del Palacio de Pedro I y su grandioso patio de las Doncellas donde se ubica el alfarje que tenemos como motivo de estudio, así como las intervenciones más representativas realizadas a lo largo de los años en el conjunto, haciendo especial hincapié en las sucedidas en el mencionado patio.

### I.2.1 Contextualización histórica. El origen del Alcázar.

El Alcázar de Sevilla responde al modelo oriental de “ciudadela palatina” que se aísla de la ciudad por medio de una muralla, como ocurre en la Alhambra de Granada (Lleó, 2002, p.11). Se trata de un conjunto heterogéneo de edificaciones de distintos estilos y épocas que albergaba palacios, jardines y solares baldíos, y que durante siglos fue centro de la actividad oficial o militar de la ciudad, así como centro de la vida cortesana y foco cultural de la misma (Lleó, 2013, p.22)

El Alcázar como tal no es una obra clásica, sino que es un claro ejemplo de un estilo desarrollado a partir de diversas transformaciones sociales y acontecimientos ocurridos desde su construcción inicial hasta día de hoy. Sin duda, es el resultado como veremos en las siguientes páginas de las distintas generaciones que han ido habitando su interior desde su origen, partiendo de los almohades y llegando hasta el reinado de la monarquía española haciéndole perder su carácter mahometano (Contreras, 1889, p.99-101).

- **La ciudad de Sevilla previa al Alcázar**

La ciudad de Sevilla ha sido fruto de sucesivos cambios en su fisonomía desde su origen en el primer milenio antes de Cristo hasta el siglo XII, donde adquiere su configuración de carácter urbano (Tabales, 2013, p.96).

Los inicios de esta ciudad en época prehistórica, se caracterizaba por un panorama geográfico compuesto por el río Guadalquivir, el arroyo Tagarete y el promontorio fundacional situado en el lago Ligustino sobre la llanura aluvial. Los primeros indicios de actividad humana en esta ciudad datan en el siglo IX a.C. en la horquilla formada por el Guadalquivir y el Tagarete, aunque se han rescatado materiales arqueológicos más antiguos como son cerámicas neolíticas y calcolíticas (Tabales, 2013, p.96).

Posteriormente, en tiempo de los Iberos, la ciudad recibió el nombre de Ispal y se caracterizó por la civilización de los tartesos. Más tarde, en época Romana, paso a denominarse Hispalis, aconteciendo en ella el nacimiento de dos grandes figuras del Imperio Romano, el emperador Trajano y Adriano en la ciudad vecina de Itálica. En esta época, la zona donde se asienta el Alcázar, era un espacio de enorme vitalidad, limitado por la Vía Augusta, la propia muralla urbana, el arroyo Tagarete y el Guadalquivir. De forma cercana, se encontraba el foro portuario donde se encontraban los establecimientos mercantiles relacionados con el tráfico fluvial. Las excavaciones llevadas a cabo a finales de los años setenta del siglo XX, han rescatado restos de una basílica y baptisterio paleocristianos datados en el siglo V, dedicada a San Vicente mártir,

donde se encontró enterrado San Isidoro de Sevilla (Marín, 1992, p.2). La existencia de estas edificaciones pone de manifiesto la importancia de esta zona de la ciudad en la baja antigüedad y la alta Edad Media (Almagro, 2007a, p.165).

En el año 711 la península ibérica fue conquistada por los árabes y cuatro años después, en el año 715, Sevilla llamada *Isbiliya* en ese momento, pasó a ser la capital islámica del al-Ándalus (Marín, 1992, p.2). Es en este periodo islámico cuando se inicia las construcciones más primitivas existentes del conjunto palaciego del Real Alcázar de Sevilla.

- **El Alcázar de Sevilla. Periodo Islámico**

#### *El Alcázar primitivo*

El Alcázar surgió a partir de la conquista de Sevilla en el año 712 de mano de los árabes, los cuales desde el año 720 utilizaron el recinto como residencia de sus dirigentes (Marín, 1992, p.2). Es en este periodo cuando el Alcázar comienza a tener su aspecto de fortificación palaciega dotada con un gran patio de armas que conocemos hoy como patio de Banderas (Lleó, 2013, p.22).

A lo largo de estos tres siglos que dura esta primera etapa, se producen los ataques de los bárbaros vikingos que saquearon la ciudad en el 844 y el castigo a la revuelta de los sevillanos en el 913, quedando arrasada gran parte de la ciudad asentada a extramuros (Lleó, 2013, p.22).

Tras su victoria, se realizaron una serie de obras en el recinto. Según un texto del musulmán Ibn al-Quttiya, las primeras obras acometidas fueron sobre los restos de la antigua basílica de San Vicente nombrada anteriormente. Abd al Rahman III mandó construir la "Dar al-Imara" o Casa del Gobernador de la mano del arquitecto sirio Abdallah Ben Sinan, convirtiéndose éste en el núcleo original del Alcázar (Marín, 1992, p.2-3).

Esta edificación presentaba una planta cuadrada rodeada por murallas y torres que flanqueaban la puerta de entrada al recinto, de las que quedan aún vestigios, ocupando parte del espacio del actual patio de Banderas (Lleó, 2002, p.14).

#### *El Alcázar Viejo o Alcázar de al-Mubarak (ss. XI-XII)*

A lo largo del siglo XI, coincidiendo con el periodo tardocalifal o abbadí, se produjo una importante ampliación del recinto primitivo del Alcázar de la mano del Rey al-Mutamid que vivió entre los años 1040 y 1095 (Lleó, 2013, p.24). Con esta ampliación, se inicia un modo de actuar que tendrá como resultado hasta once ampliaciones sucesivas del Alcázar a lo largo de su historia (Lleó, 2002, p.14).

La ampliación de las primitivas edificaciones se debió a que resultaban insuficientes para cubrir las necesidades de la organización palatina árabe, de modo que la antigua fortaleza se amplió hacia poniente con un nuevo conjunto de murallas (Marín 1992, p.3).

Este nuevo palacio también se conoce como Alcázar de al-Mubarak que viene a significar Alcázar de la Bendición. Dentro ya de este recinto fortificado, de planta trapezoidal bastante alargada donde su base mayor se orienta al noroeste (Almagro, 2007a, p.166), se ubicaban todo tipo de edificaciones civiles, religiosas, palatinas o militares (Lleó, 2002, p.14).

La principal estancia de este palacio se conocía con el nombre de *qubba* Al-Turaya o Sala de las Pléyades. Se trataba de un pabellón de grandes dimensiones, cuadrado, cubierto con una cúpula adornada con motivos astrológicos, que servía de salón del Trono al rey abbadí. Según Marín

Fidalgo (1992, p.3), este salón ha llegado hasta día el de hoy con importantes transformaciones en época mudéjar, identificándose con el actual Salón de Embajadores, también conocido como salón del Trono o de la Media Naranja.

Externo al núcleo palaciego, en el patio de la Montería y bajo las estructuras correspondientes al siglo XII, se han podido identificar restos de un patio datado en época abbadí, confirmado por el hallazgo de un fragmento epigráfico con el nombre de Mutamid. Según Almagro (2007a, p.166) estos hallazgos cuestionan la atribución del Salón de Embajadores a la *qubba* Al-Turuya, ya que ambos presentan diferente nivelación y alineación de estructuras.

#### *El Alcázar Nuevo (S. XII-1221)*

Tras medio siglo de ocupación Almorávide, con la llegada de los Almohades a la ciudad de Sevilla en 1147 hasta 1237, se produce otra de las ampliaciones en del recinto. Éstos arrasaron los palacios de época taifa y realizaron una serie de edificaciones que terminaron por tejer un nuevo conjunto palaciego. Este nuevo conjunto, atribuido a la figura de Abu Yacub Yusuf, contaba con cerca de una docena de núcleos palaciegos independientes, articulándose al menos cinco de ellos entorno a patios de crucero. (Lleó, 2002, p.15-16). La reorganización efectuada en los espacios del conjunto de la mano de los Almohades, se basó en la construcción de amplios recintos amurallados al exterior, lo que se conoce como “alcazaba exterior e interior”, pasando de una ocupación de dos hectáreas a una ocupación de 17 hectáreas (Tabales, 2013, p.106).

La primera de las construcciones fue la Mezquita Mayor presidida por la Giralda en el espacio comprendido entre las murallas de la ciudad y del Alcázar. Posteriormente se realiza un recinto militar llamado “Pradera de la Plata” (Marín, 1992, p.4). Su extensión se prolongaba hasta la misma orilla del río Guadalquivir, creando un recinto amurallado que llegaba a los bordes del arroyo Tagarete, convirtiéndose este terreno en huertas y jardines del Alcázar (Almagro, 2007a, p.166). Este espacio estaba presidido por un oratorio en forma de *qubba*, es decir de planta cuadrada cubierta por una cúpula, y que a día de hoy conocemos como Huerta de la Alcoba (Marín, 1992, p.4).

En las dependencias del alcázar primitivo, se realizó la reconstrucción del palacio de Dar al-Imara para constituir la residencia oficial de los monarcas almohades, junto con un jardín de crucero (Marín, 1992, p.4). Está última, denominada Cuarto Real o del Crucero, fue uno de los palacios almohades más importantes. (Lleó, 2002, p.17). De este conjunto solo quedan restos de la organización original de su jardín y algunos indicios documentales que permiten deducir su disposición general. Se trataba de un palacio con pórticos y salones enfrentados, siguiendo el modelo característico de residencias andalusíes, pero con la peculiaridad de que el jardín se situaba a un nivel más bajo que el de los salones, entorno a cuatro metros de desnivel (Almagro, 2007a, p.170).

Cerca de este palacio se levantó el Patio del Yeso o Cuarto de los Yesos, cuyo nombre viene dado desde época alfonsí y se debe al material que constituía sus motivos ornamentales (Marín, 1992, p.4). Lo más destacable de este palacio es su pórtico meridional formado por un arco central acompañado de triples vanos a ambos lados, que descansan sobre columnas y presentan decoración de *sebka* calada (Almagro, 2007a, p. 170).

Un edificio almohade construido sobre el solar de la antigua Casa de Contratación, representa una organización acorde con la tradición andalusí. Contaba con un gran patio con disposición de crucero y albercas anexas a los lados menores. Su decoración se centraba en arriates con

vegetación, muros de sostén decorados con pinturas y arcos mixtilíneos con tramas de *sebka* (Almagro, 2007a, p.168).

Finalmente, junto al río se levantó la *Sikka* o Casa de la Moneda musulmana (Marín, 1992, p.4). También destacan obras utilitarias no menos importantes, como el puente de Barcas o la restauración de viejo acueducto romano conocido como los Caños de Carmona que abastecía de agua al Alcázar (Lleó, 2002, p.17).

El Alcázar almohade se configuró como un complejo palatino en que se combinaron dos prioridades, por un lado la gran urbe amurallada encabezada por una alcazaba fuerte e intrincada, y por otro una reorganización drástica de los palacios interiores con una arquitectura mucho más ordenada que la abbadí (Tabales, 2013, p.110). La construcción de todos estos nuevos palacios, tras la conquista cristiana se adaptó para su uso por los reyes y constituyen el arranque del desarrollo sustancial de la arquitectura castellana a partir del siglo XIII (Almagro, 2007a, p.167).

- **El Alcázar de Sevilla. Periodo Cristiano**

Tras la conquista por parte de los cristianos de la ciudad de Sevilla en 1248, el conjunto arquitectónico del Alcázar se convirtió en un importante y frecuente alojamiento de los monarcas. Ello trae consigo la realización de procesos de readaptación de los palacios islámicos con el objetivo de acomodarlos a sus necesidades y gustos, y a los de su corte (Almagro, 2007a, p.171).

En el conjunto de posesiones de la corona española, el Alcázar sevillano fue siempre objeto de gran aprecio, pese a que sus características históricas terminaron por hacerlo poco adaptable a las normas de la etiqueta cortesana. Tras quedar la ciudad vaciada de población musulmana, las primeras construcciones fueron destinadas a imponer un sello cristiano sobre el viejo conjunto islámico (Lleó, 2013, p.24)

Como otras posesiones de la corona, el Alcázar disponía de sus propios y rentas, que formaban un patrimonio considerable, entre ellas cabe destacar el arrendamiento de sus huertas de naranjos. Las hijuelas de la contabilidad, aunque con lagunas, permiten seguir casi año por año estas reformas, que siempre se aceleraban cuando llegaban noticias de alguna visita regia. Por el contrario, las obras se estancaban por falta de fondos cuando el Alcázar se veía obligado a contribuir con sus propios medios a las necesidades de otras posesiones reales (Lleó, 2002, p.11-12).

Fernando III el Santo será quien tome la ciudad de Sevilla tras la conquista Cristiana, alojándose en los palacios almohades que constituían el Alcázar nuevo. De la mano de su hijo Alfonso X el Sabio se acomete el primer ejemplo de readaptación en el patio del Crucero, cuyo objetivo era dotar de espacio suficiente a la residencia para acoger a la corte durante ceremonias y festejos y, aportar un acceso adecuado al nuevo espacio ya que el existente no era apto desde el punto de vista protocolario y de capacidad (Almagro, 2007a, p.172-173).

Con Alfonso XI se realiza la llamada Sala de la Justicia o Sala del Consejo utilizando para ello la edificación del Patio del Yeso, transformando un edificio islámico de función doméstica y privada en un espacio público y representativo (Almagro, 2007a, p.174).

Posteriormente, junto al Alcázar Viejo de época abbadí, Pedro I construye el palacio mudéjar también conocido como palacio de Pedro I haciendo referencia a su nombre. Se trató, como

veremos más adelante, del primer edificio civil de la Baja Edad Media y un claro ejemplo de mudejarismo (Marín, 1992, p.7).

La llegada al trono de Enrique II supuso la postergación del Alcázar como residencia real, sin apenas haber constancia de actuaciones en el mismo hasta tiempos de Juan II, bajo el cual se lleva a cabo la construcción del magnífico techo de media naranja del Salón de Embajadores (Almagro, 2007a, p.182).

Durante el reinado de los Reyes Católicos se llevó a cabo una intervención de gran importancia, ya que convirtieron la planta alta en lugar de residencia principal de los monarcas, lo que trajo consigo nuevas edificaciones (Almagro, 2007a, p.182)

Pero sin duda, tras el enlace nupcial de Carlos V celebrado en el Alcázar se inicia una de las etapas constructivas más importantes, transformando el conjunto en cuanto a estructura y decoración con la introducción de elementos renacentistas. Con ello se pone fin a la etapa medieval de este palacio (Almagro, 2007a, p.183)

No será hasta el siglo XVIII, cuando el conjunto vuelva a sufrir transformaciones considerables para solventar los daños provocados por el incendio proclamado en 1762 y el terremoto de Lisboa en 1755. La enorme originalidad plasmada en las construcciones arquitectónicas del alcázar como fruto de la transformación topográfica sufrida y la metamorfosis producida a través de los siglos anteriores, se ven enmascaradas después de las intervenciones sucedidas a lo largo de este nuevo siglo (Almagro, 2002, p.187).

Durante el siglo XIX, el Alcázar de Sevilla será objeto de numerosas intervenciones de carácter neoclasicistas y románticas, propias de la época, reinventando y recomponiendo al gusto de quien mandaba ejecutarlas.

En conclusión, el conjunto palaciego de época islámica se caracterizó por situarse a un solo nivel, correspondiente con el suelo y ser el resultado de añadidos, bien contemporáneos o bien posteriores, provocando un aumento en su extensión (Almagro, 2002, p.187). Sin embargo, las obras realizadas bajo el mandato de los monarcas castellanos no solo fueron resultado de la adaptación a los requisitos funcionales y sociales de los edificios palaciegos ya existentes, sino que realizaron nuevas unidades constructivas siguiendo los modelos islámicos, fruto de las influencias e interrelaciones producidas en la Edad Media entre la sociedad musulmana y la sociedad cristiana (Almagro, 2009a, p.333).

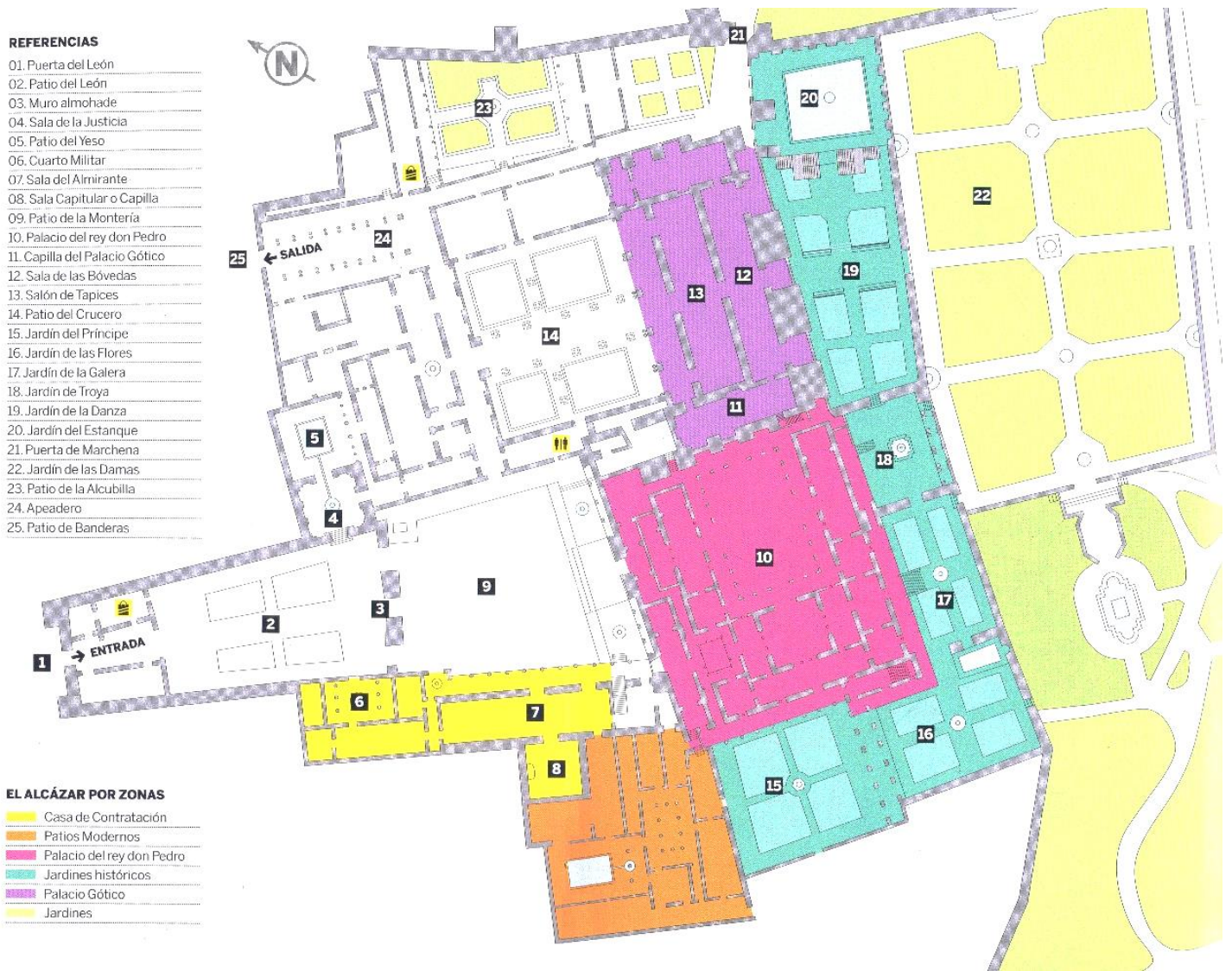


Figura 1. Plano general del Real Alcázar de Sevilla (Regas et al, 2010)

## I.2.2. El palacio de Pedro I

- **El rey Pedro I**

El monarca Pedro I, hijo de Alfonso XI y María de Portugal, nació en Burgos en el año 1334 y en 1350 heredó el trono de Castilla, ejerciendo como monarca con tan solo 16 años de edad. Pedro I pasaría la mayor parte de su infancia en el interior del Alcázar de Sevilla, conviviendo con musulmanes y judíos que habitaban el conjunto. Sentía especial predilección por Sevilla, por ello eligió la ciudad como capital de su reino y escenario de sus amores y desafueros (Regas et al, 2010, p.13; Marín, 1992, p.36).

Un año después de su llegada al trono, tras conocer la infidelidad de su padre Alfonso XI con Leonor de Guzmán, manda asesinar a esta amante y a seis de sus hermanastros, lo que trajo consigo la llegada de nuevos enemigos al monarca, entre ellos su hermanastro Enrique de Trastámara. Este hecho, junto al gran número de rivales que mandó asesinar en su enfrentamiento con el reino vecino de Aragón, hizo que se le apodase como Pedro I “el cruel” o “el justiciero” (Regas et al, 2010, p.12-13).

Entre los años 1366 y 1369 el único de sus hermanastros que quedó vivo, Enrique de Trastámara, inicia una guerra civil en Castilla que concluye con la muerte por asesinato del rey Pedro I en el castillo de Montiel a los 34 años de edad (Ruiz, 2013, p.308).

- **Contexto histórico**

El desarrollo del siglo XIV puede considerarse como una mala época para la humanidad ya que sucedieron diversas plagas, guerras, actos de bandidos, malos gobiernos, alteraciones atmosféricas... pero por el contrario, fue el punto de partida de una evolución en el ámbito político, del comercio, intelectual y filosófico que traería consigo la llegada del Renacimiento y la expansión europea y española en América. Se trató de un siglo de continua transformación en los diferentes países, donde se insinuaron los primeros indicios de estados modernos en los que la monarquía se antepone al poder feudal y la creación de diversos órganos e instituciones estatales.

En lo que respecta a la política, se suceden luchas entre los gobiernos de Aragón-Cataluña, Nápoles y las repúblicas italianas con la intención de ganar las islas del mediterráneo y reducir al Islam en la región. Por otro lado, las potencias cristianas debido a la rivalidad existente entre ellas, llevan a establecer alianzas con estados islámicos como el reino nazarí de Granada o el de los meriníes en Marruecos.

Referente al comercio, se puede hablar de un periodo de gran vitalidad donde destacaban relaciones entre distintos estados y reinos como Egipto e incluso otros más lejanos como Asia Menor, dando como resultado la unión de nuevos continentes.

Desde el punto de vista intelectual, los personajes más destacados contribuyeron al desarrollo de innovaciones tecnológicas e intelectuales. Ejemplo de ello lo encontramos en la arquitectura, donde se realizan nuevos programas constructivos que actúan como vehículo de transmisión hacia la sociedad en los que se reflejan las nuevas tendencias políticas, comerciales y culturales mediante el empleo de símbolos y señales materializadas (Rodríguez, 2015, p.341).

- **El palacio mudéjar**

La llegada de Pedro I al Alcázar supuso una modificación estructural en el conjunto, ya que este monarca prescinde del Palacio Gótico, obra de su abuelo Alfonso X, utilizado por sus antecesores como residencia, y decide construir un nuevo palacio. Esta nueva construcción se sitúa entre los contrafuertes exteriores de aquel palacio Gótico y los restos del palacio de al-Mubarak construido por al-Mutamid (Lleó, 2013, p.25-26). De hecho, este adosamiento al Palacio Gótico supuso una interconexión entre ambos, quedando incluso la crujía occidental del palacio alfonsí integrada formalmente en el palacio de Pedro I (Almagro, 2007b, p.270).

El nuevo monarca concibió todo un programa arquitectónico en la zona oeste del primitivo recinto del Alcázar del siglo XI, se trataba de un ambicioso proyecto que rompía el esquema heredado del mundo islámico y que había sido adoptado por sus antepasados (Almagro, 2007b, p.264). Para su construcción, se demolieron edificaciones anteriores con el fin de ganar espacio, se abrieron nuevas puertas en la muralla lo que supuso un cambio de acceso y de visión de los palacios desde el exterior, y se dispusieron nuevos marcos institucionales para las funciones propias de la monarquía (Almagro, 2007a, p.174). Tabales (2005) especifica que se destruyeron por completo un total de cinco edificios diferentes para la construcción del palacio de Pedro I:

- Palacio 1 destruido: situado al Sureste del Palacio de Pedro I
- Palacio 2 destruido: situado al Sur del Palacio de Pedro I
- Palacio 3 destruido: situado al Suroeste del Palacio de Pedro I
- Palacio 4 destruido: situado al Noroeste del Palacio de Pedro I
- Palacio 5 destruido: situado al Noreste del Palacio de Pedro I

Un estudio realizado por Fernández Aguilera (2015) pone en cuestión que la construcción de este nuevo palacio se realizase a partir de un nuevo proyecto unitario. Según las investigaciones realizadas por Fernández, el flanco sur del palacio de don Pedro correspondiente al patio de las Doncellas y en contacto con el palacio gótico, se eleva sobre un sótano abovedado dividido en dos tramos cuyas dimensiones son equivalentes en las salas situadas en la siguiente planta. Concluye que este tramo de 21,7 metros de longitud que transcurren entre el palacio gótico y la inmediata torre almohade, abarcando las estancias hoy denominadas del Salón del Techo de Carlos V en la planta baja y las salas del Dormitorio del Rey Don Pedro y el Mirador de los Reyes Católicos en la planta alta, es anterior a la obra del rey don Pedro, y por tanto su portada incluyendo su decoración de yeserías, puertas y artesonado, acotando su construcción en el periodo del reinado de Alfonso XI, entre los años 1332 y 1350.

El conjunto de palacios diseñado por Pedro I en el Alcázar Sevillano tenía como objetivo ser el reflejo de sus ideas políticas y resolver a su vez las necesidades protocolarias y residenciales (Almagro, 2007a, p.174). A pesar de no verse concluido, configuró una de las zonas más emblemáticas y originales del Alcázar: el palacio mudéjar destinado a ser su residencia privada (Almagro, 2007b, p.269). En su construcción, trabajaron artífices mudéjares sevillanos y toledanos, así como musulmanes granadinos. La participación de estos últimos, viene justificada por la amistad que unían a Pedro I y al sultán Muhammad V, quien había recuperado en su momento el trono de Granada gracias a la ayuda del monarca cristiano, el cual quedó maravillado por la cultura islámica. A pesar de las contribuciones de diferentes artífices, la participación de los toledanos sería mucho más importante, ya que programaron y diseñaron gran parte del Alcázar como la fachada, la planta y alzado del patio de las Doncellas o el trazado de las salas principales del Salón de Embajadores (Pavón, 1988, p.159).



El resultado fue un palacio donde confluían elementos islámicos y cristianos, donde esto último pasa claramente a un segundo plano (Lleó, 2002, p.23). El resultado de la fusión de ambos elementos es el estilo arquitectónico conocido con el nombre de *Mudéjar*, de ahí que el nuevo palacio se denomine Palacio Mudéjar (De los Ríos, 1875, p.45). En él podemos ver referencias a las edificaciones más destacables realizadas por los musulmanes en la península, tales como la Alhambra, la Córdoba Califal y la ciudad de Toledo judío mudéjar (Regas et al, 2010, p.41). La relación existente entre las edificaciones palatinas del al-Ándalus y las realizadas por parte de la corona castellanoleonesa, se hacen evidentes en la existencia de una cultura visual del poder compartida en formas, significados, mensajes y semejanzas entre tipologías estructurales.

Ejemplo de ello es el conjunto palatino construido en la Alhambra de Granada por Muhammad V entre los años 1354 y 1391, quien tras la recuperación del trono abordó la edificación de las distintas partes de sus palacios en consonancia con el palacio de Pedro I. Tras la muerte del monarca castellano en 1369, algunos años después, el sultán nazarí construye el Palacio de los Leones en la Alhambra, denominado también Alcázar del Riyad al-Said, considerada obra cumbre de la arquitectura andalusí. Esta obra muestra la semejanza estructural y decorativa con respecto al patio de las Doncellas así como la organización de las estancias en torno a la *qubba*, fruto sin duda de la visualización de las obras del palacio sevillano por parte del monarca musulmán durante su estancia como huésped y protegido de Pedro I (Almagro, 2007a, p.181; Almagro, 2009a, p.362).

El palacio de Pedro I fue construido en el lado sur del patio de la Montería entre los años 1356 y 1366 presentando una organización interior con rasgos característicos de una residencia andalusí pero con algunas diferencias. Mientras tanto, según fuentes bibliográficas, se supone que durante los primeros años de su reinado ocupó las anteriores construcciones palatinas que no son otras que las islámicas transformadas por sus predecesores. Este palacio es una muestra del uso de la arquitectura como símbolo de poder del soberano con el fin de dar luz a todo un amplio programa de gobierno. Con la construcción de este palacio, Pedro I junto con su mujer doña María de Padilla, culminaría un ciclo constructivo que se inició con la construcción de los palacios de Tordesillas en Valladolid y otro en Astudillo, Palencia, claros antecedentes de la obra que acometió después en Sevilla (Almagro, 2009a, p.334).

El nuevo palacio presentaba su fachada en el patio de la Montería y se organizaba entorno a dos patios principales que se hallaban en su interior: el mayor de los patios, el de las Doncellas destinado al uso público y el de las Muñecas, ocho veces menor, destinado al uso privado. A pesar de quedar divididos ambos ámbitos, compartían un nexo de unión a través del Salón de Embajadores, una de las estancias más impresionantes del palacio. Los salones que componen este palacio se distribuyen en simetría en torno al patio de las Doncellas, trazando un eje que englobe el mencionado patio y el Salón de Embajadores, toda la parte izquierda es obra de toledanos y toda la parte derecha es obra de los artifices sevillanos (Pavón, 1988, p.161).

Los elementos arquitectónicos que decoran el palacio de Pedro I se basan en obra de yesería y alicatado en sus paredes, así como ricas techumbres de madera, puertas y portalones (De los Ríos, p.71). Todos ellos aparecen policromados y dorados en la mayoría de los casos, y con motivos decorativos basados en la geometría, elementos vegetales, epigráficos y heráldicos; dando como resultado el propio estilo mudéjar característico de esta nueva edificación.

### I.2.3. El patio de las Doncellas

El palacio de Pedro I o palacio mudéjar se considera uno de los mayores ejemplos del cambio de gusto hacia moldes islámicos experimentado por la corte castellana en el siglo XIV, cuyo núcleo principal es el magnífico Patio de las Doncellas, el espacio donde se concentra la máxima tensión creativa. Sin embargo, las intervenciones realizadas posteriormente a su construcción inicial, ha hecho que la realidad espacial del patio quede enmascarada (Rodríguez, 2006, p.31).

Cuenta la leyenda que la designación de este patio como Patio de las Doncellas se debe a que era el lugar donde los reyes moros recibían el tributo de las cien doncellas cristianas que cada año acudían al palacio desde el reino de Asturias en la Alta Edad Media. Por otro lado, en Colombia se conoce como Doncella a una flor con forma parecida a lo dedales, lo que podría indicar que el patio en su origen estuviese decorado con este tipo de flor. De hecho, esta tipología de planta aparece reflejada en la descripción del momento en el que Felipe II cruza el Guadalquivir para su llegada a Sevilla, como elemento decorativo de la popa de la barca en la que viajaba denominándolas *poncellas* (Cómez, 1996, p.87-88).

#### *Análisis espacial del patio*

La entrada al patio de las Doncellas se realiza a través de un pasillo seguido del vestíbulo del palacio, que desemboca en la esquina nororiental de éste. El recorrido de carácter quebrado se justifica desde dos puntos de vista, por un lado como método de defensa y seguridad, y por otro como método para contribuir aún más en el asombro del espectador ante la majestuosidad del patio tras salir de un espacio umbrío. La función que desempeñaba este espacio en el conjunto palaciego era la de distribuir las circulaciones y crear un microclima fresco a través de elementos como pórticos para la regulación de luz y temperatura, el agua y la vegetación (Rodríguez, 2015, p.476-478).

Presenta una forma rectangular de 21 x 15 metros, rodeado por cuatro galerías bajas porticadas de siete arcos lobulados en los laterales del patio más largos, y cinco arcos lobulados en los laterales más cortos. En ambos casos, siempre presentan un arco central que destaca por ser más alto y amplio que los laterales, separados de estos por un alfiz que presenta una decoración diferente y sirve de eje axial de la composición del acceso al salón al que antecede. Las galerías bajas se apoyan sobre 52 columnas de orden corintio en grupos de dos, siendo en el caso de las esquinas grupos de tres; en cuanto a la galería alta, son 56 columnas de orden jónico (Rodríguez, 2006, p.31, 37, 42). La primera impresión que da este patio es la de un recinto acotado, introvertido, simétrico, con una fuerte horizontalidad en el que el alero situado en todo su perímetro actúa como elemento limitador y separador de este ambiente del extremo superior (Rodríguez, 2015, p.478).

El aspecto que presenta el patio abierto al cielo actualmente es muy similar a su aspecto original en la construcción inicial del siglo XIV. Consta de dos plantas, una planta baja mudéjar del siglo XIV donde se disponían las estancias de uso público, accesibles a los invitados; y una planta alta con espacios de mayor privacidad, que jugaban un papel totalmente secundario en la composición del conjunto correspondiente al siglo XVI.

Las estancias de la planta baja se distribuyen de la siguiente manera, en el ala occidental del palacio mudéjar ocupando una posición central, se encuentra el Salón de Embajadores, el salón más importante con acceso a tres de los pórticos del patio y donde ocurría la vida oficial de la corte. En los laterales más largos del patio, se encuentran otras dos estancias resueltas según el

esquema doméstico islámico, a la izquierda del Salón de Embajadores se sitúa la que fue capilla del palacio originalmente que hoy recibe el nombre del Salón del Techo de Carlos V, y a la derecha encontramos la Cámara o Alcoba Real, que albergaba las habitaciones de verano del monarca (Rodríguez, 2006, p.34). En la zona más oriental del patio, frente al Salón de Embajadores, se modela uno de los espacios más sencillos en cuanto a su aspecto formal y conceptual. Se trata de una serie de espacios entrantes y salientes que se corresponden con los contrafuertes del palacio gótico anexo, conformando tres bellos divanes de gusto oriental utilizados en su día por el monarca para descansar contemplando el patio. Este espacio, que rompe con el recorrido protocolario del patio, favorece la contemplación general del patio de carácter estático y permite gozar del espacio (Rodríguez, 2015, p.484; Manzano, 2013, p.189).

El acceso a la planta alta del patio se hacía mediante una escalera ubicada en la esquina sudoriental de este, adosada a los contrafuertes del Palacio Gótico del Caracol. En esta planta encontramos unas alforfas donde se localizaban los aposentos de las infantas y un torreón rectangular donde se situaba el cuarto del Príncipe. En el lado norte, se encontraba el Salón del Trono o sala de recepciones privadas del monarca, y en el lado sur, se situaban una serie de habitaciones de paso (Rodríguez, 2006, p.34). Al igual que sucede en la planta baja del patio, en la planta superior se acometen intervenciones que cambian la ordenación arquitectónica que desarrollaba el palacio que seguía la tradición hispanomusulmana. Entre ellas se encuentra la enfatización de esta planta superior de la mano de los Reyes Católicos, y la construcción de una galería formando un nuevo corredor por parte de Carlos V y su hijo Felipe II (Marín, 1992, p.8-10).

El patio actúa por tanto como fórmula organizativa entorno a la que se distribuyen todas las dependencias tanto de la planta alta como de la planta baja, configurando el espacio ante una disposición que propicia la espacialidad volcada hacia el interior. Desde el interior de todas estas estancias, a través de sus ventanas y puertas que dan hacia el patio se puede percibir un espacio luminoso donde destacan diversas impresiones sensitivas graduadas con el empleo de pórticos y galerías en penumbra que actúan como filtros lumínicos, sonoros y climáticos. (Rodríguez, 2015, p.485-490).

La zona central del patio, al igual que otras localizaciones del mismo, han sido víctimas de numerosas intervenciones a lo largo de su historia tal y como veremos en el apartado siguiente de esta tesis, entre ellas una de la más importantes acometidas fue el enlosamiento del patio entre los años 1581 y 1584 bajo el reinado de Felipe II. Se trató de un enlosado de mármol a nivel del patio que supuso la ocultación del estanque y del jardín, dando como resultado un espacio abierto al tránsito (Marín, 1990, p.218-219) (Tabla II) (Fig. 2).

Las excavaciones desarrolladas en el año 2002 en las que se descubrió parte de una alberca central, dieron pie a la recuperación de la primitiva disposición medieval del patio bajo la dirección de los Doctores Arquitectos A. Almagro y A. Orihuela entre el 2004 y 2005. Esta disposición se estructuraba en una zona ajardinada rehundida, dispuesta en dos espacios simétricos separados por una alberca longitudinal con sus extremos en forma de T (Almagro, 2007b, p.276).

Los diferentes tratados existentes sobre el paraíso islámico sirvieron de inspiración artística a la hora de realizar la composición de los jardines palatinos. Para ellos, el paraíso se encuentra bajo el Trono de Dios a través de la superposición de pisos. Se trata de un lugar maravilloso, placentero, luminoso, fértil, donde corren aguas en ríos, con vegetación de árboles frutales y edificios con piedras preciosas, destacando la figura de Dios como fuente principal de

satisfacción eterna. Esta teoría aparece representada en la zona de ajardinamiento del patio, en el que la zona de vegetación aparece a un nivel más bajo del acceso del palacio, diferenciando la zona de recepción y residencia de la zona de contemplación y disfrute (Rodríguez, 2006, p.43).

La alberca descubierta marcaba un eje en el que las estancias de planta baja se ubicaban de forma simétrica con respecto a éste. Presentaba unas dimensiones de 13,5 x 1,98 metros y sus muros sostenían a la vez andenes al mismo nivel de las galerías perimetrales con una dimensión de 92 cm de anchura que permitían el tránsito alrededor de la alberca. Dicha alberca, se encontraba flanqueada por arriates donde se situaba la zona ajardinada del patio, con una profundidad de casi un metro con respecto a la cota del patio. Esta fisonomía es resultado de una serie de transformaciones realizadas a partir del proyecto original de Pedro I y previas al enlosamiento de todo el área del patio (Tabales, 2005) (Fig. 3).

TABLA II.  
Cambios sufridos en la fisonomía del patio de las Doncellas a lo largo de la historia.

<b>Proyecto original y primeras obras. 1356</b>
Obra corrida y homogénea basada en la ejecución de los cimientos perimetrales de los andenes y las dos piletas laterales.
<b>Primer cambio. 1356</b>
Construcción de un estanque central con piletas laterales unidas, generando un único estanque corrido en forma de H, rodeado por un andén perimetral
<b>Segundo cambio. 1356-1366</b>
Se procede al taponamiento de las piletas laterales produciendo un ensanchamiento del andén con el fin de conseguir un solo estanque central, que pierde su forma de H y pasa a ser longitudinal y rectangular. Se instala un sistema de riego por inundación.
<b>Tercer cambio. Finales del siglo XIV - Inicios del siglo XV</b>
Se sustituye el sistema hidráulico por inundación por un nuevo sistema más racional pero menos estético. Cegamiento de los arriates con la intención de crear un patio mayor y transitable surcado por una alberca central.
<b>Cuarto cambio. 1569</b>
Saneamiento del estanque central y cañerías (Marín, 1990, p.217)
<b>Quinto cambio. 1581-1583</b>
Enlosado general del patio, configurándolo como un espacio abierto al tránsito. Colocación de una fuente ornamental central.

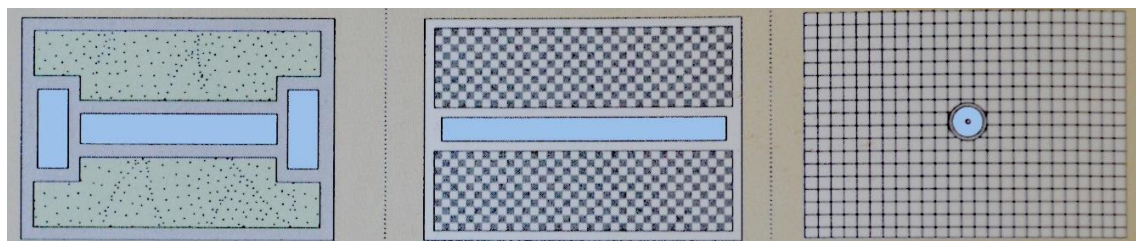


Figura 2. (Regas et al, 2010, p.46; Calero, 2016, p.96). Descripción gráfica de las tres principales transformaciones sucedidas en el patio de las Doncellas, desde su estado original hasta el enlosado completo y colocación de la fuente central, quedando oculta el sistema estructural anterior.

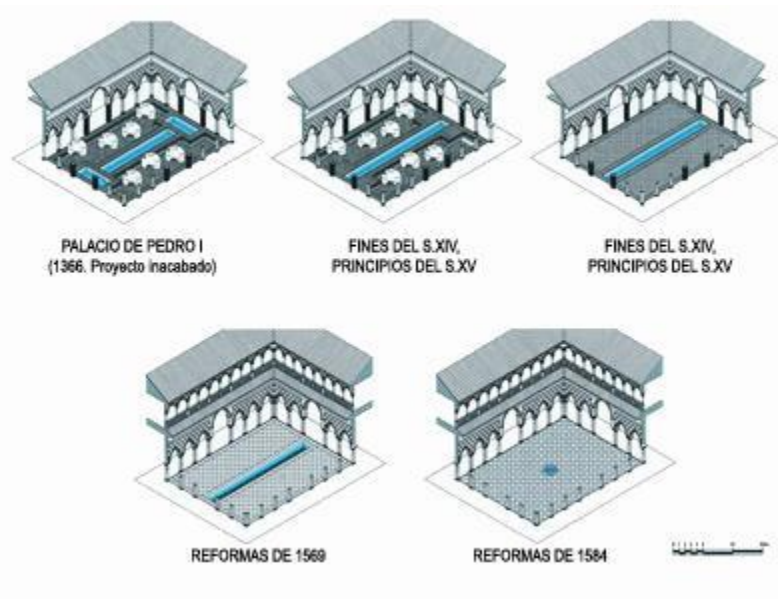


Figura 3. (Tabales, 2005, fig.14; Calero, 2016, p.96). Evolución hipotética del desarrollo constructivo del patio de las Doncellas desde su origen hasta el siglo XVI.

### Análisis decorativo del patio

- **Carpintería**

Los elementos de carpintería existentes en el patio de las Doncellas están constituidas por un lado, por las techumbres de las galerías y por otro, por las distintas puertas y portalones de sus accesos y ventanas.

Las techumbres son alfarjes en madera con motivos decorativos geométricos formados por el sistema de laceria entrecruzada. Entre estos motivos destacan las estrellas de cinco, ocho y diez puntas así como las diversas formas poligonales que se generan siguiendo un sistema de simetría y repetición. El interior de las formas geométricas resultantes aparecen policromadas con bellos colores, doradas y decoradas con elementos vegetales y heráldicos. Junto al alfarje aparece un ancho friso que rodea toda la galería con decoración epigráfica, heráldica, vegetal y geométrica (González, 1995, p.51).

Ocurre lo mismo con las puertas y portalones, se trata de piezas de madera maciza, talladas, policromadas y doradas, que presentan motivos decorativos geométricos, vegetales y epigráficos. Además de contribuir a la estética del patio en sí, pueden considerarse documentos de la historia del palacio gracias a las inscripciones que en ellas aparecen. Éstas hacen alabanza al rey Don Pedro como creador del palacio así como referencias a la fecha en que se realizaron y a los que participaron en su construcción.

*“(...) En su construcción y embellecimiento deslumbradores resplandeció la alegría: en su labra se emplearon artífices toledano; y esto fue el año engrandecido de mil cuatrocientos y cuatro. Semejante al crepúsculo de la tarde y muy parecida al fulgor del crepúsculo de la aurora un trono muy resplandeciente por sus colores brillantes y por la intensidad de su esplendor (...)”* (De los ríos, 1875, p.145).

- **Yeserías**

En cuanto a yeserías, en el patio de las Doncellas encontramos por un lado frisos y paneles situados en los paramentos que constituyen el patio y por otro, labores de *sebka* en los arcos de los pórticos. Los frisos presentan elementos epigráficos, vegetales, geométricos y heráldicos, siendo estos últimos propios de las reformas decorativas realizadas durante la época de los Austrias, combinando así yesería de estética renacentista con las labores de estilo mudéjar. Referente a la epigrafía, en piezas realizadas probablemente por artistas granadinos, aparece el lema nazarí “*no es vencedor sino Alá*”, muy característico en la Alhambra de Granada (Regas et al, 2010, p.48).

Las labores de *sebka* que constituyen la decoración de los pórticos, presentan una rica decoración en relieve de formas vegetales y trazados geométricos, formando composición romboidal y ondulada que armoniza con los arcos lobulados. Con esta decoración se genera una peculiar trama de claroscuros tanto en la superficie de los mismos como en las paredes y suelos perimetrales, dando lugar a un efecto dinámico con numerosos planos que matizan los espacios intermedios, localizados entre el patio y las zonas interiores. (Rodríguez, 2015, p.492)

- **Alicatado**

En la parte inferior de los paramentos del patio encontramos revestimientos cerámicos realizados con la técnica de alicatado cuya extensión es de 161,20 m. Se trata de una técnica en la que las piezas cerámicas se recubren de yeso por la parte trasera y se adhieren al muro (Regas et al, 2010, p.52). La combinación de estas piezas, donde predominan los colores blanco, azul o verde, da como resultados diferentes formas geométricas, como por ejemplo estrellas de ocho puntas. El sistema de lacería presenta un diseño uniforme y repetitivo, dando como resultado cincuenta y cuatro paneles o módulos con hasta cinco variantes de trazado distintas distribuidas aleatoriamente (González, 1995, p.145).

- **Pinturas murales**

El interior de la alberca se encontraba decorado con pinturas murales donde a través del sistema de lacería mudéjar, se obtienen formas geométricas en las que destacaban las estrellas de ocho puntas, muy similar a los alicatados de los zócalos del patio y los cuales no hay constancia de que hayan sido plasmados en otro lugar (Tabales, 2005; Pérez y Fernández, 2004a). Para ello emplearon como soporte un enlucido de cal y arena con un estucado muy fino amarillo crema conseguido con la adición de albero. Sobre éste soporte se esgrafió el motivo decorativo mediante incisiones o líneas rehundidas, y aplicaron la pintura a la cal a base de almagra. Esta policromía sufrió una modificación siglos después, posiblemente en el siglo XVI previamente al enlosado general del patio, debido al deterioro de la policromía original o cambio de gusto de la decoración. Se procedió a la sustitución de la decoración, para la cual se picó la superficie para aplicar y asegurar el agarre del nuevo estuco algo más tosco que el anterior, por otra decoración con motivos ondulares superpuestos empleando color azul para el dibujo y sobre un estucado de color amarillo de hueso (Robador et al, 2005, p.199).

El agua contenida en esta alberca, ocuparía un papel fundamental, no solo por su utilidad práctica y reguladora del microclima, sino también por sus funciones estéticas y simbólicas. Este elemento actúa de espejo de los elementos arquitectónicos del patio, disolviendo la pesadez del edificio, potenciando la unidad entre naturaleza y palacio, y reflejando y poniendo a los pies del

soberano los astros diurnos y nocturnos. Por otro lado, gracias a la reflexión de la luz del sol en el agua, se intensificaba la luz del patio en contraste con la penumbra de los espacios interiores (Rodríguez, 2015, p.493)

La aparición de estas pinturas murales en el interior de la alberca trajo consigo el dilema de apostar bien por los restos materiales, o bien por el valor visual o ambiental mediante la recuperación funcional de la alberca, ya que el relleno de la alberca con agua supondría serias dificultades a la hora de preservar la conservación de dichas pinturas. Finalmente, se optó por la colocación de un recipiente independiente en el interior de ésta, dejando un vacío entre la pintura y el contenedor. De este modo, la alberca cumpliría con la función de estanque de agua y las pinturas murales quedarían preservadas (Almagro, 2005, p.53).

En cuanto a los arriates, los muretes que lo rodeaban estaban compuestos por ladrillos de un pie dispuestos a soga y decorados mediante arquillos ciegos de medio punto entrelazados (Rodríguez, 2006, p.33). Este esquema se completaba con la inclusión de un lazo latericio situado sobre la clave de cada arco y cuyo interior presentaba un azulejo monocromo redondo vidriado de colores verde y negro, y posiblemente blanco, que se alternaban a lo largo de la secuencia de arcos. Sobre el lazo, se dispone una verdugada corrida de ladrillos resaltados con la intención de servir como elemento para nivelar la fábrica antes de colocar el pavimento superior (Tabales, 2005).

- **Jardín**

La vegetación, elemento característico en los patios andalusíes, que encontraríamos dentro de estos arriates se trataría de una vegetación baja a base de flores y árboles frutales con escaso porte para no interrumpir la visión de las galerías del patio. De forma complementaria al componente visual que aporta el jardín, el perfume de las flores y plantas actuarían como elemento sensitivo que acrecentarían las sensaciones placenteras que ofrece el patio (Rodríguez, 2006, p.33, 43, 44).

Según Tabales (2005), la idea original de decorar el patio con alberca junto con jardines en arriates, se vio alterada sin llegar a convivir ambos elementos. Tras el cegamiento de los arriates, el interior de éstos apenas tenían profundidad suficiente para el cultivo floral, por tanto el jardín del patio quedaría organizado únicamente por una gran alberca central y dos arriates laterales sin vegetación. Sin embargo, investigaciones llevadas a cabo en otros conjuntos, como el Patio de la Acequia en los jardines del Generalife de la Alhambra granadina, han demostrado que este tipo de jardines presentaban una vegetación floral de pequeño porte y escasos elementos arbóreos. Por ello, con la recuperación del jardín primitivo del patio de las Doncellas, se han plantado seis naranjos de pequeño porte vigilando su crecimiento junto con especies florales de prado, dotándole el aspecto que actualmente se puede apreciar (Almagro, 2005, p.55).

### I.3. INTERVENCIONES REALIZADAS EN EL PALACIO MUDÉJAR A LO LARGO DE LA HISTORIA

El conjunto palatino sevillano desde sus orígenes ha sido objeto de múltiples modificaciones debido al carácter de vivienda permanente por parte de los monarcas españoles. Estas modificaciones solían venir de la mano del monarca reinante en cada momento en España que tomaba el Alcázar como residencia. Se basaban, bien en la adaptación de la decoración al gusto de la época, en una reorganización espacial y estructural de las distintas estancias que componen el conjunto, o en intervenciones de mantenimiento y restauración necesarias. Manzano Martos (2003, p.89) pone de manifiesto este hecho *“El Alcázar no es un monumento puro como lo puede ser la Alhambra de Granada o la Aljafería de Zaragoza, de los que quedan fragmentos arqueológicos, el Alcázar es un monumento vivo, integral, en uso permanente y felizmente dedicado a la misión para el que fue concebido, palacio de la realeza española. De los príncipes islámicos primero y luego de los conquistadores cristianos, el más viejo palacio en uso y por lo tanto no es una ruina arqueológica, tiene que ser habitable y en cierto modo conservable”*.

Por tanto de una forma u otra, las consecuencias de ello se han visto reflejadas en los acabados arquitectónicos como madera, piedra y yeserías, donde las terminaciones decorativas originales se encuentran ocultas bajo sucesivas intervenciones y remodelaciones, dando como resultado numerosos repolicromados, algunos perfectamente datados (López et al, 2011, p. 163-178).

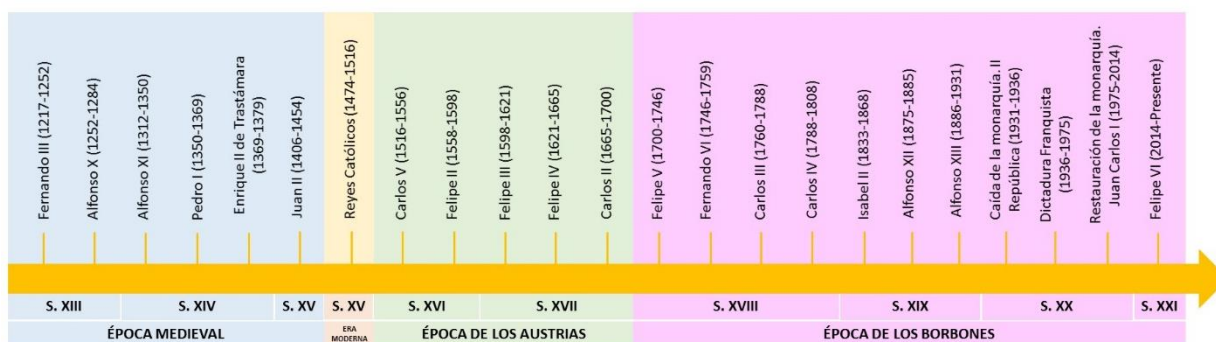
Es por ello que el Alcázar de Sevilla resulta de especial interés en el ámbito de la investigación en diversas disciplinas, como son la arqueología, la arquitectura, la historia del arte y, en el caso que nos ocupa, la conservación y restauración.

Las primeras reformas sobre el Alcázar primitivo del siglo X, las encontramos durante la ocupación musulmana en nuestro país en los siglos XI y XII, siendo Sevilla por entonces la capital del reino de Taifas. El edificio, que tenía como objetivo la protección de la plaza donde se encuentra ubicado, albergaba en su interior la residencia del rey musulmán y en un primer momento las dependencias administrativas del gobierno omeya.

La edificación tras las actuaciones de los musulmanes, quedó dividida en dos zonas: el *Alcázar viejo* y el *Alcázar nuevo*. El denominado *Alcázar Viejo* se corresponde con el periodo Tardocalifal o Abbadí del siglo XI. Al- Quasr-Al-Mubarak realiza una ampliación del recinto original que Abderraman III *el bendito* mandó construir en 913, de ahí que también se le conozca como *palacio de Al Mubarak* o *palacio de la Bendición*, llegando a duplicar su superficie. En cambio, el *Alcázar nuevo* pertenece al periodo Almohade del siglo XII, concretamente del año 1147. La actuación de los almohades se basó en la destrucción de los palacios Taifas para levantar un nuevo conjunto formado por un amplio patio, denominado patio del Crucero, y una serie de núcleos palaciegos de carácter independiente, atribuidos a Abu Yacub Yusuf de las que todavía nos quedan muestras como son el cuarto del Yeso, la casa de Contratación o el mencionado patio. (Lleó, 2002, p.14-18)

Sin duda alguna, las mayores modificaciones y remodelaciones en el conjunto del Alcázar Sevilla se producen tras la conquista de la ciudad por los cristianos en el año 1248. A partir de entonces, el Alcázar adquiere un carácter de vivienda permanente para los diferentes monarcas españoles hasta día de hoy.





Línea sucesoria de los diferentes monarcas españoles

## EL ALCÁZAR EN ÉPOCA MEDIEVAL

**Fernando III el Santo**, monarca que en el año de la conquista cristiana habitó el Alcázar almohade o Alcázar Nuevo desde 1248 hasta 1252 (Cómez, 2013, p.120). Tomó esta zona como residencia de forma inminente dado que así lo reflejaban las capitulaciones, mientras que para la entrega y evacuación de la ciudad contaban con el plazo de un mes. Durante su mandato permaneció largos periodos de tiempo sin realizar reformas algunas en el conjunto, falleciendo el 30 de mayo de 1252 en el interior del mismo (Lleó, 2002, p.18).

Sin embargo, sus sucesores sí que realizaron nuevas construcciones en esta zona, readaptando al gusto gótico el palacio almohade, siendo éstas las primeras intervenciones que se pueden datar en los Reales Alcázares. A **Alfonso X el Sabio**, se le atribuye la edificación del Palacio Gótico en el antiguo palacio almohade que se situaba sobre el jardín del crucero de Dar al-Imara. Para la construcción de este palacio, también denominado Cuarto del Caracol debido a las escaleras de caracol que presenta en sus esquinas, fue necesario la destrucción previa del Cuarto Real del conjunto almohade. De la mano de este monarca, comienza a darse los primeros ápices del estilo mudéjar en el Alcázar combinando las formas góticas y cristianas con el gusto por la lacería musulmana. Este hecho no resulta nada extraño ya que el personal encargado de llevar a cabo las obras era principalmente musulmán (Lleó, 2002, p.19-20). Tanto la singularidad de la planta de este palacio como el aspecto que se da a sus fachadas exteriores recuerdan a la imagen de la Mezquita de Córdoba y la mezquita almohade de Sevilla (Almagro, 2007a, p.171)

Por otro lado, el monarca **Alfonso XI** contribuye en la reformas del Alcázar con la edificación de la Sala de la Justicia. Se trata de una estancia cuadrada o *qubba* situada junto al antiguo patio almohade del Yeso, decorada con riquísimas yeserías que contienen escudos reales y la orden de la Banda fundada por este rey tras la batalla del Salado (Lleó, 2002, p.21). Es en este momento se inicia plenamente el mudéjar civil sevillano que toma como referencia la decoración de esta nueva sala, combinando en esta nueva aportación constructiva elementos cristianos con los islámicos (Marín, 1992, p.6). Esta nueva construcción supuso una transformación simbólica y funcional, ya que pasó de ser un edificio islámico con función doméstica y privada, a convertirse en un espacio público y representativo, aunque también siguió usándose como aposento privado del monarca (Almagro, 2007a, p.174).

Pero la gran aportación al alcázar de la mano de los cristianos, llega durante el reinado de **Pedro I**, quien manda construir el Palacio Mudéjar o Palacio de Pedro I durante los años 1356-1366 tal y como veíamos en el apartado 1.2.2 dedicado exclusivamente al estudio de esta zona del alcázar sevillano. Junto al denominado Alcázar Viejo de época Abbadí, Pedro I planeó un programa de construcciones con la finalidad de resolver funcionalmente las necesidades de residencia,

protocolo y políticas. Para ello se demolieron construcciones anteriores, se abrieron nuevos accesos en las murallas que cambiaba la visión de los palacios desde el exterior y se dispusieron nuevos marcos institucionales para las funciones propias de la monarquía (Almagro, 2007a, p.174). Este palacio es sin duda uno de los resultados más importantes del mudejarismo civil que se implanta en esta época, a pesar de los múltiples cambios que han ido realizándose a lo largo de la historia por los sucesores de Pedro I (Lleó, 2002, p.21).

Tras la muerte de Pedro I en 1369, sube al trono **Enrique II de Trastámara**. Aunque su estancia en Sevilla fue prolongada, las noticias que se conservan del palacio durante su reinado son mínimas (Lleó, 2002, p.29). El acceso al trono de este nuevo monarca debió suponer por un lado, la paralización del gran proyecto de Pedro I, y por otro, la prolongación del conjunto palaciego como primera residencia regia (Almagro, 2007a, p. 182). No hay apenas registro de otras intervenciones posteriores de los sucesores de la casa de Trastámara hasta la llegada al poder de **Juan II**, cuando se realiza la cúpula del Salón de Embajadores que contemplamos aún a día de hoy (Marín, 1990, p.22).

### EL ALCAZAR EN LA ERA MODERNA

Las intervenciones posteriores en el conjunto palaciego vienen desarrolladas durante el reinado de los **Reyes Católicos**. El matrimonio de monarcas se aloja en el alcázar de forma obligada en diversas ocasiones por los enfrentamientos con el reino de Granada (Lleó Cañas, 2002, p.30).

Fruto de su estancia son las intervenciones realizadas a partir de 1477 consistentes en la transformación y ampliación del Palacio Alto con nuevas salas y espacios destinados al uso en invierno, siendo utilizadas las dependencias bajas del palacio en verano (Marín, 1992, p.8).

En la planta baja, debido al nacimiento de su hijo Juan, se realizó un dormitorio destinado al príncipe con un acceso directo al jardín también denominado del Príncipe, siendo éste uno de los primeros jardines que se construyeron en el Alcázar. Además, se elaboró la sala del Techo de los Reyes Católicos que funciona como enlace entre la zona doméstica y la zona oficial del palacio (Lleó, 2002, p.31). Según algunas fuentes bibliográficas, el alfarje de las galerías bajas que tenemos como motivo de estudio, fue construido en tiempos de los Reyes Católicos durante su estancia en el Alcázar sevillano ya que aparecen dos grandes escudos emblemáticos de los monarcas que se hallan en los espacios de las galerías ante la entrada a los salones de Embajadores y el actualmente denominado Salón del Techo de Carlos V (Gestoso, 1897, p.36). Marín Fidalgo (1990, p.106) indica que en ese momento se labraron o repararon tanto los alfarjes como los arrocabes, y se incluyeron estos escudos.

Referente a la planta alta del palacio mudéjar, se produce una enfatización de ésta, duplicando las estancias ya existentes en la parte baja del palacio (Lleó, 2002, p.31). Se construye un nuevo dormitorio denominado de la Reina, independiente del ya existente dormitorio del Rey, que se complementaba con una cámara, una alcoba y un pequeño oratorio con un altar de azulejos realizado por Niculoso Pisano, considerado una de las zonas más representativas de la época de estos reyes (Marín, 1990, p.110-116). La realización de nuevas estancias en esta planta, obligó la sustitución de los techos en las salas bajas, por lo que se realiza una remodelación tanto en el techo de la sala de los Pasos Perdidos como en el techo de la sala de los Reyes Católicos, sustituyendo ambos por alfarjes. (Marín, 1992, p.9). También forma parte de esta parte del palacio destinada a la estancia en invierno, el salón-mirador cuyas ventanas geminadas dan paso por un lado a los jardines y por otro al patio de las Doncellas (Lleó, 2002, p.32). Estas transformaciones en la planta superior son solo el inicio de un programa de obras que se

prolongarían con la llegada de los Austrias que posteriormente iban a completar durante siglos el palacio mudéjar (Marín, 1990, p.106).

En cuanto a la fachada, se realiza una remodelación consistente por un lado, en la adición de dos galerías laterales en la zona superior decoradas con yeserías donde las granadas que conforman este elemento decorativo indican que la obra debió ser efectuada en torno a 1492, año de la conquista del reino nazarí de Granada (Marín, 1992, p.9); y por otro, el cegado de los arcos situados en el cuerpo inferior de la fachada, que quizás deberían haber estado acompañados por Pórticos como el resto del Patio de la Montería (Almagro, 2007a, p.182).

La decoración en todas las intervenciones en esta época se caracterizaba por el empleo reiterado de emblemas heráldicos y reales, como eran el castillo, el león y el águila. (Lleó, 2002, p.31).

Finalmente, tras el descubrimiento de América en 1492 por Cristóbal Colón, se construyó sobre el terreno donde se ubicaba una de las estancias del Alcázar Viejo denominada Cuarto de los Almirantes, la Casa de Contratación de las Indias en el año 1503 como centro regulador y de gestión del comercio con el nuevo continente. (Lleó, 2002, p.32).

### EL ALCÁZAR EN ÉPOCA DE LOS AUSTRIAS

La llegada de **Carlos V** con su reinado entre los años 1517 y 1556, da comienzo a la dinastía de los Austrias que perdurará hasta la llegada de los Borbones tras la Guerra de Sucesión. Ya consolidada su posición como monarca realiza modificaciones en el sistema burocrático del reino, estableciendo cargos de pagadores y mayordomos, y en la organización administrativa en la que crea el puesto de maestros mayores. De este modo se rompía el organigrama definido en tiempo de los Reyes Católicos. (Zolle, 2003, p.15-16)

Su reinado coincide con uno de los momentos de mayor esplendor tanto de la ciudad como del conjunto arquitectónico del Alcázar debido al comercio de carácter universal establecido con el continente Americano. Este hecho posibilita la puesta en marcha de importantes obras en el Alcázar, que al coincidir con el estilo renacentista italiano de la época, introduce una estética clasicista (Marín, 1992, p.9).

El palacio sevillano, tras la llegada del emperador en 1526, presentaba un aspecto muy similar al que tenía durante el reinado de los Reyes Católicos (Marín, 2013, p.145). Su enlace con Isabel de Portugal, celebrado en el Alcázar, es uno de los principales motivos que lleva a la ejecución de obras en el recinto ya que surge la necesidad de adaptar el espacio ante la amplia corte que acompañaba al matrimonio. (Zolle, 2003, p. 16).

Las intervenciones se centraron principalmente en el patio de las Doncellas, afianzando las reformas iniciadas por los Reyes Católicos. Si es cierto que a pesar de la necesidad de intervenir, Carlos V apostó por una actitud conservadora ante los relieves de yeso en las paredes, los techos artesonados y las arquerías de la planta baja del patio de las Doncellas, solamente actuaría en aquellas zonas donde la conservación no fuese posible. (Zolle, 2003, p. 45).

Entre las obras realizadas, la más importante fue sin duda la remodelación de las galerías altas del patio a cargo del Arquitecto Real Luis de Vega y el Maestro Mayor Juan Fernández (Marín, 2013, p.148), que venían a sustituir a un antiguo corredor adintelado de menor altura que se aposentaba sobre pilares de ladrillo, y que presentaba una decoración de yesería mudéjar (Marín, 1992, p.9). La intervención comenzó en 1540 tras la llegada de las primeras piezas de

mármol y finalizó a principios de 1570, coincidiendo ya con el reinado de Felipe II, su sucesor (Zolle, 2003, p. 48). Ésta consistió en la introducción de elementos de gusto italiano como arcos de medio punto que se apoyaban sobre columnas de mármol blanco de orden jónico con pedestales y antepechos balaustrados que sustituían los pilares de madera. Las paredes de esta galería se decoraron con yeserías platerescas que presentaban elementos vegetales, grutescos y emblemas heráldicos, ejemplo de ellos son los bustos de una dama y un caballero en las enjutas de los arcos, simbolizando las figuras del emperador y la emperatriz enmarcados con coronas de laurel y acompañados de la inscripción “*putti*” (Marín, 2013, p.148).

En cuanto a las galerías bajas, se lleva a cabo la inclusión de escudos y emblemas heráldicos imperiales en las yeserías mudéjares (Lleó, 2002, p. 36). De los Ríos (1875) hace referencia al escudo con las columnas de Hércules y el lema Plus Ultra colocado junto al de sus ilustres abuelos (p.133). Con respecto al suelo de los corredores de esta planta, se realizó un enlosado con mármol en los años 1541-1543 (Marín, 1990, p.166). La antigua capilla, estancia que tiene acceso desde el patio, fue intervenida sustituyendo la techumbre original por un nuevo artesonado construido por el maestro carpintero Sebastián de Segovia. Dado que la intervención fue mandada por el emperador, la estancia pasó a llamarse Salón del Techo de Carlos V, quedando obsoleto el recibido hasta el momento (Lleó, 2002, p.36). De igual forma, se sustituyó también el artesonado de la alcoba izquierda del cuarto del Príncipe (Marín, 1992, p.10)

Por otro lado, fuera ya del patio de las Doncellas, se construyó un nuevo cuarto del Rey orientado hacia los jardines y enlazado con el antiguo mirador de los Reyes Católicos. En una de las estancias comunicadas con el patio de la Montería, conocida como Cuarto de las Cinco Cuadras, se realizaron obras menores. También se realizó un nuevo apeadero que a día de hoy es inexistente, se comenzaron las obras de ajardinamiento del Alcázar y se construyó sobre una vieja *qubba* musulmana el conocido Cenador de la huerta de la Alcoba o de Carlos V, de la mano del Maestro Juan Fernández entre los años 1543 y 1546 (Lleó, 2002, p.36). Junto a todas éstas, se intervino de forma pormenorizada la residencia del alcaide situado en torno al patio de banderas, denominada Cuarto del Sol, así como la inclusión de nuevas caballerizas (Zolle, 2003, p.49).

La muerte de Carlos V cedió el poder a su hijo primogénito **Felipe II** en 1558, aunque éste ya empezó a ejercer como tal en 1556 mientras que su padre el emperador se encontraba en las abdicaciones de Bruselas. Pero no será hasta 1570 cuando ocupe el conjunto palaciego sevillano y comience a realizar numerosas obras centradas en concluir las ya iniciadas por su padre, renovar aquellas zonas que se encontraban en peor estado de conservación, y dar cohesión, unidad y un aspecto moderno a su planta mediante la intercomunicación de los núcleos que lo componen (Zolle, 2003, p.83; Marín, 1990, p.206).

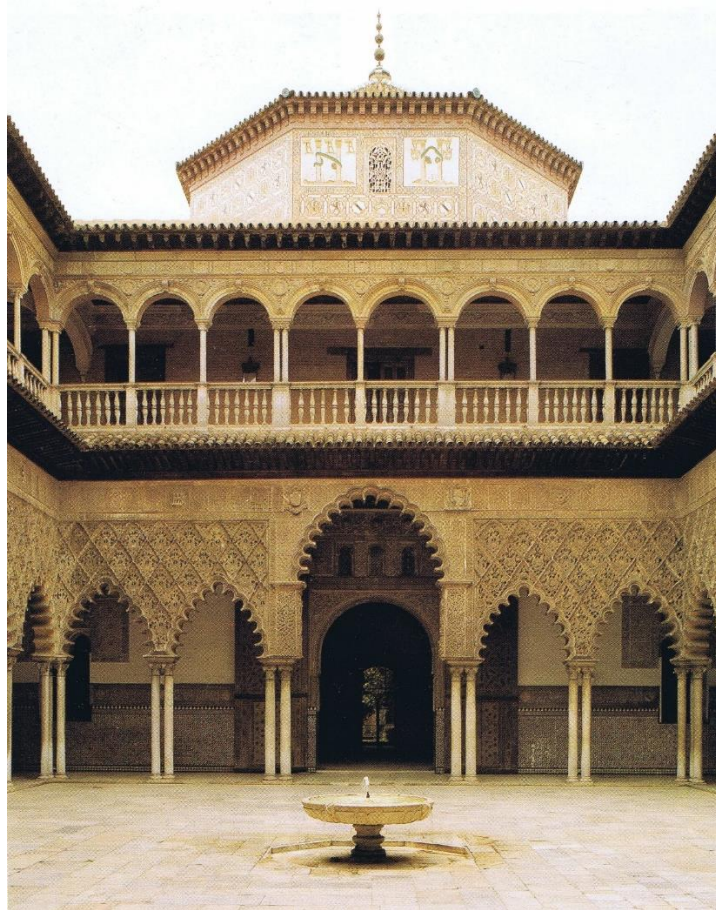
Entre las intervenciones llevadas a cabo entre los años 1560 y 1572, destacan la finalización de las obras en el patio de las Doncellas durante la maestría mayor de albañilería de Juan Fernández (1537-1572), Antón Sánchez Hurtado (1572-1588) y Lorenzo de Oviedo (1588-1603) (Marín, 1990, p.208).

En lo que respecta a la galería alta, se procedió a colocar artesonados dorados y pintados y paños de yeserías en sus paredes (Marín, 1990, p.215-217). El hecho de intervenir la galería alta y sobre todo la acción del tiempo, provocaron el deterioro de las galerías bajas del patio, lo que llevó a que fuesen restauradas en esta etapa (Marín, 1990, p.208). La intervención se basó en la sustitución de todas las columnas por unas nuevas de orden corintio, ya que las columnas antiguas presentaban diferentes tamaños y grosores, unas con basas y capiteles y otras sin

embargo no y los cimacios de madera se encontraban deteriorados, ocasionando esto parte de la ruina de las galerías (Marín, 1990, p.209). Estas nuevas columnas se disponían en grupos de dos en los laterales y en grupos de tres en las esquinas (Lleó, 2002, p.38). Además se introducen arcos peraltados decorados con yeserías platerescas entremezcladas con labores de sebka y palmas de carácter mudéjar que imitan las islámicas en la zona central de cada galería (Marín, 1992, p.11). En lo referente al alfarje, a lo largo del año 1560 se acometió la reparación de éste de la mano del maestro mayor de carpintería Juan de Simancas (Marín, 1990, p. 645). Durante el tiempo que duró las obras acometidas en los corredores bajos, el alfarje fue apuntalado para poder efectuar el cambio de columnas (Marín, 1990, p. 214) y por tanto intervenido igualmente por el mismo maestro mayor de carpintería, colaborando así con los albañiles y marmolistas (Marín, 1990, p.650).

Las obras referentes a las galerías altas finalizaron en 1572, sin embargo, las ejecutadas en los corredores bajos del patio quedaron concluidas en el año 1569, así lo demuestra la inscripción en las yeserías de la zona suroeste de la galería del patio donde aparece el año citado junto con el nombre de Francisco Martínez Maestro como autor de la intervención (Marín, 1990, p.217)

Pero sin duda, la intervención más importante en este patio fue la acometida entre 1581 y 1583 centrada en el enlosado general de todo el patio, haciendo desaparecer la alberca y jardines centrales (Almagro, 2005, p.60) (Fig. 4 y 5). Un informe realizado en el año 1567, hacía explícita la necesidad de reparar la solería de losas de mármol que presentaba los corredores bajos del patio que se habían visto afectada por la colocación de las nuevas columnas, así como arreglar el estanque central del patio y las cañerías (Marín, 1990, p.217). La reparación por parte de los maestros Antón Sánchez Hurtado, Martín Infante y Francisco Jiménez, no se acató al cien por cien a lo indicado en el informe. Aunque se llevó a cabo el saneamiento de la solería de los corredores, el jardín y estanque situados en la zona central fueron cubiertos por un enlosado de mármol a nivel del patio dejándolos ocultos, de este modo el patio quedó configurando como un espacio abierto al tránsito. El aspecto que presentó el patio tras la realización de las obras se basaba en un pavimento de losas blancas en las zonas de las galerías y la zona del patio, losas de color blanco y negro. Posteriormente, en el año 1583, se instaló una fuente ornamental en la zona central como elemento de agua (Marín, 1990, p.218-119). La prematura muerte del monarca Pedro I, constructor inicial del patio, debió dejar la obra inacabada y quizás sus sucesores, ante este hecho, decidieron cubrir los arriates y la alberca al no adaptarse a sus necesidades de palacio (Almagro, 2007b, p.277).



*Figura 4. Aspecto del patio de las Doncellas tras la intervención de enlosado (Marín, 1992, p.38).*



*Figura 5. Aspecto actual del patio de las Doncellas.*

Además de estas intervenciones, se realizaron otras en diferentes estancias del Alcázar. Ya no tanto a nivel decorativo sino a nivel constructivo, se realizan nuevas obras como el Corredor del príncipe con dos intenciones, primeramente unir los cuartos de la reina con los cuartos del rey y, por último embellecer la fachada del palacio con orientación al Jardín del Príncipe. Con este mismo carácter constructivo se realiza el actual Comedor de Gala y las techumbres correspondientes a las salas denominadas de Fumar y del Billar, las salas colaterales al Salón de Embajadores y la sala del Techo de Felipe II. También se elabora una escalera en el patio de la Montería que da acceso tanto al cuarto denominado igual que éste como al Palacio Alto (Marín, 1992, p.11-12).

En cuanto a reparaciones, se realizan intervenciones importantes en numerosas estancias con objeto de adecuarlos a las necesidades del rey. Entre ellas están el Cuarto de Hércules o de las Cinco Cuadras, el cuarto de San Jorge, los cuartos situados en torno al Patio del Yeso y los Cuartos del Sol, del Cidral y Cocinas, situados alrededor del Crucero (Marín, 1992, p.11-12). La fachada del palacio también fue punto de actuación, se intervino la portada dos veces, en 1560 y 1584 respectivamente, y el alero tanto de la portada como en el de los cuerpos laterales (Marín, 1990, p. 223-226).

Entre los años comprendidos desde 1570 a 1586, en el Salón de Embajadores se abren cuatro balcones forjados en la zona alta con el fin de dar luz a las salas altas perimetrales (Lleó, 2002, p.40) y se realizan labores de pintado y dorado de la gran cúpula que lo caracteriza (Marín, 1992, p.112)

En el palacio Gótico, se abren grandes ventanales en los muros de las salas de las Bóvedas o de las Fiestas que dan a los jardines, al igual que hicieron ventanas altas en el Salón de Embajadores para aportarle luz, se realizan contrafuertes exteriores mediante arcos para reforzar la estructura de éste. En su interior se eliminan los pilares fasciculados sobre los que descansaban las bóvedas góticas y se sustituyen por ménsulas de piedra labrada, quedando las paredes descubiertas, forrando éstas con paños de alicatados. Finalmente se procede al arreglo de las galerías del jardín del Crucero, en la que se construye un pasadizo por debajo del palacio que unía el patio del Crucero con los jardines opuestos (Lleó, 2002, p. 42-43)

En lo que respecta a los jardines, se lleva a cabo un gran desarrollo transformando las huertas musulmanas en jardines modernos donde se ve reflejada la influencia italiana del momento. Las transformaciones consistieron en la estructuración geométrica de las huertas musulmanas, replantándolas y colocando en ellas fuentes de todo tipo, y el arreglo del jardín del Estanque, que se embellece con una estatua de Mercurio y una balaustrada de piedra y bronce (Lleó, 2002, p.43-44).

Continuando en orden cronológico, toca el puesto a **Felipe III**, proclamado monarca en el año 1598 y con el que se encabeza el reinado de los denominados Austrias Menores. Su reinado coincide con la maestría del arquitecto Milanés Veremondo Resta y la alcaidía de D. Enrique de Guzmán, conde de Olivares, y su hijo Gaspar Conde-duque (Lleó, 2002, p.44).

Tras su proclamación, mostró un deseo enorme de visitar el Alcázar sevillano por lo que se lleva a cabo toda una serie de preparativos para su recibimiento, concluyendo las obras iniciadas anteriormente por su antecesor e iniciando nuevos proyectos de intervención (Marín, 1990, p.340)

Entre las reformas realizadas se llevó a cabo la construcción de un nuevo apeadero en el Patio de Banderas de la mano del mencionado arquitecto Vermondo Resta, cuyo interior pasa de

tener una estructura basilical cristiana a una función claramente palatina. A su vez, sobre este nuevo espacio, se construyó un salón-armería, considerándose una de las piezas principales del palacio (Lleó, 2002, p.44-45). En cuanto a los jardines, serán los espacios donde mayor número de intervenciones se lleven, dando como resultado uno de los conjuntos más bellos que poseía la corona Española (Marín, 1992, p.12). Se procedió al arreglo de los ya comenzados por Felipe II y la creación de nuevos en el recinto del Alcázar. La antigua muralla islámica que envolvía el conjunto arquitectónico, fue remodelada y se construyó la galería del Grutesco con la transformación de la huerta de la Alcoba (Lleó, 2002, p. 46).

En el interior del palacio de Pedro I también se desarrollaron diversas intervenciones como son la finalización de la reparación comenzada en las yeserías del Salón de Embajadores, donde se realizan tareas de pintado y dorado en el que se incluían 32 bustos de damas que formaban parte de la decoración del arrocabe de la cúpula (Marín, 1990, p.342). En el patio de las Muñecas, en la planta alta del mismo, se coloca una baranda con balaustradas de hierro torneado (Marín, 1990, p.346). Se construye una nueva estancia denominada Cuarto Nuevo en el Palacio Alto, se trata de un nuevo dormitorio contiguo al dormitorio de Don Pedro, incluyendo su restauración (Marín, 1992, p.12). En el patio de las Doncellas apenas se realizaron reparaciones, constando únicamente el aderezo de su fuente en 1599 (Marín, 1990, p.342)

Por otro lado, se construye también un nuevo zaguán y apeadero, precedidos de su innovadora y suntuosa portada, aportando al Alcázar un acceso digno acorde con la categoría del conjunto (Marín, 1992, p.12) y junto a este nuevo apeadero, se realiza el cuarto de los Leones en el año 1608 (Marín Fidalgo, 1990, p.371).

También se hicieron reparaciones en tanto en las distintas dependencias del antiguo palacio del Yeso, siendo estas el Cuarto de los Consejos, Cuarto del Yeso, Cuarto del Maestre y patio del Crucero, como en el cuarto del Cidral (Marín Fidalgo, 1990, p.355, 378 y 373)

Finalmente, se llevarían a cabo la edificación de nuevas oficinas y cocinas junto al Cuarto Real (Marín Fidalgo, 1990, p.352) y el alzamiento de nuevas caballerizas en el Patio de la Montería con el objetivo de cubrir las necesidades del aposento de la Corte cuando visitase Sevilla, así como la conclusión de las obras de ordenación del Patio de la Montería (Marín, 1992, p.12)

Llegados a estas fechas, las intervenciones realizadas en el conjunto sevillano hasta el momento junto las realizadas tras la anunciada visita de Felipe III, que finalmente nunca llegó a efectuarse (Marín, 1992, p.12), lo dotaban de gran majestuosidad y riqueza.

Su hijo, **Felipe IV**, llega al trono en el año 1621 compartiendo responsabilidad con el Conde-Duque de Olivares, Gaspar de Guzmán. Este nuevo monarca residía en Madrid y tan solo visitó el Alcázar una sola vez. La duración de esta visita fue de dos semanas, alojándose en ese tiempo en las dependencias del piso alto del palacio de Pedro I (Lleó, 2002, p.48).

Con motivo de su visita, se realizaron ciertas intervenciones pero de carácter menos importante que las anteriores. Se continuaron las que habían quedado interrumpidas tras la muerte de Vermondo Resta. De nuevo el mayor número de intervenciones se registran en los jardines continuando los trabajos anteriores y se emprendieron nuevos, como son los laberintos de jardines. En el interior de los jardines se construyen un nuevo cenador, denominado del León, concretamente en la huerta de la Alcoba aunque apenas queda resto del mismo. El objetivo de este nuevo cenador era abastecer de riego las diferentes huertas, (Lleó, 2002, p.49-50).



Quizás la más importante a destacar es la edificación del Corral de Comedias entre los años 1625 y 1626 en el patio de la Montería, hoy conocido como patio del León. Estuvo en funcionamiento desde el año 1626 hasta 1679, año en el que se declararon prohibidas las representaciones, quedando por tanto en desuso (Marín, 1990, p.444). Fue uno de los mayores teatros que tuvo la ciudad de Sevilla, presentaba una planta de forma oval y una construcción basada en el empleo de la madera, como es la armadura que le cubría. El hecho del empleo de este material fue la causa de su ruina, ya que el incendio sucedido en el año 1691 acabó devastando esta nueva construcción. Junto a este Corral, se encontraban también la llamada Cárcel de la Montería y una vivienda para los arrendadores del teatro. (Marín Fidalgo, 1992, p. 13).

Por otro lado, en el patio de la Montería, también se ejecutaron nuevas obras, se reconstruyeron las llamadas herramentarias y se repararon los talleres de la Carpintería. En el patio de Banderas, se intervinieron las viviendas pertenecientes a los funcionarios del Alcázar, las caballerizas existentes y ampliando el número de éstas, y las cocheras (Marín Fidalgo, 1992, p. 13).

El último capítulo de la dinastía de los Austrias, se cierra con **Carlos II** cuyo reinado comprendió los años entre 1665 y 1700 (Lleó Cañas, 2002, p.50). España vivía un periodo de decadencia, debido a las guerras con otros países, la aristocracia cobraba importancia, su económica se encontraba en estado de deterioro y finalmente carecía de sucesor para su trono. Todos estos problemas se vieron reflejados en la historia del palacio sevillano (Marín, 1992, p.13).

Durante la vigencia de este rey, no se realizan obras de nueva planta sino que se centran en el mantenimiento de lo ya existente y trabajos de reparación y adecentamiento en los jardines (Marín, 1990, p.480). Ejemplo de estas intervenciones son las realizadas en los Cuartos Reales, concretamente el cuarto del Príncipe y el Cuarto Nuevo, referentes a reparaciones por daños. Cabe destacar las ejecutadas en la carpintería de puertas y ventanas que dan al patio de las Doncellas en el año 1675 (Marín, 1990, p.483)

### EL ALCÁZAR EN ÉPOCA DE LOS BORBONES

La entrada del siglo XVIII viene marcada por la sucesión de los Austrias de mano de la Casa de los Borbones. Será **Felipe V**, nieto de Carlos II, quien acceda al trono entre los años de 1700 y 1746. Como viene ocurriendo con los monarcas anteriores, el Alcázar se viste de gala y se realizan intervenciones para el recibimiento de los nuevos reyes que residieron en él durante 5 años (Marín, 1992, p.14).

Como resultado de las múltiples intervenciones que se habían realizado con los monarcas precesores, en este momento de la historia el Alcázar ya había adquirido completamente aspecto de palacio real, considerándose uno de los palacios más espléndidos del momento. En conjunto enlazaba los núcleos preexistentes medievales: el patio de Banderas, el Palacio Gótico, Palacio del Yeso, el antiguo Palacio de al-Mubarak convertido posteriormente en la Casa de Contratación, y el Palacio de Pedro I también conocido como Palacio Mudéjar (Marín, 2006, p.137).

Durante el periodo de este monarca, no se realizan remodelaciones arquitectónicas de gran envergadura pero si pequeñas intervenciones de adaptación a nuevos usos y obras de mantenimiento y reparación. El palacio sirvió de vivienda para los nuevos monarcas pero también como vivienda de los Asistentes de Sevilla, lo que supuso una reorganización del conjunto palaciego. Este carácter del Alcázar como vivienda, contribuyó de forma positiva para su mantenimiento pero sin embargo, destacaron los deterioros producto del mal uso en

diferentes estancias y jardines palatinos (Marín, 2006, p.137). El uso del palacio hizo necesario, aún más de lo normal, realizar intervenciones de reparación por el desgaste y degradación de los materiales que componen su decoración arquitectónica como son el yeso, la cerámica, la madera y el barro, incluyendo sus policromías (Marín, 1990, p.152).

Entre las intervenciones realizadas en las fechas que comprende el reinado de Felipe V, la más importante en estos primeros años del siglo fue la construcción de la Armería del Alcázar utilizando el Cuarto Alto situado sobre el apeadero (Marín, 1990, p.165)

Destacan también las adaptaciones a las necesidades de la corte, parte del Cuarto Real o Palacio de Pedro I era utilizado como vivienda de particulares por mandato de las autoridades del Alcázar (Marín, 1990, p. 141), y también de la casa de la Contratación, la cual fue utilizada como residencia de los infantes y personal del servicio (Marín, 1990, p.167).

En cuanto a la zona ajardinada del Alcázar, solo se llevaron a cabo reparos de mantenimiento de los elementos que componían su decoración, sin crear nuevos jardines (Marín, 1990, p.220)

Acabando con la etapa monárquica filipense, la sucesión de Felipe V es protagonizada por su hijo **Fernando VI**.

Junto con Fernando VI, en este momento se encontraba como teniente de Alcaldía del Alcázar Francisco De Bruna y Ahumada y como asistente de la ciudad Pablo de Olavide. Ambas figuras marcaron un papel importante en el Alcázar, por un lado Francisco de Bruna realiza un acercamiento del alcázar a la Ilustración y Pablo de Olavide cede locales dentro del Alcázar a la Academia de las Tres Nobles Artes (Lleó, 2002, p.57)

Este periodo viene marcado por el terremoto ocurrido el 1 de Noviembre de 1755, causando numerosos e importantes destrozos en el Alcázar sevillano lo que daría lugar a gran parte de las reformas realizadas en este siglo XVIII. Ignacio Moreno, maestro mayor de obras en ese momento junto con sus colaboradores, elaboraron una relación de los daños causados como consecuencia del terremoto (Chávez, 2004, p.27). Las zonas más afectadas fueron sobre todo en la galería del Grutesco, baños de Doña María de Padilla, las habitaciones del viejo Alcázar construidas detrás de la casa de Contratación y el palacio Gótico (López, 2012, p.26. Lleó, 2002, p.54). El patio del Crucero también fue afectado por este terremoto, sobre todo en su pórtico y gran salón central. Las obras efectuadas para su arreglo cambiaron de forma radical su aspecto, dotándolo de una fachada de estilo barroco, reduciendo el tamaño de su patio y enterrando todo el jardín bajo con el fin de nivelar el suelo a la altura de los salones que compone esta estancia (Almagro, 2002, p.189). La intervención para reparar todas estas estancias desde los años 1758 hasta 1762 estuvo bajo el ingeniero Sebastián Van der Borcht (Chávez, 2004, p.27).

En 1759 llega el turno de **Carlos III** hasta el año 1788. Desde 1765 hasta 1807, la alcaldía del alcázar continuaba en manos de D. Francisco de Bruna y Ahumada, y el maestro mayor de obras Lucas Zintora, aunque ante la muerte de éste último en el año 1800, se hizo cargo del puesto su hijo Manuel Zintora como veremos más adelante (Chávez, 2004, p.28). En estos años las intervenciones se centran en el enrasado del jardín del Crucero con tierra para su nivelación con el suelo del patio, se construye la galería del paso entre la zona del Apeadero y el patio de la Montería, se sustituye el pórtico de estilo mudéjar situado delante del Salón de Carlos V por uno nuevo con un estilo clasicista y finalmente se levanta sobre el pórtico descrito, una segunda planta destinada a la instalación de la biblioteca de la Real Academia. En los últimos años de su reinado, Carlos III aprovecho para dar vida a un nuevo teatro en el interior del Alcázar, llamado Coliseo Real de San Lorenzo (López, 2012, p.26).

Durante el mandato de Carlos III, ocurre otra catástrofe similar al terremoto, un incendio en la planta alta el Alcázar que afecta a gran parte de los techos y destroza multitud de estancias. Ricardo Wall, secretario del rey, ordenó la reconstrucción de estas estancias siguiendo las pautas de construcción del momento. Chávez deja constancia de que, tras revisar gran parte de la documentación existente de esta época, únicamente se encargaban de reparar aquellos desperfectos que se encontraban en estado de ruina (Chávez, 2004, p.27-28).

Poniendo fin al siglo XVIII y adentrándose en los ocho primeros años del siglo XIX, se encuentra el reinado de **Carlos IV**. En este periodo se realizará una de las remodelaciones más destructivas en el patio de las Doncellas.

### **EL ALCÁZAR EN EL SIGLO XIX**

El siglo XIX abarca una época crucial en el Alcázar de Sevilla. En el ámbito artístico, surgen corrientes basadas en la añoranza del pasado con la intención de recuperar la arquitectura antigua. Al neoclasicismo vivido en los años precedentes, le continuó el interés por volver a las formas arquitectónicas góticas e islámicas. En el ámbito de la restauración, existe un gran desconocimiento de los arquitectos ante la tarea de restaurar ya que carecían de formación sobre lenguajes constructivos y estructuras. El romanticismo que abarca los años desde 1832 hasta finales de los setenta, se adquieren dos visiones: una visión inicial historicista en la que arqueólogos e historiadores consideran que el monumento es testigo de la historia y debe mantenerse inmutable con sus añadidos y ruinas; y una visión posterior restauradora en la que se considera necesario eliminar lo añadido de manera que el monumento fuese representación de la época en el que se construyó. Esta última manera de afrontar una intervención de restauración trae como consecuencia la recurrencia continua de los estilos medievales para las construcciones, dando como resultado intervenciones desafortunadas que persiguen encontrar la similitud con la fisonomía que se suponía original. Para ello se centran en construir, modificar, adornar y simplificar en lugar de tomar una actitud conservadora (Chávez, 2004, p.47-49).

El reinado más representativo es el de **Isabel II**, quien utilizaría el palacio como lugar de retiro y descanso durante su segunda mitad. Como consecuencia de ello, en este periodo también se acometen gran cantidad de remodelaciones tras la revisión de forma personal de parte de los proyectos de obras necesarios para devolver al alcázar su estabilidad (López, 2012, p.27). Además, la ciudad de Sevilla tuvo el privilegio de acoger a los **duques de Montpensier**. El matrimonio compuesto don Antonio de Orleans y la infanta María Luisa, se establecen en el Alcázar tras la revolución de 1848 en Francia y hasta la adquisición del palacio de San Telmo (Lleó, 2002, p.58). Por otro lado, el inmueble además era residencia de altos funcionarios civiles o militares de la ciudad. Por tanto, el carácter de edificio vivo que lo caracterizaba trajo consigo diversas remodelaciones, algunas de ellas brutales, en las que no se tiene en cuenta la configuración del espacio ni los motivos decorativos que lo embellecían (Chávez, 2004, p.31)

La organización laboral en las obras realizadas en el Alcázar presentaba la forma de una jerarquía administrativa. Al tratarse de un edificio de la corona, la Reina era la máxima autoridad, actuando como promotora. De ella dependían las figuras del Alcaide y del Intendente, el arquitecto, el aparejador y el restaurador y finalmente, una serie de operarios especializados. Cada uno de ellos tenía funciones diferentes, en el caso del arquitecto consistía en inspeccionar la zona por encargo del Alcaide y realizar un informe donde se exponían las obras necesarias junto con el presupuesto estimado de su coste; si el presupuesto era aceptado por la Intendencia General de la Real Casa y Patrimonio, se ocupaba de su dirección y supervisión. El aparejador

acompañaba al arquitecto en la dirección de las obras, su función se basaba en regular el coste de la obra, garantizar el presupuesto proyectado y dar el visto bueno y certificación de la obra. Finalmente se encontraba el cargo de restaurador, una nueva figura que se establece por primera vez a partir de 1842, que ejercía las labores referentes a pintura y ornamentación. La mano de obra encargada de llevar a cabo la intervención estaba constituida por expertos en la materia, carpinteros, ebanistas, marmolistas, rascadores, tallistas y estuquistas...con sus correspondientes ayudantes y peones contratados de forma eventual solo cuando se iba a proceder a intervenir (Mérida, 2000).

Gracias al libro de Chávez González (2004) sobre las intervenciones realizadas en el siglo XIX, conocemos hoy en día el estado en el que se encontraba el Alcázar así como las transformaciones realizadas durante todo este siglo. Es a partir del terremoto de Lisboa en 1755 cuando se toma conciencia del mal estado en el que se encuentra y se comienzan a redactar informes detallados sobre los distintos desperfectos presentes en sus estancias mostrando la necesidad de realizar intervenciones para su subsanación. Según la documentación que ha llegado a nuestros días se puede constatar que la mayoría de las intervenciones fueron de carácter desacertado produciendo incluso más daños de los ya presentes ya que, en función de la persona que mandase su ejecución, bien introducían nuevos elementos sin criterio alguno o bien cambiaban la fisonomía completa de la zona a intervenir. De los Ríos (1875, p.88), pone de manifiesto el poco acierto de las intervenciones realizadas en el Alcázar durante este siglo, indicando además que éstas fueron un total de cinco:

*“Cinco veces, en el corto espacio de cincuenta y seis años, pusieron en él sus manos sacrílegas los restauradores del presente siglo; y ya atajando sus magníficas tarbeas con mezquinos tabiques, y abriendo y cerrando comunicaciones primitivas, cual sucedía en 1805; ya encalando despiadadamente el delicado almocárabe de sus muros, según acontecían 1815; ya destruyendo, con el pretexto de restaurarla, la obra de yesería, como se hizo en 1843; ora arrancando sin duelo el referido almocárabe y sustituyéndole con vaciados de la Alhambra de Granada, cual se practicó en 1850, y ora, por último, destruyendo todo lo hecho, vistiendo de groseros vaciados los muros del Alcázar, embadurnando toscamente sus labores, pintando las puertas y artesonados, sin criterio y sin verdadero conocimiento, según revelan las reformas de 1856, - parecía que todos aquellos á quienes estaba encomendada la guarda y conservación de este insigne monumento de estilo mudéjar, se habían puesto de acuerdo para destruirle, como acaso, por desgracias, lo han conseguido.”*

#### *Intervenciones desde 1804 hasta 1832*

Durante el primer tercio del siglo XIX el Alcázar queda bajo el mando de Manuel Zintora como maestro mayor de obras y con Francisco de Bruna como teniente alcaide los primeros años. Las intervenciones realizadas con Zintora presentaban un carácter práctico, un contenido ideológico con fuertes preceptos neoclásicos y el pragmatismo por aprovechar el espacio de las estancias del conjunto, sin duda un ideal de belleza muy alejado del que presentaba el conjunto. Pese a la idea que tenía Francisco de Bruna basada en conservar con el mayor cuidado sin lastimar su belleza y pinturas antiguas, las intervenciones de Zintora se caracterizan por ser poco acertadas y con escaso respeto por el inmueble (Chávez, 2004, p.30).

A continuación se presenta una relación de las obras llevadas a cabo en el periodo de tiempo comprendido desde 1804 hasta 1832.

- **1804:** apuntalado y reparación de la cúpula del Salón de Embajadores debido a su mal estado provocado por las lluvias que afectaron a la madera que la compone.
- **1805-1806:** Referente a este año, hay constancia de un documento que indica un gran número de reformas realizadas en el Alcázar, pero a su vez resulta algo incrédulo dado el corto espacio de tiempo en el que supuestamente fueron realizadas (de Marzo de 1805 a Marzo de 1806). De todas formas, también se cuenta con el testimonio de autores contemporáneos que dan credibilidad a las modificaciones expresadas en este primer momento del siglo, como es el caso de Amador de los Ríos, (1875, p.88) quien hace referencia en su obra a esta intervención. Estas modificaciones consistieron en la intervención de la fachada principal del palacio, donde se reparó la escalera que se situaba en la parte izquierda que da acceso a la planta al cuerpo superior, se intervinieron muros, pavimentos, techos, armaduras y adornos y se realizó la apertura de vanos en el cuerpo bajo con el fin de aportar claridad a los interiores y simetría a su aspecto. Se procedió a la división de diferentes estancias con tabiques, interrumpiendo el adorno corrido presente, con la intención de dar privacidad a los cuartos resultantes como es el caso de las habitaciones denominadas dormitorios de los Reyes Moros o la sala del techo del Salón de Carlos V, donde también se realizó la apertura de balcones o ventanas para conseguir visualizar desde esas estancias los jardines. Se abrió un arco frente a la puerta principal del palacio para ofrecer mediante el una vista del patio, destruyendo así la unidad arquitectónica de la planta primitiva del Alcázar. En lo que respecta al patio de las Doncellas fue el inicio de partida del gran número de reformas constructivas llevadas a cabo. Se procedió a la reparación de la galería superior, abarcando desde su pavimento hasta el techo y armaduras así como sus estancias y arquerías. También se hace referencia en el informe de que se realizaron tareas de encalado en todos sus muros, por lo que podemos suponer que esto fue el inicio de la terrible intervención llevada a cabo años más tarde basada en el encalado de los paramentos del palacio, ocultando la rica policromía que presentaban. (Chávez, 2004, p.33).
- **1813-1816:** desde 1806 hasta 1812 España contaba con la presencia de las tropas francesas, apropiándose de la península. Aunque el monarca Carlos IV y sus mandos fueron sustituidos, el Alcázar sevillano mantuvo el personal que desempeñaba las funciones en el conjunto (Chávez, 2004, p.35). A pesar de ello, el Alcázar presenta una insuficiencia en sus rentas que imposibilita hacer reformas y labores de mantenimiento, por lo que se inicia un periodo en el que no se realiza ninguna actividad constructiva de importancia hasta 1812, cuando se retiran las tropas francesas (Chávez, 2004, p.36). Es en 1813 cuando, tras este hecho histórico, encontramos las primeras intenciones de intervenir en el Alcázar a través de diferentes informes realizados que señalan la necesidad de mejorar de forma general el estado del edificio. De entre ellas, destaca la intervención de carácter catastrófico llevada a cabo en 1815 (De los Ríos, 1875, p.88), en la que se realiza el enjalbegado con cal de morón de las paredes y adornos del alcázar con Don Juan Downie al frente de la Tenencia de Alcaldía. Con ello, el conjunto palaciego sufrió una pérdida irreparable de los elementos decorativos que lo conformaban (Chávez, 2004, p.37).

- **1816-1821:** en este periodo de tiempo se realizan varios informes muy similares donde se indica la necesidad de realizar obras de carácter mayor y menor para la conservación del edificio. Entre ellas se cita la retirada de la linterna de uno de los salones de Carlos V, existente a día de hoy aún, reparar la línea de la armadura de los Salones Altos, perteneciente al flanco de mediodía, reparar la armadura que cubre el apeadero, la galería alta de los jardines, una pared interior que separa la galería alta del príncipe del resto de las habitaciones y componer cuatro de los principales arcos del patio de las Doncellas. Aunque aparece redactadas todas estas intervenciones como necesarias en el informe, no hay constancia de cuando se llevaron a cabo (Chávez, 2004, p.39)
- **1821-1827:** en 1821 muere el Maestro de Obras Manuel Zintora y da comienzo una etapa donde el conjunto palaciego a nivel constructivo presenta un carácter irregular debido a la escasez de fondos. En el tiempo transcurrido entre estos años, se realiza un proceso de selección para cubrir el puesto que Zintora dejaba y no es hasta 1827 cuando D. Melchor Cano, arquitecto por la academia de San Fernando, accede como el nuevo Maestro de Obras. En este periodo de 7 años, la situación política del país es complicada y se ve reflejada en las intervenciones, realizándose únicamente las necesarias y dirigidas por personal con poca cualificación. Críticos de la época, como Amador de los Ríos, opinan sobre las tareas realizadas por Zintora en su trayectoria en el Alcázar, considerándolas desafortunadas ya que desfiguran la planta del palacio y provocan un desagradable contraste con su belleza (Chávez, 2004, p.40)
- **1827-1832:** es escasa la documentación referente a la actividad constructiva realizada en este periodo de tiempo. No es hasta 1832 cuando hay constancia de nuevas obras, comenzando así una nueva etapa (Chávez, 2004, p.51).

#### *Intervenciones desde 1832 hasta 1860*

A partir de 1832 surge el interés por parte de la Corona, de atender las necesidades constructivas del Alcázar y la Alhambra ante la escasa atención que se la había prestado anteriormente debido a los reducidos recursos económicos y al problemático estado político y social. El despertar de este interés repentino puede justificarse desde dos puntos de vista, por un lado la influencia de la monarquía orleanista francesa quienes defendían su patrimonio histórico de mayor manera que en España, y por otro las críticas negativas sobre el estado en que se encontraba la Alhambra realizadas por Washington Irving (Chávez, 2004, p.52).

En este periodo, el país también atraviesa una etapa difícil en lo que respecta a la política y economía. Circunstancias como la implantación de la Regencia del General Espartero, la subida al trono de Isabel II en 1843, el protagonismo de una política liberal y la fragilidad del régimen constitucional o los actos revolucionarios de 1868, se ven reflejadas en las intervenciones realizadas en el Alcázar de Sevilla en estos años (Mérida, 2000).

Las intervenciones que se realizaron en esta época no abarcaban obras de nueva planta, sino actuaciones de adaptación e integración del edificio a vivienda dado su carácter de residencia real y de mantenimiento y reparación (Mérida, 2000). A su vez, éstas empiezan a tomar progresivamente el carácter romántico de la figura del arquitecto restaurador, que se ve reflejado en el resultado. Las propuestas románticas realizadas se basaban en una restauración al purismo, eliminando los añadidos renacentistas y barrocos en muchos monumentos, pero en el caso del Alcázar, las reformas realizadas que pertenecieron a esas épocas se mantuvieron por

haber sido ejecutados de la mano de los principales monarcas (Chávez, 2004, p.82). Evidencian un concepto sobre el término restauración radicalmente distinto al actual, ya que en esta época empieza a encuadrarse la génesis ideológica del concepto restauración, definido en 1875 por Viollet Le Duc en su *Dictionnaire raisonné* (Mérida, 2000)

Tras la muerte de Manuel Zintora en 1821, se cierra la primera etapa constructiva del alcázar en el siglo XIX (Chávez, 2004, p.40). Su sucesor, Melchor Cano junto con Joaquín Cortés, pintor de cámara encargado de la pintura y dorado en las intervenciones, dan comienzo a esta nueva etapa de intervenciones (Chávez, 2004, p.53)

- **1832-1834:** Ante la visita a la ciudad de Sevilla del infante Don Francisco de Paula, duque de Cádiz, junto con su familia, se realizan una serie de reformas en el Alcázar. Cano y Cortés realizan un informe en julio de ese año donde se detalla las reparaciones necesarias para solventar los deterioros causados por el paso del tiempo. En lo referente al patio de las Doncellas, hacen indicaciones sobre la necesidad de reparaciones *“en sus techumbres artesonadas, que habían perdido la composición requiriendo la incorporación de tabicas y maderas que había de proceder a tallar con la misma decoración que tenía lo demás. Además los arcos y sus adornos presentaban mutilaciones y las partes de madera (probablemente los cimacios) también se habían blanqueado, ahora se exige su limpieza”* (Chávez, 2004, p.54-55). En general, según el informe completo realizado, parece ser que lo más dañado era las puertas y los techos, cuyas armaduras y cubiertas estaban dañadas por las filtraciones, afectando así a los artesonados que las cubrían. Durante los meses siguientes, se realizaron diferentes presupuestos donde se indicaba el coste de las reparaciones en conjunto. Joaquín Cortés aludió en él tanto la necesidad de pintar de nuevo las puertas y ventanas y el alfarje de las galerías del Patio de las Doncellas, como la necesidad de retirar la cal aplicada en años anteriores con el fin de dejar ver de nuevo su rica policromía. No es hasta 1834 cuando se procede a intervenir actuando únicamente en el cuarto del Príncipe, el resto de intervenciones detalladas en el informe se aplazan (Chávez, 2004, p.56). El andamio colocado con el fin de restaurar el alfarje de las galerías bajas del patio de las Doncellas, permaneció inutilizado por falta de dinero para proceder a la intervención (Chávez, 2004, p.58).
- **1835-1839:** las obras ejecutadas en estos años solo hacen referencia a las casas dependientes del propio alcázar y a sus jardines.
- **1840:** Se redacta un nuevo informe presupuestario donde se describe, entre otras, el estado en el que se encuentra el patio de las Doncellas *“El hoy llamado patio de las Doncellas, necesitaba múltiples reparaciones, sus paramentos se hallaban en un estado deplorable, había paños de azulejos desprendidos, los arabescos estaban inutilizados por la cal, cuando no habían desaparecido por completo y necesitaban vaciarse de nuevo algunos tramos; las cuatro crujías del piso bajo precisaban arreglos en los artesonados, que habían perdido incluso sus casetones; en el piso alto había arcos partidos, y los cielos rasos de los ángulos de dichos corredores requerían una pronta reparación”* (Chávez, 2004, p.59). La descripción de las intervenciones que necesita el patio en este momento hace constatar que las obras descritas sobre el mismo en 1834 no se llevaron a cabo. Por el contrario, la única zona que no se cita en este nuevo documento es el cuarto del Príncipe lo que da credibilidad de que fue restaurado anteriormente. Finalizados los

nuevos informes y presupuestos, el arquitecto cae enfermo y no se ejecuta ninguna intervención, quedando éstas nuevamente aplazadas (Chávez, 2004, p.59-60).

- **1841-1855:** tras la muerte de Melchor Cano, se asigna el puesto de arquitecto del Alcázar a Manuel Caballero. Los catorce años que ejerce como tal, coincide con la época donde el historicismo romántico se encuentra en pleno esplendor.

En el año 1842 se subraya la necesidad de ejecutar obras que vienen esperando desde 1840 entre las que se encontraban de forma prioritaria la galería sobre el jardín, los corredores del piso principal del Patio de las Doncellas y el Salón de Embajadores junto con la reparación de cubiertas y tejado (Chávez, 2004, p.62). La situación política e histórica del momento, con la regencia de Espartero, hace que la disposición económica para la realización de las obras sea precaria. A pesar de ello, en 1843, se comienzan las intervenciones bajo unas dificultades económicas que no eran las más adecuadas para ello (Chávez, 2004, p.64). El director de obras Juan Manuel Caballero cuenta con la colaboración de varios ayudantes en las tareas de reparación llevadas a cabo en esta fecha. Entre ellos se encuentra José Gutiérrez como restaurador de arabescos, que presentaba una gran habilidad en la imitación de las grafías árabes orientales y yeserías originales (Chávez, 2004, p.65).

Durante el año 1844 continúan las tareas iniciadas con anterioridad, sobre todo las referentes al arreglo de cubrición de aguas (Chávez, 2004, p.65) pero hay algunas descripciones del palacio por parte de José Amador de los Ríos (1844), que indican que dada la proximidad de las fechas de su escrito, debieron acometerse reformas que modificaron el aspecto.

En el caso que nos ocupa, el patio de las Doncellas, el costado de la capilla gótica ubicado frente al muro del Salón de Embajadores, no presentaba en estas fechas la disposición que actualmente se puede contemplar. Los huecos resultantes entre los contrafuertes no se disponían cerrados como los vemos a día de hoy sino que se trataba de balcones. El azulejo que compone esta pared no es uniforme, señal de que el alicatado original fue víctima de añadido y que dicha pared no siempre se encontraban tal y como hoy la contemplamos (Chávez, 2004, p.66; De los Ríos, 1844, p.63). Para más prueba de ello, existen varios documentos gráficos que demuestran la organización estructural de esta zona del patio, como son "*Voyage pittoresque en Espagne, en Portugal et sur la côte d'Afrique, de Tanger à Tetouan*" obra de I.J. Taylor; y "*La última Comunión de San Fernando*" de José Gutiérrez de la Vega en la que se deja ver desde el interior de la capilla, un arco correspondiente a uno de los balcones, ofreciendo vistas al patio de las Doncellas (Fig. 6) (Chávez, 2004, p.67).





*Figura 6. Cuadro “La última Comunión de San Fernando” realizado por José Gutiérrez de la Vega donde se aprecia un balcón con vistas al patio de las Doncellas.*

Esta intervención tan concreta sobre la fisonomía del patio de las Doncellas, resulta desconocida en estas fechas porque los maestros que se encargaban de las reformas no solían dar explicaciones de detalle, excepto que se tratase de zonas especialmente dañadas o con necesidad de reparación. Con la llegada de D. Domingo Alcega como administrador del Real Patrimonio en Sevilla, se realizaron reformas importantes que modificaron el aspecto general del edificio (Chávez, 2004, p.65-66), por tanto podríamos atribuir la reforma de esta zona del patio de las Doncellas consistente en el cierre de los balcones descritos, al periodo en el que Alcega ejerció como administrador, y siendo esta intervención posterior al año 1848 dado que un lienzo datado con fecha de este año representa el bautizo de la primogénita de los duques de Montpensier en el que aparece un arco polilobulado que abre paso al patio de las Doncellas (Chávez, 2004, p.67).

En 1845, se realizan nuevos informes y presupuestos donde se mencionan las zonas más deterioradas: la zona central y colaterales de la fachada, el Cuarto del Príncipe y la estancias contiguas, la galería alta del Patio de las Doncellas, la galería que asoma al Jardín del Príncipe, la fachada que da al jardín de la Gruta, terminación de un colgadizo que asoma al patio de las Muñecas y el alicatado del Patio de las Doncellas (Chávez, 2004, p.69).

En 1846 se realiza un nuevo documento donde se marca como propósito acometer la gran obra de reedificación y decoración del alcázar. En él se expresa la necesidad de intervenir únicamente lo ornamental, reparando el adorno, librándolo de la cal y procediendo a pintar, tallar de nuevo, añadir... con la intención de magnificar el edificio sin tener en cuenta la herencia artística que lo componía. La obra comienza en el año 1847 y culmina en 1848 (Chávez, 2004, p.72). Estas intervenciones no se centraban solo en restaurar sino también en reconstruir con piezas y modelos traídos desde Granada. Se demuestra con ello la ignorancia de la historia del arte y el poco respeto hacia la antigüedad y originalidad del edificio (Chávez, 2004, p.76). En lo que al patio de las

Doncellas respecta, indica la necesidad de reparar el artesanado ya que está en estado de ruina y presenta maderas podridas, resanar paredes, arabescos, pavimento, reconstruir los arcos del corredor alto, arreglo de bajantes, arreglo de varias puertas, recomponer la balaustrada y completar paños de azulejos (Chávez, 2004, p.209)

En el año 1848, se nombra a Diego de Mesa teniente alcaide, el cual muestra su preocupación ante el desarrollo de las obras que se están acometiendo en el conjunto palaciego que carecen de criterios y sin un plan de trabajo organizado (Chávez, 2004, p.76). Como consecuencia de ello, decide designar un director y supervisor de la ejecución de las obras, nombrando a Valentín Cardedera como persona responsable de ese cargo (Chávez, 2004, p.77). En el informe que realiza el supervisor Cardedera deja ver el estado en el que se encontraba el patio de las Doncellas y las intervenciones que requiere. La galería alta del patio presentaba un estado de ruina hasta tal punto de plantearse su conservación o demolición, quedando a la vista que se reparó ya que persiste actualmente. La fuente que se hallaba en el centro del patio, también se encontraba en estado de abandono por lo que aconseja sustituirla por una de mejor calidad. En lo referente a la galería baja del patio, indica la necesidad de limpiar sus adornos, realizar algún repinte puntual y restaurar la techumbre que se encuentra mal conservada en algunas partes y aunque no parece urgente si se considera necesaria, más aún tratándose de una obra perteneciente a los Reyes Católicos (Chávez, 2004, p.95). La descripción que realiza sobre el Patio de las Doncellas, nos hace pensar que no fue intervenido en ocasiones anteriores a pesar de estar explícito en los diferentes informes y presupuestos realizados.

Este año viene marcado por la llegada al Alcázar de los duques de Montpesier y las estancias temporales de Isabel II en el mismo, lo que da la oportunidad de mejorar las condiciones del conjunto arquitectónico. Por tanto esta fecha resulta crucial para el alcázar, no solo por la gran cantidad de reformas que se realizan sino por el cambio progresivo de la visión restauradora (Chávez, 2004, p.108), en la que destaca conservar lo que existe, reparar con exactitud histórica y restaurar de acuerdo a los trabajos en materia arquitectónica (Chávez, 2004, p.85)

- **1848-1854:** periodo en el que se llevan a cabo las intervenciones anteriores pero actuando solo en las estancias que se encuentran en estado de ruina, consideradas intervenciones de primera necesidad, deteniendo así los trabajos que puedan ser aplazados a la espera de una mejora económica. Un documento redactado en 1855 describe las obras que se habían realizado hasta el momento, haciendo referencia a la fachada del palacio, cúpula del Salón de Embajadores, Sala del Príncipe y Patio de las Muñecas (Chávez, 2004, p.113). Por tanto, se puede deducir que el alfarje de las galerías bajas del patio de las Doncellas, a pesar de la necesidad de su restauración, tampoco se llevó a cabo en esta ocasión ya que según indicaba Calderera debía dejarse para lo último (Chávez, 2004, p.222).
- **1854-1857:** este nuevo tramo temporal parte con el nombramiento de José de la Coba como arquitecto del alcázar en 1855, sustituyendo a Manuel Caballero y Joaquín Bécquer, pintor honorario de cámara encargado de las obras en el alcázar en 1842, encargado de las restauraciones y reparación de los artesanados, tanto ornamental como estructural (Mérida, 2000). En estos años se acometen un gran volumen de intervenciones en el alcázar que quedan explícitas en un informe redactado en 1857 (Chávez, 2004, p.112-113). En cuanto a techumbres, todas aquellas que componen el

palacio, fueron aseguradas y conservadas por su valor y proximidad con el estilo islámico. Para ello se renovaron estructuras, tirantas y herrajes interiores así como se intervino en los aspectos decorativos, rehaciendo casetones desprendidos, frisos y cornisas incompletos (Chávez, 2004, p.115). Referente al patio de las Doncellas destacan las intervenciones en ambas galerías. La galería alta fue intervenida ya que se encontraba en estado pésimo, había sufrido en intervenciones anteriores alteraciones en su disposición espacial, se encontraba apuntalada a través de sus arcos centrales y las piezas que conforman la balaustrada de mármol se habían desencajado y algunas de ellas perdido quedando incompleta. La reforma consistió en la sujeción y completado de piezas de la balaustrada, se aseguró la estructura de los arcos, se renovaron molduras, cornisas y baldosas y, en controversia con el aspecto que presenta actualmente, se colocó un cierre de cristales para protegerlo de la climatología que se daba en la estaciones de invierno (Chávez, 2004, p.119-120). La galería baja presentaba un estado lamentable y se había procedido a restaurarla. Se había limpiado de cal toda la ornamentación y reconstruido las piezas perdidas, y posteriormente se habían vuelto a policromar con la intención de dar la apariencia que en su día tuvieron. En objeto de nuestro estudio, el alfarje, hay constancia de que fue intervenido:

*“PRESUPUESTO DE OBRAS A EJECUTAR (hacia 1854) (Chávez, 2004, p.239-240)*

*Descripción de las obras de restauración, de pintura y dorado que han de ejecutarse en el Real Alcázar de Sevilla como también las de reparación en los ramos de carpintería, herrería, albañilería &&. para que de ejecutarse todas ellas el palacio quede en completa restauración.*

*Nº5. Galería del patio de las Doncellas.*

*Se compone de cuatro corredores de 37 varas de largo. Componiendo una suma de 63 varas de galería con 4 de ancho, sus techos artesonados están sostenidos por 34 arcos moriscos sostenidos por 52 columnas de mármol blanco. Los centros de los corredores forman cuatro grandes portadas que dan, una al Salon de Embajadores, otra la Salón llamado de Carlos 5º, otra al nº 6 y otra que forma el trono que según se dice servía al rey Moro para recibir al tributo de las 100 Doncellas: en frente de estas portadas hay cuatro arcos que dan al Patio. Dan también a esta galería 6 ventanas moriscas de muy buen gusto y cuatro puertas de escape en los ángulos. Todos estos huecos tienen puertas talladas de madera primorosamente ejecutadas con infinidad de inscripciones en árabe y en latin. En el centro hay una fuente que no tiene mas merito que el de su antigüedad.*

*Albañilería*

*Esta galería estaba en completa ruina y solo habiéndola visto antes de su restauración se puede uno hacer cargo de lo que se ha hecho, sus arcos desmentidos fuera de su aplomo, con grandes grietas de hundimiento sus paredes, ha quedado remediado por esta sucesión de trabajos.*

*Carpintero*

*Los artesonados estaban mandados derribar por estar podridas sus cabezas amenazando continuamente ruina, se le han echado sobre dos mil piezas, puesto que mas de 100 adimas para engatillar y suspender el techo. (...)*

*Herrero*

*Todo el artesonado que ha podido aprovecharse se ha colgado con flejes de hierro de las además que se colocaron en el piso superior, corriendo una barra de hierro por debajo de las cabezas del artesonado y arriostándolos con las demás por tornillos grandes con*

*tuerces, puede decirse que el techo queda colgado y aprovechado parte del artesanado.  
(...)*

*Pintura*

*Pintar el artesanado en el que hay más de 800 escudos de armas de Castilla en el fondo de los casetones, 136 en otras tantas estrellas y 280 escudos en el friso alto, que hacen un total de 1216 escudos, además 50 escudos dorados en el friso bajo de las paredes.  
(...)*

*RELACION DE OBRAS REALIZADAS ENTRE SEPTIEMBRE DE 1854 Y JULIO DE 1857 (Chávez, 2004, p.259)*

- *Patio principal y corredores: se han renovado las pinturas y dorados de 4 grandes artesanados de 17 portadas, 4 de ellas doradas, de un gran friso corrido, de 10 puertas antiguas, de 4 grandes arcadas por los lados interior y exterior y de 20 escudos, y sea restaurado el zócalo y algunas partes del alicatado.*

*RELACIÓN DE ACTIVIDAD DE JOAQUÍN DOMÍNGUEZ BÉCQUER LIGADA AL ALCÁZAR DE SEVILLA (HACIA 1857)*

*Se han renovado las pinturas y dorados de 4 grandes artesanados de 17 portadas, 4 de ellas doradas, de un gran friso corrido (...)" (Chávez, 2004, p.257)*

Amador de los Ríos también deja constancia de esta intervención:

*"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. Se han pintado después con raro acierto hasta hacerles recobrar su ser primitivo y asegurándose y pintándose también el artesanado y habiendo empezado dorar las magníficas puertas que conducen a los salones contiguos (De los ríos, 1875, p.85) Se nombran también algunos destrozos en yeserías, ya destruyendo con el pretexto de restaurarla, la obra de yesería como se hizo en 1843" (De los Ríos, 1875, p. 89)*

Los restauradores de esta época, donde se incluye Bécquer, proyectaban sus trabajos bajo la idea de conservar lo existente para evitar su pérdida y mayor deterioro y, posteriormente tratar de materializar el concepto de unidad de estilo propiamente violletiano (Mérida, 2000), la belleza solo podría ser posible a través de la unidad y con el uso de un solo lenguaje siendo en este caso el oriental. En las reformas de estos años se encontraron numerosos restos orientales, por lo que se toma una actitud basada en el respeto, incluso restaurando a través de la imitación de estos para conseguir un conjunto uniforme en cuanto a estilo (Chávez, 2004, p.130-132).

- **1862:** no es hasta el año 1862 cuando vuelve a conocerse movimiento en cuanto a realización de informes y presupuestos en el Alcázar con motivo de la visita de la reina Isabel II a Andalucía, quien utiliza el recinto para actos oficiales, y que se hospeda en el palacio de San Telmo con los duques de Montpensier (Chávez, 2004, p.133).
- **1862-1869:** la situación política e histórica en la que se encontraba el país dio lugar a que en este periodo de tiempo no se llevase a cabo, o al menos no hay documentación sobre ello, ninguna actividad de reforma en el alcázar. El gran déficit económico del país junto con la marcha de la reina Isabel II a París y la actitud revolucionaria del gobierno,

hacen que el patrimonio propiedad de los monarcas españoles no sea objeto de interés (Chávez, 2004, p.134).

- **1869-1874:** en 1869, ante la delicada situación política que sufre España, Francisco Contreras y Muñoz, se hace cargo de la dirección de las obras del alcázar. En el informe realizado por él en ese año considera que el estado tan deplorable en el que se encuentra el conjunto se debe al abandono sufrido años atrás y a la mala ejecución de las restauraciones concluidas en 1857 (Chávez, 2004, p.136-137).

*“...mutilación de muchos adornos, y que además han variado colocado fuera de su lugar, así como las muchas que han dejado de hacer; la reconstrucción de enormes pilares de ladrillo enlucido y blanqueado donde antes había esbelta columnas de mármol o de mosaico, techos imitando papel pintado ordinario, donde lucia con toda su belleza preciosas ensambladuras de madera, y bóvedas de estalactitas geométricas, las inscripciones de gran parte del decorado, colocadas del revés, mosaicos en fin pintados al aceite, queriendo imitar los azulejos árabes, cuya monstruosidad, el tiempo se ha encargado de hacer desaparecer casi en su mayor parte”* (Chávez, 2004, p.263).

En lo que respecta al patio de las Doncellas, indica que las galerías estaban a punto de desplome pero que lo más urgente es intervenir los zócalos de azulejo, recomponiéndolos y fijándolos (Chávez, 2004, p.137).

- **1876-1892:** En este año es nombrado José Gómez Otero arquitecto del palacio, prolongándose su cargo hasta 1910. Con él asistimos a una nueva etapa en la que previamente a la realización de una intervención, esta era consultada a varias personas del sector (Chávez, 2004, p.159). Un informe redactado de la mano del maestro de Obras de la Escuela profesional de Bellas Artes, D. Pedro Romero y Sarmiento, únicamente hace referencia al mal estado de las galerías altas del patio de las Doncellas y a los zócalos de alicatado del flanco que separa el patio de la capilla Gótica, lo que da a entender que el resto de las estancias que conforman el palacio se encontraban en buen estado sin necesidad de ser intervenidas (Chávez, 2004, p.140). Sin embargo, los informes realizados a posteriori en este año 1876 hasta 1892, aluden a desprendimientos en la galería alta del patio de las Doncellas y a la necesidad de reconstrucción de los fragmentos de su cornisa (Chávez, 2004, p.161).

**1894-1899:** durante los últimos años del siglo XIX, se centran principalmente en la restauración de la fachada principal del palacio mudéjar (Chávez, 2004, p.165).

## **EL ALCÁZAR EN EL SIGLO XX**

Llegados al siglo XX, se acomete menor número de intervenciones. Entre ellas está la realizada nada más comenzar el siglo, consistente en el saneamiento del enfoscado existente en la planta inferior de los cuerpos laterales de la fachada del palacio de Pedro I, que trajo consigo el descubrimiento de las arquerías primitivas mudéjares ocultas bajo éste (Chávez, 2004, p.170). Estas arquerías en los años 1936-1937 fueron intervenidas por el arquitecto Talavera adquiriendo la configuración actual que presenta (Almagro et al., 2009c, p.22).

A finales de este siglo también encontramos actividad de la mano de Rafael Manzano Martos, conservador del Alcázar desde 1970 hasta 1991. Durante todos estos años, realizó un número considerable de obras de restauración y mantenimiento en el conjunto palaciego. Entre ellas

destacan la remodelación del Jardín del Príncipe y restauración del corredor alto de su patio, los patios y edificaciones del Asistente, de los Mareantes y de los Levíes, restauró el comedor de Gala, el oratorio de los Reyes Católicos. Fuera del recinto, donde se ubicaba anteriormente la Casa de la Contratación, realizó el descubrimiento y proceso de anastilosis del Palacio doméstico de al-Mubarak perteneciente al siglo XI y su jardín del Crucero. En el palacio de Pedro I, descubrió y restauró el Mirador de los Reyes Católicos, recuperó la disposición primitiva de los arcos del Patio de las Doncellas reconstruyendo la molduración y decoración de yeserías y sustituyó las cornisas de yeso por aleros de madera (Almagro, 2005, p.61), y otra serie de dependencias en el palacio Alto, así como la restauración de sus cubiertas y fachada hacia los jardines (Marín, 1992, p. 17). También se llevó a cabo la restauración y adaptación de las antiguas dependencias del Cuarto del Maestre, el patio del Yeso, la Sala de la Justicia, la antigua Armería, el apeadero, El Cuarto del Sol y el arreglo del alcantarillado del patio de Banderas. Finalmente, en el palacio Gótico, realizó remodelaciones en la Sala Grande y la restauración del Jardín subterráneo del Crucero, así como el pabellón de la China ubicado al final del antiguo jardín de la Alcobilla (Marín, 1992, p. 17).

En la década de los noventa, concretamente en 1992, se crea a instancias del Ayuntamiento el Patronato del Real Alcázar como Órgano de gestión municipal, constituyéndose finalmente como organismo autónomo en el año 1995. Las funciones que ha desarrollado desde entonces son de carácter variado y diferente siendo algunas de ellas residencia Real Prolongación de la Casa Consistorial, foro de cultura, aula universitaria y monumento turístico, entre otras (Cabeza, 2013, p.158)

El Alcázar en este siglo juega un papel importante en el proyecto de configurar Sevilla como metrópolis turística, ya que desde mediados del siglo XIX actuaba como uno de los principales atractivos para los viajeros. Este proceso de potenciación turística de la ciudad estuvo protagonizado por el marqués de Vega-Inclán y el arquitecto Vicente Traver. Ambos realizaron tareas extraordinarias en lo referente a las zonas de ajardinamiento, como las de hacer parte de los jardines públicos a partir de la concesión por parte del rey Alfonso XIII de una franja de las huertas del alcázar, siendo actualmente los jardines de Murillo. En lo que respecta al interior del Alcázar, se encargaron de realizar una nueva zona ajardinada sobre las antiguas huertas islámicas denominándose los Jardines nuevos. Sin embargo, al igual que sucede en el siglo anterior, realizaron actuaciones poco acertadas que tuvieron resultados negativos, como en encalado y blanqueo de todos los paramentos del palacio y pabellones de los jardines, dejando ocultos todas sus pinturas decorativas. El alcázar adquiere un aspecto doméstico y rural que se contradice con el aspecto que tuvo en su pasado histórico (Lleó, 2002, p.59-60)

### **EL ALCAZAR EN EL SIGLO XXI**

En los dieciséis años que llevamos de siglo XXI, la preocupación por el patrimonio histórico y la concienciación sobre el valor del mismo, han promovido tanto la realización de estudios previos para garantizar una intervención óptima como las labores de conservación y restauración posteriores, despertando el interés en grupos de investigación y entidades privadas para el estudio de inmuebles como el Alcázar de Sevilla.

A lo largo de estos años son varias las intervenciones llevadas a cabo en el conjunto palaciego para mantenerlo en condiciones óptimas y salvaguardarlo, realizando para ello labores de restauración, conservación y mantenimiento en todos sus elementos estructurales y decorativos como techumbres, artesonados, alicatados, yeserías, puertas...

Entre las labores desempeñadas por nuestro grupo de investigación “Laboratorio de arqueología y arquitectura de la ciudad” en lo que llevamos de siglo, destacan las actuaciones de conservación y restauración en la fachada principal del palacio mudéjar. Este trabajo ha partido previamente de una amplia investigación por parte de la Doctora Olimpia López Cruz, que abarca aspectos históricos y constructivos, estudio de materiales y causas de deterioro (López, 2012). Los resultados obtenidos con su trabajo han permitido determinar la forma original de la fachada y sentar las bases de la restauración acometida bajo la dirección del Doctor Almagro Gorbea, consistente en el tratamiento de la estructura del alero así como la limpieza y consolidación de su policromía consiguiendo recuperar su color, así como del cuerpo superior pétreo de la portada (Almagro, 2009b; Almagro, 2009c; Almagro et al, 2010; Almagro et al, 2011).

En lo que respecta al patio de las Doncellas, cabe resaltar las actuaciones de recuperación del jardín medieval oculto bajo el enlosado de mármol realizado en el año 1567 bajo la dirección de los arquitectos Almagro Gorbea y Orihuela Uzal (Almagro, 2005). En cuanto a su decoración arquitectónica, en la zona sur-oeste de dicho patio, se ha llevado a cabo el estudio de las yeserías basado en la identificación de los materiales constituyentes de su policromía y ensayos de tratamientos de consolidación de la mano de la Doctora Ana Isabel Calero (Calero, 2016). En lo que respecta a los alicatados de este mismo patio, se está realizando su estudio por parte de los doctores Francisco Collado Montero y Esteban Fernández (Collado et. al, 2014). De forma complementaria a todos ellos, se encuentra la tesis doctoral que se presenta basada en el estudio del alfarje de las galerías bajas de este patio.

Además de estos, existen otros trabajos realizados por compañeros del sector de la investigación y restauración en el patio de las Doncellas. El equipo de Sebastián Fernández Aguilera y Juan Carlos Pérez Ferrer, han realizado la restauración de los portalones y ventanas del patio, acompañado por un importante estudio epigráfico e histórico por parte de Cano y Tawfik (Pérez y Fernández, 2004b) así como la restauración de las pinturas murales de la alberca presente en el patio actualmente (Pérez y Fernández, 2004a). Miguel Ángel Tabales por su parte, ha realizado las investigaciones arqueológicas y el estudio de la génesis y transformación que ha sufrido el patio de las Doncellas desde el periodo omeya hasta la fecha de iniciación de las obras de Pedro I (Tabales, 2003; Tabales, 2005).

TABLA III.  
Intervenciones documentadas en el patio de las Doncellas

PRINCIPALES INTERVENCIONES EN EL PATIO DE LAS DONCELLAS	
1356-1366	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción del Palacio Mudéjar de mano de Pedro I, en el que se incluye el patio de las Doncellas.</li> <li>• Transformaciones en la estructura de la alberca y arriates de la zona central del patio.</li> </ul>
1477	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización/reparación del alfarje de las galerías bajas e incorporación de escudos con emblemas heráldicos en el mismo.</li> <li>• Enfatización de la planta alta del palacio.</li> <li>• Atribución de la construcción inicial del alfarje.</li> </ul>
1540	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de la galería alta del patio.</li> <li>• Colocación de emblemas heráldicos <i>plus-ultra</i> y columnas de <i>Hércules</i>.</li> </ul>
1581-1583	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enlosado del patio con mármol, eliminando el jardín original.</li> </ul>
1569-1570	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocación de artesanado en la galería alta del patio.</li> <li>• En la galería baja del patio se sustituyen columnas por nuevas de orden jónico y corintio. Se introducen arcos peraltados decorados con yeserías platerescas con decoración de sebka palmas en la zona central de cada lado de la galería. Se interviene el alfarje ejecutando las reparaciones necesarias.</li> </ul>
1675	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intervención en la carpintería de puertas y ventanas del patio.</li> </ul>
1805-1806	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reparación de la galería alta del patio.</li> </ul>
1815	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encalado de las yeserías y adornos del palacio, incluido el patio de las Doncellas.</li> </ul>
Posterior a 1848	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cierre de balcones en el patio de las Doncellas situados en el muro coincidente con el palacio Gótico, opuesto al salón de Embajadores, los cuales daban acceso a la antigua Capilla.</li> </ul>
1854-1857	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intervención en la galería alta recomponiendo la balaustrada, estructura de arcos, renovando baldosas, molduras y cornisas, y colocando cierre de cristal.</li> </ul>

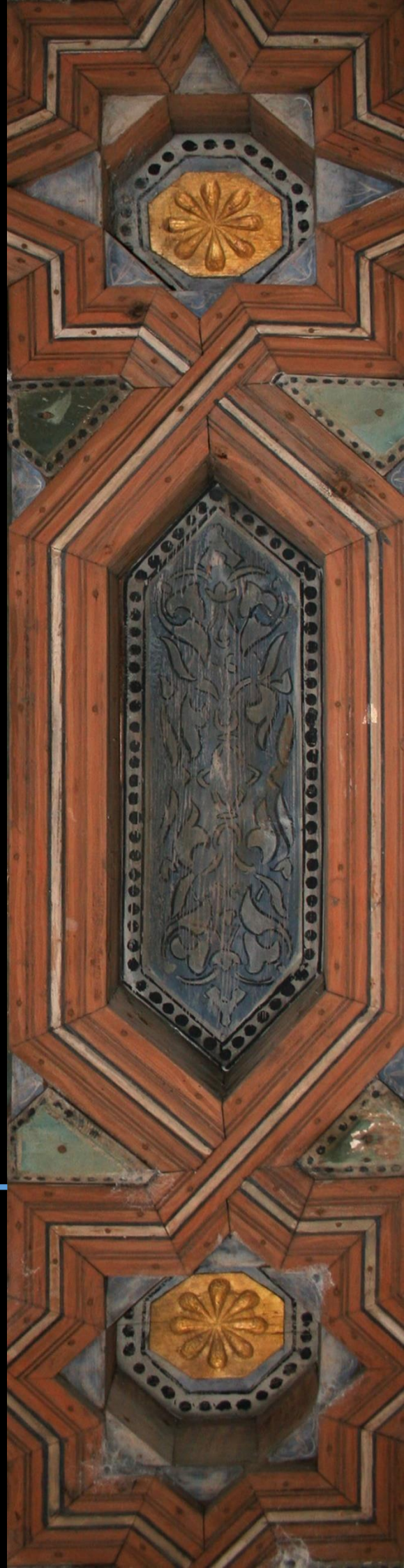


	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intervención en la galería baja retirando el encalado de yeserías, reconstruyendo piezas y procediendo a su repolicromado. En el alfarje se actúa igual, asegurando su sujeción, saneando piezas de madera e introduciendo nuevas y repolicromando.</li> </ul>
<b>1970-1991</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuperación primitiva de los arcos reconstruyendo la molduración y decoración de yeserías y sustitución de los cornisas de yeso por aleros de madera, bajo el la mano de Manzano Martos</li> </ul>
<b>2002</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuperación del jardín medieval del patio de las Doncellas por parte de los doctores Antonio Almagro Gorbea y Antonio Orihuela Uzal.</li> </ul>
<b>2004-2005</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restauración de los portalones y ventanas del patio por Sebastián Fernández Aguilera y Juan Carlos Pérez Ferrer, junto con un importante estudio epigráfico realizado por Cano y Tawfik</li> <li>• Estudio de las pinturas murales de la alberca presente actualmente en el patio por Sebastián Sánchez Aguilera y Juan Carlos Pérez Ferrer.</li> <li>• Investigación arqueológica sobre la génesis y transformación del patio de las Doncellas desde el periodo Omeya hasta Pedro I por Miguel Ángel Tabales Rodríguez.</li> </ul>
<b>2011-2017</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio de las yeserías de la zona sur-oeste de la galería baja del patio por la doctora Ana Isabel Calero Castillo.</li> <li>• Estudio del alfarje de la zona sur-oeste de la galería baja del patio (trabajo que se presenta).</li> </ul>
<b>2014-actualmente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio de los alicatados de la zona sur-oeste de la galería baja del patio por los doctores Francisco José Collado Montero y Esteban Fernández.</li> </ul>



## Capítulo II.

La decoración arquitectónica  
de tradición islámica





En el arte de tradición islámica encontramos gran variedad de edificaciones arquitectónicas así como una amplia gama de formas en su ornamentación, basadas en técnicas y temáticas peculiares que contribuyen a dar a los edificios un sello perfectamente reconocible.

Independientemente de los materiales o temas empleados, la decoración arquitectónica presenta una serie de características generales adquiridas por la transición de una herencia artística, es decir, por un fenómeno de difusión que se ve favorecido por los desplazamientos de los artistas y por un principio de evolución de los estilos. Entre esas características se encuentran (Clévenot y Degeorge, 2000, p.167-179):

- Escasa importancia al símbolo religioso.
- El repertorio formal de la ornamentación incluye escasos elementos visuales a los atribuidos a un significado preciso.
- Escasez de imágenes figurativas.
- Tendencia a fundir las figuras en un continuo gráfico sin límite propio.
- Manifestación por un gusto centrado en los efectos de textura obtenidos a partir de principios plásticos en los que los motivos vegetales, geométricos o caligráficos participan bajo una lógica gráfica basada en la línea, el ritmo, la densidad, la variación o la repetición.
- Utilización de la ornamentación como modo de articulación plástica de las superficies murales mediante la yuxtaposición de los paneles y de la continuidad de frisos, manifestando la necesidad de rellenar la superficie.
- Frecuente interferencia entre ornamentación y principios constructivos.
- La ornamentación destaca tanto en monumentos religiosos como públicos, otorgándole cierto prestigio.

Este capítulo tiene como objetivo presentar una relación de las diferentes tipologías decorativas que encontramos en el mudéjar así como los materiales y técnicas empleados en su decoración, residiendo en la combinación de ambos aspectos las características descritas.

## II.1. LA ARQUITECTURA MUDÉJAR: TIPOS DE EDIFICACIONES

Antes de abordar el estudio de la decoración de tradición islámica, resulta imprescindible conocer cuáles eran los tipos de edificaciones más característicos sobre los que se aplicaban los distintos elementos decorativos.

Dentro de la arquitectura mudéjar encontramos primeramente la arquitectura religiosa. En esta nueva etapa política, decae frente al furor religioso de periodos anteriores como el almohade. Dentro de esta tipología arquitectónica encontramos edificaciones como:

*Iglesias:* Cuando los musulmanes conquistan la península las iglesias realizadas por los cristianos en periodos anteriores presentaban una estructura formada por el altar, el coro, el baptisterio y la zona de los fieles, además de dos espacios anexos que eran la sacristía y la donaría. Tras la invasión islámica, la evolución de estos espacios quedó inconclusa, desarrollándose a partir de entonces la iglesia mozárabe por parte de los cristianos bajo dominio musulmán, que mantenían sus ritos, leyes y costumbres a cambio de pagar un impuesto. A principios del siglo XI, comienza a imponerse el tipo de iglesia romana centrada en unificar el espacio monumentalizando el altar para que pueda ser visto sin interrupciones. Y a partir de los años finales del siglo XII, se introduce una nueva moda en las edificaciones eclesiásticas basada en el enterramiento en el interior de éstas, lo que supuso la instalación de sepulcros dotando a las iglesias de capillas laterales destinadas a ese fin. La generación de estas capillas funerarias se convirtió en la base del desarrollo de la arquitectura de iglesias mudéjares (López, 2000, p.149-151). Las capillas adquieren un carácter autónomo, insertas en las naves laterales de la iglesia, en la que destaca por un lado su forma espacial de *qubba* y por otro, su riqueza decorativa centrada en cubiertas de albañilería o madera y paramentos de cerámica vidriada y yeso (López, 2000, p.174-175). La imagen que presentaban estos templos exteriormente, se caracterizaba por la presencia de un cimborrio con funciones iluminarias y de ventilación, y torres que enmarcaban la portada aportando valores plásticos cercanos a lo militar (López, 2000, p.149-152).

*Mezquitas:* Las mezquitas mudéjares seguían la tipología sin añadir nada a la evolución constructiva, solo las diferenciaba el tipo de soporte empleado sustituyendo el pilar almohade por columnas de mármol, y una mayor decoración en su interior (Borrás, 1990a, p.142).

*Sinagogas:* Amador de los Ríos pone de manifiesto en su discurso de ingreso a la Real Academia de San Fernando que los judíos, no habían conseguido a lo largo de la historia tener un estilo propio en sus edificaciones. No se puede hablar entonces de un arte propio de los judíos sino que estos han utilizado para su arquitectura y arte mobiliario los materiales, técnicas, modas y estilos propios de la sociedad de los lugares donde han estado conviviendo (López, 2000, p.177-178).

Por otro lado, encontramos una arquitectura palaciega islámica dotada de un gran carácter de lujo y simbolismo que pasar a ser utilizada como vivienda por los cristianos tras la reconquista, cobrando así especial protagonismo este tipo de arquitectura de carácter residencial en este periodo. (López, 2000, p.183). La concomitancia de los proyectos arquitectónicos mudéjares con los proyectos nazaríes, hacen que la estructura que presenta este tipo de arquitectura sea similar en ambos casos.

Esta tipología arquitectónica se despreocupa por el exterior del edificio el cual indicaba poco sobre la función y significado del monumento, sin variar así la normativa de la arquitectura islámica, quedando todo el interés concentrado en el interior con un sentido de privacidad y de intimismo. (Borrás, 1990a, p.142).

Según Antonio Orihuela (1996; 2007), este tipo de arquitectura se puede dividir en dos grupos: por un lado se encontrarían las casas con patio y por otro, las casas sin patio.

Las casas dotadas de patio utilizaban este espacio como elemento fundamental de articulación del edificio, quedando separadas las estancias destinadas al ámbito público de las estancias de ámbito privado. Junto a los lados de menor longitud del patio, se ubicaban dos pórticos, aunque podía darse la casuística de tener solo uno o ninguno. La función de estos pórticos, es la de suavizar los contrastes bruscos de luz y temperatura en el paso de las salas al patio. En las edificaciones mudéjares del siglo XVI, se encuentra la casuística en el que los cuatro laterales del patio aparecen porticados dando lugar a la creación de estancias de protocolo en la planta superior con la inclusión del desarrollo de escaleras (López, 2000, p.185). El patio podría presentar dos tipologías de jardín, bien un jardín de crucero con una acequia real transversal, o bien presentar una alberca rectangular en el eje longitudinal con o sin arriates a ambos lados o flanqueada por setos de arrayán, como es el caso del patio de las Doncellas. Esta última tipología de patio es la más habitual en la arquitectura residencial nazarí a partir del siglo XIII. En ambos casos, jardín de crucero y jardín con alberca, se integran dos elementos característicos y esenciales: el agua y la naturaleza.

Las casas con patio que carecen de pórtico responden al tipo habitual de vivienda, cuya supresión es debida a razones económicas. El tipo de vivienda más completa presentaba zaguán, una sala principal y otra secundaria, cocina y retrete. Sin embargo, la vivienda de carácter más elemental carece de algunas de esas dependencias.

Las casas que no presentan patio en su estructura, se caracterizan por presentar una *qubba* o pabellón real cuya función es lúdica. Se trata de una sala de grandes dimensiones con planta cuadrada, con cubierta y techumbre y frente a ella una alberca y jardines (Borrás, 2014, p.116-117). Este espacio concebido como *qubba* formaba parte bien de una estructura compuesta por una estancia alargada central y dos alhanías o espacios centralizados laterales, o bien podía ir precedida de un espacio transversal (López, 2000, p.177).

Finalmente, encontramos una arquitectura de carácter militar basada en un sistema de murallas con adarves y torres que destacan en altura, junto con puertas de entrada en recodo, barbacanas o antemuros y torres albaranas. Este tipo de edificaciones ha sido considerada como una prolongación de las realizadas durante el periodo almohade (Borrás, 1990a, p.143). Aunque se producen una evolución más original en los aspectos de funcionalidad y elementos formales que lo componen. La pérdida de las funciones estrictamente militares ante la nueva situación política bajo el dominio de los cristianos, permitió que los recintos amurallados fuesen ocupados dotándolo de una nueva función de palacio, modificando la estética y concepto de la fortaleza medieval. Las torres mantienen su forma exterior y por dentro presentan la función de palacio residencial, en las que los distintos pisos se distribuían de la siguiente forma: el piso inferior estaba destinado para el cuerpo de guardia, cocina y caballerizas; el piso principal contaba con una gran sala de espacio único; y en el piso superior se ubicaban las estancias destinadas a dormitorios. En algunas ocasiones, el piso más alto correspondiente al almenado, se utilizaba como mirador (López, 2000, p.182-183). Como ejemplo de esta tipo de arquitectura, la encontramos en la torre de la Cautiva o el torreón de Comares, ambas ubicadas en la Alhambra de Granada (Borrás, 2014, p.117).

## II.2. MATERIALES EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN Y DECORACIÓN ARQUITECTÓNICA MUDÉJAR

El análisis de los materiales, técnicas de ejecución y formas de la arquitectura mudéjar no se desvincula de los empleados a lo largo del desarrollo del arte hispanomusulmán, sino que forma parte de un proceso evolutivo de formación donde conviven de forma unitaria y perfecta en la obra terminada. A partir de la época de taifas, se configura el sistema de trabajo y uso de materiales desarrollados posteriormente en las sucesivas etapas del arte hispanomusulmán: almorávide, almohade y nazarí. Los materiales empleados en todo este periodo evolutivo son por tanto, los mismos que se utilizan en la arquitectura mudéjar, constituyendo este estilo el último eslabón de una larga cadena de tradición oriental (Borrás, 1990b, p.145-146).

La arquitectura mudéjar, al igual que la arquitectura hispanomusulmana, se caracterizaba por el coste reducido de los materiales y su abundante empleo acorde con los condicionamientos geográficos de los territorios conquistados, la rápida ejecución de las obras realizadas y el bajo coste de la mano de obra, caracterizada por una positiva capacitación profesional y calidad de los resultados (Borrás, 1990a, p.200-202). Según diferentes críticas artísticas, los materiales empleados en la arquitectura hispanomusulmana eran considerados como *materiales pobres* aquellos empleados en las estructuras arquitectónicas y *materiales frágiles* los referentes a la decoración. Así lo demuestran Prieto Vives, que describe que los palacios eran levantados con “cuatro palitroques”, al contrario que Gómez-Moreno que definía los materiales como “pobres convertidos en materia de arte” (Borrás, 1990b, p.145).

El uso de este tipo de materiales calificados como pobres, además de emplearse por los condicionantes físicos y los factores económicos citados, estaba relacionado con una cuestión de fe religiosa musulmana. Solo la figura de Dios podía ser permanente, por lo que las obras construidas no podían presentar ese carácter de perduración, ya que su creación y permanencia son prerrogativas de la divinidad (Borrás, 1990b, p.144)

A la hora de establecer una relación de materiales empleados en la construcción y decoración mudéjar debemos tener en cuenta dos consideraciones.

Por un lado se encuentra la arquitectura meramente funcional con un carácter sobrio y desornamentado, como son las alcazabas, recintos amurallados y sus puertas, baños... El material empleado en su ejecución se basa en una argamasa o mortero de consistencia muy dura cuya composición es gravilla, arena, arcilla ferruginosa y cal, utilizado para levantar los muros; y el ladrillo grande de tradición almohade con una dimensión en la que el largo equivale al doble de su ancho, empleado para levantar pilares, arcos y bóvedas. Las formas constructivas empleadas en este tipo de edificaciones se centran en el uso del arco túmido, bóvedas de tradición clásica de medio cañón, de arista, esquifadas, vaídas, y cúpulas hemiesféricas y gallonadas (Borrás, 2014, p.118).

Por otro lado, sin embargo, nos encontramos una ornamentación que destaca por su belleza formal donde lo pobre adquiere un carácter suntuoso, lo accesorio pasa a ser vital y lo cotidiano, sorprendente. La decoración que presentan los edificios, oculta los elementos estructurales empleados en su construcción, se trata de una decoración policromada que cubre todas las superficies con zócalos, azulejería y/o alicatados, muros con yeserías y cubiertas de madera trabajadas muy ricamente (Porrás, 2010, p. 215, 218, 251).

El sistema de revestir la superficie se basaba en la sucesión en altura de los tres materiales característicos: el azulejo en la zona más baja del muro, seguidamente el yeso y por último la



madera en la zona de los techos (Borrás, 1990a, p.148). Pero dicha superficie no podría cubrirse utilizando estos materiales con una trama ornamental continua y uniforme, para lograr la unidad entre las diferentes partes utilizaron recursos como el panel rectangular y las franjas, dispuestas más allá de la simple repetición o simetría. La franja horizontal dispuesta a modo de friso o zócalo es un elemento que proporciona continuidad y cohesión al conjunto. El panel rectangular, es la unidad básica de toda composición, y puede utilizarse con cualquier tema decorativo. La función de este elemento es doble, bien actúa de enlace entre dos zonas contiguas o aparece discontinuo en un solo paramento. En todo caso, ambos elementos interactúan de forma que permiten la articulación plástica del muro. Esta síntesis es lo que les aporta a menudo su carácter peculiar basado en la claridad y ambigüedad de la estructura ornamental y la estructura arquitectónica subyacente (Clévenot y Degeorge, 2000, p.187; González, 1995, p.79).

- **Materiales constructivos y decorativos**

- *Mármol*: material empleado para el revestimiento de solerías, jambas, tacas y alacenas, tazas de fuentes o pilas y sobre todo para columnas (Borrás, 1990a, p.147).
- *Ladrillo*: el ladrillo ha sido utilizado tanto como elemento constructivo como decorativo desde la época emiral y califal de Córdoba donde se utilizaba de forma servicial ante el dominio de la piedra, hasta los periodos posteriores donde se generaliza llegando a considerarse como el material mudéjar por excelencia.

Desde su uso primitivo como material arquitectónico, sus dimensiones han ido evolucionando. Inicialmente contaba con una proporción de 2/3 con un máximo de 28-29 cm, pero a partir del siglo XIV el ladrillo adquiere una proporción de 1/2 con unas medidas que oscilan entre 26 y 35 cm en lado mayor, la mitad correspondiente al lado menor y un grosor de entre 5 y 6 cm.

La función como elemento de construcción del ladrillo se centraba en los sistemas de elevación como paramentos y soportes, y sistemas de cubrición como son arcos y bóvedas. Para la realización de paramentos se utilizaba el yeso como fraguante y de forma complementaria, este procedimiento podía combinarse con otros como la mampostería o el tapial, en las que se creaban cajas delimitadas por verdugadas de ladrillos.

A nivel decorativo, el empleo del ladrillo como tal, está sujeto a su uso en exteriores pero no en las zonas interiores. En realización de muros, la decoración que proporciona el ladrillo viene dada por su posición, pudiéndose encontrar las variantes de soga o tizón según el lado que se muestra, sardinel cuando se encuentra en posición vertical, formando espina de pez, espiga o zigzags en función de la composición entre ellos o formando un rico repertorio de arcos que va desde el arco de medio punto a los de herradura, pasando por las diferentes clases de lobulados y mixtilíneos. Por otro lado, la disposición de los ladrillos creando entrantes y salientes con respecto a la línea de nivel del muro, proporciona también numerosos efectos decorativos. Además de las distintas formas de disposición, se pretendía conseguir mayores efectos decorativos empleando ladrillos de distinta tonalidad y jugando con la distancia entre ellos, denominada tendel, que podía ir desde la ausencia de ésta hasta la realización de una llaga considerable haciendo así al medio fraguante participe de la decoración (López, 2000, p.95-103).

- *Cerámica*: La utilización de la cerámica en construcciones arquitectónicas, tanto en zonas exteriores como en interiores, es una de los aspectos mudéjares que mejor enraíza la tradición hispanomusulmana. Los paños cerámicos aparecen en portadas, torres, zócalos, solerías (López, 2000, p.107-108) y revestimientos que cubren las partes inferiores de los muros con el fin de evitar el desgaste que se produce con el roce dada su proximidad. Este tipo de revestimientos también se le conoce con el nombre de arrimaderos, haciendo referencia a *donde uno puede arrimarse*. Estaban realizados de azulejos, pieza de un solo color y forma, y alicatados, piezas pequeñas obtenidas mediante un sistema de recorte de placas de cerámica vidriada con los que se configuraban composiciones geométricas con un rico colorido en el que destacan el blanco, azul, verde, negro y dorado (Borrás, 1990a, p.146).
- *Yeso o estuco*: la utilización del yeso como material de construcción se halla prácticamente en todas las edificaciones de estilo mudéjar debido tanto a la abundancia en la geografía peninsular como a las características que proporciona como tal, siendo un material de bajo coste, con suficiente resistencia y ductibilidad, y con posibilidad de ser policromado o bruñido (López, 2000, p.58-59).

Su empleo está destinado al enlucido de paredes así como en la decoración del resto del muro a través del trazado de yeserías con ricos motivos decorativos geométricos, vegetales o epigráficos. Para la realización de yeserías, con anterioridad a la época nazarí, el yeso se tallaba *in situ* cuando aún se conservaba fresco. A partir del siglo XIV junto a esta técnica, coexistiendo ambas a la vez, se introduce un nuevo proceso de elaboración basado en la técnica de vaciado con empleo de moldes, resultando más barata y rápida (Borrás, 1990a, p.150).

El yeso utilizado para enlucir paredes tanto exteriores como interiores, también solía llevar decoración, generalmente pictórica, realizada mediante la técnica de esgrafiado. Se trata de una técnica en la que se realiza una incisión con una punta metálica sobre el yeso del enlucido, trazando el dibujo. Posteriormente se policroma o se aplica el colorante diluido cuando el yeso aún está en estado fresco (López, 2000, p.92).

- *Madera*: material usado en la carpintería de las edificaciones en la ejecución de armaduras, puertas y ventanas, así como en los abovedamientos en yeso de muqernas o mocárabes (Borrás, 2014, p.118).
- **Elementos de soporte**
    - *Columnas*: estas compuestas por fuste, plinto, basa y capitel. La basa esta formada por una larga escocia, coronada por un toro y fuste cilíndrico muy esbelto adornado con varios anillos en la parte superior. El capitel más común presenta una parte inferior cilíndrica a modo de prolongación del fuste decorado con una cinta continua de meandro, y una parte superior en forma cúbica con decoración en ataurique. A parte, encontramos otro tipo de capitel decorado con mocárabes. Posteriormente, al sistema de soporte de la columna, le sigue un pilar que cierra el dintel constructivo y sobre el que se sitúan los arcos (Borrás, 2014, p.118).
    - *Arcos*: si a la función decorativa de las yeserías se le añade una función estructural, se obtiene como resultado arcos muy elegantes en sus trazados y con intrados finamente trabajados (Porrás, 2010, p.251). Estos arcos actúan como pantalla ornamental, encontrándonos dos tipologías: los arcos de medio punto, ligeramente

peraltado o apuntado, con trasdós festoneado o angrelado; y el arco en pabellón cuyo intradós está compuesto de mocárabes (Borrás, 2014, p.118). También es característico encontrar junto con los arcos ricas celosías con traza de lazo en proporciones monumentales donde se mezcla con temas góticos (López, 2000, p.92).

Por otro lado, también es común encontrar arcos realizados con ladrillo que se superponían a las pilastras y pilares, siendo características las tipologías de medio punto, de herradura, lobulados o mixtilíneos (López, 2000, p.97)

- *Cubiertas:* En lo que respecta a cubiertas encontramos por un lado, cubiertas realizadas de ladrillo y yeso denominadas bóvedas, por otro, cubiertas realizadas de madera denominadas armaduras y alfarjes.

Las cubiertas realizadas con ladrillo son frecuentes en la arquitectura militar, donde en la mayoría de los casos su estructura a base de nervios quedaba oculta por enlucidos de yeso o recubrimientos ornamentales. Sin embargo, en aquellas que queda descubierta, se pueden apreciar sistemas de gran novedad, alta pericia técnica y fabulosos resultados constructivos y ornamentales, en los que a partir de dibujos geométricos se generan una gran variedad de bóvedas como baídas, de medio cañón, peraltadas, escarzanas, de artista o esquifadas (López, 2000, p.97).

Por otro lado, encontramos las cubiertas de madera destacando el uso del alfarjes y armaduras, tal y como veremos a continuación en el capítulo dedicado exclusivamente a este tipo de cubiertas.

- *Pilastras y pilares:* se trata de soportes realizados con ladrillo los cuales generalmente quedaban ocultos bajo un enfoscado, actuando como columna de ladrillo (López, 2000, p.97).

### II.3. SISTEMAS DE ORNAMENTACIÓN

La decoración es uno de los aspectos que más ha contribuido en el proceso de unificación del arte islámico, proporcionando a las obras realizadas en este periodo de unas características distintivas que las hacen claramente reconocibles (Morales, 1987, p.55).

El sistema ornamental del arte hispanomusulmán se caracteriza por ser compacto y denso, donde se integran de forma perfecta los tres elementos esenciales en la decoración islámica: el ataurique vegetal, la decoración geométrica y las inscripciones epigráficas (Borrás, 2014, p.118). Se trata de motivos decorativos muy variados trabajados con un estilo muy minucioso, de formas muy detalladas y en composiciones sumamente abigarradas (Porras, 2010, p.251). Los artistas musulmanes no podían recurrir a la representación figurativa dado que reproducir la imagen de un ser dotado de vida se consideraba como una desfiguración de la obra creada por Dios. Por ello utilizan un repertorio puramente ornamental basado en los tres grandes temas mencionados, conformando una sinfonía visual de la naturaleza, el mundo abstracto de las formas matemáticas y del logos divino. Sin embargo, esta ley no fue aplicada con la misma rigurosidad en todas las épocas y regiones ya que hay vestigios de que existió una práctica figurativa en la decoración arquitectónica hispanomusulmana (Clévenot y Degeorge, 2000, p.123-125).

Estos temas aparecen tanto en obras arquitectónicas como en las artes aplicadas, independientemente del material, la escala o técnica empleada; diferenciándose únicamente en la calidad de la realización y el estilo empleado. El uso de todos estos elementos decorativos no es original de los musulmanes sino que se basa en el sistema ornamental de civilizaciones precedentes. Pero a esta carencia de originalidad se le suma una nueva forma de entender y trabajar la ornamentación basada en la realización de revestimientos que ocultan las estructuras del edificio o del objeto. A partir del uso de materiales reflectantes, repetición de motivos y contrastes de texturas, se consiguen efectos de riqueza e ilusorios valores tridimensionales que transforman el espacio (Morales, 1987, p.55-56).

#### II.3.1. Decoración vegetal

Las raíces de este elemento decorativo se sitúan en tradiciones artísticas preexistentes del cercano Oriente, greco-romana, sasánida o bizantina, en las que su uso se limitaba únicamente a la decoración de capiteles o cornisas. En el arte islámico sin embargo, este tipo de adorno vegetal pasa a convertirse en una forma artística que por un lado, amplía su uso desarrollándose en grandes superficies arquitectónicas invadiendo todo el espacio disponible y transformando enteramente la apariencia de los edificios, y por otro evoluciona a nivel estilístico desnaturalizando las formas adquiriendo un estilo que incluso roza la abstracción, creándose el elemento principal que conforma este tipo de ornamentación: el arabesco o ataurique, término procedente del árabe *tawriq*. Este elemento se corresponde con algunos de los grandes principios plásticos de estilización y composición, así como con la función de traducir la mirada del hombre alimentada por las evocaciones coránicas del “Jardín de la Felicidad” (Clévenot y Degeorge, 2000, p.118, 119, 135).

Las partes que conforman el ataurique o arabesco consiste en:

- Un **tallo vegetal** principal de carácter continuo que se divide de forma regular originando tallos secundarios, los cuales pueden de nuevo escindirarse o reintegrarse

al tallo central. Con esta estructura se consigue una sensación de movimiento rítmico ondular sin tensiones, que origina efectos de tridimensionalidad al combinarse diferentes anchos, colores y texturas en los tallos (Morales, 1987, p.60). El tallo se convierte en una línea constante, sin origen y sin límite de crecimiento formando una sinusoidal dinámica o formando composiciones simétricas que se duplican de forma indefinida mediante ejes verticales u horizontales (Clévenot y Degeorge, 2000, p.136).

- A partir de la red lineal o compleja configurada por los tallos, surgen las **palmetas** con el fin de amueblar los vacíos resultantes entre éstos. Es la forma más frecuente cuyo origen parte de un proceso de abstracción antinaturalista de la hoja de acanto (Fernández-Puertas, 1997). Podemos encontrar gran variedad de formas, como palmetas trilobadas compuestas por dos hojas bífidas curvadas, acoladas de forma simétrica y que se unen por sus extremos. En el espacio resultante entre el par de hojas, se puede introducir otra palmeta en forma de florón. Este motivo básico representa el proceso de recombinación de las formas vegetales sujeto a la ley gráfica de la curva y la contracurva (Clévenot y Degeorge, 2000, p.135-136).

Este tipo de ornamento tuvo gran repercusión y desarrollo en el arte islámico ya que permitía transformar el entorno arquitectónico en un espacio vivo a través de una naturaleza vinculada no con los paisajes salvajes sino con una naturaleza basada en la tradición de jardín donde aparece cultivada y dominada (Clévenot y Degeorge, 2000, p.140).

### II.3.2. Decoración geométrica

La geometría, al igual que la decoración vegetal, ocupa un lugar importante en el sistema ornamental de la arquitectura islámica, actuando ambos elementos de igual forma distribuyéndose por la superficie a decorar o bien mezclándose entre ellos.

A lo largo de todas las etapas del arte hispanomusulmán, se desarrolla una amplia y variada gama decorativa basada en el empleo de las formas geométricas heredada del mundo tardoclásico. El interés en los estudios matemáticos por parte de los musulmanes hizo posible que este tipo de decoración alcanzase un desarrollo pleno y sofisticado (Morales, 1987, p.58-59).

Aunque la ornamentación a base de formas geométricas alcanza a todos los materiales empleados en la arquitectura, la técnica con mayor vinculación es sin duda el revestimiento cerámico (Clévenot y Degeorge, 2000, p.143).

Las principales formas geométricas se crean a partir de un círculo por el que se generan polígonos regulares tomando su radio como unidad lineal. Al aplicar los principios de repetición simétrica, multiplicación y división sobre las formas geométricas generadas, se obtienen extraordinarias composiciones (Morales, 1987, p.58-59).

Si observamos las formas geométricas en el plano decorativo, no solo desde el punto de vista de la lógica matemática con el que son creadas sino desde el ámbito plástico, acudimos a dos fenómenos de percepción de las mismas: el fenómeno de configuración y el fenómeno de las redes. Por configuración entendemos las figuras surgidas a partir de la combinación de las figuras geométricas básicas, y por red, figuras geométricas que se basan en una aprehensión

lineal destacada de composiciones geométricas dando lugar a redes con mayor o menor complejidad (Clévenot y Degeorge, 2000, p.144-146).

De entre todos los motivos geométricos resultantes destacan las estrellas por su carácter atractivo y su uso frecuente, las cuales ofrecen una gran variedad de casuísticas en función del número de puntas que presenten: de seis, ocho, diez, doce, catorce, dieciséis o más puntas... ocupando las estrellas de mayor envergadura la zona central del espacio a decorar. Al-Ándalus cobra vital importancia la estrella de ocho puntas generada a partir de un cuadrado. Las composiciones geométricas obtenidas se denominaron lazo, sentando con ellas las pautas de una escuela occidental en el mundo árabe que las diferenciaba del mundo oriental (Fernández-Puertas, 1997).

La combinación del elemento geométrico con la riqueza cromática y variaciones de tonalidades da la sensación de la existencia de diferentes planos, llegando a crear un efecto de tridimensionalidad (Morales, 1987, p.58-59).

A la hora de buscar un significado al empleo de la ornamentación geométrica en el arte islámico, su recurrente uso se debe por un lado, a la personalidad árabe apasionada por las estrellas y la astronomía así como al mensaje coránico, la abstracción y la doctrina relacionada con la unidad. Por otro lado sin embargo, encontramos motivos como la influencia de la filosofía y matemáticas griegas en los que destacan los trabajos de Platón, Euclides, Pitágoras y Demócrito. De este modo los musulmanes utilizan la geometría como elemento de unión entre el mundo material y espiritual, y los motivos geométricos resultantes como forma de expresión de la lógica y la visión islámica del universo (Aljazari, 2012, p.16).

### II.3.3. Decoración epigráfica

Uno de los rasgos fundamentales que caracteriza la cultura islámica es la pasión por la escritura, hecho comparable con el uso de las imágenes en el mundo cristiano. Esta, es concebida por el arte islámico no solo como una simple herramienta de invención humana sino como una manifestación de la palabra divina contenida en el Corán (Borrás, 1990a, p.151; Clévenot y Degeorge, 2000, p.151).

La escritura árabe utilizada como sistema de ornamentación, cobra un papel fundamental ya que se corresponde con el único estilo original y propio de época islámica. Durante siglos, la epigrafía árabe se ha considerado una de las artes más importantes de la civilización islámica hasta ser sustituido por la pintura ya en el siglo XVI. Por este motivo, resultan escasas las obras artísticas desarrolladas en el periodo islámico que carezcan de inscripciones árabes (Morales, 1987, p.56).

La caligrafía árabe utilizada como elemento decorativo se puede clasificar en dos grandes grupos, el *cúfico* y el *nasjí*. A partir de estos dos tipos básicos, aparecen múltiples variantes diferentes según su cronología y área geográfica.

- Epigrafía cúfica o *Kufí*: se trata de una escritura sobria con formas rectilíneas y angulosas, con un indudable valor estético y nula espontaneidad. Estas características la hacían idónea para las labores de mosaico, piedra labrada y alicatado (Morales, 1987, p.56).

Este estilo forma la base constituyente de los primeros desarrollos ornamentales epigráficos en la arquitectura de los siglos X y XI, alcanzando su máximo desarrollo como elemento decorativo en el periodo Nazarí en el que se realizan composiciones cuidadas en cuanto a proporción y color (Fernández-Puertas, 1997). Inicialmente, las primeras franjas de inscripciones presentaban una escritura sencilla y pausada donde se distinguían con claridad los trazos verticales y horizontales. A lo largo de todo este periodo, esta tipología epigráfica va sufriendo modificaciones, encontrando distintas variedades asociadas casi siempre la una a la otra, dejando confusos los límites entre la experiencia de la lectura y la de la contemplación (Morales, 1987, p.57; Clévenot y Degeorge, 2000, p.152). Entre ellas se encuentran:

*Cúfico florido: la caligrafía aparece decorada con motivos vegetales ubicados bien en los extremos superiores de los trazos verticales (ápices) o bien en las letras finales de las palabras (Morales, 1987, p.57).*

*Cúfico frondoso: el espacio que quedan entre las astas verticales y las letras bajas se rellena con motivos vegetales, constituyendo un fondo denso que invade el texto.*

*Cúfico trenzado o entrelazado: Responde a la misma necesidad de rellenar los vacíos entre las letras con motivos geométricos, anudando las astas entre sí.*

*Cúfico constructor, cuadrado o cuadrangular: en este estilo, que surge en el siglo XV, se abandona la linealidad de la escritura y se recurre a una ocupación generalizada de la superficie. Las letras se quiebran en ángulo recto apareciendo juntas entre ellas, las palabras se imbrican unas con otras y el texto en conjunto se repliega sobre sí mismo; dando toda esta fusión la sensación de laberinto (Clévenot y Degeorge, 2000, p.152).*

- Caligrafía cursiva o *nasjí*: en la mayoría de las edificaciones, las diversas formas ornamentales que encontramos del *kufí* se aproximan a otras escrituras cuyas cualidades estéticas están relacionadas con su dinamismo gestual. Se trata de los estilos caligráficos cursivos desarrollados a partir del siglo XII a consecuencia de la revolución que dos siglos antes intervino en el ámbito del libro.

Este tipo de caligrafía se basa en un esquema básico en que cada letra se deriva de un círculo patrón determinado por la letra-módulo Alif. La calidad gráfica de la línea permite registrar el movimiento de la mano contribuyendo a la legibilidad del texto.

Los distintos estilos cursivos que se generaron, al contrario que sucede con el estilo Kufí, apuestan por una estética transparente aunque con modos de organización complejos con el objetivo de cubrir toda la superficie. De este modo, puede darse la posibilidad de que las palabras o fragmentos se alarguen en altura varios niveles, dificultando la interpretación semántica de la frase. Este tipo de disposición puede encontrarse en franjas, paneles rectangulares o en forma de arco (Clévenot y Degeorge, 2000, p.153). Dentro del *nasjí* encontramos dos variantes:

*Tulut/Zuluz/Zulzi/Nasjí*: semejante al cúfico en cuanto a forma y monumentalidad, empleado en los coranes de grandes dimensiones y en la arquitectura cuando se precisaba una escritura de carácter cursivo (Morales, 1987, p.57).

Nastaliq o *Nasta'liq*: se trata de una variante del *Tulut* en la que su estructura subyacente no se regula por la repetición de líneas verticales y horizontales como se veía anteriormente sino que se disuelve en una sucesión de movimientos diagonales que se alargan hacia la izquierda predominando su finura y nitidez, características que a su vez la hacían adecuada para acompañar las miniaturas de los manuscritos persas (Clévenot y Degeorge, 2000, p.154; Morales, 1987, p.58)

Independientemente del tipo de caligrafía que presente la decoración epigráfica, juega un papel importante a la hora de estudiar la arquitectura mudéjar ya que nos informa sobre la función y significado de las estancias del palacio donde se encuentran ubicadas (Borrás, 2014, p.118).

Hay cuatro clases de inscripciones epigráficas (Borrás, 1990a, p.151):

- Inscripciones de carácter informativo en las que se indican la fecha de construcción y el sultán que ordena su edificación.
- Inscripciones basadas en formulas coránicas, eulogias o expresiones piadosas, que se repiten de forma constante y redundante. Son de carácter irrelevante dado que aluden siempre a la presencia de la divinidad.
- Inscripciones compuestas por textos de carácter poético o extraídos del Corán que enfatizan el significado de la función arquitectónica.
- Además de una función informativa, los frisos epigráficos presentan una función plástica bastante generalizada en la arquitectura islámica basada en estructurar las superficies murales. La franja donde aparece la escritura, actúa separando dos superficies de naturaleza diferente (Clévenot y Degeorge, 2000, p.154-156).

#### **II.3.4. Decoración figurativa**

A pesar de la desconfianza implantada por medio de juristas respecto a la representación de imágenes en el Islam, encontramos numerosas manifestaciones de un arte figurativo en campos como la ilustración de manuscritos, en la arquitectura y artes aplicadas.

Las decoraciones figurativas representadas en las edificaciones desde los inicios de la formación del arte islámico bajo los omeyas son de carácter independientes en cuanto a estilo, temas y funciones del edificio en sí. Suelen aparecer en forma de pintura, esculturas, mosaicos o cerámica con interesantes cualidades plásticas y significados basados en la representación de poder político y social, así como funciones más oscuras sobre creencias totémicas o mágicas. (Clévenot y Degeorge, 2000, p.126-130).

En el siglo XIII, las miniaturas cristianas que ilustran los manuscritos pasan a ser fuente de inspiración en la decoración arquitectónica mudéjar. Ejemplo de ello son las miniaturas de la *Crónica Troyana* del siglo XIV, que recogen escenas caballerescas de la época y estampas importadas de Francia como lances de amor, fuente de la juventud, lucha de cristianos y salvajes por poseer a las damas, escenas de alquimistas y de caza... etc. que fueron representadas en el



palacio mudéjar de Pedro I junto con representaciones animales, como pavos de largas colas, réplica de los pavos del patio de Tordesillas, o el viejo tema islámico del águila apresando con sus garras a aves indefensas (Pavón, 1988, pp.237-244).

Pero sin duda alguna, las representaciones figurativas más empleadas en el arte hispanomusulmán, concretamente en el estilo mudéjar, son los motivos heráldicos. La heráldica, considerada como la ciencia del blasón, se define según la RAE como el «Arte de explicar y describir los escudos de armas de cada linaje, ciudad o persona».

Este campo de expresión artística comenzó a desarrollarse a principios del siglo XII como método de identificación de los caballeros en las justas y torneos que se realizaban. A partir de su creación en este siglo, la heráldica sufre una transformación progresiva alcanzado su máximo desarrollo en los siglos XIV y XV, en la que pasa ser un código representativo de la historia de alianzas familiares, hechos sucedidos e identificador de ciudades, villas y territorios.

Todos los emblemas heráldicos se representaban estilizados, simplificando las formas, exagerando los detalles característicos de la figura y empleando una paleta de color contrastada en las que se combinaban colores con acabados metálicos.

Además de este carácter estilizado, los emblemas también se dotan de una expresión característica con la que se busca impresionar haciendo resaltar la fortaleza, la agresividad, altivez y ferocidad entre otros aspectos, a través de las posturas, gestos y atributos de la figura.

En cuanto a las figuras que podemos encontrar en la composición de un emblema heráldico, son infinitas aunque podemos agruparlas en figuras artificiales refiriéndonos a aquellas creadas por el hombre (castillos, armas, puentes...), figuras humanas, animales, vegetales o quiméricas y fantásticas (Messía, 1998, p.13-22).

### **II.3.5. Otros elementos decorativos**

- **Mocárabes o muqarnas**

A partir del siglo XIII, es frecuente encontrar en la decoración arquitectónica islámica del Norte de África y de España, los motivos llamados mocárabes. Se trata de alveolos con forma esférica o prismática que se obtienen a partir de la subdivisión y multiplicación de la parte denominada trompa, permitiendo obtener una cubierta circular en una estancia de planta cuadrada. A partir de la repetición y superposición de este motivo decorativo en distintos niveles, se ocupa toda la superficie de la bóveda y se obtienen fascinantes soluciones decorativas con grandes efectos de riqueza y complejidad (Morales, 1987, p.61).

Los mocárabes más comunes son los realizados en yeso, siendo muy llamativos por las proporciones que llegan a alcanzar. Aunque también encontramos construcciones de mocárabes en madera, éstos no llegan a presentar la magnitud de los construidos en yeso ya que son pequeñas cuerpos cúbicos situados en cubiertas o frisos (López, 2006, p.130).

Tanto en un caso como en otro, este tipo de adorno presenta un poder de fascinación en sus efectos de lectura, funcionando como un dispositivo capaz de hacer que la mirada huya. Además, la constante disolución y recomposición de las figuras que lo compone, presenta la peculiaridad de no identificarse en la composición ni el centro ni los límites de la misma, por lo

que el espectador se ve inmerso en el desarrollo más allá de los límites de la superficie decorada, superando así la realidad material (Clévenot y Degeorge, 2000, p.147).

- **Luz**

La luz puede contemplarse desde dos puntos de vista, por un lado como valor simbólico y por otro, como elemento con función decorativa donde a través de ella se modifica y originan nuevas formas ornamentales. El empleo de material que refleja o refracta la luz, hacen que se produzca un dinamismo decorativo a lo largo del día, intensificándose cuando ésta se filtra a través de estucos y celosías de madera, yeso o mármol (Morales, 1987, p.62).

- **Agua**

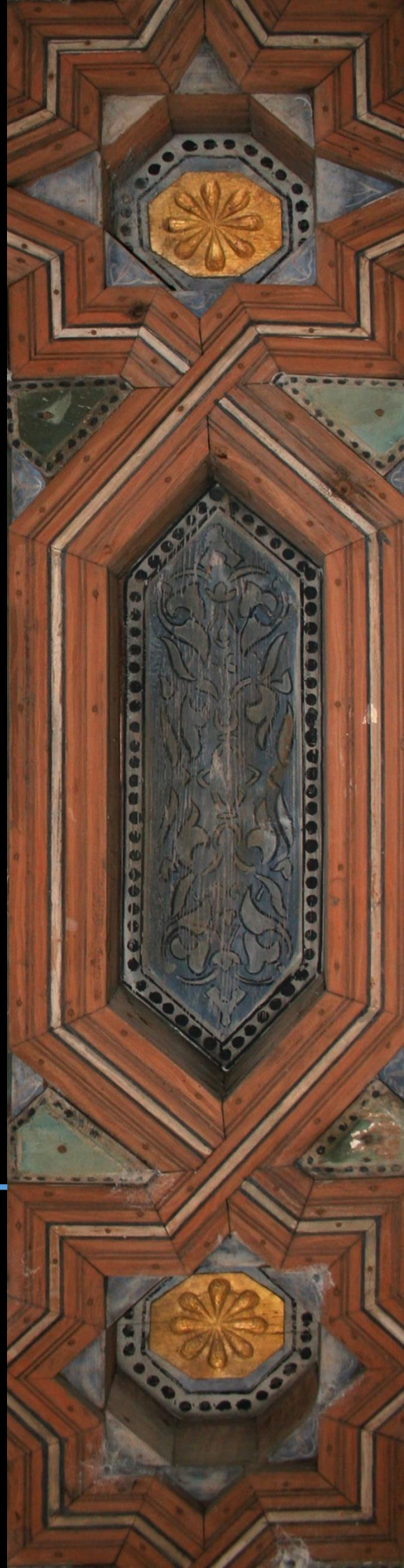
Uno de los elementos fundamentales en la arquitectura de tradición islámica es el empleo del agua tanto por su valor ritual y contenido simbólico, como por su función refrescante. Ésta aparece inserta en estanques, canales y fuentes que enfatizan los ejes de la zona arquitectónica, unen diferentes espacios o transforman la configuración espacial de distintas dependencias. Además, en combinación con la luz, actúa como espejo donde se reflejan y multiplican las formas arquitectónicas y su decoración, consiguiendo un dinamismo a base de composiciones ilusorias y vibrantes (Morales, 1987, p.62).





## Capítulo III.

La madera como elemento  
arquitectónico y decorativo:  
cubiertas y alfarjes





La madera cobra un papel fundamental en la arquitectura hispanomusulmana, tanto a nivel decorativo y funcional en cierres de edificaciones, como a nivel estructural utilizando como sistema de entramado para la realización de pilares, muros, arcos, bóvedas, techumbres, tejados... etc. Su bajo coste suponía un ahorro de medios, por lo que comenzó a utilizarse en la ejecución de cubiertas sustituyendo las de cantería, dando como resultado de forma notable el uso de las armaduras de madera como sistema de cubiertas de estancias (Porrás, 2014, p.228).

La utilización de techumbres realizadas con material lúneo es uno de los elementos que definen el arte mudéjar de forma genérica en gran parte de la geografía española, lo que ha supuesto que tanto la técnica como la obra resultante sea uno de los elementos mejor estudiados del patrimonio en esta época (López, 2000, p.113).

La realización de los diferentes sistemas de cubiertas y la variedad de tipologías de estructuras y diseños, suponía un proceso elaborado y muy complejo compuesto por elementos decorativos que conformaban una trama geométrica de esquema repetitivo, realizados con piezas resistentes sin disociarse de las estructura base. Este hecho trajo consigo la realización de tratados y manuscritos a modo instructivo que circularon por los talleres del gremio de la madera con el objetivo de facilitar el aprendizaje (Porrás, 2014, p.228).

Entre ellos destaca la obra de Diego López de Arenas titulado *Breve Compendio de la carpintería de lo blanco y Tratado de Alarifes* escrita en el año 1633, donde describe con un sentido didáctico y evolutivo su práctica artística y el material teórico que ha ido analizando a lo largo de su trayectoria. Algunos de los aspectos que explica, a modo de ejemplo, es el sistema de medida de toda cubierta tomando para ello el ancho de la madera. Esta unidad métrica dio pie al éxito de la técnica constructiva, evitando desórdenes debido a la cantidad de unidades de medida existentes en los diferentes territorios peninsulares. Como resultado de la aplicación de ese sistema, se produjo la difusión de este tipo de cubiertas en diversas regiones, obteniendo una escasa variación de cubiertas (Porrás, 2014, p.228).

Actualmente existen otros tratados que, junto a éste, son utilizados para el análisis de los tipos de cubiertas. Entre ellos, destaca la figura de Enrique Nuere, arquitecto del siglo XX que nos aproxima mediante sus investigaciones el sistema de construcción de cubiertas de madera insertas en la tradición gremial.

## III.1. ASPECTOS MATERIALES

### III.1.1. Propiedades de la madera

Para conocer y entender correctamente las diferentes propiedades de la madera, es necesario analizar previamente su naturaleza, características y composición físico-química dado que influyen notablemente en cada una de ellas.

La madera es un material orgánico natural de origen vegetal, constituido por un conjunto de tejidos que forman el tronco, las raíces y las ramas del árbol. En función de su naturaleza se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- **Coníferas:** denominadas también gimnospermas o resinosas, son las maderas más abundantes y antiguas. Las maderas obtenidas proceden de árboles de hoja perenne, y se caracterizan por ser blandas y fáciles de obtener y usar (Vivancos, 2007, p.104). Sus principales elementos constitutivos son las células traqueidas y parenquimáticas. Las traqueidas cuya principal función es la de elemento conductor y de sostén, forman entorno a un 90% de la constitución. Presentan forma cerrada y puntiaguda, con una longitud de hasta 10 mm, y se encuentran situadas paralelamente al eje del árbol de modo que si se realiza un corte transversal la apariencia es similar a las celdas de un panal. Las células parenquimáticas presentan forma rectangular, con paredes delgadas y punteaduras. Su principal función es la de almacenamiento y aparecen dispuestas paralelamente al eje del árbol como las traqueidas (parénquima longitudinal), aunque en las maderas coníferas es más frecuente en sentido transversal (parénquima radial). Junto a estas células también es habitual la presencia de canales resiníferos, orificios verticales u horizontales que permiten el flujo de fluidos a través del interior de la madera (Zanni, 2008, p.29).
- **Frondosas:** llamadas también angiospermas o latifolias, a diferencia de las coníferas, son maderas menos antiguas y con una estructura celular mucho más compleja (Vivancos, 2007, p.104). Dicha estructura se compone principalmente de tres elementos: un tejido conductor formado por vasos, un tejido de sostén formado por fibras y un tejido de reserva formado por células parenquimáticas. Los vasos presentan grandes longitudes a lo largo del árbol con forma de tubo continuo y tabiques transversales. Puede tener un tamaño de diámetro variable y diversa forma de ubicación en función de la especie. Las fibras, como se indicaba, ejercen la función de sostén y a diferencia de las traqueidas de las coníferas, son más pequeñas aunque con una pared mucho más gruesa. Finalmente, las células parenquimáticas son más abundantes en este grupo de maderas aunque se disponen igualmente tanto de forma radial como longitudinal. Al igual que las coníferas, los radios leñosos, en este caso más numerosos y de mayor tamaño, se ocupan de la distribución de líquidos y conectar además las células verticales (Zanni, 2008, p.29-30). Son numerosas las especies de maderas que pertenecen a este grupo, procediendo todas ellas de árboles que presentan hojas largas y nervios ramificados, así como por presentar una elevada dureza y ser muy compactas (Vivancos, 2007, p.105).



A nivel compositivo, se puede distinguir entre composición física y composición química.

- **Composición física:**

Para conocer la composición física de la madera, tenemos que retroceder y analizar la fuente de donde se obtiene, es decir el árbol.

La madera, microscópicamente, está formada por un sistema heterogéneo y complejo a base de células y tejidos que cumplen las funciones de transporte de la savia, transformación y almacenamiento de sustancias y nutrientes, y función de sostén y soporte. Entre ellos se encuentran los elementos vasculares (vasos y traqueidos), elementos mecánicos (fibras y fibrotraqueidos) y elementos parenquimáticos. Todos ellos se organizan en una estructura tubular entorno a dos ejes, uno longitudinal paralelo al eje del árbol y otro transversal con dirección radial al plano del árbol (Zanni, 2008, p.25).

Desde el punto de vista macroscópico, la anatomía del árbol consta de una serie de elementos o partes principales bien definidos, identificándose algunos de ellos en la madera obtenida del mismo (Fig. 7).

*Corteza:* se trata de la parte anatómica más superficial del árbol caracterizada por presentar un espesor irregular. Dentro de la corteza podemos diferenciar dos zonas: la parte más externa formada células muertas denominada corteza externa o epidermis; y la corteza interna o líber constituida en este caso por células vivas. Normalmente, esta parte del tronco no forma parte de la madera como materia prima, sin embargo algunas especies que presentan la corteza muy desarrollada, se utiliza como fuente productiva de corcho (Capuz, 2005, p.16). La corteza en general tiene como objetivo proteger al árbol durante su crecimiento ante los cambios de temperatura, sequías o agresiones mecánicas (Zanni, 2008, p.26).

*Cambium:* también llamado capa generatriz. La principal función de esta parte es la de generar células nuevas dando como resultado dos capas: *xilema* cuya dirección de crecimiento es hacia el interior, engrosando la albura; y otra con dirección contraria hacia fuera, conocida como *floema* que se encarga de transportar la sabia a las raíces (Capuz, 2005, p.16).

*Albura:* también conocida como sámago, es la parte joven de la madera y es fruto de los últimos ciclos de crecimiento del árbol, situándose en la parte más periférica del tronco. Esta zona se caracteriza por ser de un color claro, porosa y en general, de poco espesor y poca consistencia debido al inacabado proceso de lignificación. Todas las especies jóvenes están formadas únicamente de albura (Capuz, 2005, p.17; Zanni, 2008, p.26).

*Duramen:* se ubica de forma contigua a la albura en dirección hacia el interior y se forma como productor de la transformación de la albura. El proceso de lignificación en esta capa ya es completo, por lo que presenta unas características de durabilidad y resistencia mucho mayor con respecto a la albura. En cuanto a su color, presenta una tonalidad oscura característica (Capuz, 2005, p.17; Zanni, 2008, p.26).

*Médula:* llamada también corazón, se ubica en la zona más central del tronco. Se caracteriza por presentar un tamaño de escasos milímetros y ser de color claro, blanda y de poca resistencia (Capuz, 2005, p.17; Zanni, 2008, p.26).

*Anillos de crecimiento:* se trata de capas concéntricas que se desarrollan alrededor de la medula o corazón del tronco. Se denominan anillos anuales o capas anuas, dado que indican el

crecimiento durante un año de la madera. Los anillos más centrales se corresponden con el duramen y son producto del crecimiento más antiguo del árbol. Por el contrario, las capas más externas situadas en la periferia, pertenecen al crecimiento más joven y se corresponden con la albura anteriormente descrita. El grosor de los anillos varía según el tipo de madera, en maderas blandas se puede apreciar anillos muy anchos y sin embargo, en las maderas duras los anillos tienen pocos milímetros de grosor. A partir del número de anillos que presente el árbol, podemos deducir la edad del mismo, pero este sistema varía en función de la zona en la que se encuentre el árbol. En la zona boreal el periodo vegetativo es anual, por lo cual coinciden el número de anillos y la edad del árbol (denominándose anillos anuales de crecimiento); sin embargo en la zona tropical, el número de anillos depende de las lluvias y las sequías, (denominándose anillos estacionales). Cada anillo consta de dos partes, la madera de primavera (temprana) de color claro y consistencia blanda, y la madera de otoño (tardía) formada al final del verano y de color oscura y rígida (Capuz, 2005, p.17; Zanni, 2008, p.27).

*Radios medulares o leñosos:* se trata de un conjunto de células que forman líneas de diferentes grosores, en función de la especie, dispuestas en dirección radial perpendiculares a los anillos de crecimiento. Su principal función es la de transportar la savia hacia el exterior y guardar las sustancias de reserva. El número de radios leñosos que presenta un tronco y sus características, interfiere en la calidad de algunas de las propiedades de la madera (Capuz, 2005, p.17-18; Zanni, 2008, p.27).

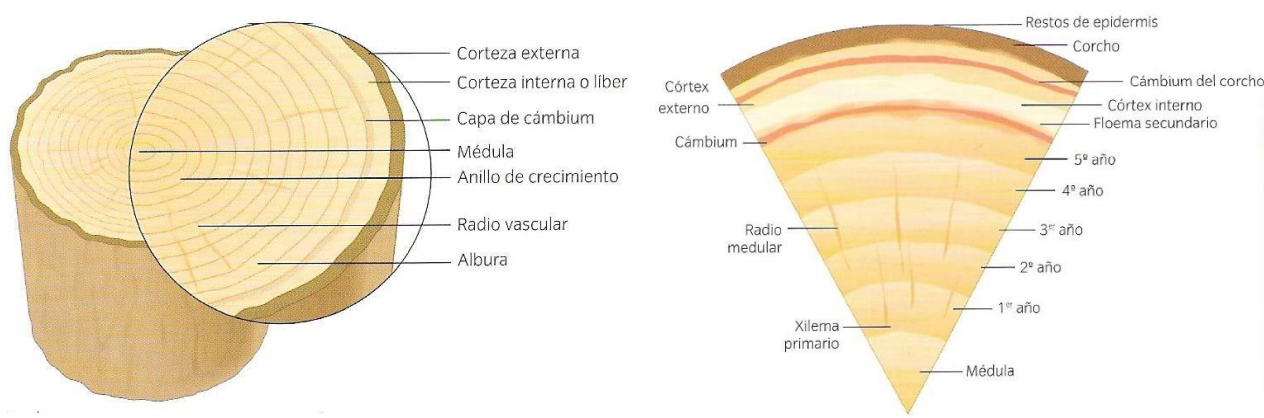


Figura 7. Esquemas representativos de las distintas partes anatómicas del tronco de donde procede la madera (Walker, 2007, p.12-13).

- **Composición química:**

Todas las maderas, independientemente de la especie de la que procedan, presentan una composición química similar. Los principales elementos que la componen son carbono, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno, distribuido en distintas proporciones representados en la siguiente tabla (Tabla IV) (Zanni, 2008, p.31):

TABLA IV.  
Composición química de la madera.

COMPOSICIÓN QUÍMICA (90% de la madera)			
<b>50 % Carbono (C)</b>	<b>43 % oxígeno (O)</b>	<b>6 % Hidrógeno (H)</b>	<b>1 % Nitrógeno (N) y otros elementos (fosforo, azufres, minerales...)</b>

Estos elementos químicos aparecen en la madera agrupados constituyendo las paredes celulares de ésta, ejerciendo la función de sostén y armazón. Estas estructuras celulares están formadas por una serie de componentes primarios como la celulosa, la hemicelulosa y la lignina; y componentes secundarios como grasas, resinas, aceites, taninos, sales minerales... entre otros (Tabla V). La celulosa es una macromolécula de cadena lineal insoluble que aporta resistencia a la madera. La hemicelulosa, al igual que la celulosa, es una macromolécula lineal pero de menor tamaño y más débil. Por último, la lignina es un polímero tridimensional, amorfo y ramificado que actúa como adhesivo entre los elementos estructurales que conforman la madera. (Zanni, 2008, p.31; Vivancos, 2007, p.109).

TABLA V.  
Composición celular de la madera.

COMPOSICIÓN CELULAR			
Componentes primarios			Componentes secundarios
<b>40-50 % Celulosa</b>	<b>25-30 % Lignina</b>	<b>20-30 % Hemicelulosa</b>	<b>1-5 % Otros (cenizas, taninos, grasas, resinas...)</b>

Una vez conocida el concepto de madera y su composición, pasamos a hablar de sus propiedades. Estas propiedades, agrupadas en físicas y mecánicas, pueden sufrir variaciones dependiendo de diversos factores como son el crecimiento que ha tenido el árbol, la edad en que haya sido talado, su contenido de humedad y la dirección de sus fibras. Todas ellas, junto con la composición física y química de la madera, hacen de ella un material apropiado para su uso en estructuras de cubiertas.

- **Propiedades físicas:**

*Color:* El color de la madera es un recurso de utilidad para identificar la especie de donde procede la madera. Viene determinado por las sustancias resinosas, curtientes y colorantes que impregnan sus paredes ya que la celulosa es incolora. La tonalidad que presente va a depender de la especie, la edad, condiciones de crecimiento y del clima, siendo las especies de climas

templados o fríos más pálidas y las especies de climas cálidos o tropicales y meridionales más oscuras (Zanni, 2008, p.39-40).

*Brillo:* esta propiedad puede definirse como *la capacidad de reflejar de forma orientada el flujo luminoso*. El grado de brillo que presenta una madera depende de la densidad y las características que presentan los radios medulares de la misma. Si la densidad es baja y los radios medulares son muy estrechos, la superficie será mate. Si estas características son contrarias, se obtiene una superficie con mayor índice de brillo (Zanni, 2008, p.40).

*Olor:* al igual que sucede con el color, el olor de la madera es de utilidad para la identificación de las especies de las que procede. Dado que sus principales compuestos son inodoros, el olor que desprende viene determinado por las sustancias de impregnación. Esta propiedad es mucho más acusada en la madera recién cortada o verde, que en la madera seca (Zanni, 2008, p.40).

*Estructura, textura y grano:* La disposición de las diferentes células que constituyen la madera determinan su estructura, siendo esta homogénea en las especies de madera pertenecientes al grupo de coníferas y más complejas las que se corresponden con el grupo de frondosas. Por otro lado, se puede distinguir entre maderas de grano fino y maderas de grano basto, en función del diámetro relativo de sus elementos. De este modo, el grano en las maderas coníferas viene dado por el tamaño de las traqueidas y en las maderas frondosas por el tamaño de sus vasos. Por último, la textura de la madera está relacionada con el ancho de la madera de verano y el ancho total del anillo de crecimiento (Zanni, 2008, p.43).

*Dureza:* esta propiedad se define como *la resistencia que presenta un material al ser penetrado por un sólido*. La dureza va a depender del peso específico de la madera y su humedad. En función de ello, se puede establecer una clasificación en las que se distingue maderas blandas que presentan un color claro y son livianas, maderas duras con un color más oscuro y pesadas, y maderas semiduras en un grado intermedio (Zanni, 2008, p.44). Otros autores como Vivancos (2007, p.118) indican una clasificación más amplia específica comprendida entre maderas muy duras, duras, semiduras, blandas y muy blandas (Vivancos, 2007, p.118).

*Peso específico:* el peso de la madera está relacionado con la cantidad de agua que contenga y el grado de porosidad. A su vez, a partir de la determinación del peso específico también se puede determinar la densidad de la madera (peso/volumen), otra propiedad importante que interfiere en la resistencia mecánica de esta y en su manufactura. Las maderas con un valor relativamente bajo de densidad, se convierten en un material especialmente adecuado para aplicaciones estructurales por su alto valor resistencia/peso (Zanni, 2008, p.44-45; Capuz, 2005, p.29).

*Propiedades térmicas y eléctricas:* la dilatación y contracción de la madera por las variaciones de temperatura, en comparación con las producidas por los cambios de humedad, son mucho menores y menos importantes. Se puede decir que la madera dilata y contrae por la cantidad de agua que presenta, variando ésta por las temperaturas, pero no por la temperatura en sí. En cuanto a la conductividad térmica y eléctrica que posee la madera, ambas son mayores cuando la madera está húmeda ya que los huecos inter e intra celulares de ésta se encuentran saturados y no vacíos, aumentando así la conductividad tanto calorífica como eléctrica. Por esa razón, podemos decir que la madera es un buen aislante térmico y eléctrico cuando está seca. (Zanni, 2008, p.46; Capuz, 2005, p.30).

*Propiedades acústicas:* se trata de la capacidad que tiene la madera de transmitir el sonido. Esta propiedad viene definida por la el sentido de las fibras y la cantidad de humedad de la madera, propagándose el sonido mejor en sentido longitudinal que radial o tangencial (Zanni, 2008, p.46)

*Combustibilidad:* la madera es un material inflamable a temperaturas relativamente bajas. Cuando es expuesta a una fuente calorífica como el fuego, atraviesa distintas fases en función de la temperatura alcanzada (Tabla VI) (Zanni, 2008, p.48):

TABLA VI.  
Fases de combustión de la madera

<b>150 °C</b>	Secado y tostado
<b>200 °C</b>	Desprendimiento de gases y carbonización
<b>280 °C</b>	Gases CO <sub>2</sub> , oxígeno y agua
<b>500°C</b>	Producción de hidrocarburo
<b>700°C</b>	Deseccación y formación de CO
<b>900°C</b>	Producción de hidrógeno

*Durabilidad:* se puede definir como la capacidad de resistencia que tiene la madera ante agentes externos. Está considerada como una propiedad muy variable y su grado va a depender de los tratamientos aplicados sobre la misma antes de ser usada, las condiciones de la obra, los cambios de humedad, su ubicación o el tipo de especie. Pero sin duda, el mayor enemigo que afecta a la durabilidad de la madera son los agentes biológicos y microbiológicos, ya que usan los compuestos de la madera como materias nutritivas para permanecer vivos (Capuz, 2005, p.31).

*Higroscopicidad:*

Uno de los elementos básicos que constituye la madera es el agua, dependiendo de la cantidad de agua que contenga, se determina su grado de humedad. El agua en la madera se puede presentar de tres formas:

- Agua de constitución: es la que se encuentra contenida en las paredes celulares de la madera, alcanzando el nivel de saturación cuando éstas se encuentran saturadas de agua. El nivel o cantidad de agua de constitución en la madera no puede aumentarse en la madera ni ser el causante de la destrucción de ésta (Zanni, 2008, p.41).
- Agua de imbibición o higroscópica: se trata del agua que ocupa los huecos de la estructura de la pared celular. Es la responsable de los fenómenos de hinchazón (aumento del agua higroscópica) y merma (eliminación del agua libre y reducción del agua higroscópica de la madera) que experimenta la madera, ya que se produce un aumento de la distancia establecida entre las microfibras y fibras que las constituyen (Zanni, 2008, p.41-43). Debido a la anisotropía de la madera, estos movimientos de hinchazón y merma serán distintos según la dirección elegida, de

modo que las variaciones dimensionales no serán las mismas en la dirección axial, radial o tangencial (Capuz, 2005, p.26):

La variación dimensional de la madera en la dirección axial es mínima (0,1%).

La variación dimensional en la dirección radial es aproximadamente de un 6%.

La variación dimensional en la dirección tangencial oscila entre el 9 y 18 %.

Como consecuencia de estos movimientos de la madera producidos por la absorción y cesión de agua, esta puede reflejar ciertas irregularidades, como alabeados, deformaciones o grietas (Capuz, 2005, p.26-28).

- Agua libre o capilar: esta agua no está ligada a la estructura de la madera como en los dos casos anteriores. Se trata del agua que ocupa los poros o huecos de la madera (Zanni, 2008, p.41)

Independientemente de la cantidad de agua que pueda presentar la madera en su composición, cuenta con otras propiedades como la capacidad de absorber y eliminar humedad en función del ambiente en el que se ubica. Cuando la madera contiene un grado de humedad bajo y se encuentra en un ambiente donde la humedad es alta, tiende a equilibrarse absorbiendo humedad, denominando a este proceso como *sorción*. Cuando ocurre lo contrario, que la madera presenta mayor cantidad de humedad que el ambiente, actúa perdiendo humedad, conociendo el proceso en este caso como *desorción*. En ambas situaciones, cuando la madera encuentra un equilibrio higroscópico, el grado de humedad se denomina humedad límite o de saturación. Con ello, en función de la cantidad de humedad, se pueden designar diversos estados por los que va pasando la madera (Vivancos, 2007, p.112) (Tabla VII).

TABLA VII.  
Estado de la madera en función del grado de humedad.

Contenido de humedad (%)	Denominación
>20	Madera verde
18-20	Madera poco secas
15	Madera desecada
<12	Madera muy seca

- **Propiedades mecánicas:**

Para comprender el comportamiento mecánico de la madera es preciso tener presente su constitución anatómica. La madera es un material anisótropo, formado por un haz de tubos huecos con una estructura específicamente diseñada para resistir tensiones paralelas a la fibra. El árbol produce esta estructura tubular para resistir los esfuerzos a los que va a estar sometido en su vida, como son los de flexión, producidos por la acción del viento y los de comprensión, producidos por las acciones gravitatorias.

La resistencia mecánica de una pieza de madera varía sensiblemente según el grado de humedad que ésta contenga y la densidad que presente. Además, la estructura de la madera no es homogénea ya que presenta vetas, nudos y zonas debilitadas que hacen que las propiedades mecánicas varíen (Aljazairi, 2009, p.304).

Entre las propiedades mecánicas destacan las siguientes:

*Elasticidad:* Se trata de la propiedad que presentan algunas maderas de volver a su extensión o forma inicial tras haber aplicado una fuerza sobre ellas. Esta propiedad está relacionada con la estructura de la madera así como la acción de los elementos ambientales físicos propios de su naturaleza. Si la madera conserva su elasticidad, no ocurrirán alteraciones en su forma pero si la pierde, dará lugar a una deformación plástica irreversible en la configuración estructural de la madera (Vivancos, 2007, p.118).

*Resistencia mecánica:* es la capacidad de la madera para oponerse a la destrucción ante la acción de una carga. Esta resistencia va a depender de la especie, la densidad, el grado de humedad y defectos que presente, así como del tipo de carga al que sea sometida. Los diferentes esfuerzos o cargas pueden ser (Zanni, 2008, p.61):

- Esfuerzos de tracción: se trata de dos fuerzas simultáneas que actúan sobre la madera en una misma dirección pero en sentido contrario. Tiende a romper la madera al aumentar su longitud y disminuir la sección transversal. La resistencia de la madera ante este tipo de esfuerzo es mucho más superior en sentido del largo de sus fibras que en sección transversal (Zanni, 2008, p.62).
- Esfuerzos de compresión: se trata de la acción de una carga cuyo objetivo es aplastar la madera (Zanni, 2008, p.62). La resistencia de la madera ante este tipo de esfuerzo es mayor en la dirección paralela a las fibras mientras que en dirección perpendicular, la resistencia es mínima pues ya que estas son huecas y se aplastan bajo la carga. A partir de un contenido de humedad del 30% (punto de saturación), la resistencia a compresión permanece constante, mientras que si la humedad decrece, la resistencia aumenta. Lo mismo ocurre con la densidad, teniendo en cuenta que ésta es diferente de una especie a otra y en distintas (Capuz, 2005, p.32).
- Esfuerzo de flexión: se trata de la acción de fuerzas y su reacciones sobre la madera son distintas, no coinciden, y dan lugar a dos tipos de tensión: compresión y tracción (Zanni, 2008, p.62). Cuando es un elemento estructural de madera es sometido a flexión, las fibras superiores trabajan a compresión y las fibras inferiores a tracción, para transmitir la carga a los apoyos. En la zona media no se producirá ni esfuerzo de compresión ni de tracción, es una zona en la que estos esfuerzos tienen valor prácticamente cero, es la zona neutra. Si se llega a producir la rotura de la madera ante un esfuerzo de flexión puede deberse a un aplastamiento de la madera en la zona superior debido a las compresiones, a una rotura de la madera en la zona inferior debido a tracciones o un efecto de deslizamiento entre las capas horizontales debido al esfuerzo tangencial. La flexión es una de las propiedades que aporta gran resistencia longitudinalmente a la madera, siendo incluso más resistente que el hormigón o el acero en sentido axial. Ello hace que la madera sea idónea cuando actúa de suelo (Aljazairi, 2009, p.304).
- Esfuerzos de corte o cizallamiento: se trata de la acción de dos cargas o fuerzas iguales, paralelas y de sentido contrario, actuando sobre dos planos próximos entre sí y dando lugar al deslizamiento de secciones opuestas. La resistencia al corte de la madera es mayor en sentido de las fibras (Zanni, 2008, p.62).

- Esfuerzo de torsión: se trata de la acción de una carga o fuerza que actúa perpendicularmente al eje de la pieza, produciendo la rotación de una sección con respecto a la siguiente alrededor del eje de la misma (Zanni, 2008, p.62).

*Deformabilidad*: es la capacidad de la madera para alterar su forma y dimensiones ante la acción de una carga o fuerza. Las características que influyen en el grado de deformabilidad de la madera son la elasticidad y la rigidez.

- Elasticidad: Se trata de la propiedad que presentan algunas maderas de volver a su extensión o forma inicial tras haber aplicado una fuerza sobre ellas. Esta propiedad está relacionada con la estructura de la madera así como la acción de los elementos ambientales físicos propios de su naturaleza. Si la madera conserve su elasticidad, no ocurrirán alteraciones en su forma pero si la pierde, dará lugar a una deformación plástica irreversible en la configuración estructural de la madera (Vivancos, 2007, p.118).
- Rigidez: es lo contrario a la elasticidad. Tras ejercer una fuerza o carga de intensidad gradual sobre la madera, ésta no recupera su forma y dimensiones iniciales, quedando deformada permanentemente (Zanni, 2008, p.63).

*Resistencia al desgaste*: se trata de la capacidad que tiene la madera ante un proceso de desgaste o destrucción mediante fricción o abrasión. El nivel de resistencia es proporcional a la densidad y dureza de la madera; cuanto mayor son estas características, mayor es la resistencia. Sin embargo, cuando la cantidad de humedad es elevada, la resistencia disminuye. Las zonas de la madera paralelas al sentido de las fibras son más susceptibles al desgaste que las zonas perpendiculares a las fibras (Zanni, 2008, p.64).

*Resistencia al hendimiento*: es la facilidad de la madera de dividirse en partes a lo largo de las fibras, cuando es sometida a la acción de una cuña. El hendimiento puede producirse a lo largo de los planos radial y tangencial.

### **III.1.2. Especies arbóreas más utilizadas en la carpintería mudéjar**

La obtención de la materia prima para la realización de cubiertas procedía de los bosques, que aunque no eran de carácter abundante, si resultaban suficientes para la ejecución de estas. Esta escasez de bosques se debía a varios motivos entre ellos la ocupación del terreno por parte de los musulmanes para crear huertas agrícolas, la reconquista cristiana que supuso el abandono de regadíos de época islámica para su utilización a través de sistemas de cultivo de secano, así como el empleo de la madera en la industria para la extracción del carbón.

Las fuentes forestales más importantes donde se obtenía la madera en la península ibérica fueron la Sierra de Cuenca, el macizo catalán, las Islas Baleares, el Algarve y los bosques de las cadenas Béticas. Además de contar con todas estas fuentes, los musulmanes también utilizaron madera procedente de los Alpes europeos que adquirían mediante el comercio con la costa mediterránea francesa o través del comercio con Italia.

A pesar de toda la existencia de materia prima con la que se contaba, no se puede considerar como sobreabundante, lo que trajo consigo que los artesanos ahorraran y aprovecharan al máximo los recursos con los que contaban adaptando los sistemas de corte de la madera y desarrollando así el oficio de ebanistería (López, 2000, p.114).



Los criterios a seguir por parte del artesano para la elección de la madera a emplear en construcciones de cubiertas, dependía de factores como la existencia de especies arbóreas en plantaciones locales cercanas, las peculiaridades de esta como la dureza, resistencia, anatomía... así como las posibilidades económicas.

Las especies arbóreas más utilizadas el periodo mudéjar se corresponden con especies coníferas ya que, a diferencia de las frondosas, son maderas más duras, poco atacables, con mucho porte y más impermeables debido al nivel de resina que presentan. Además son de crecimiento rápido lo que facilita su producción y presentan un buen comportamiento ante las fuerzas de compresión y flexión.

Entre ellas, destacan el *Pinus Nigra*, el *Pinus Halepensis* y el *Populus Alba* como las especies más utilizadas en el periodo nazarí y mudéjar. En función de sus características, estas maderas se empleaban en la construcción de un tipo o parte de la cubierta o en otra.

De este modo, el *Pinus Nigra* o pino salgareño al ser una madera muy fibrosa y presentar una alta resistencia mecánica a la compresión y a la flexión, era utilizado para la ejecución de cubiertas de gran envergadura y tamaño ya que es capaz de soportar grandes empujes y tensiones. Sin embargo, el *Pinus Halepensis* o pino carrasco, era utilizado en cubiertas de menor tamaño y complejidad dado que presenta unas cualidades que lo hacen menos apropiado para casos mayores.

Por el contrario, la especie *Populus Alba* o álamos, es una madera blanca y poco pesada por lo que no se utiliza para elementos estructurales de una cubierta como sucede en los dos casos anteriores, sino que se utiliza en elementos que carecen de función portante y que no requieren una exigencia mecánica, como son las tabicas y tablazones. Su bajo coste y peso suponía un abaratamiento de la obra y aligeramiento de la estructura (Aljazairi, 2010, p.335-337)

Existen otras especies de madera empleadas en cubiertas pero de forma muy concreta y específica, no siendo abundantes en la elaboración de las mismas. Se trata de las especies *Junglans regia* o nogal, *Abies pinsapo Boiss* o abeto, *Ulmus* u Olmo y el *Prunus Sp.* atribuido a árboles frutales como el ciruelo, manzano, almendro u otros (López, 2006, p.62-63).

### **III.1.3. El funcionamiento gremial de la carpintería**

El gremio de la madera agrupaba a los trabajadores en carpinteros de lo blanco, carpinteros de lo prieto, violeros y entalladores. Dentro de cada grupo, se regían ordenanzas muy específicas, dando lugar a distintas maestrías que variaban muy poco entre las distintas regiones (López, 2000, pp.65-67).

- **Carpinteros de lo blanco**

Los carpinteros denominados de lo blanco se caracterizaban por la utilización de una técnica común, el arte de labrar maderas en blanco cortadas mediante cartabones para formar ensamblajes regulares. Las labores llevadas a cabo por este grupo se denominaban “obras de afuera”, ya que no se realizan en el propio taller de carpintería sino que se trabajaban en el proyecto arquitectónico. Las maestrías que comprendían la carpintería de lo blanco son los geométricos encargados de realizar cubiertas circulares o abovedadas, los laceros encargados de realizar la decoración de las cubiertas siguiendo el sistema de lacería, y los armadores encargados de realizar los sistemas de cubiertas de armaduras.

- **Carpinteros de lo prieto**

También denominados carpinteros de tienda o ebanistas, funcionaban de forma independiente desarrollando los trabajos en el taller de carpintería. Entre ellos, encontramos las maestrías de tenderos los cuales realizaban labores de tipo industrial como mobiliario, puertas, ventanas... y los oficiales de carpintería de lo prieto, realizando trabajos relacionados con la elaboración de carros, norias y azacayas entre otros.

- **Violeros u oficios de música**

Eran carpinteros dedicados a la realización de instrumentos musicales.

- **Entalladores**

En este caso se trata de carpinteros cuyo trabajo se centraba en la realización de retablo, tabernáculos y sillas de coro.

Para acceder al gremio, los aprendices debían de someterse a un sistema de aprendizaje durante años, donde establecía un compromiso por parte de los maestros a través de un contrato. En él se especificaban aspectos como las obligaciones de ambas partes, los conocimientos a adquirir así como aspectos de la vida cotidiana que podría ir desde la vestimenta a la alimentación. Cuando concluía el tiempo de aprendizaje, se adquiría la condición de oficial quedando registrado en el libro de oficiales del gremio. Posteriormente, para abrir un taller o ejercer de maestro de carpintería, era necesario realizar un examen pagando los derechos del mismo, donde demostrasen sus máximas cualidades y capacidades. En función de las clases de maestrías, la dificultad técnica variaba. Además de pasar el examen, tenían que adquirir la condición de ser elegidos para los cargos del gremio por parte de la corporación de los veedores y alarifes, iniciándose así su función en el gremio durante un ciclo que solía ser anual o bianual. Dicha corporación protegía a la vez los intereses de sus asociados, por ejemplo obligando a pagar un impuesto a los oficiales extranjeros o aportando asistencia médica a los que cayesen enfermos hasta que sanasen o muriesen (López, 2000, p.67).

La adquisición de la materia prima trabajada, era otro de los aspectos regulados por el gremio de la carpintería. La madera que entraba a una ciudad era marcada por los alarifes y vendida en un lugar específico, quedando la reventa penada (López, 2000, p.68).

## III.2. ASPECTOS ESTRUCTURALES. TIPOS DE CUBIERTAS

Las cubiertas se clasifican en función de su estructura, pudiendo ser planas y de faldones inclinados. Las cubiertas planas o adinteladas se conocen con el nombre de alfarjes y tiene como función además de ser techo de una estancia, servir de suelo a un piso superior. Por otro lado, las cubiertas de faldones inclinados se denominan armaduras y tienen la función de cubrir techos con tejados a dos aguas. Pueden presentar perfil triangular o bien trapezoidal, dependiendo de la zona arquitectónica a cubrir.

Tanto las armaduras como los alfarjes son dos sistemas de cubrición simples, que se han utilizado en todo el Mediterráneo desde la época romana. Su utilización en la España medieval es fruto de la fusión de dos influencias: la clásica en la que se movían los pueblos visigodos, y la islámica que introduce elementos de tradición romana pero que son generados en un contexto diferente, aportando versiones diferentes, nuevas posibilidades y soluciones para problemas planteados.

Aparte de la función que desarrollan las armaduras y los alfarjes en el ámbito arquitectónico como elemento en la concepción espacial de la estancia a cubrir, se encuentra la técnica decorativa empleada que les aporta cualidades estéticas comprendidas entre lo decorativo y lo volumétrico mediante espacios poliédricos y geometrizados de una alta lógica y claridad (López, 2000, p.118). Tanto en unos como en otros, el sistema estructural y decorativo es la pauta que define las distintas modalidades.

### III.2.1. Armaduras

TABLA VIII.  
Tipologías de armaduras existentes.

TIPOS DE ARMADURAS	
Armaduras a dos aguas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>De par e hilera</i></li> <li>- <i>De par y nudillo</i></li> </ul>
Armaduras a cuatro aguas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>De lima bordón o simple</i></li> <li>- <i>De limas moamares o dobles</i></li> </ul>

- **Armaduras a dos aguas** (López, 2000, p.122):
  - *De par e hilera*: se trata de una cubierta compuesta por pares o alfardas que se disponen según la pendiente del tejado. Estos elementos se apoyan en dos puntos, en el muro mediante el estribo y en una pieza superior denominada hilera que queda sujeta por las parejas de pares opuestas.
  - *De par y nudillo*: mantienen la misma estructura que la armadura de par e hilera solo que incluyen nudillos. Se trata de un nuevo elemento situado a 2/3 de la altura de los pares, uniéndolos y cerrando posibles deformaciones. En ocasiones, sobre los nudillos puede aparecer una tablazón que oculta el sistema estructural descrito, conociéndose esta parte como harneruelo o almizate.

Ambas modalidades de armaduras a dos aguas, pueden presentar tirantes con el objetivo de anular el empuje horizontal aumentando así la estabilidad (Fig. 8).

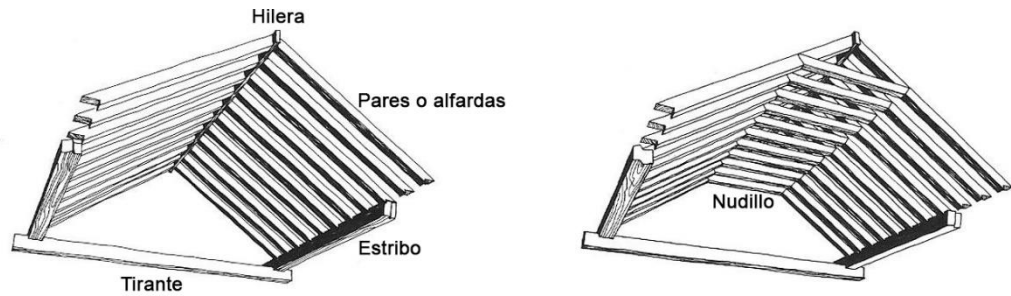


Figura 8: Armadura de par e hilera (izquierda) y armadura de par y nudillo (derecha). (Nuere, 2003, p.112)

- **Armaduras a cuatro aguas** (López, 2000, p.122):

Es un tipo de armaduras más avanzadas que incluyen nuevos faldones en la zona de los testeros. A pesar de ser una técnica más complicada, proporciona mayor estabilidad que las anteriores armaduras y permite mayor posibilidad estética al permitir la coronación de los muros de la estancia, cuadrada o rectangular, al mismo nivel. Las armaduras a cuatro aguas se clasifican en función de las limas, elemento que actúan de aristas de encuentro de los paños que conforman la cubierta (Fig. 9).

- *De lima bordón o simple*: los pares se sitúan de forma continua desde el estribo a la hilera coincidiendo finalmente con las limas que actúan de elemento divisorio entre los paños que contiene la armadura. Las vigas que componen los nuevos faldones descansan sobre en el testero y las limas y se conocen con el nombre péndola en lugar de pares.
- *De lima moamares o dobles*: en esta casuística, los paños de los faldones se terminan por separado en el taller, presentando de este modo una lima cada paño. Como consecuencia, la estructura de la armadura al completo presenta dos limas, una de los paños de los faldones denominada moamares y otra lima perteneciente a estructura realizada *in situ*. El espacio resultante entre las dos limas que se sitúan paralelas entre sí se denomina calle de limas. Estos paños realizados de forma independiente no concluyen en la hilera como ocurría anteriormente, sino que se apoyan en el nudillo. Las vigas que conforma el paño del testero y que no descansan en la lima sino en el nudillo, se denominan manguetas.

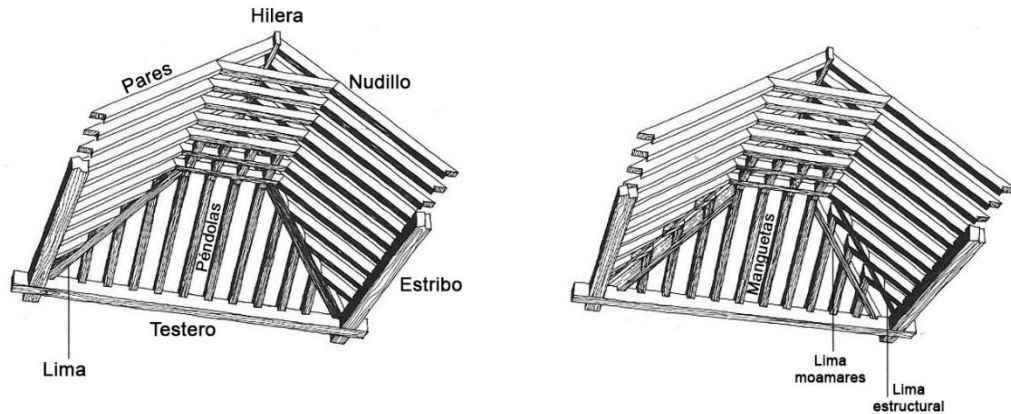


Figura 9: Armadura de lima bordón o simple (izquierda) y armadura de lima moamares o dobles (derecha).  
(Nuere, 2003, p.112)

Para la realización de armaduras el carpintero utilizaba los cartabones de cubiertas para realizar los cortes necesarios que permitían el ensamblaje de vigas. Éstos se obtienen a partir de un plano a escala y a través de múltiples y sucesivos abatimientos se consiguen obtener todos los ángulos más significativos de la cubierta. Encontramos tres tipos de cartabones para la ejecución de esta categoría de cubiertas (López, 2000, p.121):

- *Cartabón de armadura*: permite realizar los cortes necesarios en los pares y nudillos, consiguiendo con ellos el ensamblaje entre ambas piezas así como el apoyo de los pares en el estribo y su encuentro con la hilera.
- *Cartabón de coz de limas*: permite realizar los cortes de la lima de igual forma que el cartabón de armadura.
- *Cartabón de albañecar*: determina el largo de las péndolas y el ángulo de encuentro entre los faldones, permitiendo relacionar el plano de la cubierta con la trama dibujada en el faldón.

### III.2.2. Alfarjes

Se conoce como forjado al sistema constructivo basado en cubrir la distancia entre dos muros, denominada *luz*, de una estancia. Este proceso presenta una doble función, por un lado sirve de techo de una estancia y por otro, de suelo de la estancia superior. Con el fin de cumplir estas funciones se han dado diferentes variantes de forjados empleando la madera como material principal hasta el descubrimiento del acero, ya que gracias a la flexión que presenta es capaz de resistir sin curvarse el peso que se disponga encima. Dichas soluciones constructivas van desde lo más sencillo y elemental, en las que se utilizan maderos circulares llamados *rollizos* sobre los muros de la estancia, a otras más complejas basadas en obras de carpintería de lo blanco.

El empleo de la madera para la elaboración de forjados está condicionada por dos factores: la disponibilidad de esta materia prima y su estandarización previa en cuanto a tamaño y grosor por parte del maderero para conseguir la mejor pieza del tronco (Aljazairi, 2009, p.295).

La madera se sometía a un tiempo de secado para reducir el alto contenido de humedad que presenta nada más ser apeada. Durante su secado podría presentar fendas que aunque no

perjudicaban a su resistencia, si lo hacía a su aspecto estético repercutiendo así en su precio de venta. Para solventar este problema el maderero despiezaba los troncos lo antes posible una vez apeados, obteniendo piezas de un tamaño y grosor no demasiado grande pero que eran muy asequibles tanto material como económicamente. Sin embargo las vigas de grandes escuadrías eran difíciles de conseguir y presentaban un coste elevado por lo que su empleo era reducido al mínimo (Nuere, 2003, p.53)

Para combatir estos condicionantes surgen varios recursos aplicados a la carpintería dando como resultado una gran variedad de techumbres planas denominadas alfarjes.

Según Leopoldo Torres Balbás (Torres, 1944, p.441), el término “alfarje” *proviene del verbo árabe farasa, una de cuyas acepciones es la de tapizar o tender. De él derivan al-fat'S y al-farsa, (tapiz, cama, colchón, pavimento) es decir, todo lo que se extiende horizontalmente para cubrir o adornar algo. Así como también indica la definición que Gómez-Moreno hace acerca del término, considerándolo como techo holladero y, por tanto, horizontal.*

A nivel estructural, se entiende por alfarje como el sistema más simple por el cual se puede cubrir una estancia (López, 2006, p. 224). Además de presentar la función de techo de una estancia, podía servir como suelo de un piso superior, denominándose *holladeros* cuando cumple ambas funciones (Torres, 1944, p.445). Este tipo de cubiertas se desarrollaron en un amplio periodo de tiempo comprendido entre los siglos X y XVII, comenzando a partir de este su decadencia y quedando extinguidos en el siglo XX (Aljazairi, 2009, p.307).

Los alfarjes se pueden clasificar en (Tabla IX):

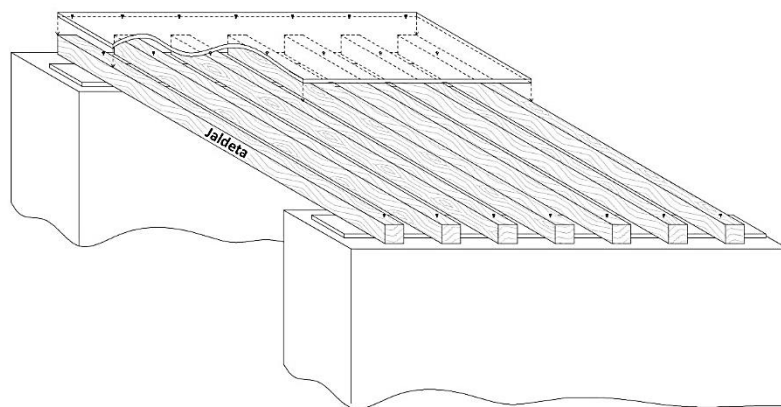
TABLA IX.  
Clasificación de los alfarjes.

<b>En función de su estructura</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Alfarjes simples o de un solo orden</b></li> <li>- <b>Alfarjes dobles o de dos órdenes</b></li> </ul>
<b>En función de su decoración</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Simple o de tablazón</b></li> <li>- <b>Menado</b></li> <li>- <b>Apeinado</b></li> <li>- <b>Ataujerado</b></li> </ul>

### III.2.2.1. Clasificación de los alfarjes en función de su estructura

- **Alfarjes simples o de un solo orden:**

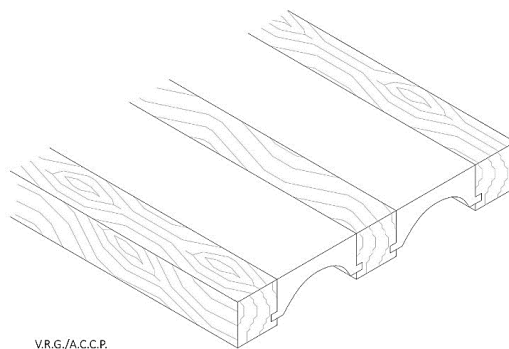
Se trata del uso de un solo tipo de vigas denominadas jaldetas, que se disponen paralelamente y equidistante descansado cada uno de sus extremos en la cumbre de dos de los muros enfrentados de una estancia. Para la ejecución de este tipo de cubierta de un solo orden era necesario el uso de piezas de madera lo suficientemente largas para que cubriese dicha distancia (López, 2006, p.225). Estas vigas apoyaban sobre la solera, tabla moldurada que coronan los muros donde apoyan, actuando de enlace entre la obra de albañilería y la cubierta (Aljazairi, 2009, p.310). Sobre las jaldetas, se colocaban una serie de maderas de forma perpendicular unidas por su canto sin ningún tipo de labrado, constituyendo la tablazón del alfarje (Fig. 10).



V.R.G./A.C.C.P.

*Figura 10: Esquema del sistema estructural de un alfarje simple o de un solo orden.*

En ocasiones, este tipo de alfarje combinaba las jaldetas paralelas con bovedillas de yeso, considerada la forma más popular de cubrir un espacio mediante un forjado sencillo. Las bovedillas descansan sobre unas incisiones realizadas en la parte inferior de los costados de éstas. También, en lugar de bovedillas de yeso, podían utilizarse placas realizadas a molde con decoraciones repetitivas en bajo relieve, baldosas cerámicas con decoración vidriada a veces, o simples ladrillos (Nuere, 2003, p.58) (Fig. 11).



V.R.G./A.C.C.P.

*Figura 11: Esquema del sistema de colocación de bovedillas de yeso colocadas en el espacio resultante entre jaldetas.*

A modo complementario, se aplicaba una capa de arcilla conocida como *alcatifa*, pura o mezclada con los propios escombros de la obra, sobre la tablazón llegando a alcanzar los 20 cm de grosor. La finalidad de esta capa era por un lado, eliminar el mal aislamiento acústico y por otro, dotar de impermeabilidad a la estructura ante los recalos. En los casos en los que se aplica esta capa adicional, las tablas que componen la tablazón se unen con el sistema de machihembrado o rebajo a fin de evitar que la arcilla precipite por las juntas de la madera (Aljazairi, 2009, p.299).

En cuanto a la distancia entre jaldeta y jaldeta, a lo largo de la historia encontramos diversos criterios de cómo establecer esta distancia. En el caso de España se aplica una solución matemática que aporta el máximo rendimiento, en la que la distancia entre viga y viga es igual al doble del grosor de estas (Fig. 12). A pesar de ser la más común, también encontramos frecuentemente separaciones entre vigas con un espacio equivalente al triple del grosor de la viga o incluso más. Esto se debería a que las construcciones más antiguas solían ser de carácter sobredimensionado además del hecho de emplear maderas de especies frondosas, como el castaño o el roble, las cuales aportaban mayor resistencia y reducían el número de vigas a utilizar (Nuere, 2003, p.54).

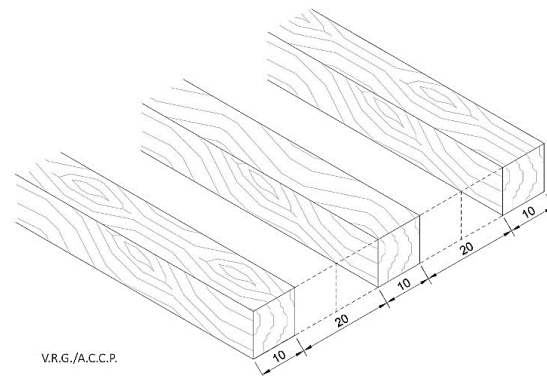
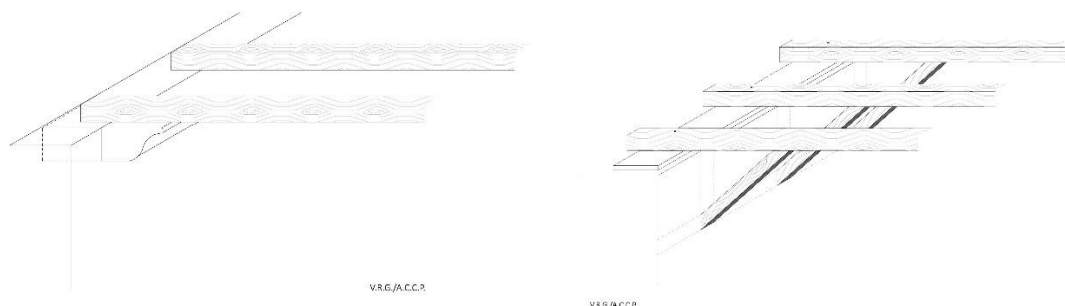


Figura 12: Esquema del sistema matemático aplicado para la colocación de las vigas que componen un alfarje.

Cuando la dimensión de las vigas no se adaptaba a la luz de la estancia a cubrir, se recurría a la utilización de elementos estructurales anexos con el objetivo de evitar la utilización de vigas de grandes escuadrías que como comentábamos al inicio de este apartado, eran difíciles de conseguir y suponían un encarecimiento del coste. Se trata de elementos como ménsulas de madera colocadas en un solo orden o varios, denominadas can o asnado, o bien jabalcones (Fig. 13). Ambos se colocan empotrados en el muro sirviendo tanto de apoyo intermedio como método para reducir el espacio a cubrir la sección de la viga. Con el uso de jabalcones, el alfarje adquiriría una apariencia de armadura de tres paños (Aljazairi, 2009, p.297)





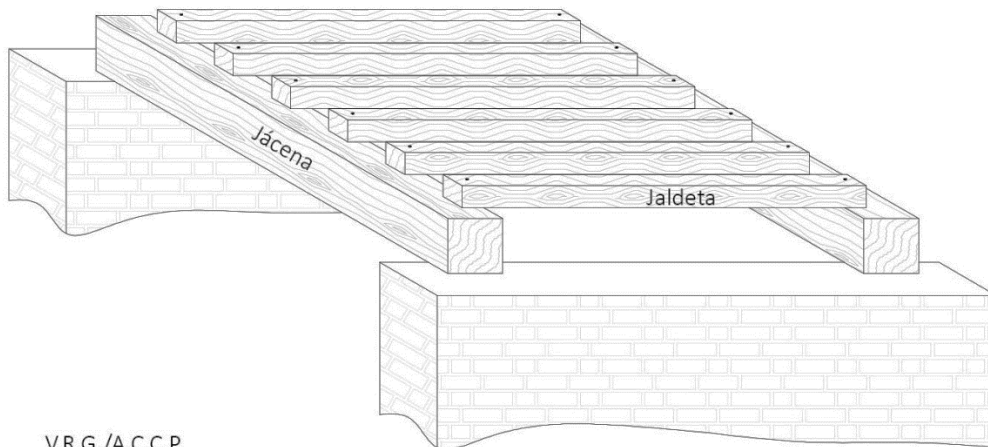
*Figura 13: Izq. Sistema estructural con empleo de ménsula como elemento de apoyo intermedio. Drch. Sistema estructural con empleo de jabalcones como elemento de apoyo.*

En las estructura de los alfarjes suele hacerse necesario además, el empleo de un estribado. Se trata de una estructura colocada sobre los muros que resiste el empuje del sistema de vigas y el peso de la cubierta en sí. En el caso de los alfarjes simples encontramos dos posibilidades de estribado: la primera de las opciones es que las jaldetas se disponen apoyadas sobre los testereros de los muros con mayor tamaño en los cuales se sitúa el estribado; los testereros menores no presenta estribos y concluyen con una jaldeta a modo de remate del alfarje. La segunda opción presenta la misma sistemática pero con variantes en la disposición de las jaldetas, las cuales van ensambladas a un larguero longitudinal que hace de enmarque del alfarje (López, 2006, p.226).

- **Alfarje doble o de dos órdenes**

Cuando la estancia a cubrir era demasiado grande y la longitud de las jaldetas no era suficiente para conformar un sistema de alfarje simple o de tablazón, se recurría a utilizar vigas de mayor escuadría denominadas jácenas dispuestas normalmente en el ancho de la estancia. Sobre estas descansaba las jaldetas en sentido longitudinal y por tramos (Fig. 14). De igual forma que en el caso anterior, esta estructura era cubierta por tablas que conformaban la tablazón (López, 2006, p.225). A las jácenas, también se le denomina alfarjía, término aún en uso que deriva de alfarje con las que Torres Balbás denomina a las vigas de mayor escuadría o maestras usadas en la construcción de los alfarjes (1944, p.442)

El estribado en estos casos de alfarje que presenta una estructura con doble viga, no se realizaba con madera sino que una vez colocadas las jácenas, se recreía muro con fábrica hasta enrasar el nivel, de modo que los extremos de estas vigas quedaban incluidos en la obra (López, 2006, p.226).



V.R.G./A.C.C.P.

*Figura 14: Esquema del sistema estructural de un alfarje doble o de dos órdenes en las que las jaldetas se apoyan sobre vigas de mayor envergadura denominadas jácenas.*

### III.2.2.2. Clasificación de los alfarjes en función de su decoración

En función de la decoración, podemos clasificar los alfarjes en cuatro grupos (Tabla X y XI):

TABLA X.  
Clasificación de los alfarjes según su decoración.

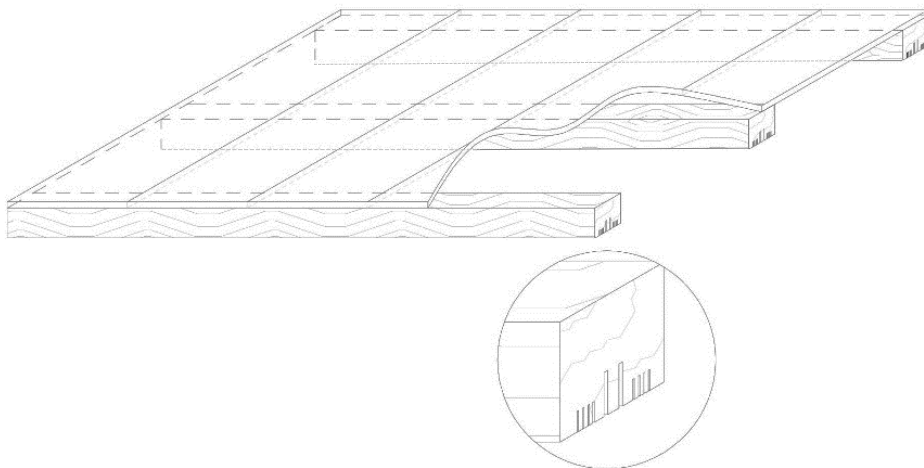
<b>Sistemas decorativos</b>			
<b>Simple o de tablazón simple</b>	<b>Menado</b>	<b>Apeinado</b>	<b>Ataujerado</b>
Friso Tablazón (visible) Jaldetas o jácenas con jaldetas (viguería visible)	Friso Tablazón (visible) Jaldetas o jácenas con jaldetas (viguería visible) Tabicas Chellas Saetinos Verdugos	Friso Tablazón (visible) Jaldetas o jácenas con jaldetas (viguería visible) Peinazos (viguería visible) Chellas Zafates Lazo	Friso Tablazón (oculta) Jaldetas o jácenas con jaldetas (viguería oculta) Barrotes Zafates Lazo

TABLA XI.  
Elementos participes en la decoración de alfarjes.

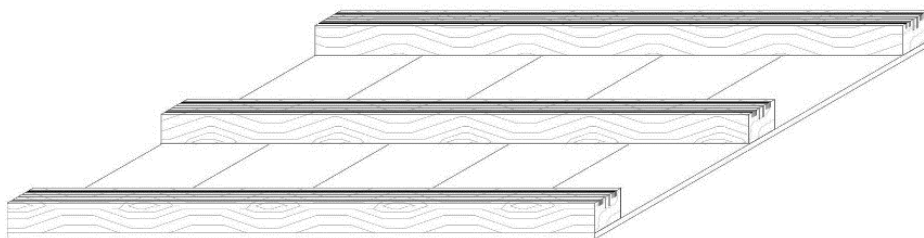
<b>Características de los elementos que intervienen en el sistema decorativo</b>		
<b>Frisos</b>	<b>Tablas</b>	Pintada Tallada
	<b>Pecho de Paloma</b>	Lisa Pintada
	<b>Mocárabes</b>	Pintada
	<b>Tocaduras</b>	Nacela pintada
<b>Tabicas</b>		Tallada Pintada
<b>Vigas</b>		Agramilada Lisa Pintada
<b>Tablazón</b>		Tallada Pintada Menada No decorada
<b>Saetinos</b>		Pintados Sin decorar
<b>Verdugos</b>		Media caña
<b>Zafates</b>		Tallados Pintados
<b>Lazo</b>		Agramilado

- **Alfarje simple o de tablazón simple:** su estructura real queda visible y no suele presentar decoración alguna en la tablazón (López, 2006, p. 213). En cuanto a las vigas, quedan a la vista pudiendo aparecer sin decoración, con decoración pintada o presentar un aspecto agramilado. Los gramiles o perfiles son ranuras que se realizan en el papo de las vigas vistas con un instrumento denominado gramil (López, 2003, p.233). Normalmente el agramilado está compuesto por seis líneas incisas, paralelas y equidistantes, de las cuales dos de ellas son más gruesas y ocupan la parte central; y las cuatro restantes más finas dispuestas dos a cada lado de las líneas gruesas. El espacio resultante entre las dos líneas gruesas, siendo parte del papo de la viga, suele aparecer policromado en blanco (López, 2006, p.235). Este tipo de agramilado es característico de las obras realizadas en el periodo de mandato de Muhammad V, aunque existen otras variantes como el agramilado compuesto por cinco gramiles, en el que las líneas más finas se agrupan en pareja a los lados de una línea central más gruesa pintada de negro (López, 2006, p.136). La finalidad de estas incisiones es imitar la fibra de la madera acorde con su naturaleza, de una forma artística (Gómez-Moreno, 2001, p.63) (Fig. 15).

Vista como suelo



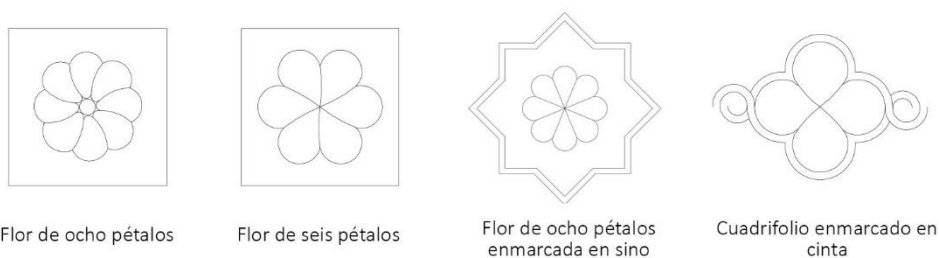
Vista como techo



V.R.G./A.C.C.P.

*Figura 15. Sup. Estructura del alfarje simple vista como suelo con detalle del sistema de agramilado de las vigas. Inf. Estructura del alfarje simple vista como techo.*

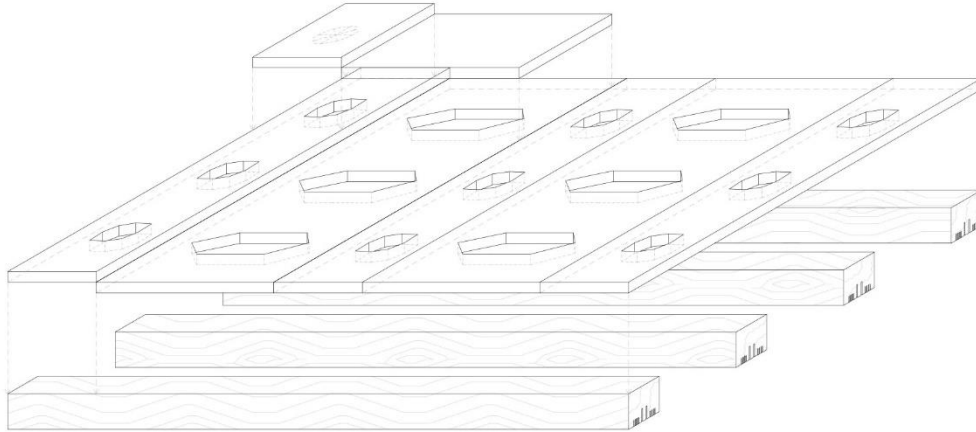
- **Alfarje de menado:** este tipo de alfarje presenta una decoración propia denominada *menado*, que implica un sistema de organización completo. Consiste en, sobre el sistema de vigas, se colocan unas tablas o *cintas* (Aljazairi, 2009, p. 311) de forma enfrentada en los que uno de sus largos aparece biselado siguiendo una forma triangular, ochavada o estrellada en función de la secuencia que se quiera conseguir. Como remate de estas piezas se introduce el *verdugo*, es una moldura pequeña tallada a media caña que actúa de separación con la siguiente tabla biselada. Los huecos que se generan entre las zonas biseladas enfrentadas se denominan *saetinos* que aparecen decorados con perlado o bien sin decoración. Estos huecos se cubren con otra tabla bien pintada o bien tallada conformando elementos denominados *chellas* o *cuenco gallonados* (Fig. 16). Con el fin de asegurar que este conjunto de tablazón y piezas adicionales quede bien cerrado, se introduce una pieza rectangular con sus lados mayores biselados recorriendo el largo de la viga (López, 2006, p. 240). Las zonas del alfarje donde no se aplica la decoración de menado y la tablazón común que cubre el sistema estructural de vigas queda visible, podía aparecer decorada con policromía. Además de todo ello encontramos también únicamente en este tipo de alfarje piezas denominadas *tabicas*, que aparecen pintadas o talladas, cuya función es tapar los huecos que quedan entre las vigas ajustándose al mismo (Nuere, 2003, p.366). En cuanto al sistema de vigas visible, al igual que el caso del alfarje simple, puede aparecer lisa, pintada o agrimalada siguiendo las mismas pautas descritas (Fig. 17).



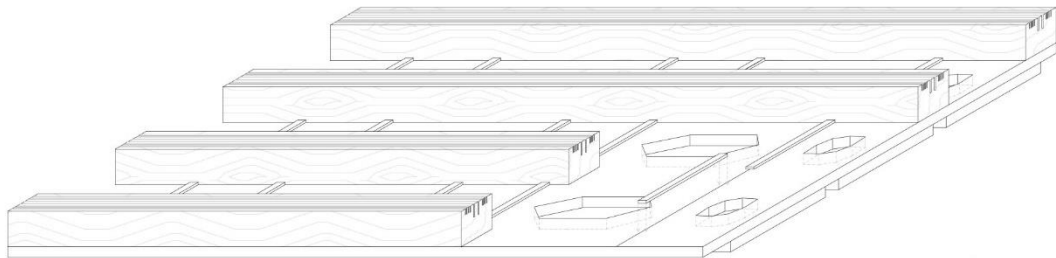
V.R.G./A.C.C.P.

Figura 16. Ejemplo de algunos tipos de chellas o cuencos gallonados

Vista como suelo



Vista como techo



V.R.G./A.C.C.P.

Figura 17. Sup. Estructura del alfarge de menado vista como suelo. Inf. Estructura del alfarge de menado vista como techo.

**Alfarge apeinado:** se trata de un sistema decorativo que modifica la estructura del alfarge al introducir nuevas piezas de madera denominadas peinazos, a este proceso se le conoce como *apeinazar*. Los peinazos son paralelepípedos de madera que se engarzan con la vigería estructural compuesta por jaldetas siguiendo unas proporciones de trazado en las que se tiene en cuenta el ancho del papo de la vigería, la distancia entre jaldetas y por otra las dimensiones de la estancia (López, 2006, p.213). Sobre esta nueva estructura se colocan una serie de tablillas planas con el mismo ancho que el papo de las jaldetas y peinazos, con la superficie agrimaladas de igual forma que veíamos en las vigas (López, 2006, p.247). El conjunto de estas tablillas conforman el sistema decorativo de lazo al cual hemos dedicado un apartado específico donde se describe su procedimiento y las distintas casuísticas que ofrece. Como resultado de la combinación de las vigas, el sistema de lazo y la tablazón que cubre la estructura interna, surgen diferentes formas poligonales denominadas *zafates*, *almendrillas*, *sinos* y *otras formas geométricas* a las que prestaremos más atención en el correspondiente apartado. Aparte de estas formas resultantes, también existían zafates externos elaborados a partir de pequeños tablerillos perfectamente terminados y biselados, con

decoración tallada y/o pintada. Estos encajaban en la composición geométrica mediante sistema de clavado por la zona biselada hacia la tablazón utilizando clavos con cabeza de T (López, 246) (ver Anexo 1, plano 3a y 3b).

Una variante de los alfarjes apeinazados son los *techos artesonados*. Consiste en colocar en los huecos resultantes tras la inclusión de peinazos ensamblados en el sistema original de vigas, una serie de tablas con forma piramidal o de artesa con una decoración realizada a base de moldurar y tallar la madera que lo compone. La principal ventaja de esta tipología es homogeneizar el comportamiento de los elementos de madera que debido a su naturaleza pueden presentar variaciones en sus resistencias. Es cierto que aunque el término *artesonado* se utiliza hoy en día a modo genérico para distinguir cualquier techumbre con un valor considerado, el nombre de artesonado técnicamente se debería de utilizar estrictamente para este tipo de cubiertas (Nuere, 2003, p.66).

- **Alfarje ataujerado:** es este caso, el sistema estructural compuesto por vigas y tablazón queda oculto bajo una decoración que se extiende por toda la superficie. Se trata de una de las decoraciones más complejas compuesta por una serie de tablas que actúan de lienzo ocultando el sistema estructural. En éstas se incorporan tablillas agramiladas clavadas a media madera con los que se confecciona la composición decorativa siguiendo el sistema de lazo, dando como resultados diferentes polígonos como ocurre en el caso de los alfarjes apeinazados (López, 2006, p.213). Al igual que en este caso, se incluyen también zafates externos siguiendo la misma metodología, siendo muy característico de este tipo de decoraciones (López, 2006, p.246). Toda esta decoración en las tablas no se realiza *in situ* sino que se elaboraba en el taller y luego es trasladada a la estancia a cubrir para su colocación. En el reverso de estas se colocan una serie de barrotes a modo de sujeción para facilitar el transporte y ubicar el panel decorativo en su lugar de destino, clavándolo por sus márgenes a las vigas que conforman la estructura *in situ* (Fig. 18). En lo que respecta a la estructura interna, sobre el sistema de vigas, se colocaban una serie de rollizos longitudinales junto con una tablazón a modo de refuerzo. Finalmente se añadía mortero de relleno y se incluía la solería del piso superior (López, 2006, p.131, 136) (Fig. 19).

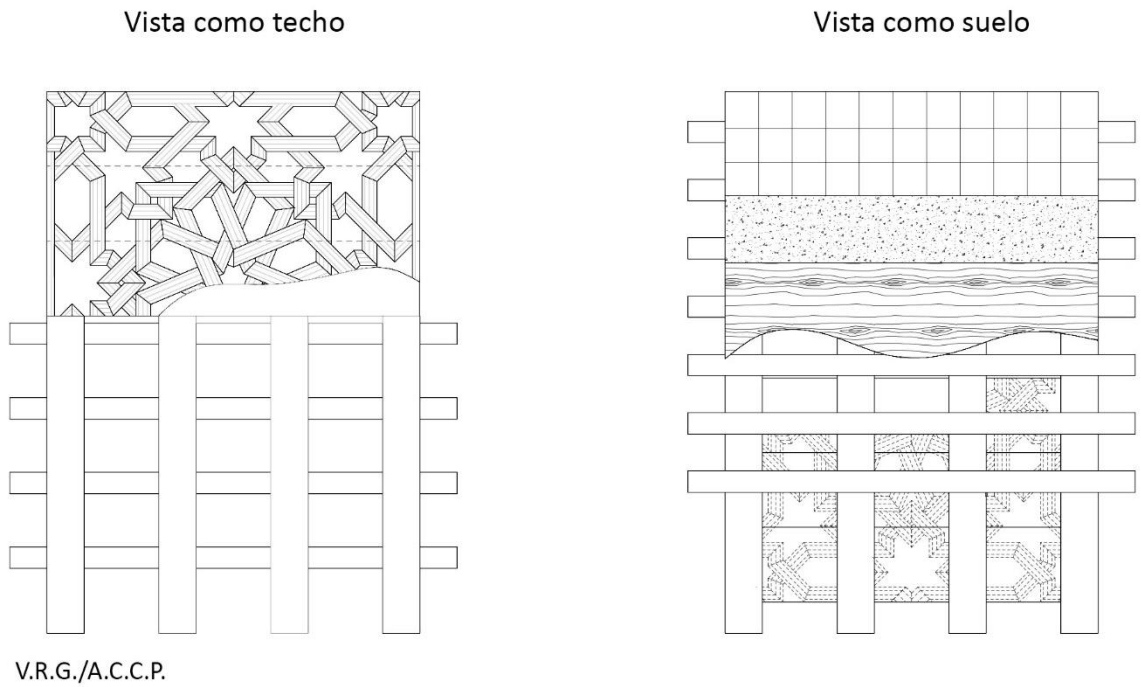


Figura 18. Izq. Estructura de alfarje ataujerado vista como techo. Drch. Estructura de alfarje ataujerado vista como suelo.

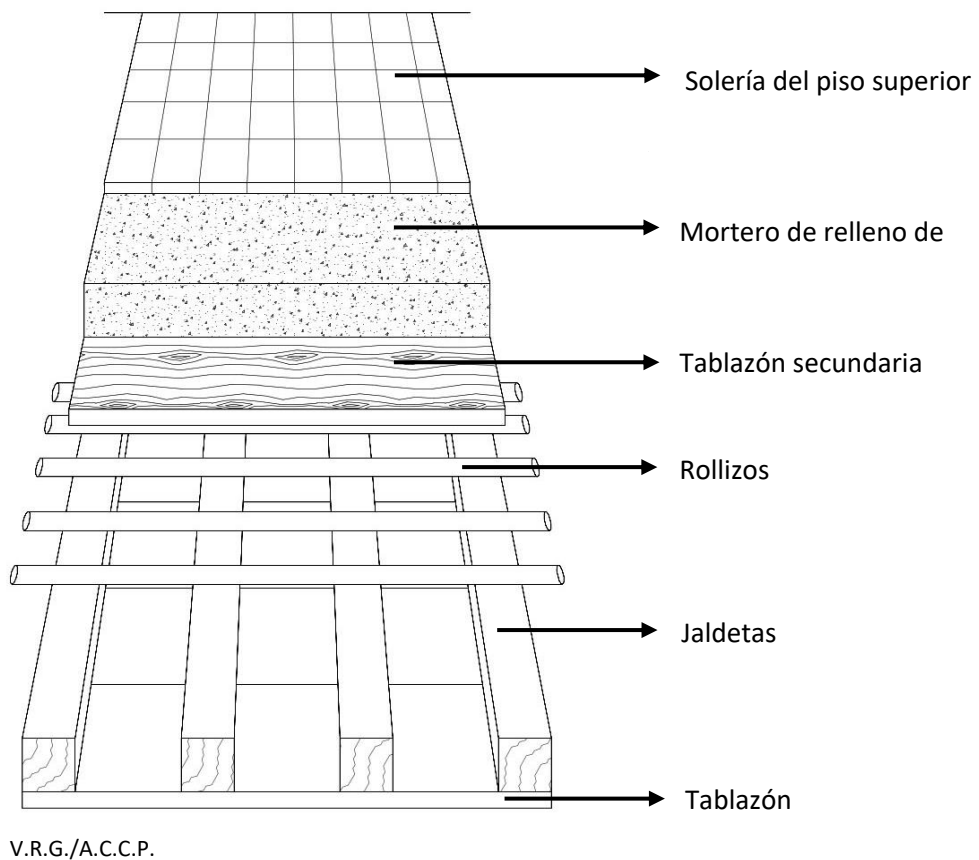


Figura 19. Elementos que constituyen la estructura interna de un alfarje ataujerado.



Un elemento común presente en las cuatro modalidades decorativas de alfarje es el friso. Está constituido por piezas planas de madera, generalmente decoradas, que actúa como enlace de unión entre la verticalidad del muro y la horizontalidad del alfarje situado en la cumbrera de dicho muro. Este elemento puede designarse con otros términos más específicos como *argeute*, *arrocabe* o *alicer* entre otros, dependiendo de sus aspectos materiales y función en una cubierta. Lo que sucede es que las características mediante las cuales se establecen las diferencias entre estas especificaciones, resulta difícilmente reconocibles una vez montada la obra por lo que se procede a denominarlos friso en general (López, 2006, p.291). Según su estructura, el friso puede presentar los siguientes elementos, bien de forma conjunta, individual o combinando solo alguno de ellos (Fig. 20):

- *Tabla decorada*: Son tablas lisas, talladas o pintadas que suelen presentar un tamaño en torno a 20 cm de ancho y 4 cm de grosor. El número de tablas que compone un friso puede ser una o dos, apareciendo rematadas en ambos casos por tocaduras tanto en la parte inferior como en la superior en toda la longitud de su ubicación (López, 2006, p.297).
- *Tocaduras*: constituyen el elemento más simple dentro de un friso. Se trata de un listón de madera de sección rectangular cuya función es actuar de remate de una o varias tablas y niveles de los que consta un friso. En cuanto a su decoración, puede aparecer decorado en su cara visible mediante forma de nacela en la parte inferior policromada monocromáticamente y la parte superior, a modo de listel liso, policromado con almenas, perlado o zetas (López, 2006, p.298).
- *Pecho de paloma*: consiste en una tabla de un grosor considerable que aparece rebajada gradualmente en la parte inferior de la misma, adquiriendo una forma convexa (López, 2006, p.298).
- *Mocárabes*: se trata de un friso con decoración a base de mocárabes, aportando un carácter más esbelto y una sensación de peralte a la cubierta. Aparte de su función decorativa, presenta una función estructural. Por un lado sobresale de la verticalidad del muro, reduciendo la luz de la sala a cubrir, sirviendo de asiento para el resto de los elementos decorativos superpuestos y a la propia cubierta. Por otro, actúa de envoltorio de la estructura interna de ésta. El material con el que se solían realizar estos frisos era de yeso, ya que realizarlo en madera supondría un alto coste y la necesidad de asegurar su estabilidad (López, 2006, p.298).

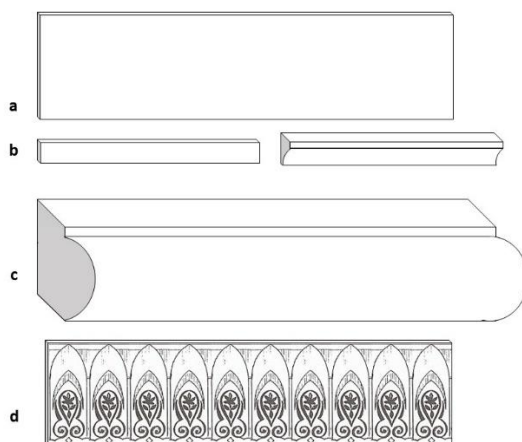


Figura 20. a) Tabla lisa, b) tocadura lisa y con forma de nacela, c) pecho de paloma, d) tabla con decoración de mocárabes.

### III.2.3. Cubiertas circulares o abovedadas

Son cubiertas sin función estructural ya que no presentan resistencia suficiente para soportar el peso del tejado, por lo que únicamente se le atribuye una función decorativa. Responde a un proceso de realización complejo basado en la geometría, considerándose el nivel más alto del gremio de la carpintería (López, 2000, p.123). Un ejemplo representativo de esta tipología de cubiertas la encontramos en el Salón de Embajadores, conocido también por Salón de la Media Naranja, en el Alcázar de Sevilla (Fig. 21).

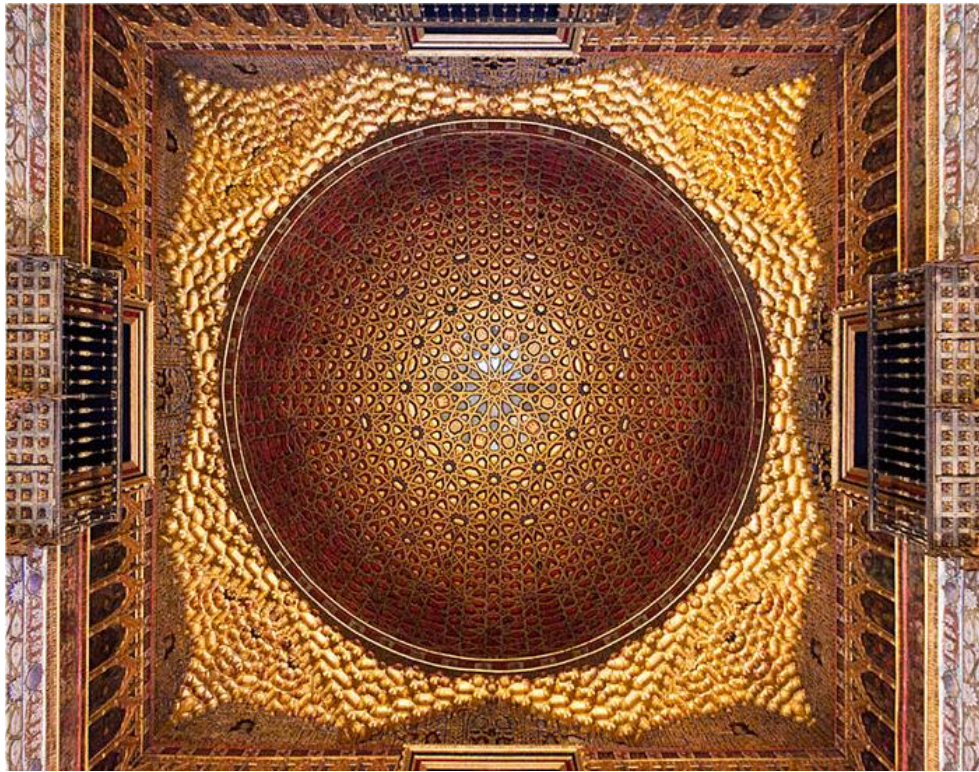


Figura 21. Cubierta circular del Salón de Embajadores, también conocido como Salón de la Media Naranja. Fotografía realizada por JChervás (<http://www.ojodigital.com/foro/urbanas-arquitectura-interiores-y-escultura/376485-reales-alcazares-boveda.html>) (Consultada el 23/03/2017)

### III.3. ASPECTOS DECORATIVOS

#### III.3.1. Decoración geométrica: el sistema de lacería

La decoración epigráfica o vegetal son símbolos obtenidos como resultado de un proceso de abstracción de una realidad natural o comunicativa, sin embargo, los motivos geométricos son formas en sí mismas, relacionadas o no entre sí mediante el orden interno de los trazados que los generan. Dicho trazado proviene de la aplicación, como veremos a continuación, de una serie de normas compositivas obtenidas de la unidad artística y del diseño en su conjunto, cuya combinación entre ambas se comprende la función de cada una de sus partes (Aljazairi, 2012, p.10).

Establecer una fecha precisa sobre el momento en que se incorporan los motivos de lacería en los elementos resulta especialmente difícil. Desde el califato cordobés hasta el periodo nazarí asistimos a una evolución del sistema de lazo de carácter ascendente que culmina en una mayor variedad y grado de complicación en los trazados geométricos. Por tanto, encontramos los mejores ejemplares existentes sobre este sistema de decoración de cubiertas como resultado de la experimentación vivida, en los siglos XIV y XV donde alcanza su máximo desarrollo bajo el poder de los Trastámara (Aljazairi, 2012, p.12).

Este modo de organizar techumbres tuvo una gran aceptación en el continente europeo, prevaleciendo y conviviendo con cualquier estilo y moda de la arquitectura hasta el siglo XVIII. En lo referente a las zonas donde se empleó este sistema encontramos ejemplares prácticamente en todo el territorio peninsular, siendo más acusado en aquellas localizaciones que estuvieron bajo el dominio de la corona de Castilla, abarcando también los terrenos insulares como las Islas Canarias, el continente americano o el propio Portugal durante el corto periodo cuando pertenecía a Castilla (Nuere, 2003, p.193).

En un primer momento, los trabajos que se realizan en madera se limitaban únicamente a cubrir dinteles de puertas o vigas debido al escaso tamaño de las tablas que se utilizaban para ello. La decoración en estos casos se basaba en motivos vegetales tallados en la propia madera.

Posteriormente, para desarrollar trabajos basados en cubiertas de madera que requerían mayor tamaño, los carpinteros recurrieron a la unión de múltiples tablas para cubrir el espacio requerido. En este tipo de obras lignarias, la decoración no podía realizarse mediante tallado como en el caso anterior ya que las juntas de unión de las tablas no facilitaba la tarea; ahora se recurre a la decoración geométrica realizada mediante tablillas superpuestas en el tablero formado, ocultando a la vez la unión de las tablas. Este tipo de decoración se realizaba de forma suspendida y dividida en varios tableros con medidas que no dificultasen su posterior manejo. De este modo podrían darse más posibilidad de combinaciones poliédricas con mayor o menor complejidad. La principal característica general de estos trabajos nazaríes realizados por carpinteros musulmanes es exclusivamente decorativa, sin ninguna pretensión estructural, basada en un desarrollo geométrico a partir de la rueda de lazo.

La expansión de este tipo de trabajos de carpintería nazarí centrados en la realización de cubiertas decoradas con sistema de lazo no tardó en llegar. En el siglo XIV, el rey castellano Pedro I y el rey nazarí Muhammad V, llevaban a cabo las tareas de ampliación y embellecimiento de sus palacios, el Alcázar de Sevilla y la Alhambra de Granada respectivamente. En las intervenciones llevadas a cabo en ambos conjuntos, dada la amistad que unía a los dos monarcas, posiblemente se produjese un intercambio de operarios en el que carpinteros

castellanos acudieron a Granada quedando maravillados por estas obras de carpintería realizadas en la Alhambra por carpinteros musulmanes. Este hecho trajo consigo que este tipo de sistema de decoración de lazo, se expandiese y utilizase en el palacio sevillano, convirtiéndose en uno de los desarrollos ornamentales característicos también en el arte mudéjar. Ejemplo de ello es el alfarje de las galerías bajas del patio de las Doncellas que tenemos como objeto de estudio en esta tesis doctoral.

Durante todo este periodo, hasta la conquista de Granada por parte de los monarcas españoles, coexisten dos tipos de carpintería de lazo diferentes. Por un lado se encontraba la carpintería estructural realizada por carpinteros castellanos en la que solían formar como mucho una decoración simple basada en estrellas de ocho puntas utilizando el propio sistema estructural, y por otro lado, la carpintería exclusivamente decorativa de origen islámico con decoración de lazo más compleja formada con tablillas (Nuere, 2003, p.214-215).

Con la conquista de Granada finalmente por parte de los monarcas españoles, se pone fin a la dinastía nazarí. A pesar de que en un primer momento se les permitiese a los carpinteros musulmanes gozar de sus derechos, Nuere basándose en estudios realizados de cubiertas defiende que, la construcción sistemática de techumbres de lacería a partir de este momento se llevarían a cabo por carpinteros castellanos que aprenderían la técnica constructiva de los nazaríes, al igual que sucedería en territorios conquistados anteriormente de la mano de la monarquía (Nuere, 2003, p.216).

A día de hoy, contamos con varios tratados y manuscritos como el de Diego López de Arenas (Toajas, 1997) y Fray Andrés de San Miguel (Baez, 1969), donde se muestran parte de las recetas de taller tanto de los sistemas estructurales de las cubiertas como los sistemas de decoración geométrica y de lacería de la carpintería nazarí. Además, son numerosos los trabajos de investigación desarrollados en los últimos años centrados en el estudio de la carpintería de lo blanco y sistema de lacería, y que hemos usado como fuente para el desarrollo de este capítulo. Ejemplos de ello son los trabajos de Manuel Gómez-Moreno Martínez (1974), Basilio Pavón Maldonado (1975), Antonio Fernández-Puertas (1975), Enrique Nuere Matuco (2003), María del Carmen López Pertíñez (2006) o Gloria Aljazairi (2010; 2012) entre otros.

- **Los trazados proporcionales de los diseños geométricos y de lacería**

Como hemos visto, uno de las principales características que presentan la carpintería hispanomusulmana es el uso de la lacería como recurso decorativo. La esencia de este sistema decorativo consiste en simular sobre la estructura de una cubierta de madera, cintas sin fin que se entrecruzan de forma alternativa por arriba y por abajo formando un determinado dibujo geométrico.

Para la elaboración de estas composiciones, los maestros prescindieron de aspectos demasiado teóricos y se centraron en un enfoque práctico aplicando el conocimiento científico hispanomusulmán basado en la geometría euclidiana y pitagórica para la creación de diseños geométricos de extraordinaria belleza. La perípeca artesanal junto con los básicos conocimientos de geometría, son el punto de partida para la ejecución de superficies y estructuras poliédricas sobre las que se desarrollan tramas de lacería con total libertad (Aljazairi, 2012, p.12-17).

Para conseguir el trazado y construcción del conjunto compositivo, no necesitaban la realización de plano, se valían únicamente con pocos trazos auxiliares, aspecto que aporta aún más admiración a este sistema de trabajo. Los carpinteros, con este método de trabajo eran capaces

de a aplicar ingeniosas soluciones que hacían posible una geometría imposible gracias a pequeñas trampas imperceptibles para el ojo del espectador (Nuere, 2003, p.151-152).

El método constructivo del sistema decorativo de lazo parte de cinco claves: patrón, módulo, canon, proporción y cartabones de lazo; con las cuales se puede adaptar las decoraciones geométricas a cualquier espacio dado (Aljazairi, 2012, p.25).

- Patrón o trama geométrica: está formado por una trama de líneas que subyacen bajo cada uno de los trazados. Se trata de líneas que se cruzan entre sí formando una red que sirve como estructura o guías para encajar el diseño buscado. Existen varios tipos de patrones cuya estructura está relacionada con las características de la estrella o lazo que compone el diseño geométrico (Fig. 22):

*Patrón cuadrangular:* patrón compatible con diseños geométricos y de lacería de cuatro y todos sus múltiplos.

*Patrón de hexágonos regulares:* patrón compatible con diseños geométricos y de lacería de tres y todos sus múltiplos.

*Patrón de hexágonos alargados:* patrón compatible con diseños geométricos y de lacería de siete y diez, y todos sus múltiplos.

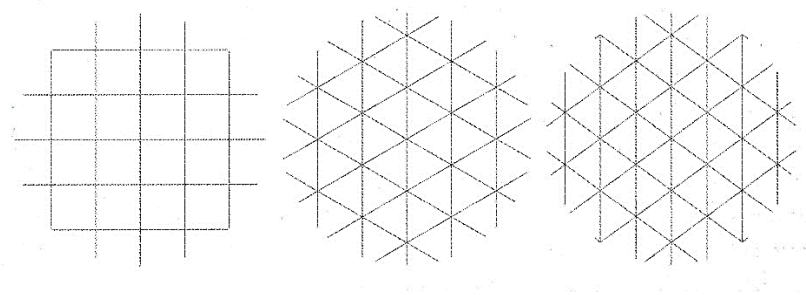


Figura 22: Patrones empleados en los diseños geométricos de tradición hispanomusulmana (Aljazairi, 2012, p.25)

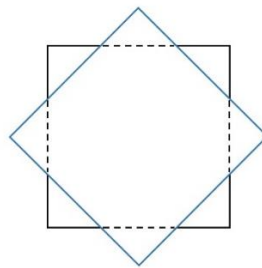
- Módulo: el módulo constituye una parte dentro de la decoración que puede aislarse a partir de la disposición geométrica y que se repite de forma ordenada y reiterativa sobre toda la superficie de la pieza, generando toda la red conocida como celda unidad. En muchas ocasiones, la complejidad de los trazados puede llevar a multitud de posibilidades a la hora de delimitar por módulos la composición (López, 2006, p.118).
- Canon: es considerada como la clave que organiza el diseño geométrico y de lacería del arte hispanomusulmán. Su función es la de articular el conjunto.
- Proporción: nos indica el ancho de calle y de la cuerda o cinta. La proporción habitual en este tipo de trabajos de carpintería hispanomusulmana es denominada “a calle y cuerda”, en la que la medida de la calle es el doble que la medida de la cuerda o cinta. Aunque esta proporción es la habitual, es una medida cambiante en cada composición ya que depende de las dimensiones y organización de esta y del tipo de lazo que presenten (López, 2006, p.118). La determinación de la proporción en el diseño geométrico y de lacería resulta fundamental para aplicar las medidas proporcionalmente así como aplicar el trazado con el método de cartabones y localizar el origen de los trazos, posición de las piezas y el ángulo de corte.

- Cartabones: son utensilios que generan el trazado y el transporte de ángulos repetidos en el diseño a las piezas con su medida exacta, así como indica la línea de corte y su localización relativa.

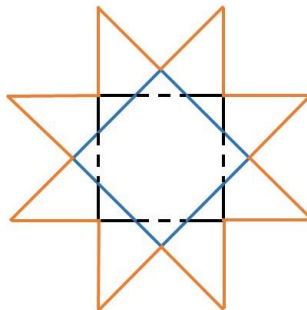
- **Los cartabones de lazo**

Todos los trazados que los carpinteros realizan para decorar las cubiertas, se generan a partir de una estrella básica bajo determinadas condiciones geométricas. Las principales estrellas básicas son:

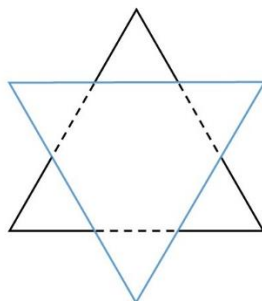
- Estrella de ocho: es la generación más elemental y se consigue girando un cuadrado sobre sí mismo un número de grados equivalente a la mitad del ángulo del cuadrado, es decir  $45^\circ$ .



Se puede obtener una variante de esta estrella de ocho puntas a través de la prolongación de los lados de los cuadrados generadores, hasta que éstos se corten entre sí, dando como resultado una estrella de puntas más agudas.



- Estrella de seis: en este caso, la figura empleada es un triángulo equilátero y el trazado se obtiene a través de un giro de  $30^\circ$  del triángulo sobre sí mismo.



Se puede emplear cualquier otro polígono regular, aplicando la misma regla, lo que nos daría una estrella con un número de puntas equivalente al doble de los lados que presenta el polígono del que partimos.

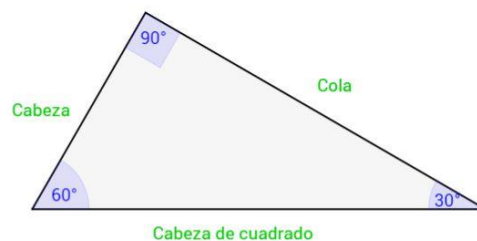
En el empleo de este sistema de dibujo de estrellas, nos encontramos con la problemática de que no se pueden generar estrellas de número impar de lados, necesarias en los trazados de lacería que se incorporaron a la carpintería del siglo XIV.

Ante esta situación, se recurre entonces al empleo de cartabones para diseñar tanto estrellas de número par como estrellas de número impar. Encontramos una amplia variedad de cartabones, específicos para cada caso en los que varían la medida de los ángulos que lo componen. A partir de la combinación y repetición del uso de estas herramientas, se generan diversas formas estrelladas de múltiples brazos.

Las estrellas obtenidas, bien a partir de formas geométricas básicas o bien mediante el uso de cartabones, no son puramente lineales sino que se materializan con maderas generando ruedas de lazo a partir de las estrellas dibujadas. En estos casos, los cartabones, además de servir para dibujar de forma lineal estrellas, servían de instrumentos para trazar los ingletes o cortes en las piezas de madera destinadas a unirse formando determinados ángulos en los encuentros de las mismas (Nuere, 2003, p. 228-229).

Desde el punto de vista del dibujo técnico, los cartabones específicos para el diseño de las diferentes estrellas se obtienen de la siguiente manera:

- La suma de los ángulos de un triángulo, sea cual sea la medida de sus lados, es siempre  $180^\circ$ . En el caso de un cartabón común, presenta dos ángulos agudos de  $30^\circ$  y  $60^\circ$  y un ángulo recto de  $90^\circ$ . En todos los casos de cartabones, el lado opuesto al ángulo recto se denomina *cabeza de cuadrado*, el lado opuesto al ángulo más agudo se le conoce como *cabeza* y el lado opuesto al ángulo menos agudo como *cola*.

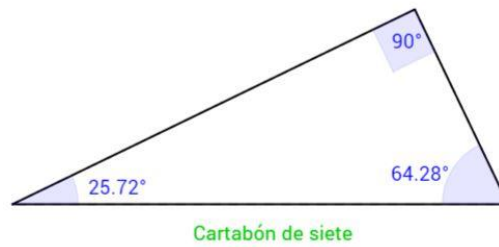


CARTABÓN BÁSICO GENERAL

- Para generar ruedas de lazos se necesita de tres cartabones: el *cartabón nominal*, el *segundo cartabón* y el *ataperfiles*, empleado para realizar el sistema de ensamblaje de las cintas de madera entre una rueda y otra. Con estos tres cartabones se generan todos los trazos necesarios para la realización de la rueda de lazo, el corte y el vaciado de la madera (Tabla XII) (Aljazairi, 2012, p.26).

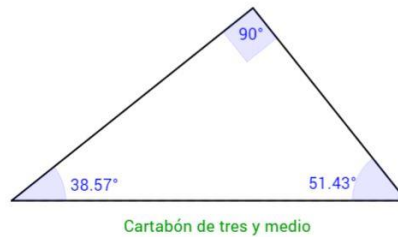
El *cartabón nominal* se genera a partir de división del total de grados del triángulo, equivalente a una semicircunferencia, entre el número total de brazos de la estrella a dibujar. El resultado es un cartabón que cuenta con un ángulo recto siempre presente de  $90^\circ$ , un ángulo agudo equivalente a la división del total de grados del triángulo entre el número de brazos de las estrella a dibujar y un tercer ángulo agudo cuya medida equivale a la diferencia de las suma de ambos hasta completar los  $180^\circ$ . Estos cartabones se les denominan con el número total de brazos que componen la rueda.

Por ejemplo, un cartabón para estrella de siete puntas o brazos, al dividir  $180^\circ$  entre siete, obtenemos un ángulo de  $25,71$ , correspondiente al más agudo.



El segundo cartabón se genera igualmente, solo que el total de grados del triángulo se divide en este caso entre la mitad del número total de brazos o puntas de la estrella a dibujar. A este cartabón se le denomina por tanto, con el número resultante de la mitad del total de picos que compone la rueda.

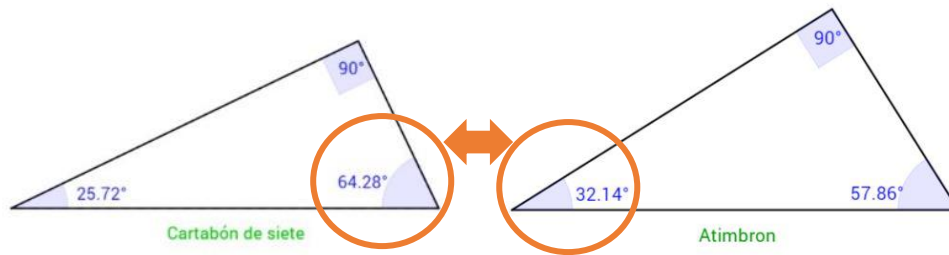
Siguiendo el ejemplo de la estrella de siete brazos o puntas, para obtener el segundo cartabón principal se tiene que dividir  $180^\circ$  entre  $3,5$ , siendo esta cifra la mitad de siete, dando como resultado un ángulo igual a  $51,43^\circ$ .



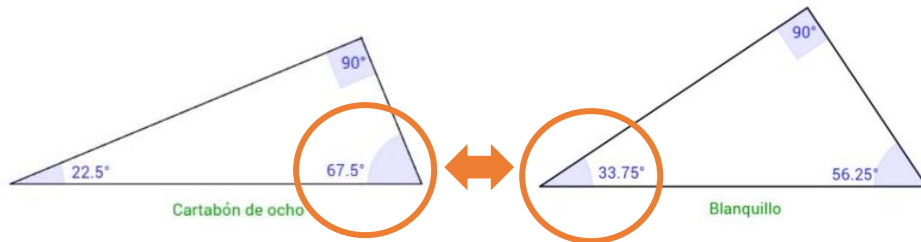
El tercero de los cartabones empleados son los denominados "cartabones ataperfiles" a partir de los cuales se genera el sistema de ensamblaje de los lazos que componen las estrellas dibujadas. Encontramos tres tipos:



*Atimbron*: cartabón ataperfiles de lazo de siete. Su ángulo agudo menor equivale a la mitad del ángulo agudo mayor de un cartabón de siete.



*Blanquillo*: cartabón ataperfiles de lazo de ocho. Su ángulo agudo menor equivale a la mitad del ángulo agudo mayor de un cartabón de ocho.



*Negrillo*: cartabón ataperfiles del lazo de nueve. Su ángulo agudo menor equivale a la mitad del ángulo agudo mayor de un cartabón de nueve.

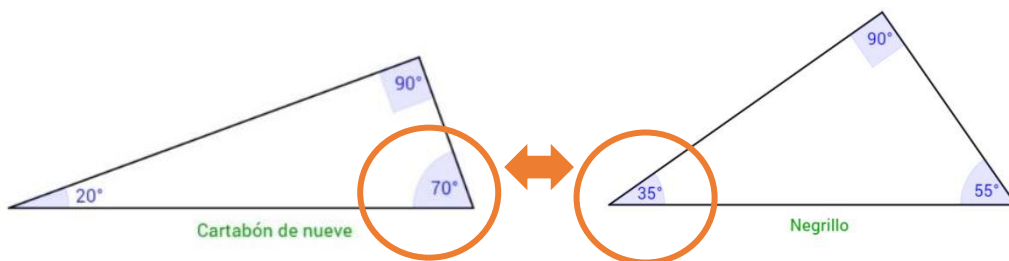
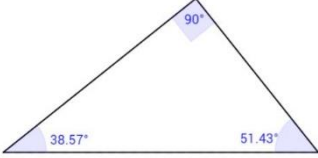
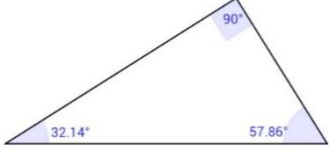
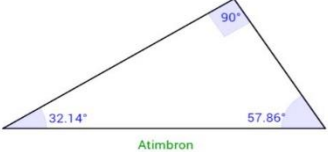
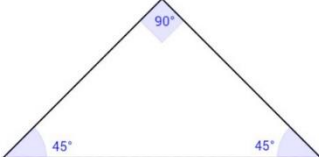
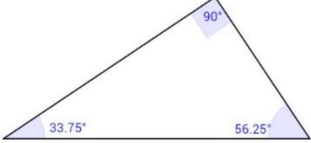
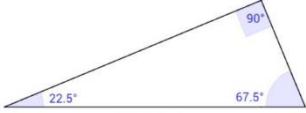
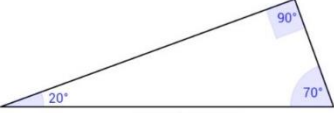
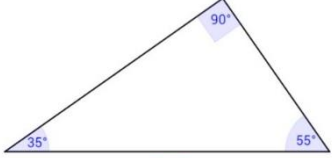
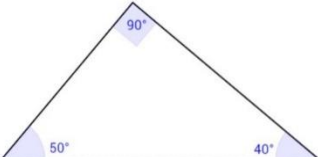
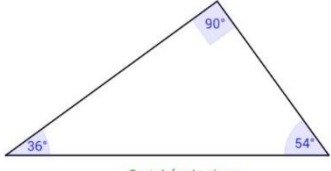
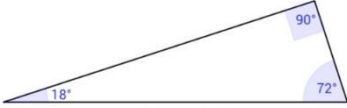
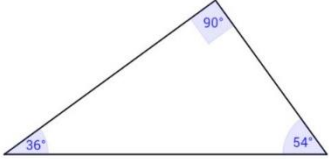
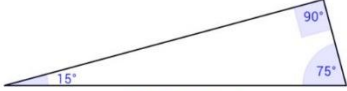
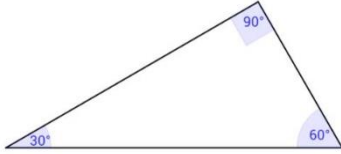
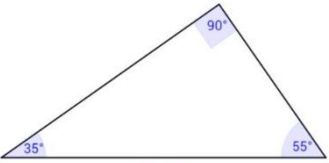
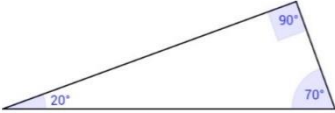
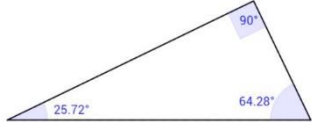

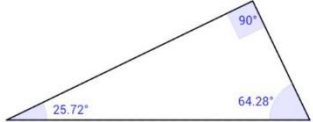
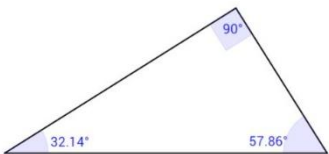


TABLA XII.

Ruedas de lazo que se pueden generar a partir de la combinación de los distintos cartabones

DIFERENTES RUEDAS DE LAZO Y SUS CARTABONES CORRESPONDIENTES		
RUEDA DE LAZO	CARTABONES PRINCIPALES	CARTABONES ATAPERFILES
RUEDA DE 7	 <p>Cartabón de tres y medio</p>	 <p>Atimbron</p>
	 <p>Atimbron</p>	
RUEDA DE 8	 <p>Cartabón cuadrado (escuadra)</p>	 <p>Blanquillo</p>
	 <p>Cartabón de ocho</p>	
RUEDA DE 9	 <p>Cartabón de nueve</p>	 <p>Negrillo</p>
	 <p>Cartabón de cuatro y medio</p>	

<p><b>RUEDA DE 10</b></p>	 <p>Cartabón de cinco</p>  <p>Cartabón de diez</p>	 <p>Cartabón de cinco</p>
<p><b>RUEDA DE 12</b></p>	 <p>Cartabón de doce</p>  <p>Cartabón de seis</p>	 <p>Negrillo</p>  <p>Cartabón de nueve</p>
<p><b>RUEDA DE 14</b></p>	 <p>Cartabón de siete</p>  <p>Cartabón de catorce</p>	 <p>Cartabón de siete</p>  <p>Atimbron</p>

- **Piezas resultantes del sistema de lacería**

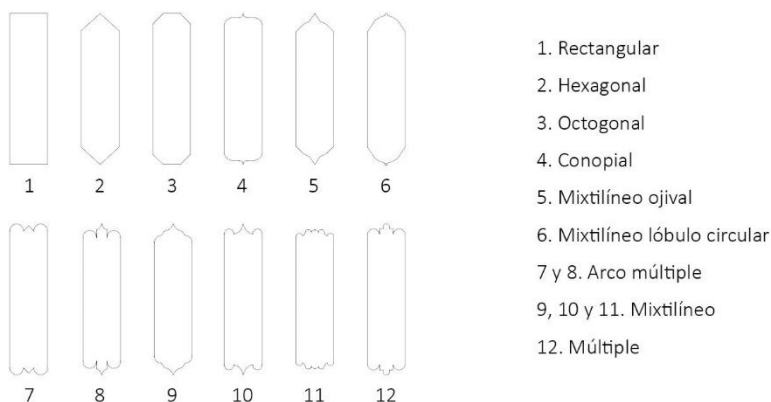
Cada una de las piezas que conforman una rueda de lazo, sea cual sea su forma, reciben nombres concretos conocidos a través de escritos medievales. Son términos que se obtienen de la abstracción de formas reales relacionadas con seres u objetos del propio entorno. Entre ellas encontramos (Aljazairi, 2012, pp.17-19) (Fig. 23):

- *Estrella o sino*: pieza situada en el centro de la rueda y constituye el origen del trazado de la misma. Presenta forma de estrella con un número de puntas determinado que da nombre tanto al tipo de rueda como a la clase de lazo.
- *Almendrilla*: piezas pequeñas que se conforman alrededor del sino. Su denominación procede de la semejanza de su aspecto con la semilla de la almendra.
- *Zafate o azafate*: término proveniente de *zafat* y significa “cesta” o “cofre”. Se trata de polígonos que se generan alrededor de la estrella o sino, constituyendo una parte fundamental en la rueda.

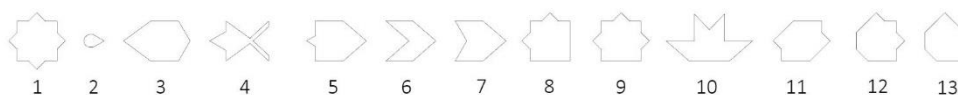
Tal y como indicábamos en el apartado anterior, estos zafates además de formarse a partir de la combinación del lazo con los elementos estructurales del alfarje, podían elaborarse de forma independiente a partir de pequeñas piezas de madera tallada biseladas, adaptadas a la forma y dimensiones donde iban a ser colocados posteriormente mediante sistema de clavado (López, 2006, p.246).

- *Alfardón*: son aquellos constituidos por la tablazón como fondo y el sistema de lacería y de vigas que actúan como enmarque. Al igual que sucede con los zafates, encontramos una amplia variedad de formas.
- *Candilejo*: es una forma estrellada de cinco puntas cuya función es unir tanto composiciones de lazo individuales como conjuntos de lacería o estrellas. Esta figura se posiciona más lejos del centro de la rueda que el resto.

### ALFARDONES



### ZAFATES, SINOS, CANDILEJOS Y ALMENDRILLAS



1. Sino
2. Almendrilla
3. Zafate redondo
4. Candilejo
5. Zafate harpado
- 6 y 7. Zafate escotado
- 8 y 9. Sinos de ocho mutilados
10. Sino de ocho mutilados en ángulo de 90°
- 11, 12 y 13. Zafates mutados

V.R.G./A.C.C.P.

Figura 23. Tipos de piezas resultantes tras la realización del trazado geométrico de lacería (Aljazairi, 2009, p.315; Aljazairi, 2011, p.5)

Todas estas piezas se generan a partir del sistema de cruce de las cintas, también denominadas cuerdas, sometidas a la ley del lazo. Esta ley consiste, tal y como veíamos anteriormente, en cruzar dos cintas geométricas de forma alternada, de modo que la cinta que queda en la parte superior en un primer cruce, debe quedar por debajo en el cruce siguiente (López, 2006, p. 118). El número de cintas o cuerdas es equivalente al número de puntas de la estrella que integra la rueda, así, una rueda de ocho contará con una estrella o sino de ocho puntas y ocho cuerdas respectivamente.

Estas cuerdas o cintas sufren una serie de cortes rebajes con el fin de que visualmente se cumpla la ley descrita, dando como resultado una serie de piezas semejantes en todas las cintas o cuerdas de una misma rueda. Entre ellas encontramos (Aljazairi, 2012, p.19-20) (Fig. 24):



Figura 24. Tipos de cortes y piezas resultantes en las cintas de madera agramiladas que conforman la laceria de una cubierta (Aljazairi, 2009, p.315; Aljazairi, 2012, p.20)

### III.3.2. Decoración pictórica en los alfarjes

#### III.3.2.1. Temas decorativos

Las distintas piezas y partes que componen la estructura de un alfarje, aparecen decoradas con diferentes elementos que se encuentran dentro de las tipologías decorativas (vegetal, epigráfica, geométrica y figurativa) descritas en el capítulo dedicado a la decoración arquitectónica de tradición islámica. A continuación se muestran los elementos más destacados y característicos de diferentes categorías presentes en este tipo de obras.

- **Temas vegetales**

Son varios los autores que se pueden citar, entre ellos Pavón Maldonado (1981), Fernández Puertas (1997) o López Pertíñez (2006), claves en el estudio de este tema.

Con el desarrollo del arte mudéjar, se inicia el estilo pseudonaturalismo o naturalismo mudéjar el que se siguen empleando motivos florales del naturalismo gótico ampliándolos con nuevos frutos, hojas y tallos, y fusionándolos con las unidades islámicas (Pavón, 1981, p.177).

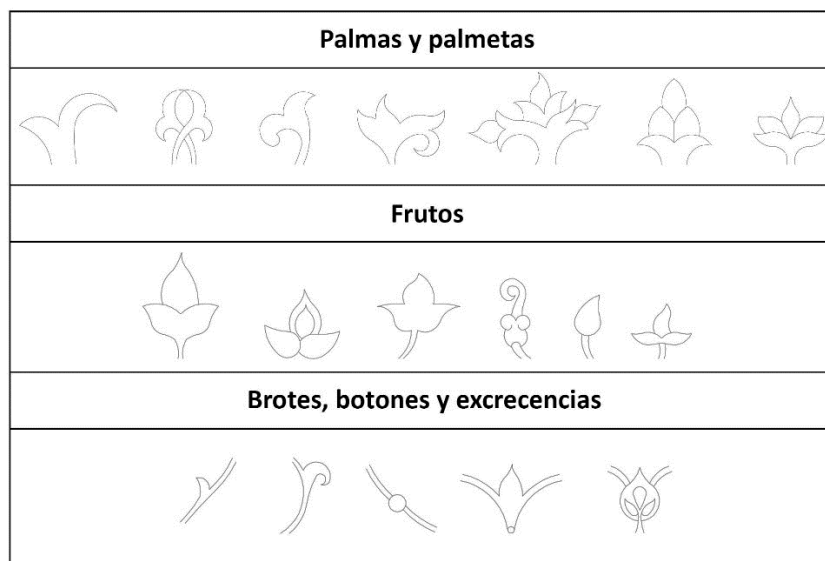
Estos temas vegetales pseudonaturalistas suelen representarse en la superficie tanto de zafates como en la tablazón que componen los alfarjes, así como en frisos. Se trata de una decoración de rasgos lisos, tanto en piezas talladas como pintadas. En ambos casos se insinúa los rasgos decorativos del interior de los elementos que forman la composición, realizándose en las piezas talladas a través de biselados y creando aristas y modulaciones, y en las pintadas mediante pinceladas (López, 2006, p.95).

A continuación se muestran los elementos vegetales de forma individualizada con los que se realizan este tipo de composiciones (Fig. 25):

- *Palmas y palmetas:* son los elementos más frecuentes, entre ellos se pueden encontrar diferentes representaciones que abarcan desde aspectos naturalistas hasta formas estilizadas y abstractas, que en ocasiones adquieren formas casi irreconocibles. Entre

las variedades de palmas y palmetas, encontramos las palmas de dos hojas, palmas multifolia o palmas gallonadas superpuestas (López, 2006, p.105).

- *Frutos*: como su nombre indica, este elemento se basa en la representación del fruto del pimiento, conocido también generalmente como capullo o bellotas. Fernández Puertas se refiere a este término como un fruto que se desarrolla de forma diferenciada entre los sépalos del cáliz (Fernández, 1997, p.102). Al igual que ocurre en el caso de palmas y palmetas, encontramos una gran variedad de estilos de pimientos, diferenciados entre sí por la forma y disposición de sus sépalos y fruto (López, 2006, p.106).
- *Brotes, botones y excrecencias*: son elementos que sirven de unión entre tallos, palmas, palmetas o frutos (López, 2006, p.112).



V.R.G./A.C.C.P.

Figura 25: Representación de los distintos elementos vegetales que podemos encontrar en la decoración pictórica de los alfarjes.

Cuando estos elementos forman una composición se le denomina *imbricada*. Se trata de la combinación de palmas, palmetas, frutos y tallos, con un aspecto inseparable en el conjunto. Todos ellos aparecen unidos, superpuestos y enrocados, configurando un medallón distintivo (López, 2006, p.98) (Fig. 26).



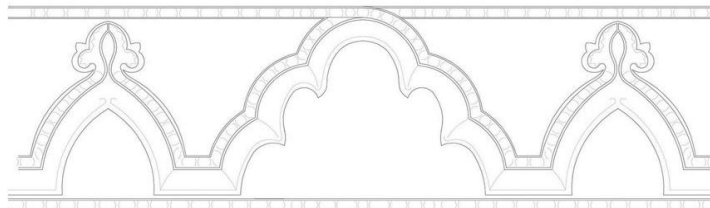
V.R.G./A.C.C.P.

Figura 26: Ejemplos de composiciones donde se combinan distintos elementos vegetales formando un conjunto conocido como *imbricada*.

- **Temas geométricos**

Aparte de la decoración geométrica formada por el sistema de lazo, encontramos una decoración geométrica pintada que se atiene a esquemas proporcionales y geométricos en sus trazados. Esta decoración tiene como principal función, enmarcar o delimitar el espacio en el que se desarrollan otros elementos decorativos (López, 2006, p. 118). Entre los elementos geométricos utilizados en cubiertas, destacan (Fig. 27):

- *Nudos*: se trata de dos cintas que se van entrecruzando formando una cadeneta o trenza.
- *Cartelas lobuladas*: estas cartelas se encargan de enmarcar con claridad otros temas decorativos como son los textos epigráficos o emblemas heráldicos. Se componen de una cinta que va formando un rectángulo cuyos lados menores se presentan lobulados y sirve de enlace con la decoración que le sigue, siendo normalmente un rosetón lobulado, mediante un nudo. En todo este trazado es necesario un tratamiento geométrico tanto para la organización del espacio como para la configuración de los lóbulos. Este tipo de decoración de cartelas lobuladas contenedoras de epigrafías o escudos heráldicos, es común en frisos de cubiertas (López, 2006, p. 123).
- *Arcos lobulados*: este elemento puede considerarse como una variante de las cartelas y rosetones lobulados descritos anteriormente. En este caso, los lóbulos pueden estar formados por palmas estilizadas de hojas arqueadas o mediante cintas. Al igual que las cartelas, este tipo de elemento es común en frisos actuando de enmarque de otras decoraciones (López, 2006, p.124).



V.R.G./A.C.C.P.

*Figura 27: Sup. Ejemplo de cartela y rosetones lobulados donde se suele incluir textos epigráficos y emblemas heráldicos. Inf. Ejemplo de arcos lobulados, como variante de las cartelas, donde se suele representar emblemas heráldicos o motivos vegetales.*



- **Otros temas decorativos**

Además de los motivos vegetales o geométricos encontramos otros elementos decorativos muy simples, probablemente producto de la abstracción de los temas geométricos, que se ubican en zonas específicas de las cubiertas desarrollando una función estable. Entre ellos se encuentran:

- *Perlado*: se trata de una terminación específica consistente en unos pequeños puntos continuos insertos en una cinta. Éstos pueden ser blancos sobre una cinta negra o bien negros sobre una cinta blanca. Este elemento aparece enmarcado en los biselados de los zafates, chellas y alfardones. Existe otra variante específica de perlado consistente en una serie de óvalos sucesivos realizados mediante el trazo de una fina línea negra sobre una cinta blanca (López, 2006, p.134) (Fig. 28).
- *Cenefas*: son decoraciones habituales en los frisos, concretamente en las tocaduras, aunque también se dan en las zonas agramiladas de las cintas de lazo. Estas cenefas se constituyen mediante formas geométricas que se repiten de forma sistemática alternando los colores blanco y negro, incluyéndose en algunas ocasiones el color rojo. Entre las formas más destacadas encontramos las cenefas de almenas dentadas, las cenefas de zetas o zig-zag y las cenefas de emes (Fig. 29) (López, 2006, p.136).

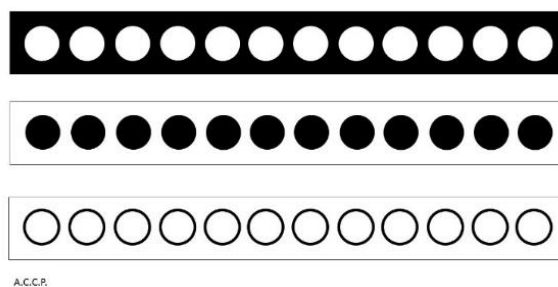


Figura 28: Variedad de perlado que podemos encontrar en la decoración pictórica de los alfarjes.

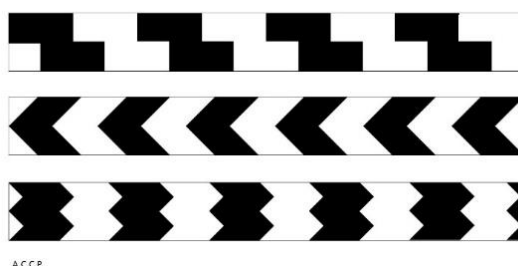


Figura 29: Sup. Cenefa en forma de zig-zag. Inter. Cenefa en forma de punta de flecha. Inf. Cenefa en forma de emes.

### III.3.2.2. Características de la policromía

Como comentábamos en el capítulo anterior, todos los materiales empleados en la decoración arquitectónica solían policromarse, tanto si se trataba de una decoración tallada como si era lisa. (Borrás, 1990a, p.150).

Las capas de policromía se aplican por superposición de estratos, utilizando un color de base aplicado sobre toda la superficie sobre el cual se iba sucediendo el resto de capas hasta confeccionar el motivo decorativo completo.

Como se ha visto, el sistema estructural y decorativo de un alfarje consta de diferentes piezas realizadas en el taller, para posteriormente proceder a su montaje. A partir de diferentes tablas o piezas que se han desprendido o desplazado se puede constatar, aunque quizás no en todos los casos ocurra, que la policromía también se ejecutaba en el taller ya que las zonas ocultas de estas piezas presentan capas pictóricas, lo que resultaría imposible de realizar una vez montada la obra (Aljazairi, 2009, p.319).

Tomando como referencia el estudio realizado sobre las policromías en la carpintería nazarí por parte de las doctoras García Bueno y López Pertíñez, se puede establecer una relación de materiales empleados en el periodo mudéjar dado que son periodos que se desarrollan casi de forma coexistente.

Los colores predominantes en la policromía son los azules, rojos, verdes, negros y oro. Al tratarse de una paleta muy reducida y de fuerte contraste, el efecto cromático no llega a producir sensación de pesadez o monotonía (Borrás, 1990a, p.150). Entre los pigmentos utilizados para conseguir esta paleta, destacan el empleo de azurita, lapislázuli, tierra verde, verdigris, cinabrio, bermellón, rojo óxido de plomo, blanco de plomo también conocido como albayalde, negro orgánico y oropimente.

En lo que respecta a los aglutinantes, destaca el uso de la cola animal cuyas concentración nos indica la doctora Aljazairi (2009, p.319) suele ser del 10% en agua. Por otro lado encontramos también el empleo de aceite de linaza y aceites secantes cuyo uso no se limita únicamente a la función de aglutinante sino que puede aplicarse como capa aislante entre dos capas pictóricas sucesivas, evitando el ensuciamiento o la mezcla de pigmentos en diferentes capas (López, 2006, p.85).

Los estratos de preparación que se aplican como base de la policromía pueden variar dependiendo del efecto y combinación cromática que se quiera conseguir. Las preparaciones más usuales son de color blanco compuestas por sulfato cálcico y cola animal. Encontramos otra variedad compuesta por rojo de óxido de plomo utilizada sobre todo en las piezas que iban a presentar un predominio de policromía roja, además de actuar como protector de la madera contra el biodeterioro. También es conocida la técnica denominada “corladura” que incluye capas metálicas de plata o estaño entre la capa de preparación y la policromía sucesiva a ésta, con el fin de dar un brillo metálico a la policromía similar a la del oro. Independientemente del tipo de preparación, es común que estas capas sean más finas en las maderas talladas para interferir lo mínimo posible en el relieve.

De forma conjunta al empleo de láminas de plata o estaño, era común aplicar láminas de oro fino con el fin de decorar y resaltar zonas concretas de decoraciones arquitectónicas como los alfarjes. Las propiedades que otorgaban en cuanto a color, luz y su resistencia a los agentes de deterioro han hecho que se considere como un material insustituible. En periodos nazarí y

mudéjar se solía utilizar un oro de calidad y pureza elevada dado que las condiciones económicas lo permitían. Sin embargo, a medida que pasan los siglos, la calidad del oro comienza a reducirse pasando al empleo de oro aleado con otro metal para abaratar costes (González, 1997, p.125; Calero, 2016, p.319). A día de hoy, muchos de los acabados metálicos realizados en la época que nos concierne no han perdurado, pero estudios realizados en diferentes conjuntos arquitectónicos han permitido la identificación de este material. Ejemplo de ello los aleros alfarjes y artesonados presentes en la Alhambra (López, 2006) o en la fachada del Alcázar de Sevilla (López, 2012).

A pesar de conocer los materiales y técnicas más utilizados en la ejecución de las policromías sobre madera, no se pueden establecer unos patrones específicos que se cumplan en todos los casos ya que existen variaciones que depende tanto de la cronología o la localización de la pieza como de la habilidad de los artesanos, en la que se entremezclan escuelas de los considerados buenos policromadores con otros mucho menos profesionales (López, 2006, p.86).

Ejemplo de todos los materiales y técnicas descritas, lo encontramos en distintas localizaciones del Alcázar sevillano, siendo identificados tras la realización de trabajos de investigación y de restauración (Tabla XIII):

TABLA XIII.

Materiales mudéjares identificados en distintas localizaciones del alcázar de Sevilla

LOCALIZACIÓN	MATERIALES Y TÉCNICAS DE ORIGEN MUDÉJAR IDENTIFICADOS
Fachada del palacio de Pedro I (López, 2012)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Pigmentos:</b> blanco de plomo, amarillo de plomo o litargirio, rojo de plomo, cinabrio/bermellón, tierras de óxido de hierro, azurita, malaquita, negro orgánico (carbón)</li> <li>• <b>Aglutinantes y barnices:</b> Cola animal</li> <li>• <b>Preparación:</b> Yeso + aluminosilicatos + cola animal. Aplicación de óxidos de hierro y rojo de plomo como capa previa a la preparación.</li> </ul>
Yeserías del patio de las Doncellas (Calero, 2016)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Pigmentos:</b> azurita, malaquita, cinabrio/bermellón, rojo de plomo, blanco de plomo</li> <li>• <b>Aglutinantes y barnices:</b> Cola animal</li> </ul>
Artesonado del comedor de Familia (Ramírez y Ramírez, 2011)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Pigmentos:</b> blanco de plomo, azurita, tierras de óxido de hierro</li> <li>• <b>Aglutinantes y barnices:</b> cola animal</li> <li>• <b>Preparación:</b> yeso + aluminosilicatos + cola animal</li> <li>• <b>Técnicas metálicas:</b> oro sobre base de bol rojo</li> </ul>
Puertas y ventanas del patio de las Doncellas (Pérez y Fernández, 2004)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Pigmentos:</b> bermellón/cinabrio, blanco de plomo, masicote, cardenillo, negro orgánico (carbón y de hueso), azurita.</li> <li>• <b>Aglutinantes y barnices:</b> cola animal, colofonia, aceite de linaza y cera.</li> <li>• <b>Preparación:</b> no se aplica preparación en este caso, solo una capa aislante sobre la madera a base de cola animal.</li> </ul>
Alfarjes de los vestíbulos del palacio bajo de Pedro I (Pérez y Fernández, 2012; Pérez y Fernández, 2014)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Pigmentos:</b> bermellón/cinabrio, blanco de plomo, cardenillo, negro orgánico (de hueso), azurita, tierra amarilla.</li> <li>• <b>Aglutinantes y barnices:</b> cola animal, colofonia, aceite de linaza.</li> <li>• <b>Preparación:</b> yeso + cola animal.</li> <li>• <b>Técnicas metálicas:</b> corladura realizada sobre plata aplicada con colofonia, aceite de linaza y cera.</li> </ul>
Alfarje de la alcoba Real del palacio de Pedro I (Pérez y Fernández, 2009)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Pigmentos:</b> bermellón/cinabrio, colorante rojo orgánico, blanco de plomo, cardenillo, negro orgánico (carbón), azurita.</li> <li>• <b>Aglutinantes y barnices:</b> aceite de linaza.</li> <li>• <b>Preparación:</b> yeso + cola animal.</li> <li>• <b>Técnicas metálicas:</b> corladura realizada sobre plata aplicada con colofonia, aceite de linaza y cera.</li> </ul>
Cubierta de la alhanía de la antigua capilla del palacio de Pedro I (Pérez y Fernández, 2016)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Pigmentos:</b> blanco de plomo, carbonato cálcico oropimente, negro orgánico (carbón y de hueso), rojo de plomo, bermellón, óxidos de hierro.</li> <li>• <b>Aglutinantes y barnices:</b> aceite de linaza y colofonia</li> <li>• <b>Preparación:</b> yeso + cola animal.</li> <li>• <b>Técnicas metálicas:</b> corladura realizada sobre plata aplicada con colofonia, aceite de linaza o cola animal.</li> </ul>





### III.4. ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DECORATIVO DEL ALFARJE DE LAS GALERÍAS BAJAS DEL PATIO DE LAS DONCELLAS

- **DIMENSIONES**

El alfarje objeto de estudio se sitúa en las galerías bajas del patio de las Doncellas, en el interior del palacio de Pedro I. Se encuentra a una altura con respecto al suelo de 7,70 metros y en su totalidad cuenta con unas dimensiones equivalentes a 2,70 metros de ancho, 27,65 metros de largo en el lado más longitudinal del patio y 21,56 metros en el lado menor.

El desarrollo de esta tesis, debido a la limitación temporal existente y dada la amplia extensión que presenta, el trabajo se ha centrado en una parte concreta y muy representativa comprendida entre la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V y la puerta de acceso al Salón de Embajadores, correspondiente a 1/4 del patio. Las dimensiones de esta zona a estudiar son 2,70 metros de ancho, 15,40 metros de largo desde la puerta del Salón del Techo de Carlos V hasta la esquina, y 12,13 metros desde la esquina hasta la puerta de acceso al Salón de Embajadores (ver Anexo 1, plano 1). El interés de la zona seleccionada y su representatividad, avalan los resultados obtenidos.

En cuanto al friso, presenta la misma longitud que la techumbre y un ancho total de 61 centímetros (ver Anexo 1, plano 2).

- **ANÁLISIS ESTRUCTURAL**

El alfarje presenta una estructura apeinazada formada por jaldetas con un grosor de 9 x 11 centímetros dispuestas a lo ancho de la estancia, con una separación entre ellas de 18 cm, cumpliendo así la ley consistente en que el espacio entre una y otra debe de ser el doble de su grosor.

Entre las jaldetas se colocan las piezas denominadas peinazos, introduciendo un total de ocho peinazos entre jaldeta y jaldeta, que forman una retícula de madera. Además, se incluyen una serie de piezas triangulares, cuadrangulares y trapezoidales entre los encuentros de las jaldetas y peinazos enrasadas a nivel de estos, que sirven para configurar los motivos geométricos que del alfarje, entre los que destacan las estrellas de ocho puntas.

Sobre el sistema estructural resultante, se colocan de forma superpuesta una serie de tablillas agramiladas que configuran el sistema de lacería del alfarje. Para terminar de cubrir aquellas partes de la estructura que no acaban de integrarse en el trazado geométrico, se añaden nuevos elementos en realce que rematan la composición (ver Anexo 1, plano 3a, 3b y 4).

El friso que acompaña toda la techumbre está compuesto por dos tablas lisas, jambas rematadas en la parte inferior por una tocadura en forma de nacela (ver Anexo 1, plano 2).

- **ANÁLISIS DECORATIVO**

La zona del alfarje a estudiar, se divide en función de su estructura decorativa en 7 módulos. Los módulos 1 y 5, diferentes entre sí, coinciden con las entradas a dos de los salones más destacados que comunican con el patio: el Salón del Techo de Carlos V y el Salón de Embajadores. Los módulos 2 y 4 son idénticos y constituyen los paños mayores de techumbre desarrollados en toda la galería. Finalmente, el módulo 3 se sitúa en la esquina como unión de los módulos 2 y 4, presentando una decoración distinta al resto también. En cuanto al friso, denominamos módulo 6 al situado en la pared interior de la galería y módulo 7, al ubicado sobre los arcos exteriores de la galería (ver Anexo 1, planos 1, 5, 6, 7, 8 y 9).

En todo el alfarje, como resultado del sistema de lacería que se genera, se forman estrellas de ocho puntas con chellas en su interior constituidas por una flor de ocho pétalos dorada, rodeadas de un perlado negro sobre fondo blanco. Este sistema de lazo está formado por tablillas agramiladas, donde los gramiles centrales aparecen policromados de blanco en superficie y de negro en el interior de la incisión.

Las prolongaciones de cintas, tanto en un caso como en los otros, dan como resultado una gran variedad de zafates, destacando sobre todo los alfarzones hexagonales y octogonales, almendrillas, zafates escotados, harpados, redondos o mutilados, candilejos, y sinos enteros y mutilados (ver Anexo 1, planos 10, 11, 12 y 13).

Estos zafates, tanto superpuestos como los que forman parte de la tablazón y el sistema de vigas, por lo general, aparecen decorados con palmas y palmetas unidas mediante tallos, excrecencias, botones y frutos, conformando un conjunto imbricado simétrico. En las piezas más pequeñas como las almendrillas, suele reducirse la decoración a la inclusión de palmetas dobles únicamente. Los contornos de estos zafates, lisos en el caso de los alfarzones y biselados en el caso de los superpuestos, aparecen con decoración perlada (ver Anexo 1, plano 14).

Además de la decoración vegetal, los alfarzones octogonales presentan decoración heráldica referente a los Reyes Católicos en los que se alternan los emblemas de la corona de Castilla y León (ver Anexo 1, plano 6).

De forma excepcional en el módulo 5, las estrellas formadas por el sistema de lacería son estrellas de doce puntas mutiladas y aparecen en forma de zafate sobrepuesto con decoración heráldica (ver Anexo 1, plano 8).

Estos elementos figurativos basados en la heráldica no solo se encuentran en este tipo de zafates sino que se presentan también en forma de escudo sobrepuesto en los módulos 1 y 5. Se trata de la representación del águila de San Juan Evangelista sosteniendo una corona real abierta como símbolo de la monarquía. Junto a dicha corona, también se encuentra un escudo con las armas de los Reyes Católicos cuartelado en cruz, lo que da como resultado cuatro cuarteles o particiones (Fig. 30) (ver Anexo 1, plano 5 y 8):



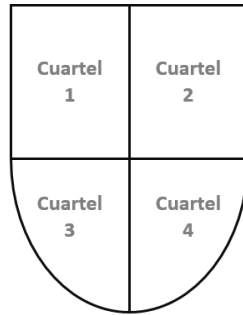
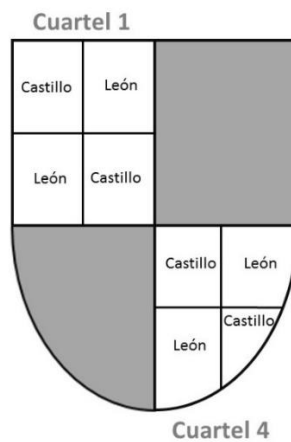
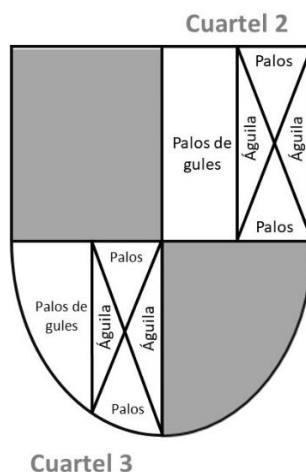


Figura 30. Estructura contracuartelada que presenta los escudos.

- *Cuartel 1 y Cuartel 4:* se encuentran divididos en cuatro partes nuevamente donde se representa de forma alternada el castillo de oro en campo de gules y el león rampante en campo de plata, ambas como representaciones de la corona de Castilla y León.



- *Cuartel 2 y Cuartel 3:* se encuentran divididos en dos particiones. En la primera partición aparecen representados barras paralelas verticales formando escudo partido a base de oro y cuatro palos de gules referentes a la corona de Aragón. En la otra partición, cuartelada en forma de sotuer, presenta una parte de oro con cuatro palos de gules junto con una parte de plata con un águila de sable, picada, membrada y armada de sable, picada, membrada y armada de sable como símbolo del reino de Dos Sicilias. En el módulo 3 destaca, aparte de la presencia de zafates con motivos vegetales y estrellas de ocho puntas con chellas en su interior, la inclusión de una piña de mocárabes dorados en la zona central (ver Anexo 1, plano 7).



En lo referente al friso que acompaña a la techumbre, presenta una decoración muy variada. La tabla superior la compone una decoración epigráfica de tipología cursiva con motivos vegetales intercalados entre los caracteres, enmarcada por una cartela lobulada en sus lados menores. Este elemento decorativo es repetitivo en todo el friso, utilizándose como nexo de unión entre cartela y cartela un rosetón también lobulado en cuyo interior se representan de forma arbitraria símbolos heráldicos correspondientes al dragante que aparece mordiendo los extremos de la banda, las columnas con el lema *Plus-Ultra* y una representación de la cruz de Borgoña, ambas propias de Carlos V (ver Anexo 1, plano 9).

La tocadura inferior a esta tabla presenta forma de nacelilla con una decoración monocroma de color verde en la parte inferior ligeramente curvada, y en la parte superior una cenefa a base de formas de zig-zag (ver Anexo 1, plano 9).

La tabla inferior presenta decoración heráldica enmarcada con formas romboidales. Los símbolos representativos son el castillo y el león rampante pertenecientes a la Corona de Castilla y León, y el escudo de la Banda, perteneciente a la orden militar fundada en 1332 por Alfonso XI de Castilla. Todos estos emblemas heráldicos aparecen de forma alternada, representándose entre escudo y escudo a modo de elemento de separación una piña pintada. Todo el conjunto de escudos se encuentran enmarcados por arcos lobulados a excepción de las piñas. A su vez, de forma paralela y unida a éste, aparece una cinta decorada con perlado que enmarca también la zona superior de la tabla y concluye encima de las piñas formando dos palmas simples en dirección opuesta. Además de esta decoración, la tabla presenta también motivos vegetales. Por un lado encontramos palmetas con tallo y botones en el espacio resultante entre el interior de los arcos y los rombos que encuadran las figuras heráldicas, y por otro, conjuntos de tres palmetas dobles unidas por un tallo y botones en dirección circular que se ubican de forma simétrica e invertida a un lado y otro de la zona exterior a los arcos. Dentro de estas tablas, podemos diferenciar unas tablas únicamente pintadas y otras tablas talladas y pintadas (ver Anexo 1, plano 15). Las tablas talladas son posiblemente tablas originales correspondientes a la fecha de construcción del alfarje, mientras que las tablas únicamente pintadas son tablas posiblemente repuestas en sustitución de tablas talladas en mal estado (Fig. 31). Llama la atención en este caso que, en las tablas correspondientes al módulo 6 (ubicadas en la pared interior de la galería) la secuencia de las figuras heráldicas es BANDA-CASTILLO-LEÓN, mientras que en las tablas correspondientes al módulo 7 (ubicadas sobre los arcos exteriores), la secuencia es BANDA-LEÓN-CASTILLO (ver Anexo 1, plano 9).

Finalmente, esta tabla aparece rematada en su parte inferior concluyendo a su vez el conjunto del friso, con una tocadura en forma de nacelilla al igual que en la tabla superior. En este caso la parte inferior de la nacela aparece policromada en rojo y la parte superior presenta una cenefa a base de formas triangulares denominadas puntas de flecha (ver Anexo 1, plano 9).



*Figura 31. Sup. Tabla posiblemente original cuya decoración se realiza mediante tallado y policromado. Inf. Tabla posiblemente repuesta cuya decoración se realiza únicamente mediante policromado sobre la superficie lisa de la madera.*

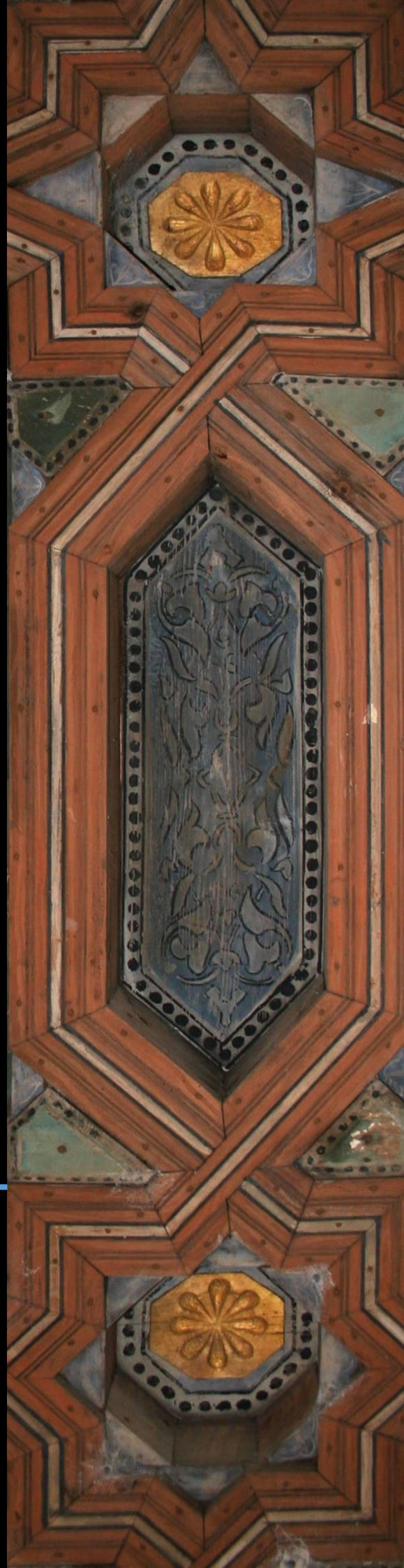






## Capítulo IV.

Estudio de la policromía del  
alfarje del patio de las  
Doncellas







El estudio del alfarje del patio de las Doncellas tiene implícito un alto grado de complejidad debido a su ubicación en un edificio cuyo uso ha sido continuo. Como consecuencia de ello y como veíamos con anterioridad, ha sido objeto de numerosas adaptaciones e intervenciones a lo largo de su historia. Uno de los objetivos de esta tesis es identificar los materiales y técnicas de ejecución que componen la policromía presente en el alfarje así como determinar las distintas intervenciones llevadas a cabo. Para ello, es necesario poner en marcha una rigurosa planificación metodológica para poder obtener resultados satisfactorios. En el caso que nos ocupa, esta metodología se ha basado en tres puntos fundamentales:

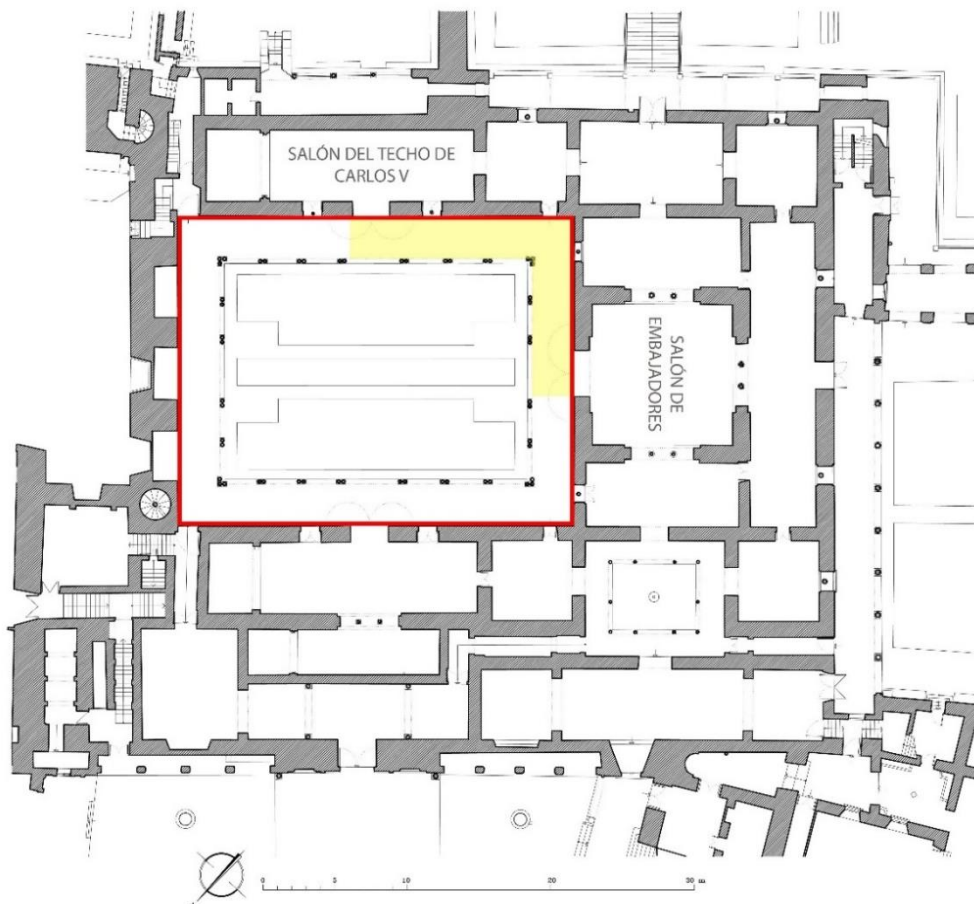
- Documentación exhaustiva de la obra a través de fuentes documentales y bibliográficas, tanto a nivel histórico como a nivel material y técnico, explícito en los capítulos anteriores.
- Documentación de la obra *in situ* a través del trabajo de campo basado en una observación detallada de la zona de estudio, documentación fotográfica, toma de mediciones, comprobación del estado de conservación, realización de catas y calcos, y toma de muestras.
- Procesado de la información recabada en el trabajo de campo centrado principalmente en el estudio mediante análisis instrumentales de las muestras extraídas.

## IV.1. METODOLOGÍA APLICADA AL TRABAJO DE CAMPO

### IV.1.1. Selección de la zona de estudio

El alfarje que tenemos como motivo de estudio, como describíamos anteriormente, tiene una dimensión equivalente al perímetro de las galerías bajas donde se ubica. Realizar el estudio completo del mismo en esta tesis resulta imposible debido a la limitación temporal y de extensión con la que contamos. Por este motivo, se decidió realizar el estudio de una zona específica con el fin de garantizar la eficiencia de la metodología aplicada para su estudio.

Concretamente el trabajo se centra en la zona sur-oeste del patio comprendida desde la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V hasta la puerta de acceso al Salón de Embajadores, equivaliendo a 1/4 de la totalidad del patio (Fig. 32). La elección de esta zona para abordar el estudio se ha realizado a partir de una serie de consideraciones que a priori pueden aportar mayor información como son los restos aparentes de policromía, estado de conservación y variedad de elementos decorativos. A pesar de la elevada amplitud que aún presenta la zona seleccionada, permite la realización de una investigación más exhaustiva y precisa cuyos resultados son suficientemente significativos y extrapolables al resto de la techumbre, evitando así tener que ampliar el estudio a otras zonas.



ALCAZAR DE SEVILLA. PALACIO DEL REY D. PEDRO. PLANTA BAJA.  
 EN BASE A UN PLANO DE LA GERENCIA DE URBANISMO DEL AYUNTAMIENTO DE SEVILLA.  
 ESCUELA DE ESTUDIOS ARABES, S.L. L.C. A. JAMAURO / 474.

Figura 32. Localización del patio de las Doncellas en el plano correspondiente al Palacio de Pedro I (Almagro, 2000, p.26). Señalización de la zona sur-oeste del patio donde se lleva a cabo el estudio del alfarje.

### IV.1.2. Documentación de la obra *in situ*

Una vez seleccionada la zona de estudio, se ha procedido a la documentación de la misma. El objetivo del estudio previo de este sector ha sido recoger la máxima información posible tanto de los elementos decorativos y estructurales que conforma el alfarje como para el análisis de su estado de conservación. Para ello se ha contado con un sistema de andamiaje móvil que ha permitido acceder con proximidad a toda la superficie decorativa. La complejidad de la decoración formal y la repetición sistemática de motivos, hacen que en esta fase sea fundamental tener un riguroso control y ubicación de los datos obtenidos. Esta documentación ha consistido en:

#### **Documentación fotográfica**

Se ha realizado un barrido completo de la superficie decorativa seleccionada mediante fotografías generales, parciales y de detalle de todos los elementos decorativos. Estas fotografías han servido para documentar tanto el estado de conservación como para el análisis de la decoración. La toma fotográfica se ha realizado con una cámara Réflex Nikon D5200 con pantalla de ángulo variable y empleando un objetivo de 18-55 mm. Para garantizar la calidad de las imágenes obtenidas, se ha utilizado en algunas ocasiones un trípode auxiliar.

#### **Toma de mediciones**

Toda la superficie del alfarje ha sido rigurosamente medida empleando un distanciómetro láser marca *Distance-Master* con un rango de medición de 80 metros y un margen de error de  $\pm 1,5$  milímetros. Los datos obtenidos han sido fundamentales para la realización de gráficos representativos de la decoración y estructura del alfarje.

### IV.1.3. Elaboración de gráficos

A partir de las fotografías realizadas y las mediciones obtenidas, se ha elaborado una serie de gráficos bidimensionales a escala donde se detallan cada una de las partes estructurales y decorativas que conforman el alfarje (Anexo 1). Para ello, se ha trabajado con los programas de Autodesk AutoCAD, Adobe Photoshop y Corel Draw Graphics Suite<sup>1</sup> ya que permiten general fácilmente a diferencia de los programas vectoriales, gráficos un alto nivel de detalle y precisión.

*AutoCAD* es un programa de diseño vectorial de gran versatilidad (tanto en 2D como en 3D) por ello se emplea de forma generalizada por los profesionales de la arquitectura y delineación. Para la realización de los gráficos a través de este sistema se ha contado con la colaboración de la delineante Vanesa Reca González así como con la planimetría publicada previamente por el Real Alcazar de Sevilla realizada por el Dr. Antonio Almagro Gorbea.

El software *CorelDRAW Graphics Suite* es una aplicación informática de diseño gráfico vectorial que está diseñada para suplir múltiples necesidades, como el dibujo, la maquetación de páginas para impresión y/o la publicación web. Para este tipo de trabajos presenta varias ventajas, la primera es que al trabajar con vectores es compatible con los archivos de AutoCAD, permitiendo

<sup>1</sup> AutoCAD Architecture 2010 x32 [\*] Número de Serie: 352-71314896  
Corel Draw Graphics Suite X7 x64 [\*] Licencia: DR14C22-YWE8W22-TY5LAM9-ZKUQP3N  
Adobe Photoshop CC 2015 x64 [\*] Número de Serie: 91198705682269962157

la copia total o fragmentada de los mismos y su cómoda transformación a formatos de imagen, para su tratamiento y modificación. Por otra parte se pueden generar rápidamente dibujos de espacios proporcionados que permiten acotar los posibles errores derivados del uso de calcos directos y fotográficos, de tal modo que el gráfico final no acumule excesos en su proporción o tamaño. Por último permite realizar una maquetación eficiente de los archivos generados así como pasar el resultado a archivos a formato.pdf.

Finalmente, el programa Adobe Photoshop es un software de gestión de imagen que funciona a través de imágenes de mapa de bits. En el caso que nos ocupa, se ha utilizado para la corrección y mejora de la calidad de las fotografías, y para la realización de fotomontajes mediante el ensamblado de imágenes facilitando así la elaboración de los gráficos propuestos.

#### IV.1.4. Mapeo y toma de muestras

Una vez examinada en profundidad toda la zona de la superficie, se ha procedido a la toma de muestras para su posterior estudio mediante diferentes métodos de análisis que permitan conocer los materiales constitutivos y técnica de ejecución de su policromía. Este proceso se ha realizado teniendo en cuenta una serie de condiciones imprescindibles que permitan obtener resultados fiables y garantizados, como la elección adecuada de la zona donde se toma la muestra así como su identificación y control.

A la hora de seleccionar las áreas donde se han tomado las muestras se ha procurado que sean las más idóneas para conseguir un mayor volumen de información o responder al problema planteado. Las muestras se han extraído con la finalidad de conocer los materiales constitutivos del alfarje, tanto el tipo de madera con la que está realizada su estructura, como las capas de preparación, pigmentos, aglutinantes y barnices que conforman su policromía; por lo que se ha tratado que estas contuviesen el mayor número de estratos posible. En segundo lugar, el tamaño de las muestras no ha afectado a la conservación de la superficie y a la imagen de la obra al tratarse de unas dimensiones muy reducidas. Por último, es importante tener en cuenta el lugar donde se toma la muestra, por ello se ha intentado que se corresponda con zonas de la obra poco visibles y que no sean relevantes.

Durante todo el proceso se ha realizado un cuidadoso control del lugar concreto donde se ha extraído la muestra, primeramente tomando nota de ello sobre las fotografías impresas y posteriormente trasladando esta información a los gráficos realizados.

La identificación de las muestras se ha realizado mediante un código asignado que se refleja no solo en los contenedores de las muestras sino también en el mapeo gráfico y fotográfico indicando la zona concreta donde ha sido extraída.

Este código presenta las mismas características que el utilizado por compañeros del grupo de investigación en sus trabajos realizados en el palacio de Pedro I (Calero, 2016, p.52; López, 2012, p.48), siguiendo de este modo el mismo método basado en una nomenclatura alfanumérica, en la que varía únicamente la sigla referente al material del revestimiento a estudiar: **PD.M.X**. **PD** hace referencia a la localización dentro del Alcázar, correspondiéndose con el Patio de las Doncellas; **M** define el tipo de revestimiento estudiado, por lo que es la inicial de madera; y finalmente, se encontraría el número identificativo de muestra **X** (Fig. 32).



Figura 32. Esquema explicativo de la nomenclatura alfanumérica asignada a cada una de las muestras extraídas.

#### IV.1.5. Elaboración de catas

El alfarje situado en las galerías bajas del Patio de las Doncellas, al igual que los diferentes elementos decorativos que conforman esta estancia, han tenido diferentes intervenciones de adaptación al gusto de la época y restauración a lo largo de su historia según indica la documentación existente. Una muestra de ello se puede apreciar en la zona del friso compuesta por tablas con decoración epigráfica.

Como veíamos, parte de la decoración actual presenta una epigrafía en el interior de una cartela que se repite de forma constante e equitativa en toda la longitud del friso, alternada con diferentes emblemas heráldicos correspondientes a la corona de Castilla y León.

Tras un exhaustivo examen *in situ* y la toma de fotografías de detalle, se pudo comprobar que en zonas de este friso que presentan un alto grado de deterioro, se apreciaba restos de una epigrafía inferior diferente a la actual (Fig. 33).



Figura 33. Zona del friso donde aparecen indicios de una epigrafía anterior oculta por la policromía actual.

Por este motivo, se planteó la posibilidad de llevar a cabo una serie de catas con el objetivo de identificar los materiales que componen la policromía correspondiente a la epigrafía inferior, así como realizar una serie de calcos que permitan reconocer el texto epigráfico anterior al actual. Para ello, el procedimiento seguido ha sido el siguiente:

### **Selección de la zona**

Se ha elegido dos zonas del friso para elaborar catas:

ZONA 1: zona donde se ve claramente la existencia de una epigrafía anterior distinta a la actual, situada sobre el lateral izquierdo de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V (Fig. 34).



*Figura 34. Detalle del friso correspondiente a la zona 1.*

ZONA 2: zona donde la policromía actual se encuentra mejor conservada y no presenta signos aparentes de la existencia de una epigrafía inferior distinta. Esta zona se sitúa en la parte situada sobre la puerta pequeña derecha del muro oeste, a la derecha de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V (Fig. 35).



*Figura 35. Detalle del friso correspondiente a la zona 2.*

A través de la elaboración de catas en dos localizaciones diferentes y muy distantes del friso, podremos comprobar si la epigrafía anterior se encuentra únicamente en una zona específica del friso o si por el contrario, existió en todo este por completo.

Una vez seleccionadas las zonas, se ha procedido a la realización de las catas siguiendo los pasos que a continuación se describen:

### **Limpieza superficial de las zonas**

Se ha realizado una limpieza mecánica mediante brocha, para eliminar la capa de polvo que presenta la superficie (Fig. 36).

### **Elección de los solventes**

El empleo de diferentes medios solventes en el ámbito de la conservación requiere gran cuidado ya que hay que tener en consideración tanto los efectos inmediatos y visibles producidos como los efectos que pueden ocasionarse a largo plazo siendo éstos más incontrollables (Maschelein-Kleiner, 2004: p.5).



*Figura 36. Limpieza superficial con brocha*

A la hora de llevar a cabo la realización de las catas, el criterio de intervención basado en el respeto por la obra en sí cobra vital importancia. La policromía actual que presenta el friso es una capa muy débil y se encuentra en un estado de desvanecimiento, dejando trasver la policromía inferior en algunas zonas, por tanto se ha tenido en cuenta que los solventes a emplear posean unas características adecuadas para que no afecten a la policromía original oculta. Por ello, dado el riesgo que conlleva la realización de este tipo de testeos, a modo de prevención se ha evitado la utilización de aquellos que presentan una retención muy fuerte y larga.

Para ejecutar las diferentes catas de decapado, se han preparado distintas mezclas de solventes en varias concentraciones, con el objetivo de emplearlos de menor a mayor poder de actuación y toxicidad, y de mayor a menor volatilidad y capacidad de control. Las disoluciones preparadas han sido las siguientes (Tabla XIV):

TABLA XIV.

Mezcla de solventes empleados en la realización de catas y sus proporciones.

Disolución	Concentración
Esencia de Trementina	1
Alcohol + Agua destilada	1:1
Acetona + Agua destilada	1:1
Acetona + Alcohol	2:1
Esencia de Trementina + Alcohol + Agua destilada	1:1:1
Agua destilada + Acetona + Alcohol + Amoniaco	1:1:1:1
Dimetilformamida + Esencia de Trementina	1:2

### **Realización de catas**

Posteriormente, se han seleccionado para la elaboración de catas pequeñas zonas que aporten la mayor información posible. El tamaño de estas catas ha sido de 1 cm<sup>2</sup> aproximadamente delimitadas con acuarela blanca, cumpliendo de este modo los criterios basados en la identificación de intervención y reversibilidad de los materiales empleados (Fig. X). Las zonas más representativas sobre las que se han llevado a cabo las catas son:

*Zona 1:* En la que se intuye una letra de la epigrafía inferior.

*Zona 2:* Donde se puede observar parte del fondo de la epigrafía inferior.

*Zona 3:* En la que se intuye la presencia de la cartela inferior.

Los métodos empleados para la elaboración de catas han sido una combinación de limpieza mecánica y química, aplicando las disoluciones preparadas mediante hisopo con el objetivo de eliminar el repinte superficial y observar la epigrafía anterior (Fig. 37).



Figura 37. Izq. Señalización de la zona de cata con acuarela blanca. Centro. Realización de cata de forma mecánica empleando bisturí. Drch. Realización de cata mediante soluciones químicas aplicadas con hisopo.

### **Elaboración de calcos**

Finalmente, se han realizado una serie de calcos *in situ* donde se representa la epigrafía actual, las zonas de catas y la localización de muestras tomadas (Fig. 38). Dado el deterioro que presenta el friso de la Zona 1 en la que se observa principalmente un desvanecimiento y pérdida de la policromía más superficial, es posible intuir en parte la epigrafía inferior lo que nos ha permitido reflejar los restos de policromía visibles para posteriormente poder estudiar su composición y tipología.



Figura 38. Izq. Realización de calco *in situ* utilizando un film transparente de base y rotulador permanente indeleble para la señalización de los caracteres epigráficos.



## IV.2. METODOLOGÍAS APLICADA EN EL ESTUDIO DE MATERIALES

### IV.2.1. Técnicas instrumentales de análisis aplicadas al estudio de policromías

Con el fin de conocer tanto los materiales constitutivos y los procesos de ejecución empleados en la policromía del alfarje como las sucesivas intervenciones sobre las policromías originales, las muestras extraídas han sido estudiadas mediante diferentes métodos de análisis:

- Estudio previo mediante *microscopio estereoscópico o lupa binocular* de las muestras sin preparación alguna. Esta técnica proporciona una primera aproximación a los materiales más allá del puro análisis visual y permite seleccionar las muestras de mayor interés para ser estudiadas posteriormente con métodos más complejos. El microscopio empleado ha sido *NIKOM SMZ 1000* con cámara *DS-U3 Digital Camera* incorporada, obteniendo microfotografías superficiales y de corte estratigráfico.
- A partir del estudio preliminar con microscopio estereoscópico, se han preparado las muestras en formato de *láminas delgadas* en el departamento de Mineralogía y Petrología de la Universidad de Granada. Dichas láminas permiten la observación de la estratificación pictórica de cada una de las muestras en microscopía óptica así como su estudio mediante microscopía electrónica.
- *Microscopía óptica por reflexión y transmisión con luz polarizada*. Con estos métodos se ha obtenido una primera información sobre los materiales utilizados y su disposición en los diferentes estratos. Además muestra el número y grosor de los mismos y un análisis preliminar de cargas, pigmentos y aglutinantes. Los microscopios empleados para ello, ubicados en el Departamento de Mineralogía y Petrología de la Universidad de Granada, han sido Carl Zeiss-Jena Jenalab y Olympus BX-0 con equipamiento fotográfico DP-20. Este último ha permitido la realización de una amplia documentación de microfotografías con uno o dos polarizadores cruzados, de la mano de la doctora Olimpia López Cruz. En el caso concreto de la identificación de aglutinantes mediante microscopía óptica, las muestras han sido estudiadas por el doctor en CC Químicas Enrique Parra Crego en el laboratorio Larco Química y Arte (Villanueva de la Cañada, Madrid). Para ello ha empleado por un lado, ensayos microquímicos mediante tinción con Negro Amido II y Fuchsina, y por otro la visualización combinada con luz ultravioleta; permitiendo ambas técnicas la identificación de capas de temple y óleo.
- Análisis por *Microscopía Electrónica de Barrido* (SEM: Scanning Electron Microscopy) mediante la obtención de imágenes de electrones secundarios, retrodispersados y de microanálisis puntuales por dispersión de energía de rayos X (EDX: Energy Dispersión X-ray) realizados por la doctora Rocío Márquez Crespo en el Servicio de Microscopía Electrónica del Centro de Instrumentación Científica de la Universidad de Granada. Con este método se obtiene un análisis elemental de los diferentes estratos, con el fin de determinar de forma inequívoca y en continuación de la microscopía óptica, la naturaleza de los mismos. Este tipo de técnica aporta además imágenes de las muestras, en función del peso atómico de los elementos que las constituyen. Por otra parte como permite mayores aumentos que los microscopios ópticos se pueden observar con mayor

claridad los granos que constituyen las diferentes capas, además de detectar elementos trazas de los diferentes estratos. Los resultados que se obtienen mediante microscopía tienen un alto grado de fiabilidad pero aportan un análisis puntual por lo que es necesario realizar varios análisis de zonas similares para poder contrastar los resultados y sacar conclusiones globales y fiables de los datos obtenidos. Los equipos empleados son microscopios *Leo Gemini 1530* y *Leo 1430 VP* con sistema de microanálisis por dispersión de energía de rayos X *Inca 350* versión 17 de *Oxford Instrument*, empleando un filamento de 500pA, 20keV de energía de haz y 10 eV/ch de resolución espectral.

- *Espectroscopia de Infrarrojos por transformada de Fourier*, para el análisis de las preparaciones y los componentes de recubrimientos o barnices. Los análisis, se han llevado a cabo entre 4400 cm<sup>-1</sup> y 370 cm<sup>-1</sup>, en pastillas de KBr o mediante análisis superficial usando la técnica UATR (Universal Attenuated Total Reflectance). El laboratorio encargado de realizar este tipo de análisis ha sido igualmente Larco Química y Arte, de la mano del doctor Enrique Parra Crego.
- Métodos cromatográficos, concretamente la *Cromatografía de Gases*, para la determinación de sustancias lipófilas, como aceites secantes, resinas y ceras; y de sustancias hidrófilas como las proteínas y las gomas-polisacáridos (goma arábiga y productos afines). Para el análisis de sustancias lipófilas, las muestras se han tratado con el reactivo de metilación Meth-prep II. Para los hidratos de carbono y las proteínas se lleva a cabo una hidrólisis con HCl 6M y una derivatización con MTBSTFA en piridina de los ácidos grasos, aminoácidos y monosacáridos resultantes. Este tipo de análisis, al igual que el caso anterior, se ha llevado a cabo en el laboratorio Larco Química y Arte.
- Finalmente, para conocer el tipo de madera que constituye la estructura principal del alfarje, se ha realizado el análisis antracológico de una única muestra por parte del *Laboratorio de Estructuras de Madera* perteneciente al *Centro Investigación Forestal C I F O R*. Para su estudio anatómico, previo a la identificación, se han realizado preparaciones macro y microscópicas de las tres secciones o planos de la madera: transversal, longitudinal tangencial y longitudinal radial.

#### **IV.2.2. Elaboración de correlaciones estratigráficas: evolución cromática y cronológica de las intervenciones.**

Determinar la evolución cromática y cronológica de las intervenciones llevadas a cabo a lo largo de la historia en la policromía del alfarje, resulta un trabajo complejo a partir de la información obtenida en cada una de las muestras. Para facilitar el desarrollo de este trabajo, se ha puesto a punto una metodología en la que se relaciona de forma conjunta los resultados obtenidos en las fases anteriores centrada en la documentación bibliográfica y en el análisis de muestras.

Dicha metodología parte de la realización de una ficha identificativa individual de cada una de las muestras analizadas en las que se indican los diferentes estratos que presentan y su composición en cuanto a pigmento, carga y/o aglutinante, así como su correspondencia con posibles intervenciones que pueden contemplarse en función de los estratos.

El siguiente paso es relacionar los estratos identificados en diferentes muestras pertenecientes a una misma ubicación. La identificación de la técnica pictórica así como los pigmentos, son puntos clave para poder relacionar estratos así como atribuirlos a un momento determinado de la historia. En este caso, los pigmentos cobran vital importancia, ya que además de ofrecernos

información de la constitución del estrato, nos sirve para atribuir una datación en función de su cronología, como los pigmentos de época industrial. Este criterio no siempre es factible, dado que hay pigmentos antiguos cuyo uso se prolonga hasta tiempos recientes, pero sin embargo la morfología de los granos constituyentes, la presencia de materiales traza o su posición estratigráfica, permiten identificar los niveles de una intervención concreta.

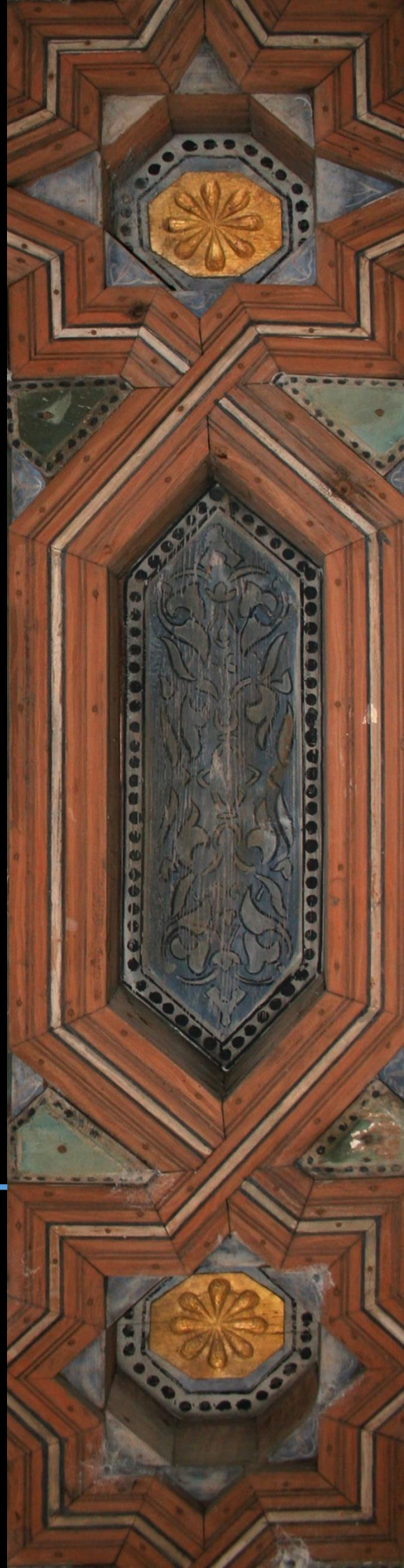
Muchas de las muestras no presentan el mismo número de estratos que el resto, debido a que se trata de intervenciones puntuales o bien que por el propio deterioro o sistema de actuación en intervenciones posteriores no se conserven restos de la policromía anterior. Por este motivo, se han ido introduciendo de forma organizada y estructurada cada uno de los estratos de las muestras en un sistema de cuadrícula donde se aprecian todos los estratos que tienen en común en función de su composición y aspecto, y los estratos no identificados o faltantes.

Los niveles de estratos resultantes han sido cotejados con los datos obtenidos en la revisión bibliográfica y documental, lo que ha permitido establecer correlaciones cronoestratigráficas de las muestras estudiadas. Además, a partir de la representación gráfica obtenida de todos estos datos, se ha podido realizar una valoración del nivel de intervención llevado a cabo en la policromía del alfarje a lo largo de su historia.



# Capítulo V.

Ensayos de tratamientos de  
restauración





## V.1. ELECCIÓN DE TRATAMIENTOS DE RESTAURACION Y PROPUESTA DE ENSAYO

Los elementos decorativos del patio de las Doncellas, al tratarse de un espacio abierto y exterior, se ven expuestos a una serie de factores de deterioro constantes sin que puedan regularse a través de un control de exposición. Por un lado encontramos factores extrínsecos como son la humedad, la temperatura, la luz, la vegetación que presenta el patio por las zonas ajardinadas o la contaminación atmosférica. Por otro, se encuentran los factores intrínsecos propios de los materiales constitutivos. Concretamente, en el caso del alfarje, entre las propiedades determinadas destacan la higroscopicidad, sus propiedades físicas, el pH o el carácter orgánico tanto de la madera empleada de soporte, como de los aglutinantes y barnices que componen su policromía, actuando ambos como nutrientes de microorganismos favoreciendo su crecimiento y colonización. La combinación de todos estos factores trae consigo alteraciones tanto de las propiedades físicas, químicas y mecánicas del alfarje como de su aspecto estético. (Valentín, 2004, pp.1-2).

Como resultado de ello, encontramos alteraciones en el alfarje como oxidación de los elementos metálicos empleados para su sujeción, falta de piezas en su estructura, inclusión de piezas no originales, suciedad superficial, restos biológicos, repolicromados o lagunas originadas por la descohesión y pulverulencia de la policromía. Además de todas ellas, destacan también las alteraciones de decoloración producidas tanto por el crecimiento de colonias de microorganismos en la superficie como por la incidencia de la luz ultravioleta, entre otros factores.

La radiación ultravioleta actúa tanto en el soporte de madera como en los recubrimientos que pueda presentar. En el caso de la madera en sí, la penetración de esta radiación produce reacciones fotoquímicas desarrolladas en las paredes celulares afectando a la lignina, produciendo compuestos orgánicos de carbonilo y cromafóricos de carboxilo causantes de los cambios de coloración (Valverde y Moya, 2010, p.11). En lo que respecta a la policromía, la luz ultravioleta, índice de forma negativa en pigmentos, sobre todo en aquellos de origen orgánico produciendo cambios de color, y en aglutinantes y barnices, causando en estos últimos una tonalidad opaca, blanquecina e incluso azulada debido a la humedad y a la combinación de la radiación con los ácidos grasos presentes en su composición (Vivancos, 2007, p.137, 153). Tanto en un caso como en otro, estas reacciones de fotooxidación se atribuye a la absorción de la radiación UV por los grupos cromóforos (Garay, 2009, p.124).

Sin embargo, la acción de los microorganismos sobre la madera y la policromía se produce por la acción enzimática desarrollada durante el proceso de alimentación a través de las sustancias de reserva presentes tanto en la madera como en aglutinantes y barnices. Durante este proceso, el hongo en su desarrollo producen excreciones, provocando manchas en la superficie y alteraciones de color (Vivancos, 2007, p.180, 184).

El empleo de materiales en la obra para su protección supone una modificación en su relación con el ambiente, lo que puede dar lugar a variaciones o efectos indeseados en su comportamiento en un futuro. El principal objetivo que se plantea en cuando se interviene un revestimiento es que su conservación se establezca y mejore, reduciendo su nivel de alteración. Por este motivo, resulta necesario realizar comprobaciones del tratamiento seleccionado previamente a su aplicación en la obra (Calero, 2016, p.60). Ante estas circunstancias, se ha

considerado oportuno la realización de una investigación que contemple la respuesta de posibles productos de protección utilizando para ello métodos de probetas identificativas, con el fin de combatir las alteraciones de decoloración descritas y valorar así sus efectos y eficacia. A partir de los datos resultantes, se podrá elaborar una propuesta de conservación y restauración específica empleando tratamientos estables a las condiciones ambientales en las que se encuentra expuesto de forma inevitable el alfarje, permitiendo así evitar, reducir o ralentizar la aparición de las alteraciones producidas tanto por la radiación ultravioleta como por los microorganismos. De este modo, la propuesta que se realice no solo podrá ser aplicable al alfarje que tenemos como motivo de estudio sino en otras obras con problemáticas similares, tanto del propio Alcázar como de fuera de él.

A la hora de elegir el tratamiento a ensayar, en este trabajo nos hemos decantado por materiales de carácter sintético ya que las resinas naturales empleadas de forma habitual como sistema de protección suelen experimentar un rápido amarilleamiento. Esto trae consigo un procedimiento reiterativo basado en la eliminación y reaplicación del barniz, suponiendo un riesgo para las capas subyacentes que componen la policromía. En sustitución a estas resinas naturales, en las últimas décadas se ha venido empleado barnices a base de polímeros de síntesis estables a la luz pero que resultan poco resistentes ante los agentes atmosféricos (Zalbidea y Gómez, 2011, p.495).

Según Garmendia (2003), para proteger la obra contra los efectos de la luz ultravioleta los productos más indicados son absorbentes UV, antioxidantes y HALS (Hindered Amine Light Stabilizers), compuestos que inhiben la degradación del recubrimiento que ya posee radicales.

Ejemplo de ello es el estudio realizado por Zalbidea y Gómez (2011) donde ponen a prueba en pintura de caballete, resinas sintéticas combinadas con estabilizadores ultravioleta aplicadas mediante un sistema de barnizado multicapa creado por René de la Rie, basado en la superposición de diferentes capas de barnices sintéticos sobre capas de barniz de origen natural con el fin de aislarlas del contacto atmosférico. Las resinas sintéticas que emplean son de carácter acrílico como Regalrez<sup>®</sup>, resina de hidrocarburo muy estudiada por los laboratorios científicos de National Gallery of the Art de Washington, y la resina de ciclohexanona Laropal k80<sup>®</sup>. En cuanto a estabilizadores, introducen el Tinuvin 292<sup>®</sup> y el Kraton G1650<sup>®</sup>. Desde el punto de vista de la aplicación de estas combinaciones, concluye que la técnica más eficaz, por lo general, es la aplicación mediante brocha.

A pesar de ello, los estudios realizados sobre la eficacia y comportamiento de estos tratamientos comerciales son escasos y ofrecen poca información en cuanto a los resultados a medio plazo. A todo ello, se le suma que la mayoría se basan en aplicaciones sobre maderas naturales no policromadas (Valverde y Moya, 2010; Garay, 2009).

Siguiendo estas consideraciones, en el caso que nos ocupa, se ha apostado por un barniz protector con estabilizadores de radiación ultravioleta que consiga frenar el proceso de degradación existente que afecta al color de la policromía así como inhibir el crecimiento de colonias que producen biodeterioro, ya que se trata de una de las alteraciones más importantes que presentan. Se trata de un barniz de la casa ARCHIVAL GOLDEN<sup>®1</sup>, formulado con resinas acrílicas 100% y alcoholes minerales que produce una película flexible y que protege tanto de la suciedad y humedad, como de la luz ultravioleta gracias a que presenta estabilizadores de este tipo de radiación. Es reversible y resistente al amarilleo. Para este caso se ha seleccionado en

---

<sup>1</sup> [http://www.goldenpaints.com/technicalinfo\\_archvarn](http://www.goldenpaints.com/technicalinfo_archvarn) (Consultada el día 6 de abril del 2015)



forma de aerosol por la comodidad que supone para su aplicación en este tipo de revestimientos arquitectónicos de orientación horizontal, y con un acabado satinado para evitar que produzca modificaciones considerables en los aspectos de color y brillo. Todas estas características en conjunto, han hecho que sea considerado como uno de los tratamientos más idóneos para ser sometido a evaluación.

Con el fin de evaluar los aspectos que Villegas Sánchez (2007, p.52) indica como necesarios para comprobar la idoneidad de cualquier tratamiento tales como compatibilidad del producto con los materiales, resistencia a los agentes de deterioro y eficacia, las probetas se han sometido a dos ensayos:

- Ensayo de envejecimiento natural: se ha aplicado el filtro Ultravioleta en probetas de ensayo y éstas han sido expuestas a un ciclo de envejecimiento natural con una duración de 12 meses a la intemperie. Al estar sometidas a factores de deterioro como la humedad, la temperatura, la radiación ultravioleta y la contaminación atmosférica durante un año, se consigue que los factores mencionados varíen de forma considerable coincidiendo con las distintas estaciones del año. Una vez concluido el ciclo, se ha realizado un estudio de los cambios de color y brillo para comprobar la eficacia del tratamiento protector aplicado.
- Ensayo de biodeterioro: de igual forma se han elaborado probetas de ensayo donde se ha aplicado el tratamiento protector. Sobre estas se han inoculado las especies de microorganismos identificadas en el alfarje a partir de cultivos de muestras. Las probetas son acondicionadas en parámetros de humedad y temperatura idóneas para el crecimiento y desarrollo de las colonias. Tras su crecimiento, se ha comprobado el comportamiento del filtro UV ante este tipo de factores biológicos así como su influencia en los materiales constituyentes de las probetas.

## V.2. METODOLOGÍA APLICADA EN EL ENSAYO DE ENVEJECIMIENTO NATURAL

### V.2.1. Elaboración de probetas de ensayo

Una vez identificados y revisados los diferentes materiales que constituyen la policromía del alfarje, se han elaborado una serie de probetas de madera sobre las que se reproduce las técnicas pictóricas a partir de la selección de materiales realizada.

Las probetas han sido sometidas a un ciclo de envejecimiento natural con el fin de acercarnos al deterioro que encontramos en el alfarje original y comprobar así la influencia y las alteraciones producidas por los diferentes agentes de deterioro, centradas fundamentalmente en las mediciones de humedad, temperatura y radiación ultravioleta.

La preparación de éstas, se ha realizado en la medida de lo posible según la normativa establecida por AENOR para la elaboración de este tipo de trabajos (UNE-EN 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. Charecteristics and test method.*). Para ello previamente se han hecho una revisión de las mismas, de modo que se elige aquella que mejor adecue a los objetivos propuestos.

Se han realizado dos probetas por tipo de pigmento, capa de preparación y aglutinante, de las cuales una de ellas no se ha expuesto a envejecimiento sino que se ha reservado en unas condiciones adecuadas de conservación, actuando como probeta patrón. De este modo, una vez finalizado el ciclo de envejecimiento, se ha podido realizar una comparativa entre probetas envejecidas que presentan alteraciones y las conservadas en un ambiente idóneo.

Cada probeta se ha dividido en dos zonas, en una de ellas se ha aplicado el barniz más habitual identificado en el alfarje y la otra parte se ha dejado sin barnizar. A su vez, estas zonas se han vuelto a dividir en dos, aplicando el tratamiento protector basado en un barniz con estabilizador de radiación ultravioleta. Con el fin de evitar confusiones, se ha denominado al tratamiento *filtro ultravioleta* o *UV* para su mejor distinción con respecto al término de barniz habitual (Fig. 39).

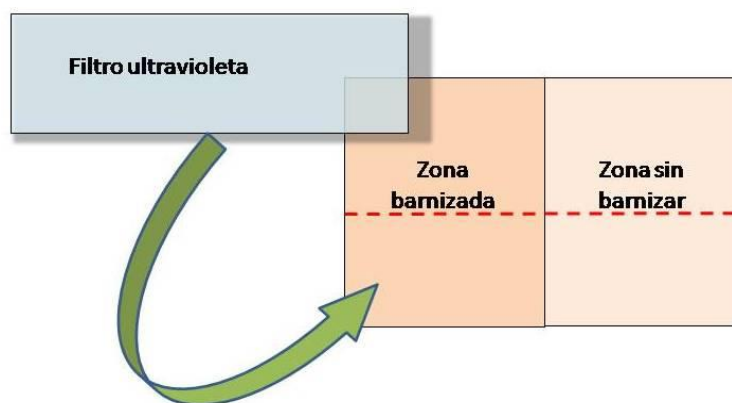


Figura 39. Esquema representativo de la aplicación de barniz y filtro UV en las probetas elaboradas.

Como resultado, cada probeta consta de cuatro zonas: una primera barnizada con filtro UV, una segunda barnizada sin filtro UV, una tercera sin barnizar con filtro UV y la cuarta sin barnizar y sin filtro UV (Fig. 40).

Hay que exceptuar las probetas realizadas con oro dado que éstas no solían llevar barniz final, por lo que solo nos aportan dos resultados: el dorado en sí y el dorado protegido con filtro UV.



*Figura 40. Esquema representativo de la estructura que presenta la superficie de las probetas patrón y las destinadas a envejecimiento, tras la aplicación sucesiva del barniz identificado en la policromía del alfarje y el filtro ultravioleta.*

### V.2.2. Sistema de envejecimiento

Las probetas elaboradas han sido sometidas a un envejecimiento natural, acatando en la medida de lo posible la norma (UNE-EN ISO 2810:2004). La duración del proceso ha sido de un año, pasando de esta forma por todas las estaciones del año: primavera, verano, otoño e invierno, y por tanto por todas las variaciones posibles de los parámetros ambientales.

La razón de elegir el envejecimiento natural y descartar los métodos de cámaras de envejecimiento artificiales para el tratamiento de las probetas, se ha debido primeramente a al considerable número de probetas a preparar y por otra parte, el excesivo tamaño de éstas no apto para la capacidad que poseen las cámaras mencionadas. El principal motivo por el que se han realizado las probetas con dicho tamaño y no más reducidas para la adaptación a las cámaras de envejecimiento, es la necesidad de contar con una superficie lo suficientemente amplia para que se puedan realizar pruebas y mediciones sobre éstas, por lo que un tamaño excesivamente pequeño hubiese sido un inconveniente para la ejecución de las pruebas de ensayos posteriores y la observación de los resultados obtenidos.

Además de la ventaja de no tener limitación de tamaño en la ejecución de probetas que nos ofrece el envejecimiento natural, ha permitido aproximarnos a los diferentes agentes de deterioro causantes de las alteraciones que presenta el alfarje a través de la exposición a unas condiciones climatológicas bastantes duras como veremos posteriormente. Sin embargo, el inconveniente de este tipo de envejecimiento es que necesita un periodo de tiempo mucho más prolongado que las cámaras de envejecimiento artificiales, pero en este caso se ha preferido aunque evidentemente el deterioro obtenido es más limitado.

Para llevar a cabo el envejecimiento natural de las probetas, se ha diseñado un sistema ubicado en el antiguo centro de Conservación y Restauración de la Universidad de Granada, denominado Palacio del Almirante en pleno barrio del Albaicín. Consta de las siguientes partes:

**Estructura de soporte para probetas:**



Figura 41. Estructura donde se disponen las probetas para envejecimiento natural.

Estructura realizada mediante perfiles metálicos inoxidables para la colocación de las probetas descritas destinadas a envejecimiento. Estos perfiles están dispuestos al aire libre en posición horizontal paralelos al suelo, anclados a la pared y cubiertos por un voladizo (Fig. 41), de modo que la posición de las probetas en estos perfiles sea lo más similar a la obra real (Coba et al, 2014).

**Estación meteorológica:**

Para poder llevar a cabo un control de los distintos agentes de deterioro que actúan sobre las probetas, se ha instalado una estación meteorológica por parte de la empresa SENSINET INGENIERÍA, especializada en el diseño y comercialización de sistemas y aplicaciones con dispositivos inalámbricos. Los dispositivos con los que cuenta esta estructura para la medición de los diferentes parámetros son los siguientes (Fig. 42):

- Piranómetro modelo LP PYRA 2AV (*DELTA-OHM*) clase 1 (ISO 9060). Mide la irradiancia (suma de la irradiancia directa del sol y la irradiancia difusa) sobre una superficie horizontal en Watt/m<sup>2</sup>.
- Anemómetro 6410 (*DAVIS*) cuya función es indicar la velocidad y dirección del viento.
- Pluviómetro 7852 que muestra la cantidad de lluvia caída.
- Sensor UV 6490 (*DAVIS*) *UV Solar Radiation Sensr. For Vantage Pro and Vantage Pro2. Weather Stations*. Detecta la radiación ultravioleta en longitudes de onda comprendidas entre 290 y 390 nanómetros, y la radiación solar entre las 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 cuanto a humedad el rango es de 0 a 100% y una precisión de  $\pm 2\%$ . Este sensor se complementa con una campana anti-radiación (*DAVIS*) que permite una mayor precisión en la medida de la temperatura sin que se vea afectada por la radiación directa de la luz solar.
- Sondas cableadas en probetas para medición temperatura y humedad superficial de las probetas expuestas.



Figura 42. En orden de aparición en la imagen: 1. Aerómetro. 2. Sensor UV, Piranómetro y sensor de humedad y temperatura con campana anti-radiación. 3. Pluviómetro. 4. Sondas cableadas que miden la humedad y temperatura superficial de cada probeta.

### Software específico

Se trata de un equipo integrado en la estación para medición de señales que vuelca los datos obtenidos en un ordenador a través de un *software específico*, enrutado por IP al controlador (Fig. 43). Este software permite generar gráficas y tablas compatibles con Word/Excel donde se expresan los datos de los parámetros medidos de forma diaria, semanal, mensual o anual en tiempo real (Fig. 44). Este tipo de información es de gran utilidad ya que las alteraciones producidas tras el envejecimiento, pueden relacionarse directamente con los datos obtenidos de la estación de envejecimiento. Las probetas patrón sin envejecer han sido colocadas en uno de los laboratorios del edificio en unas condiciones idóneas para su conservación e igualmente motorizadas con dispositivo portátil encargado de medir parámetros de humedad y temperatura (Calero et al. 2015).

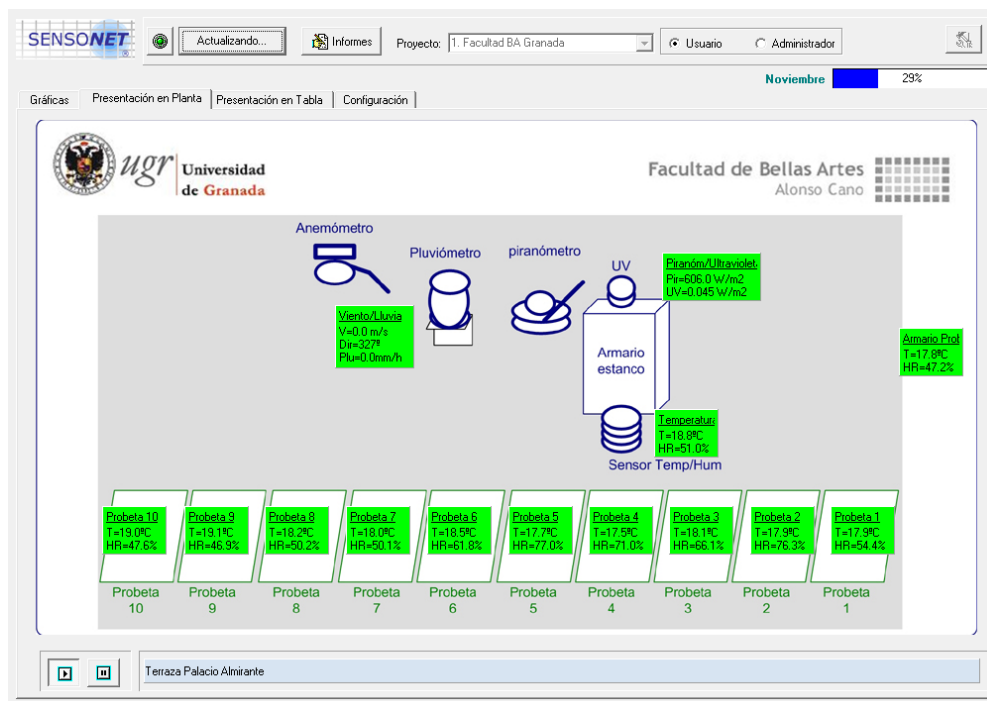


Figura 43. Software específico donde se indican los datos recogidos por los distintos sensores que componen la estación de envejecimiento natural.

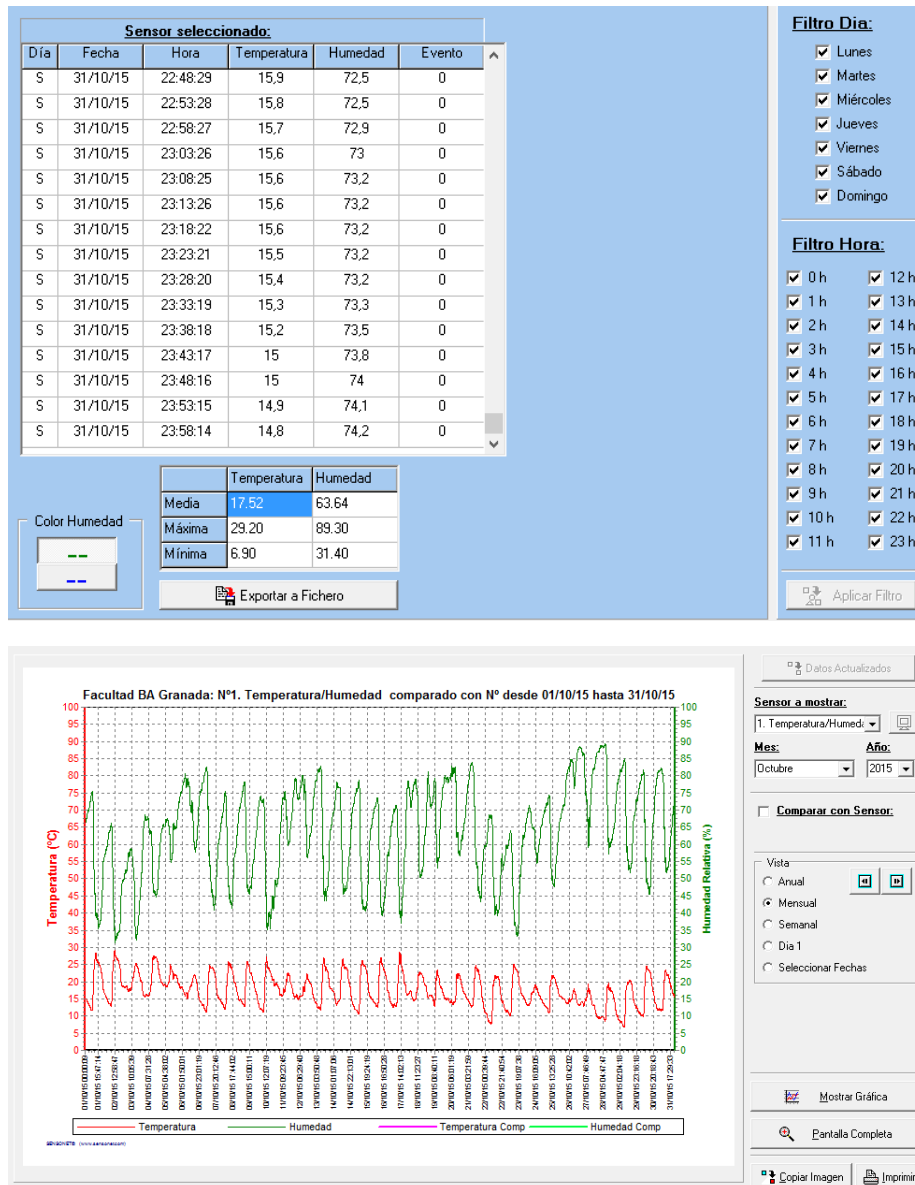


Figura 44. Sup. Ejemplo de tabla (sup.) y gráfica (inf.) generadas a partir de la gestión de los datos obtenidos con el software específico.

### V.2.3. Evaluación concluido el ensayo de envejecimiento.

#### Evaluación colorimétrica

Una vez concluido el ensayo de envejecimiento natural se ha evaluado la eficacia ejercida del protector con estabilizadores de radiación ultravioleta, a partir de la diferencia de valores colorimétricos entre las distintas particiones que constituyen las probetas patrón como de las envejecidas.

Desde el punto de vista teórico, la representación del color de un objeto de forma numérica se realiza mediante tres valores correspondientes a las coordenadas cartesianas CIELAB L\*, a\*, b\*, o bien mediante las coordenadas cilíndricas de CIELAB L\*, C\*<sub>ab</sub>, h<sub>ab</sub> (Comisión Internacional de Iluminación (CIE). *Publicación CIE 15:2004. Colorimetry, 3rd Edition. CIE Central Bureau, Vienna, 2014.*) (Tabla XV).

TABLA XV.  
Formas de representación del color numéricamente.

Coordenadas $-L^*a^*b^*$ CIELAB	
$L^*$ :	Es el grado de claridad. Indica la luminosidad relativa de un objeto con valores comprendidos entre el 0 (negro) al 100 (blanco).
$a^*$ :	Indica la cantidad de rojo y verde que presenta el color.
$b^*$ :	Indica la cantidad de amarillo y azul que presenta el color.
Coordenadas $L^* C^*_{ab} h_{ab}$ CIELAB (Fig. 45)	
$L^*$ :	Es el grado de claridad. Indica la luminosidad relativa de un objeto con valores comprendidos entre el 0 (negro) al 100 (blanco).
$C^*_{ab}$ :	Es la intensidad de color (saturación), siendo máxima en los colores puros y mínima en los colores acromáticos.
$H_{ab}$ :	Es el ángulo de tono. Indica la cantidad de rojo, amarillo, verde o azul que presenta un objeto. La medida en este caso se realiza mediante ángulos sexagesimales comprendidos entre $0^\circ$ , $90^\circ$ , $180^\circ$ y $270^\circ$ respectivamente

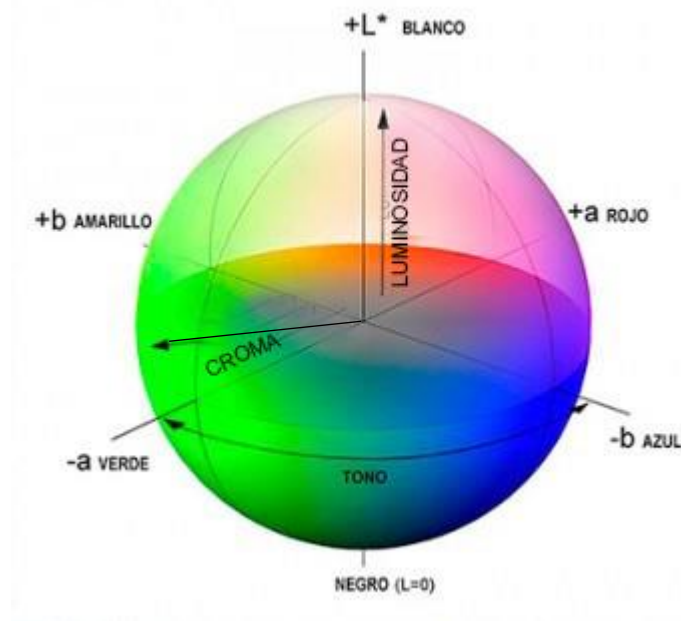


Figura 45. Espacio de color en el sistema CIELAB.

En nuestro trabajo, el procedimiento llevado a cabo para medir el color ha consistido en la toma de tres medidas individuales en cada una de las particiones establecidas en la superficie de las probetas, empleando un espectrofotómetro Konica-Minolta CM 2600D<sup>2</sup> con las siguientes condiciones de medición:

- **Geometría de medición:** d/8 (iluminación difusa y detección a 8º de ángulo de visión).
- **Medida simultánea de SCE** (componente especular excluida)
- **Rango de longitudes de onda:** 360 nm-740 nm.
- **Paso de longitud de onda:** 10 nm
- **Área de medida/iluminación:** 8 mm/100% UV
- **Observador patrón:** CIE 1964 (10°)
- **Iluminante patrón:** CIE D65
- **Espacio de color/datos colorimétricos:** CIE 1976 L\*a\*b\*- L\*C\*<sub>ab</sub>h<sub>ab</sub>. (CIELAB)
- **Humedad y temperatura para el acondicionamiento de las probetas de ensayo:** 51% HR y 21,3 °C
- **Fecha de realización:** Octubre 2012 para probetas patrón. Noviembre 2015 para probetas envejecidas.

En cada medida se han considerado los valores CIE 1976 L\*, C\*<sub>ab</sub>, h<sub>ab</sub>, los valores promedio (AVG) y los valores de desviación estándar (SD), acorde con la normativa *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)* (Capilla et al, 2002, p.119). Los datos obtenidos se han gestionado mediante Color Data Software CM-S100W Spectramagic™ NX Pro de Konica Minolta, v. 3. 61, 1996- 2002.

Estas mediciones se han efectuado tanto en las probetas patrón como en las probetas una vez envejecidas, lo que ha permitido calcular diferencias de color entre ellas. Para llevar a cabo esta determinación diferencial, siguiendo las indicaciones de la Comisión Internacional de Iluminación (CIE) y la Organización Internacional de Normalización (ISO), se ha utilizado la fórmula CIEDE2000 considerada como el método más idóneo de diferenciación de color (*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)* dado que permite una mejor correlación entre los valores obtenidos y diferencias visuales en contraposición con otras fórmulas aplicadas anteriormente (Collado et al, 2016; Huang et al, 2012, Capilla et al, 2002, p.82). La comparativa de color entre probetas se ha establecido teniendo en cuenta la diferencia entre los parámetros de color  $\Delta E_{00}$  entre las particiones sin filtro y con filtro UV.

---

<sup>2</sup> 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  $\cdot E^*_{ab}$  dentro de 0.04%; ajuste numérico instantáneo de UV, con filtro de corte UV 400nm; modo de medida: individual/promedio; observador: 2º/10º; 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).



Los resultados obtenidos en la evaluación colorimétrica, debido a la importancia que tiene este estudio en el desarrollo de esta tesis doctoral, se presentan siguiendo un sistema detallado a partir de la clasificación de las probetas tanto patrón como las envejecidas en función del pigmento empleado. En ambos casos, se ha incluido una fotografía de las probetas clasificadas junto con una tabla donde se recogen los valores  $L^*$   $C^*_{ab}$   $h^*_{ab}$  de cada partición, los valores  $\Delta E_{00}$  correspondientes a la comparación de la partición con filtro y sin filtro, y los valores AVG y SD de toda la probeta. De este modo, se ha podido comprobar cuantitativamente las variaciones colorimétricas producidas a partir de la aplicación y comportamiento del protector de radiación ultravioleta antes y después del envejecimiento en cada una de las probetas. Por otro lado, se ha establecido una comparación, siguiendo la clasificación de las probetas según el pigmento empleado, de las particiones patrón y envejecidas donde se ha aplicado el tratamiento, lo que nos permite comprobar las variaciones entre estas después del envejecimiento (Fig. 46).

**PROBETAS CON UN DETERMINADO PIGMENTO**

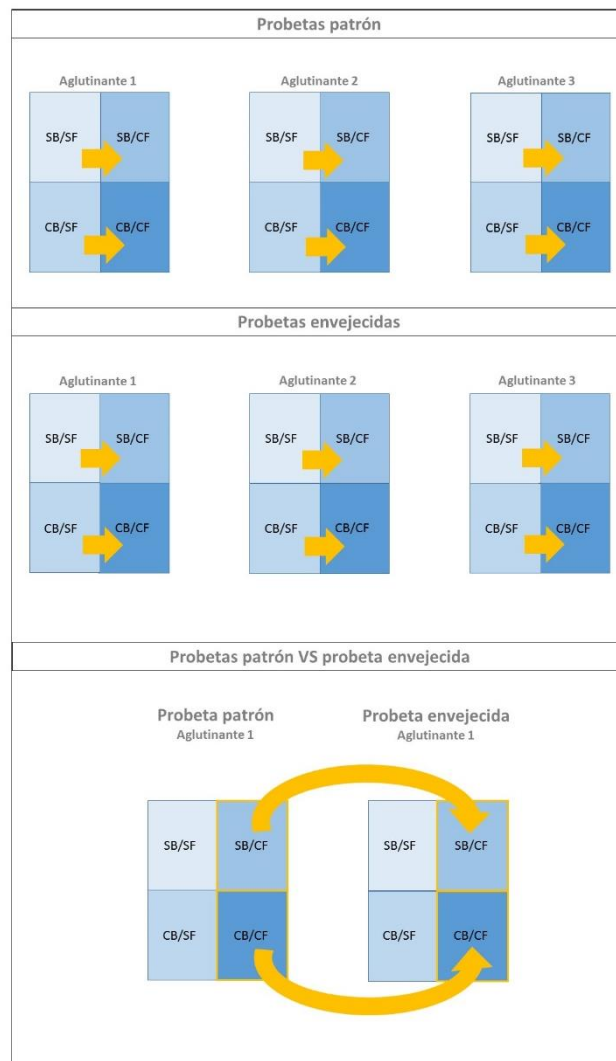


Figura 46. Esquema representativo del sistema de comparación de probetas envejecidas y probetas patrón, todas ellas elaboradas con un mismo pigmento pero con diferentes aglutinantes. Este sistema permite comprobar las variaciones de color inducidas por la aplicación del filtro ultravioleta antes y después del envejecimiento. Nomenclatura: SB, Sin Barniz; CB, Con Barniz; SF, Sin Filtro; CF, Con Filtro.

**Evaluación de brillo**

De forma complementaria a la valoración colorimétrica de las probetas envejecidas con respecto a las probetas patrón, se ha valorado también los cambios de brillo producidos.

El brillo es la propiedad óptica que presenta una superficie y se caracteriza por la capacidad de reflejar la luz de forma especular.

La reflexión especular de los objetos va a depender de la superficie de estos y de la dirección de la luz que se refleja. En las superficies con un alto brillo, la luz incidente se refleja únicamente en la dirección especular principal, sin embargo en las superficies mates, la luz se refleja además de en la dirección especular principal, se dispersa de manera difusa en todos los ángulos sólidos. En este último caso, cuanto más uniforme es la dispersión de la luz en el espacio, menor es la intensidad del componente dirigido y más mate aparece la superficie. (UNE 2813:2014, p.8).

Por tanto, la medición del brillo se fundamenta en la medición de la luz reflejada de manera direccional. En este contexto se mide la intensidad de dicha luz teniendo en cuenta el ángulo de reflexión que forma en la superficie. En función del ángulo que se forme, la percepción del brillo varía de forma considerable. Dependiendo del grado de brillo de la superficie de la probeta, se establecen los ángulos de medición siguientes (UNE 2813:2014, p.8):

- Geometría de 20° para superficies de alto brillo
- Geometría de 60° para superficies de semi-brillo
- Geometría de 85° para superficies mate.

Para la medición de brillo en las probetas elaboradas el equipo empleado ha sido un brillómetro de la marca Konica Minolta MULTI GLOSS 268Plus. Este instrumento cuenta con la capacidad de medir en 3 ángulos distintos: 20°, 60° y 85°, desde superficies mates a superficies de alto brillo.

Siguiendo el método de ensayo indicado en la norma ISO 2813:2014 *Pinturas y barnices. Determinación del índice de brillo especular a 20°, 60° y 85°* para la medición de brillo en recubrimientos no texturados en sustratos opacos y planos, los parámetros específicos que se han considerado en la toma de medición de brillo son los siguientes:

- **Dirección de la medición:** Se ha medido en seis posiciones representativas en cada una de las particiones que compone la probeta, alternando tres posiciones en sentido vertical y tres posiciones en sentido horizontal, registrando el valor medio redondeado de todos los valores obtenidos. Se ha evitado la luz de interferencia, la luz difusa y la luz reflejada en los bordes durante todo el proceso de medición.
- **Geometría:** empleamos la geometría de 85° ya que los valores de UB (Unidades de Brillo) registrados en todos los casos son inferiores a 10, favoreciendo así la diferenciación.
- **Índice de brillo:** UB (Unidades de brillo) o GU (Gloss Units).
- **Humedad y temperatura para el acondicionamiento de las probetas de ensayo:** 51% HR y 21,3 °C
- **Fecha de realización:** Octubre 2012 para probetas patrón. Noviembre 2015 para probetas envejecidas.

A diferencia del estudio colorimétrico, las probetas en este caso se han agrupado en función del aglutinante empleado, de modo que se pueden apreciar los cambios de brillo producidos de forma global en todas las casuísticas de color que presentan las probetas (Fig. 47). El sistema

establecido para comprobar las diferencias, ha consistido en la comparación de las distintas particiones que componen la superficie de las probetas siguiendo la siguiente metodología (Tabla XVI):

- Primeramente se han comparado las particiones de la probeta patrón. Por un lado se compara la partición sin barniz y sin filtro (SB/SF) con la partición que presenta barniz y filtro estabilizador UV (SB/CF) (comparativa 1). Por otro lado, se compara la partición con barniz y sin filtro (CB/SF) con la partición con barniz y filtro (CB/CF) (comparativa 2).
- Siguiendo las mismas pautas que en las probetas patrón, se realizan las comparativas entre las distintas particiones de las probetas envejecidas (comparativas 3 y 4).
- Finalmente, se ha comparado cada una de las particiones de las probetas patrón con su partición homóloga en la probeta envejecida (comparativas 5, 6, 7 y 8).

TABLA XVI.

Sistema comparativo de brillo entre las distintas particiones que componen la superficie de la probeta.

PROBETA PATRÓN		PROBETA ENVEJECIDA		PROBETA PATRON VS PROBETA ENVEJECIDA			
Comparativa 1	Comparativa 2	Comparativa 3	Comparativa 4	Comparativa 5	Comparativa 6	Comparativa 7	Comparativa 8
SB/SF VS. SB/CF	CB/SF VS. CB/CF	(E)SB/SF VS. (E)SB/CF	(E)CB/SF VS. (E)CB/CF	SB/SF VS. (E)SB/SF	SB/CF VS. (E)SB/CF	CB/SF VS. (E)CB/SF	CB/CF VS. (E)CB/CF

**PROBETAS AGRUPADAS SEGÚN EL AGLUTINANTE**

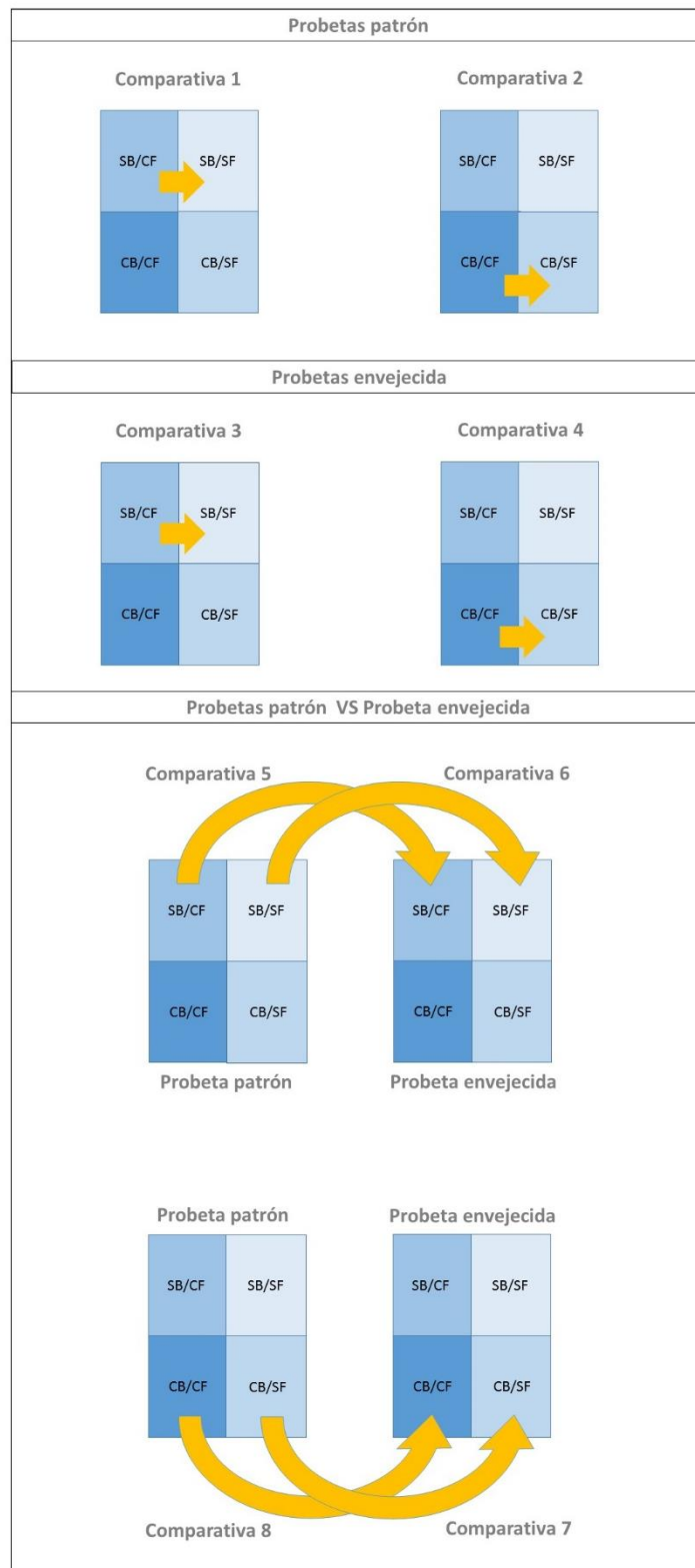


Figura 47. Esquema representativo del sistema de comparación de probetas elaboradas con un mismo aglutinante pero con diferentes pigmentos. Este sistema permite comprobar las variaciones de brillo generadas en las probetas patrón y en las envejecidas, tanto por el aglutinante y barniz empleado como las inducidas por la aplicación del filtro ultravioleta. Nomenclatura: SB, Sin Barniz; CB, Con Barniz; SF, Sin Filtro; CF, Con Filtro.

### V.3. METODOLOGÍA APLICADA EN EL ENSAYO DE BIODETERIORO

Como comentábamos al comienzo de este capítulo, el alfarje que tenemos como motivo de estudio al estar ubicado en un espacio abierto y exterior, está expuesto de forma constante a una serie de factores tanto extrínsecos como intrínsecos. Todos estos factores junto a la acción de organismos vivos, tanto a nivel macroscópico (insectos, aves, reptiles...) como microscópico (hongos y bacterias) son los responsables del biodeterioro mecánico, químico y estético que presentan estas zonas arquitectónicas expuestas a la intemperie. Cuando se trata de organismos vivos de carácter macroscópico el deterioro que producen es a causa de la utilización de este tipo de estructuras arquitectónicas como lugar de asiento y reproducción. Sin embargo, cuando el biodeterioro viene determinado por microorganismos, en los que destacan los grupos de bacterias y hongos, la solución resulta más compleja que en el caso anterior dado que no son organismos externos o eventuales sino que forman parte de la propia estructura al utilizar la madera como nutriente lo que favorece su crecimiento y colonización.

En el caso del grupo de los hongos, debido a su naturaleza saprofitica, tienen un papel esencial en el biodeterioro dado que actúan a todos los niveles: las hifas se van abriendo paso a través del material que colonizan, lo que hace que el crecimiento del micelio provoque fisuras y fragmentación del mismo. Por otro lado, estos microorganismos eucarióticos producen complejos enzimáticos muy potentes, capaces de degradar, desde moléculas muy sencillas, hasta polímeros muy complejos como es el caso de la lignina. A ello, hay que sumarle una característica muy representativa de los hongos basada en la formación de micelios y/o esporas coloreadas que conduce al biodeterioro estético.

Por este motivo, se ha considerado oportuno la realización de un estudio con el objetivo de:

- Comprobar la eficacia que ejerce el protector con estabilizadores de radiación ultravioleta ante este tipo de microorganismos.
- Conocer cuáles son los principales cambios a nivel constitutivo de los aglutinantes presentes en la policromía del alfarje tras la acción de las especies de microorganismos identificadas, ya que se trata de la única materia orgánica presente en la policromía que sirve de nutriente y favorece el crecimiento de los mismos.

A partir de los datos resultantes, se podrá elaborar una propuesta de conservación y restauración específica que permita combatir las alteraciones producidas por el tipo de hongos identificados, no solo aplicable al alfarje que tenemos como motivo de estudio sino en otras obras con problemáticas similares, tanto del propio Alcázar como de fuera de él.

La metodología llevada a cabo para cumplir estos objetivos parte del análisis de muestras tomadas en una zona del alfarje con un acusado grado de biodeterioro por colonias de hongos. Tras la identificación de estos microorganismos en el laboratorio mediante cultivos, se ha procedido a la inoculación de los mismos sobre probetas de ensayo realizadas a partir de los materiales identificados en la policromía del alfarje. Por último, una vez crecidos los inóculos en las probetas, se han realizado análisis cromatográficos y de espectrometría de muestras tomadas en la zona donde se ha producido un crecimiento notable y se ha comparado con muestras patrón para conocer las diferencias producidas a nivel compositivo en los aglutinantes empleados.

### V.3.1. Identificación de microorganismos

Este ensayo parte de la realización de un estudio microbiológico con el fin de identificar los hongos que presenta la policromía del alfarje y que son causantes de alteraciones como cambios de coloración por el crecimiento de colonias entre otros. Para ello, se han analizado un total de 6 muestras tomadas de diferentes elementos del alfarje situado en el muro oeste, coincidente con la puerta de acceso al Salón del techo de Carlos V (Módulo 1), ya que esta zona presenta un deterioro acusado debido al crecimiento de hongos (Fig. 48).

Al igual que en el proceso de toma de muestra para conocer los materiales constituyentes de la policromía, se ha realizado un sistema de identificación de la muestras mediante una nomenclatura que se refleja tanto en el contenedor de la muestra como en el gráfico de la zona generado (Fig. 49).

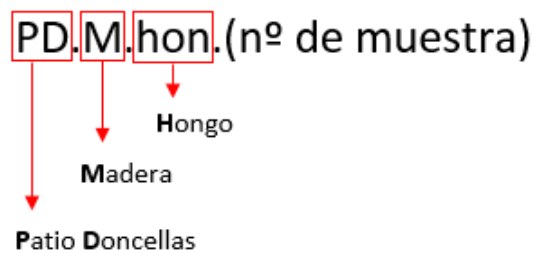


Figura 49. Nomenclatura empleada en las muestras tomadas para el estudio microbiológico.

Una vez tomadas las muestras, se han trasladado al laboratorio de microbiología de la facultad de Ciencias perteneciente a la Universidad de Granada, donde se han tomado pequeños fragmentos y procedido al aislamiento e identificación de los microorganismos de la mano de la Dra. Inés Martín Sánchez. Para asegurar la idoneidad de los fragmentos a tomar de cada muestra, se ha realizado una visualización de cada una de ellas bajo microscopio estereoscópico *NIKOM SMZ 1000* con cámara *DS-U3 Digital Camera* incorporada que ha permitido la toma de microfotografías (Fig. 50). Dichos fragmentos se han recogido en condiciones de esterilidad, introduciéndolos posteriormente en tubos estériles, donde se han conservado hasta el momento de la inoculación en los medios de cultivo adecuados.



Figura 48. Mapeo de muestras tomadas correspondientes a zonas con un alto contenido en hongos.



Figura 50. Microfotografías correspondientes a tres de las muestras tomadas para el estudio microbiológico. Izq. PD.M.Hon.1 2X. Centro. PD.M.Hon.2 5X. Drch. PD.M.Hon.3 8X.

Una vez documentadas gráfica y fotográficamente cada muestra, se ha iniciado el procedimiento para su identificación consistente en los siguientes pasos:

#### **Selección del medio de cultivo.**

La elección del cultivo idóneo es de vital importancia ya que contienen los requisitos nutricionales imprescindibles (carbono, nitrógeno, sales, oligoelementos y agua) necesarios para el crecimiento de las colonias de hongos.

En el caso que nos ocupa, se han elegido dos medios de cultivos sólidos con base de agar. Se trata de un polímero de origen vegetal que se mantiene en fase líquida a altas temperaturas y que forma un gel al enfriarse, manteniendo una humedad alta (Fernández *et. al*, 2010, p.5):

- Medio de cultivo *Potato Dextrose Agar (PDA: Agar patata destrozado)*. Medio básico rico en nutrientes que permite el crecimiento general de la gran mayoría de bacterias (Tabla XVII).

TABLA XVII.

Composición del medio de cultivo *Agar Patata*.

<b>AGAR PATATA</b>	Peptona de patata	4g/l
	Glucosa	20g/l
	Agar	15g/l
	PH final	5,6

- Medio de cultivo *Agar Saboureaud-Cloranfenicol*. Medio selectivo para fomentar el crecimiento de hongos (Tabla XVIII).

TABLA XVIII.

Composición del medio de cultivo *Agar Patata*

<b>AGAR SABOURAUD- CLORANFENICOL</b>	Peptona de caseína	5g/l
	Peptona de carne	5g/l
	D(+) Glucosa	40g/l
	Cloranfenicol	0,5g/l
	Agar	15g/l
	PH final	5,6

Ambos medios han sido esterilizados en autoclave a 121 °C durante 15 minutos, y se han repartido en placas de Petri estériles, almacenándose en frío hasta su uso.

#### ***Inoculación y condiciones de cultivo***

Los fragmentos de muestra se han inoculado depositándolos directamente sobre el medio de cultivo Agar Saboureaud contenido en placas de Petri estériles. Tras la inoculación, se incubaron a 28°C en aerobiosis, haciendo un seguimiento diario hasta visualizar las colonias de los microorganismos, entre 5 y 12 días.

#### ***Obtención de cultivos puros***

Seguidamente se ha procedido a la obtención de cultivos puros de los distintos microorganismos aparecidos. Para ello, se ha tomado una muestra de los diferentes colonias aparecidas por separado y estas nuevas muestras se han sembrado en nuevas placas con medio de cultivo de *Potato Dextrose Agar (PDA: Agar patata destroxado)*. Este paso en el proceso de identificación es de gran importancia ya que permite el crecimiento de colonias de un solo tipo de microorganismos (Fernández *et. al*, 2010, p.5). Tras la inoculación, las placas se incubaron a 28°C en aerobiosis, hasta obtener el crecimiento óptimo de las colonias en cada caso.

#### ***Identificación fenotípica de las estirpes aisladas***

La identificación de las colonias fúngicas cultivadas se ha realizado a partir de su observación macro y microscópica.

- *Observación macroscópica (directa)*. Este tipo de visualización permite apreciar la morfología de las colonias, aspecto fundamental en la identificación preliminar y diferenciación de microorganismos. Para la identificación de las colonias crecidas se ha tenido en cuenta sus características morfológicas (tamaño, forma, consistencia y color), así como su temperatura óptima de crecimiento (Alves-Prado *et. al*, 2010; Watanabe, 2010).
- *Observación microscópica (tinciones)*. La observación microscópica de los hongos se ha realizado previa tinción sencilla en fresco con azul de metileno que permite ver las hifas, las esporas y los esporangios. La morfología, la manera de agruparse, la estructura de las células y el tamaño que presentan, conduce a la identificación de los mismos. La observación se realizó en un microscopio *Leit zDialux 22* con objetivo de 60X. Simultáneamente a la observación se tomaron imágenes con una cámara Olympus Camedia C-5060 acoplada al microscopio.

### **V.3.2. Elaboración de probetas de ensayo**

Siguiendo las mismas pautas que en el proceso de elaboración de probetas para el ensayo de envejecimiento natural, se han realizado una serie de probetas sobre madera de la misma especie que la del alfarje original que reproducen su policromía, solo que en este caso presentan una estructura distinta. Esto se debe a la necesidad de adecuar el tamaño de éstas al espacio de la cámara de acondicionamiento donde han sido introducidas para asegurar el crecimiento de los microorganismos inoculados.



Se tratan de dos probetas, una empleada como probeta patrón y otra donde se ha procedido a inocular los microorganismos identificados. Cada una de ellas cuenta con unas medidas de 15 x 76,5 x 3 cm en las que se han aplicado la capa de preparación de forma homogénea en toda la superficie y sobre ella, distintas franjas de pigmentos y aglutinantes identificados con un ancho de 2,6 cm. Una vez aplicada la capa pictórica, la probeta se ha dividido en dos partes de forma transversal y se ha aplicado el barniz identificado. De nuevo, las dos partes resultantes se han vuelto a dividir en dos y se ha aplicado tratamiento protector con estabilizadores antirradiación UV (Figura 51). Por tanto, obtenemos 4 particiones por franja de pigmento y aglutinante como en el caso anterior (Fig. 52). Ocurre lo mismo con las zonas de dorado, realizadas en una probeta independiente de dimensiones 15 x 5 x 3 cm, donde solo establecemos dos particiones ya que las técnicas de dorado empleadas no solían llevar barnizados.

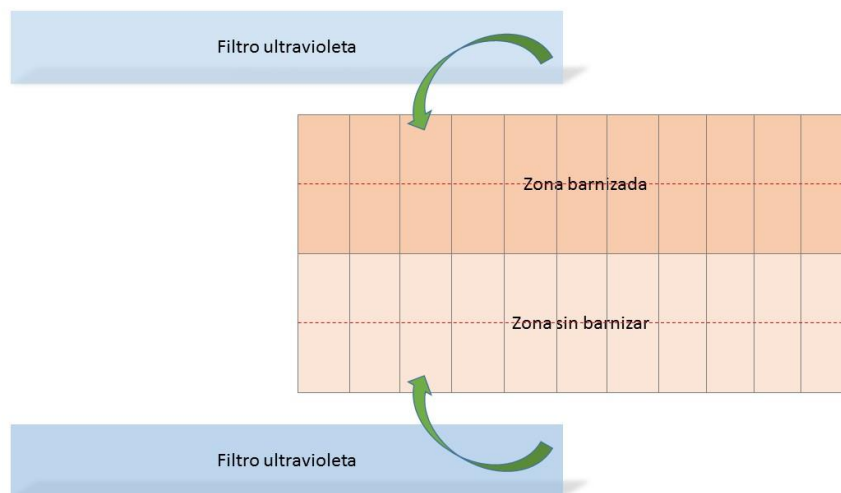


Figura 51. Esquema explicativo sobre la aplicación del tratamiento protector en probetas de ensayo.

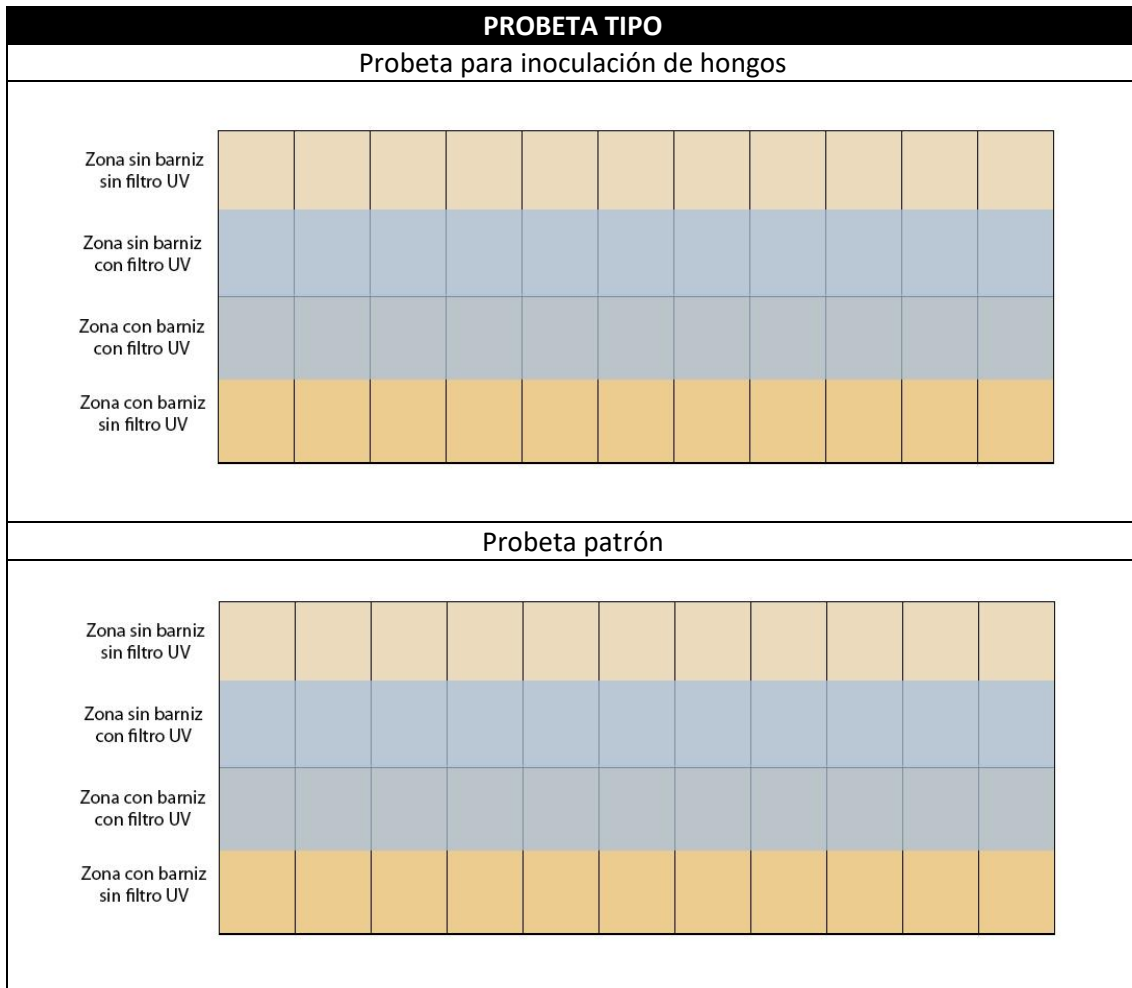


Figura 52. Estructura final que presentan las probetas de ensayo y patrón.

Con el fin de profundizar más en el conocimiento del comportamiento de los aglutinantes orgánicos identificados, se ha considerado oportuno realizar diversas probetas sobre portaobjetos contenidos en cajas de Petri donde se han aplicado cada uno de ellos de forma individualizada, es decir, sin pigmento y sin capa de preparación. Uno de los portaobjetos ejerce de patrón y en los homólogos se ha procedido a la inoculación de los hongos identificados (Fig. 53). De este modo, podemos conocer la variación que se produce sin la presencia de otros materiales como pigmentos y cargas inertes, y comprobar si todos éstos pueden ser interferencia en el desarrollo del crecimiento de los hongos.

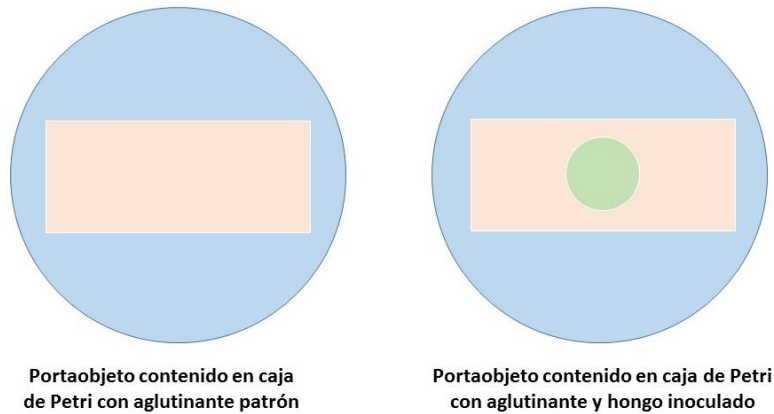


Figura 53. Esquema representativo de los portaobjetos tratados para ensayo de biodeterioro.

### V.3.3. Proceso de inoculación

El proceso de inoculación de cada una de las especies identificadas en las probetas destinadas para ello, se ha llevado a cabo con micropipeta de 20 microlitros (Fig. 54). Para garantizar la idoneidad del crecimiento de las especies identificadas, las probetas se han sometido a cámara de acondicionamiento sin contaminantes y con una temperatura de 28°C y una humedad relativa superior al 65% constante durante 14 días, con la finalidad de asegurar el crecimiento de las especies inoculadas creando una atmósfera idónea para ello, así como evitar la contaminación ambiental de cualquier microorganismo externo al ensayo (Fig. 55).



Figura 54. Micropipeta empleada para el depósito de los inóculos sobre las particiones de la probeta.

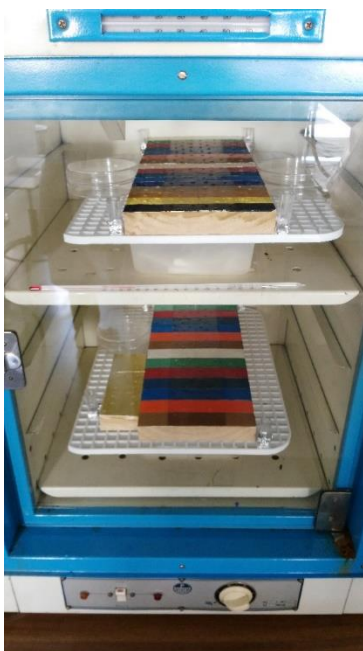


Figura 55. Cámara de acondicionamiento donde se han sometido las probetas inoculadas con el fin de asegurar el crecimiento de las especies.

### V.3.4. Evaluación concluida el ensayo de biodeterioro.

#### ***Evaluación del tratamiento protector con estabilizadores ultravioleta***

Una vez crecidos los inóculos realizados sobre las probetas, se ha llevado a cabo un examen visual de cada una de las particiones que componen las probetas elaboradas para comprobar las zonas donde hay indicios de crecimiento o crecimiento considerable. En el caso de las particiones donde se ha aplicado el filtro protector de radiación ultravioleta, se ha hecho especial hincapié, procediendo a su documentación mediante fotografías de detalle y visualización microscópica en las zonas donde ha sido necesario.

#### ***Evaluación del comportamiento de los aglutinantes identificados***

Para conocer el comportamiento y cambios en la composición de los aglutinantes ante el desarrollo y crecimiento de los inóculos (ácidos grasos, proteínas, minerales y metabolitos), se ha procedido al análisis de los mismos mediante técnicas cromatográficas y de espectrometría. La metodología seguida para ello ha sido la misma tanto en las probetas realizadas con pigmento y capa de preparación como en las realizadas únicamente con aglutinante sobre portaobjetos contenidos en cajas de Petri. Los pasos en la que se fundamenta son los siguientes:

- Limpieza de la zona de crecimiento del inóculo mediante hisopo seco.
- Toma de muestra mediante bisturí en la zona donde se ha producido crecimiento del hongo en la probeta de inoculación y de la zona homóloga en la probeta patrón. Este sistema de toma de muestras se ha realizado tanto en las probetas policromadas como en las probetas realizadas en portaobjetos. Cada una de las muestras tomadas han sido depositadas en tubos estériles e identificadas con la siguiente nomenclatura:

En el caso de las muestras patrón correspondientes a las probetas con policromía, se ha utilizado la inicial **P** referente a patrón, junto con el **número** de muestra y una **letra** asignada a cada estrato polícromo. Se trata de la letra **B** para la capa de preparación y la letra **A** para la capa de policromía.

#### **P-1-B**

*Nomenclatura asignada a las muestras de probetas de policromía que actúan de patrón.  
Correspondencia con la capa de preparación.*

#### **P-1-A**

*Nomenclatura asignada a las muestras de probetas de policromía que actúan de patrón.  
Correspondencia con la capa polícroma.*

Las muestras procedentes de las zonas inoculadas en las probetas con policromía se han denominado con la misma sistemática que las patrón solo que se ha suprimido la inicial P de patrón al no tratarse de ello y se ha añadido al final de la misma las iniciales del hongo inoculado.

#### **1-B- Iniciales del hongo**

*Nomenclatura asignada a las muestras de probetas de policromía inoculadas Correspondencia con la capa de preparación.*

#### **1-A- Iniciales del hongo**

*Nomenclatura asignada a las muestras de probetas de policromía inoculadas Correspondencia con la capa polícroma.*

En el caso de las muestras patrón correspondientes a las probetas realizadas con aglutinante únicamente sobre portaobjetos, se han denominado de una forma más sencilla basada en el nombre del aglutinante junto con el término *patrón*. En lo referente a las muestras con aglutinante inoculado, la nomenclatura es igual que en el caso de patrón, solo que se sustituye este término por el nombre del hongo inoculado.

### **Aglutinante-Patrón**

*Nomenclatura asignada a las muestras de probetas sobre portaobjetos contenidos en cajas de Petri que actúan de patrón.*

### **Aglutinante-Nombre hongo inoculado**

*Nomenclatura asignada a las muestras de probetas sobre portaobjetos contenidos en cajas de Petri inoculadas.*

- Análisis de las muestras tomadas mediante Espectroscopía IR por transformada de Fourier y Cromatografía en fase gaseosa, de la mano del doctor en CC Químicas Enrique Parra Crego en el laboratorio Larco Química y Arte (Villanueva de la Cañada, Madrid). En el caso de la Espectroscopía IR, el análisis se ha llevado a cabo entre 4000 cm<sup>-1</sup> y 550 cm<sup>-1</sup> mediante análisis superficial del polvo suministrado usando la técnica UATR (Universal Attenuated Total Reflectance). En lo referente a la técnica cromatográfica, se ha usado acoplada a espectrometría de masas para la determinación de sustancias lipófilas como grasas, sustancias hidrófilas como proteínas, o metabolitos primarios como ácidos láctico, oxálico... Cada una de las muestras se han sometido a hidrólisis con HCl 6M asistida por microondas y una derivatización con TBDMSTFA (terc-butildimetilsilil trifluoroacetamida) en acetonitrilo de los ácidos grasos y aminoácidos resultantes. En todos los casos se ha cromatografiado 1 mg de muestra en polvo disuelta en una mezcla de 35 µL de acetonitrilo y 15 µL de TBDMSTFA sin estándar interno. Se ha cuantificado sólo aquellos compuestos calibrados mediante calibración lineal de dos puntos.

Los resultados obtenidos una vez concluidos los análisis de muestras, han indicado de forma cuantitativa y cualitativa las variaciones producidas en cuanto a ácidos grasos, proteínas, minerales y metabolitos. Todos ellos, se han gestionado mediante el siguiente sistema comparativo:

#### **PROBETAS CON POLICROMÍA**

**Resultados del estudio de muestras referentes a la capa policroma:** se han realizado tablas cuantitativas y cualitativas por cada aglutinante en los que ha habido crecimiento y desarrollo del hongo. Se trata por un lado de tablas que actúan de patrón, conteniendo por tanto los resultados de todas las muestras que actúan de ese modo (Tabla XIX y XX).

TABLA XIX.

Sistema de gestión de los resultados obtenidos en las probetas policromadas patrón referentes a la capa de policromía.

RESULTADOS CORRESPONDIENTES A CAPA POLICROMA			
MUESTRAS PATRÓN			
<b>Cuantitativos</b>			
Muestra patrón 1: aglutinante + pigmento	Muestra patrón 2: aglutinante + pigmento	Muestra patrón 3: aglutinante + pigmento	Muestra patrón 4: aglutinante + pigmento
<b>Cualitativos</b>			
Muestra patrón 1: aglutinante + pigmento	Muestra patrón 2: aglutinante + pigmento	Muestra patrón 3: aglutinante + pigmento	Muestra patrón 4: aglutinante + pigmento

Y por otro, tablas similares solo que en este caso contienen los resultados de las muestras referentes a aglutinantes en los que ha habido crecimiento y desarrollo de un hongo concreto (Tabla XX).

TABLA XX.

Sistema de gestión de los resultados obtenidos en las probetas policromadas inoculadas referentes a la capa de policromía.

RESULTADOS CORRESPONDIENTES A CAPA POLICROMA			
MUESTRAS CON INOCULACIÓN DE (NOMBRE DEL HONGO)			
<b>Cuantitativos</b>			
Muestra inoculada 1: aglutinante + pigmento	Muestra inoculada 2: aglutinante + pigmento	Muestra inoculada 3: aglutinante + pigmento	Muestra inoculada 4: aglutinante + pigmento
<b>Cualitativos</b>			
Muestra inoculada 1: aglutinante + pigmento	Muestra inoculada 2: aglutinante + pigmento	Muestra inoculada 3: aglutinante + pigmento	Muestra inoculada 4: aglutinante + pigmento

**Resultados del estudio de muestras referentes a la capa de preparación:** en este caso la sistemática de exposición de los resultados ha sido de igual forma que el caso anterior referente a la capa policroma. Dado que la capa de preparación es la misma en todos los casos donde se ha aplicado policromía a base de pigmento y aglutinante, solo tenemos una sola muestra estudiada como patrón. Sin embargo, a fin de determinar si influye la composición de la policromía en la incidencia del hongo en la capa de preparación, se ha estudiado la preparación subyacente de cada una de las zonas de policromía donde ha habido crecimiento de las especies. En este caso, los resultados de la única muestra patrón y la de las muestras inoculadas, se incluyen en una misma tabla (Tabla XXI).

TABLA XXI.

Sistema de gestión de los resultados obtenidos en las probetas policromadas inoculadas junto con los obtenidos en las probetas patrón, referentes a la capa de preparación.

RESULTADOS CORRESPONDIENTES A CAPA DE PREPARACIÓN				
MUESTRA PATRÓN + MUESTRAS CON INOCULACION DE (NOMBRE DEL HONGO)				
<b>Cuantitativos</b>				
Muestra patrón de capa de preparación	Muestra inoculada 1: capa de preparación	Muestra inoculada 2: capa de preparación	Muestra inoculada 3: capa de preparación	Muestra inoculada 4: capa de preparación
<b>Cualitativos</b>				
Muestra patrón de capa de preparación	Muestra inoculada 1: capa de preparación	Muestra inoculada 2: capa de preparación	Muestra inoculada 3: capa de preparación	Muestra inoculada 4: capa de preparación

#### **PROBETAS EN PORTAOBJETOS CONTENIDOS EN CAJAS DE PETRI**

Los resultados obtenidos tras el análisis de los aglutinantes individualizados aplicados e inoculados en portaobjetos, se han gestionado igualmente a través de tablas donde se expresan los valores cuantitativos y cualitativos en cada caso. Las tablas incluyen los resultados de la muestra patrón junto con los correspondientes a cada especie inoculada (Tabla XXII).

TABLA XXII.

Sistema de gestión de los resultados obtenidos en las probetas de aglutinantes patrón e inoculadas realizadas sobre portaobjetos.

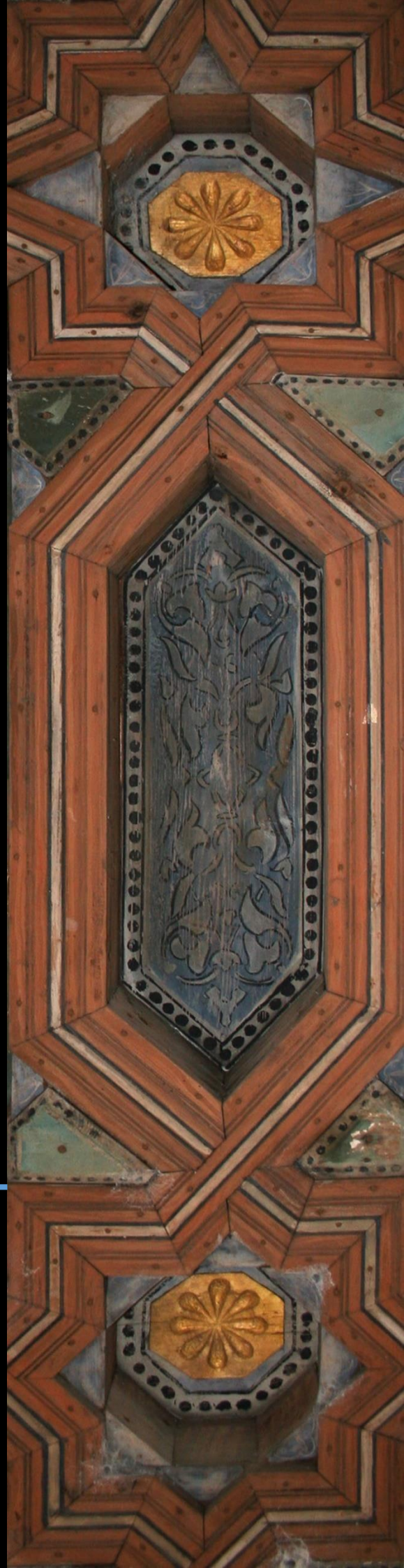
RESULTADOS CORRESPONDIENTES A (NOMBRE DEL AGLUTINANTE) EN PORTAOBJETOS		
MUESTRAS PATRÓN + MUESTRAS CON INOCULACIÓN		
<b>Cuantitativos</b>		
Aglutinante patrón	Aglutinante + Especie de hongo inoculado	Aglutinante + Especie de hongo inoculado
<b>Cualitativos</b>		
Aglutinante patrón	Aglutinante + Especie de hongo inoculado	Aglutinante + Especie de hongo inoculado





## Capítulo VI.

Resultados obtenidos en el  
trabajo de campo





## VI.1. GRÁFICOS Y MAPEO DE MUESTRAS GENERADOS

El número total de muestras tomadas con el fin de ser analizadas e identificar los materiales empleados en la policromía del alfarje así como los de los distintos repolicromados, suman un total de 133 muestras. En la siguiente tabla se puede apreciar la distribución de cada una de ellas en función de los elementos que componen la estructura del alfarje (Tabla XXIII):

TABLA XXIII.  
Relación de muestras tomadas para su análisis.

<b>DISTRIBUCION DE MUESTRAS EXTRAIDAS IN SITU</b>		
<b>TECHO</b>	<b>Estructura general</b>	38
	<b>Escudos sobrepuestos</b>	16
<b>FRISO</b>	<b>Tabla con decoración epigráfica</b>	32
	<b>Tabla con decoración heráldica</b>	37
	<b>Tocaduras</b>	9
	<b>Madera</b>	1
		<b>Total: 133</b>

A partir de la documentación fotográfica realizada en el alfarje y de la toma de mediciones tanto general como de cada uno de los elementos que lo componen, se ha podido generar gráficos a través de los programas gestión y creación de imágenes *AutoCAD Architecture 2010* y *Corel Draw Graphics Suite X7*<sup>1</sup>.

Estos gráficos además de describir el desarrollo estructural y decorativo del alfarje, tal y como veíamos en el apartado del análisis del mismo, han servido también de base para la localización de las muestras extraídas para el análisis instrumental.

La zona del alfarje sobre la que hemos realizado el estudio, aun siendo una selección concreta de su dimensión total tratándose ésta de una zona muy representativa en cuanto a elementos decorativos y conservación de policromía, sigue presentando una superficie muy amplia por lo que los gráficos referentes al mapeo de muestras realizados han sido fragmentados en módulos o zonas, de modo que permiten obtener mayor nivel de detalle en la localización y señalización de cada una de ellas (Anexo 2).

## VI.2. RESULTADOS DE LAS CATAS REALIZADAS

Como comentábamos anteriormente, las tablas con decoración epigráfica que conforman el friso del alfarje que tenemos como motivo de estudio, al igual que otras zonas del mismo, han sido fruto de diferentes intervenciones de repolicromado relacionadas con adaptaciones al gusto de la época y restauraciones realizadas a lo largo de su historia.

A partir del examen exhaustivo llevado a cabo en ciertas zonas de esta parte del friso, se apreciaron indicios sobre la existencia de una posible epigrafía distinta en capas policromas subyacentes.

<sup>1</sup> AutoCAD Architecture 2010 x32 [\*] Número de Serie: 352-71314896  
Corel Draw Graphics Suite X7 Licencia: DR14C22-YWE8W22-TY5LAM9-ZKUQP3N

Como consecuencia de lo expuesto se realizaron una serie de catas para eliminar la capa de repolicromado existente en dos localizaciones del friso muy distantes entre sí y con distintos estados de conservación, las cuales denominamos zona 1 y zona 2. La finalidad de ello es por un lado corroborar la existencia de una epigrafía inferior y por otro, comprobar si se encuentra únicamente en una zona específica del friso o si por el contrario existió en todo éste por completo.

- **Poder de actuación de los solventes empleados para la realización de catas**

Una vez realizadas las pruebas con los solventes seleccionados, se ha constatado la eficacia de cada uno de ellos, permitiendo elegir los más idóneos para eliminar la capa de policromía actual y descubrir las características de la policromía inferior (Fig. 56). En la siguiente tabla se puede contemplar los solventes que se han empleado sucesivamente para responder a los problemas planteados, indicando el tipo y las proporciones utilizadas, así como las observaciones que se han apreciado durante su aplicación (Tabla XXIV). Por otro lado, también se indica la categoría siguiendo los criterios de Maschelein-Kleiner (Maschelein-Kleiner, 2004: p.123), que clasifica los solventes en cuatro tipos, según su nivel de penetración y retención:

*Categoría I:* Decapantes. Se trata de solventes muy penetrantes con retención elevada y larga.

*Categoría II:* Solventes medios. Son los solventes de penetración y retención media.

*Categoría III:* Solventes móviles. En este caso se trata de solventes muy penetrantes pero que cuentan con una retención débil.

*Categoría IV:* Solventes volátiles. Son aquellos solventes que presentan poco poder de penetración y con una retención débil.

TABLA XXIV.

Relación de solventes empleados para la elaboración de catas y sus características.

SOLVENTES	PROPORCIÓN	CATEGORÍA	VOLATILIDAD	ACCIÓN	OBSERVACIONES
Esencia de Trementina	1	III	Baja	Lenta	Elimina en parte suciedad pero no el repolicromado.
Alcohol + Agua destilada	1:1	II	Baja	Lenta	Elimina bastante suciedad pero no el repolicromado.
Acetona + Agua destilada	1:1	II	Media	Media	Elimina suciedad pero no el repolicromado.
Acetona + Alcohol	2:1	II	Alta	Breve	Elimina suciedad pero no el repolicromado. Lo aplicamos tras emplear ET+ OH + Acetona para acelerar el secado.
Esencia de Trementina + Alcohol + Acetona	1:1:1	II	Media	Media	Elimina la suciedad pero no el repolicromado.
Agua destilada + Acetona + Alcohol + Amoniaco	1:1:1:1	II	Alta	Breve	Elimina la suciedad y el repolicromado.
Dimetilformamida + Esencia de Trementina	1:6	I	Baja	Lenta	Actúa eliminando suciedad pero la eliminación del repolicromado es difícil o muy lenta.
Dimetilformamida + Esencia de Trementina	1:2	I	Baja	Lenta	Disuelve la suciedad superficial y el estrato de repolicromado. Influye la delgadez de ésta.

Como resultado, las mezclas de solventes más idóneas han sido Dimetilformamida y Esencia de Trementina, en proporción 1:2, y por otra parte Agua destilada, Acetona, Alcohol y Amoniaco (4A) en proporciones iguales.



Figura 56. Resultado de los hisopos tras la realización de los distintos solventes en la superficie policroma

- **Resultados de las catas realizadas**

**ZONA 1**

En la primera zona seleccionada, situada en el friso coincidente con la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V, se aprecia de forma clara la existencia de una epigrafía anterior distinta debido al deterioro y a la deficiente ejecución que presenta el repolicromado actual (Fig. 57). En ella se han llevado a cabo trece catas de dimensiones reducidas (1-2 cm<sup>2</sup> aproximadamente) (Fig. 59). Se han realizado tres catas de limpieza mecánica mediante bisturí y diez catas de carácter químico, tres de ellas a base de Dimetilformamida + Esencia de trementina en proporción 1:2 y las siete restantes empleando la solución denominada 4A compuesta por Amoniaco, Acetona, Alcohol y Agua destilada a partes iguales (Fig. 58).



*Figura 57. Zona 1 de catas, coincidente con la puerta de acceso al salón del techo de Carlos V.*



- Cata manual con bisturí
- Cata con Dimetilformamida + Esencia de Trementina (1:1)
- Cata con 4A (1:1:1:1)

*Figura 58. Mapeo de catas realizadas con diferentes métodos en zona 1.*



*Figura 59. Enumeración de las catas realizadas en la zona 1*

Las catas 3, 4, 11 y 13 demuestran que bajo la policromía roja correspondiente al fondo de la epigrafía actual, aparecen restos de otra policromía que presenta pigmentos azul y rojo, este último con una tonalidad anaranjada. Ambos forman parte de una epigrafía anterior, el azul se corresponde a la letra de la epigrafía y el rojo al fondo. Las zonas verdes que se aprecian en las imágenes corresponden al repinte actual, perteneciente a la zona de la cartela, que no ha sido eliminado por completo durante el proceso de decapado.

Las catas 5, 6 y 7 bajo la policromía actual, se descubren únicamente policromía de color rojo también de tonalidad más anaranjada que corresponden al fondo de la epigrafía anterior.

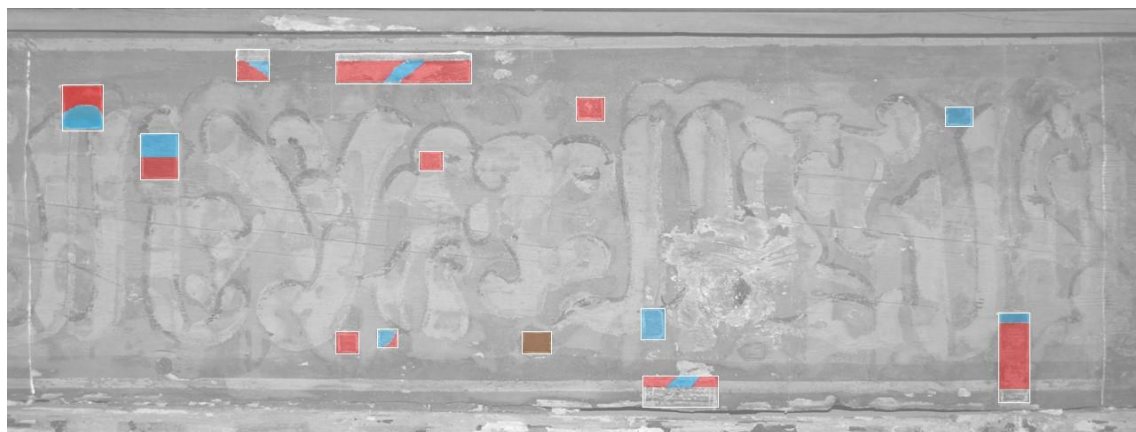
Las catas 10 y 12 se localizan, justo sobre una letra de la epigrafía antigua, ya que el color que se aprecia bajo la actual es únicamente el azul.

Sin embargo, las catas 1, 2 y 8 presentan combinación de zonas de color azul y zonas de color rojo, lo que significa que forman parte de la letra y el fondo de la epigrafía anterior (Fig. 60 y 61).

CAPITULO VI. RESULTADOS OBTENIDOS EN EL TRABAJO DE CAMPO



Figura 60. Resultados más significativos de las catas realizadas.



- Policromía roja fondo
- Policromía azul letra
- Madera

Figura 61. Representación de los resultados obtenidos tras la realización de catas en la zona 1.



ZONA 2

La segunda zona del friso seleccionada (Fig. 62), coincidente con la puerta pequeña situada a la derecha de la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V, presenta mejor estado de conservación y escasos signos aparentes de la existencia de una epigrafía anterior. En esta zona se han realizado cinco catas (Fig. 64), de las cuales una se ha llevado a cabo de forma mecánica mediante bisturí y cuatro de forma química mediante la aplicación con hisopo de una solución de 4A (Amoniaco + Acetona + Alcohol + Agua destilada en proporciones iguales) (Fig. 63).



Figura 62. Zona 2 del friso donde se han llevado a cabo las distintas catas.



- Cata manual con bisturí
- Cata con 4A (1:1:1:1)

Figura 63. Mapeo de catas realizadas con diferentes métodos en zona 2.



*Figura 64. Enumeración de las catas realizadas en la zona 2.*

En las catas elaboradas en esta segunda zona, ocurre la misma casuística que en la zona 1. La catas 4 y 5 realizadas en una zona superficial roja, correspondiente al fondo de la epigrafía actual, descubren un color azul que indica que en esa zona específica se encuentra parte de la letra de la epigrafía antigua.

En el caso de las catas 1 y 2, realizadas sobre una letra y cinta de la cartela epigráfica actual, se comprueba que aparece policromía de color rojo correspondiente al fondo de la epigrafía antigua.

Finalmente, en la cata 3 se aprecia bajo el fondo actual, tanto policromía azul como roja lo que significa que en ella se puede observar parte de la letra y del fondo de la epigrafía antigua (Fig. 65).



- Policromía roja fondo
- Policromía azul letra

*Figura 65. Representación de los resultados obtenidos tras la realización de catas en la zona 2.*

### VI.3. RESULTADOS DE LOS CALCOS REALIZADOS Y ESTUDIO EPIGRÁFICO.

Junto con las catas, se han llevado a cabo una serie de calcos en las mismas zonas donde han sido realizadas, en los que se representa tanto la epigrafía actual como la epigrafía antigua (Fig. 66). Esta última se puede vislumbrar debido a una deficiente ejecución del repolicromado actual junto al deterioro que presenta en el que destaca un proceso de sinéresis<sup>2</sup> de los aceites empleados como aglutinante. Como resultado de ello, y gracias a la colaboración de los doctores Cano Ávila (Universidad de Sevilla) y Mohammed-Essawy (Universidad de Granada), se ha podido comprobar que ambos textos epigráficos son distintos a nivel morfológico y de contenido.

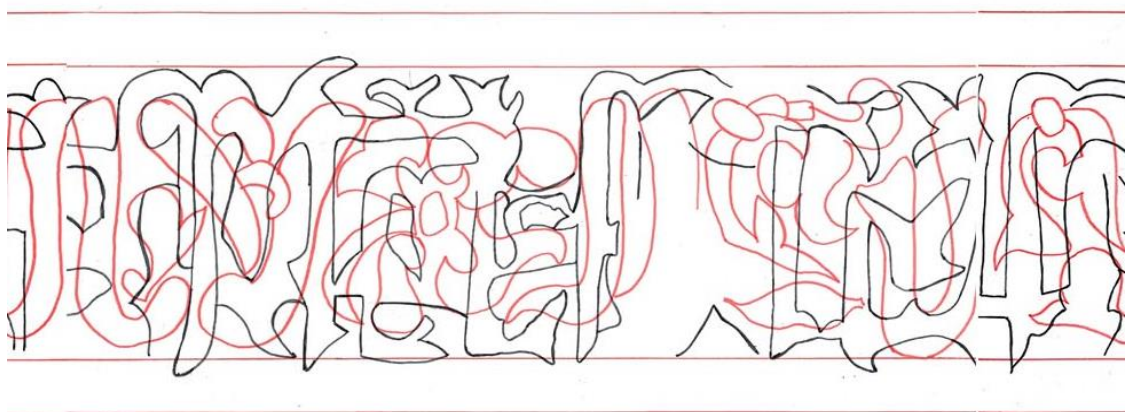


Figura 66. Calco representativo de la policromía actual (línea roja) y policromía antigua (línea negra).

La inscripción que vemos actualmente, es una epigrafía de tipo cursiva nasjí/nesjí/nasj con influencia de estilo Tulut, acompañada de decoración floral entre sus caracteres (Fig. 68). Se trata de un palimpsesto realizado en el siglo XIX, así lo demuestra la datación de los materiales que los constituyen tras ser identificados en el análisis de muestras, tal y como veremos en el próximo capítulo. Además de los análisis científicos, contamos con fuentes documentales como el ejemplar de Amador de los Ríos (1875, pp. 75, 78, 99) donde se indica que en las restauraciones llevadas a cabo en el año 1856, las inscripciones originales del palacio sufrieron alteraciones centradas en modificaciones textuales o cambios en el orden de las letras, fruto de la ignorancia sobre esta tema por parte de los restauradores, quedando ocultas bajo estos nuevos repolicromados las epigrafías originales.

Así se demuestra en nuestro caso, que dado el tipo de caligrafía empleada, su autor no parece conocer la escritura y caligrafía árabe puesto que se trata de una deficiente e inexacta copia de una inscripción regia presente cerca del lugar donde se ubica el alfarje, con el objetivo de dar la sensación de ornato caligráfico árabe al friso.

Tras realizar una revisión de las epigrafías presentes en otros paramentos decorativos correspondientes tanto al patio de las Doncellas como estancias contiguas, se ha podido comprobar que parte de la epigrafía actual es similar a la representada en los paños de yeserías situados sobre los arcos de interiores de la Alcoba Real del mismo patio, cuya traducción es *Gloria a nuestro señor el sultán Don Pedro* (Fig. 67).

<sup>2</sup> La sinéresis es desde el punto de vista químico, la expulsión de material líquido de cara a las dos interfases (exterior e interior) de una pintura, formando una capa en la superficie con distintos grados de brillo (Villarquide, 2004, p.328)



**[Gloria a] nuestro Señor el Sultán (Rey) [Don Pedro]**

**[‘Izz li-maw] lā-nā al-sultān [Ḍun Biḍru]**

عِزٌّ لِمَوْلَانَا السُّلْطَانِ ضُنُّ بِيضْرُ

*Figura 67. Paño de yesería situado sobre los arcos de herradura interiores de la Alcoba Real con decoración epigráfica donde se representa el lema “Gloria a nuestro señor el sultán Don Pedro”.*

En el caso de la epigrafía que tenemos como motivo de estudio, la mitad izquierda de la misma corresponde con el texto presente en esta yesería, pero no de forma completa ya que se representa solo el texto cuya traducción sería *Nuestro señor el Sultán*.

En cuanto al resto de texto correspondiente a la mitad derecha de la cartela, presenta caracteres epigráficos trazados aún con menos precisión y con errores lexicográficos de copia en comparación con la zona izquierda descrita anteriormente. En este caso no es un texto legible, no llega a formarse una sola palabra, sino que se limita únicamente a una sucesión de letras y parejas de letras sueltas sin significado. Al contrario que sucede con la zona izquierda de la cartela, no se ha encontrado decoración epigráfica en los alrededores a la que se le pueda atribuir esta zona como copia de la misma (Fig. 68).

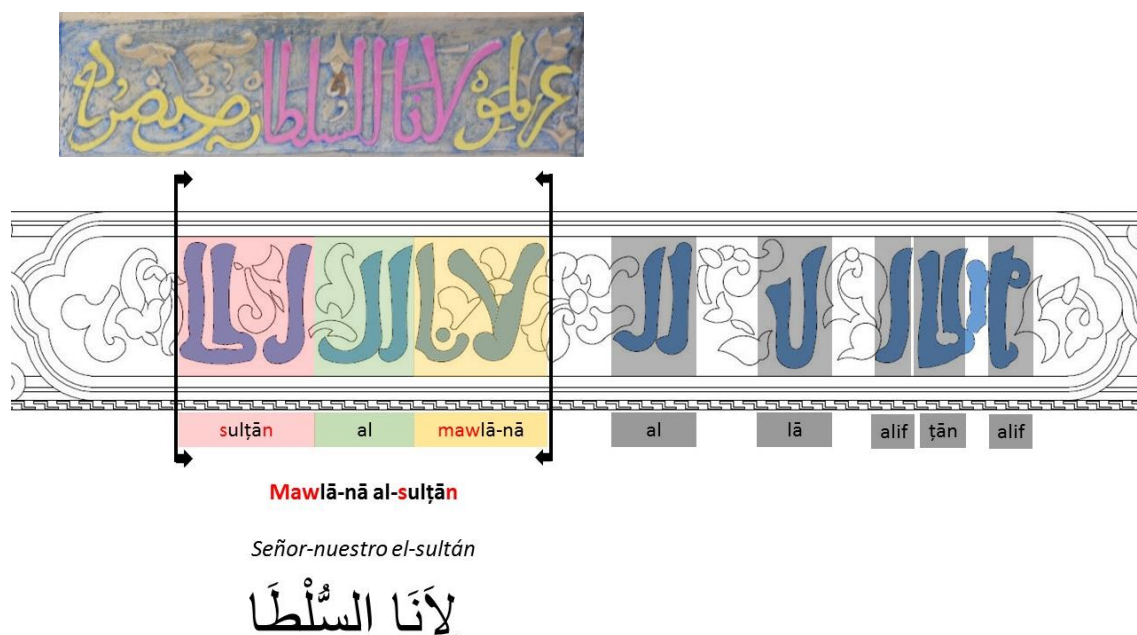


Figura 68. Gráfico de la epigrafía actual donde se indican los caracteres epigráficos en color azul. La zona izquierda de la inscripción se asemeja en cuanto a contenido y morfología al lema representado en las yeserías que hay sobre los arcos de herradura de la Alcoba Real situada en el patio de las Doncellas. La parte del texto señalizada con rosa en la fotografía es similar a la que aparece en el texto epigráfico del friso del alfarje, sin embargo la parte señalizada con amarillo no aparece en éste. La zona derecha carece de significado, correspondiéndose con caracteres o sílabas sueltas que no conforman ningún texto.

Si se compara la traducción que ofrecemos sobre esta inscripción con la que realiza De los Ríos (1875, p.134) sobre ésta, considerando que se refiera a ella cuando habla del friso general de las galerías en su obra, ambas traducciones son totalmente distintas dado que según su traducción significa *La felicidad y la prosperidad*. De este modo, se corroboraría aún más parte del estudio de los doctores participantes en este trabajo Cano Ávila y Mohammed-Essawy (2004, p.62), en el que indican que Amador de los Ríos comete errores en la interpretación de las epigrafías que se contemplan en las maderas del patio de las Doncellas y, especialmente, en ambas hojas del portalón del Salón de la Media Naranja.

En lo referente a la inscripción oculta bajo este palimpsesto, encontramos un texto totalmente distinto en cuanto a tipología y contenido. Se trata de una epigrafía que responde a un estilo cúfico árabe, a juzgar por lo rectilínea de las astas de las letras, correctamente escrito a pesar de lo poco que se puede apreciar debido al repinte epigráfico que la oculta. Llama la atención a la hora de realizar el calco, que esta epigrafía se encuentra girada 180º con respecto al texto perteneciente al repolicromado, situándose los ápices de las letras en la parte inferior del friso. Este hecho indica que en algún momento las tablas que lo componen decoradas con la inscripción oculta fueron retiradas, recolocadas nuevamente modificando la orientación y repolicromadas realizando en ellas la inscripción que vemos actualmente. Posiblemente, este hecho se produjese en la intervención de restauración llevada a cabo entre los años 1854 y 1857, en la que se sanearon las piezas que conforman el alfarje y se reconstruyeron aquellas que fueron perdidas (Chávez, 2004, p.239-240).

La hipótesis de lectura que se indica en la imagen referente a este texto oculto, es una aproximación al contenido dada la poca precisión con la que se ha podido realizar el calco ya que se encuentra muy poco visible. A pesar de ello, ha sido posible interpretar dos palabras: *Al-Mulk* [al-Mulk] que significa *soberanía, poder o autoridad*, y *Al-dā'im* [al-dā'im] que traducido es *eterno, permanente, perpetuo o duradero*. Estos rasgos visibles indican que puede responder a una fórmula votiva o desiderativa no estrictamente regia puesto que no menciona al sultán o al rey, constituida por las dos palabras descritas junto con otra no identificada en la zona estudiada referente posiblemente a *li-llāh* (para/de Dios), formando de este modo una popular expresión traducida como *La soberanía eterna [es de Dios]* la cual aparecería de forma reiterada a lo largo de todo el friso (Fig. 69).

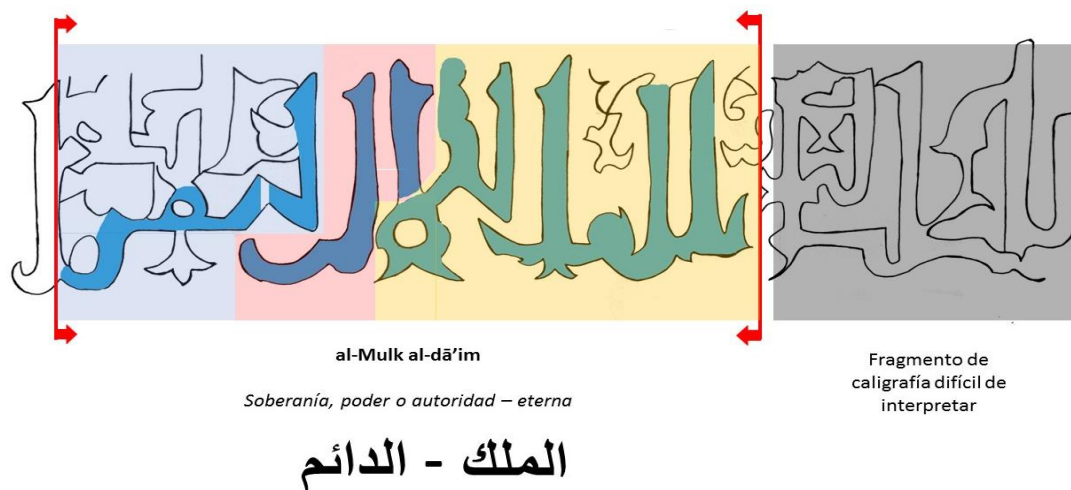


Figura 69. Gráfico representativo de la epigrafía oculta bajo la actual, donde se indica la posible traducción de su contenido.

Ejemplo del empleo de este tipo de epigrafía cúfica con decoración fitomórfica la encontramos en diferentes elementos arquitectónicos como la tabla almohade de un arrocabe perteneciente a la Alhambra y que actualmente se conserva en el museo Hispanomusulmán (Fig. 70). Este tipo de caligrafía actuó como la base y punto de apoyo para el desarrollo de la epigrafía nazarí y la posterior epigrafía mudéjar sevillana<sup>3</sup>.

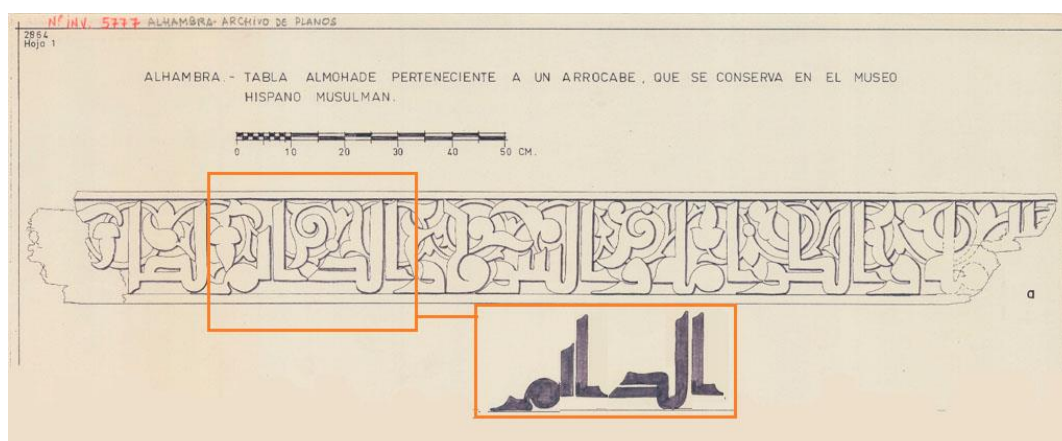


Figura 70. Fragmento de tabla almohade con decoración epigráfica cúfica con decoración vegetal intercalada (Fernández, 1972)

<sup>3</sup> Según asevera el arabista Pedro Cano Ávila, de la Universidad de Sevilla.

Al tratarse de un tipo de caligrafía muy antigua podría vincularse a la construcción inicial del palacio de Pedro I. Sin embargo las características técnicas de las consonantes de estilo cúfico florido empleado junto con la baja calidad y diseño en su manufactura, en comparación con inscripciones de este estilo epigráfico correspondientes al origen del palacio, indican que se trata posiblemente de una epigrafía realizada posteriormente. Ejemplo de ello, para establecer esta comparativa, nos hemos centrado en la epigrafía cúfica original que decora el salón de la Media Naranja (Fig.71) o en la epigrafía que decora parte de las yeserías del patio de las Doncellas (Fig. 72).



*Figura 71. Yesería con epigrafía cúfica con decoración florida ubicada en el zócalo del salón de la Media Naranja (Cano y Fernández, 2015, p.39).*



*Figura 72. Inscripción de estilo cúfico florido ubicada en el friso de yesería correspondiente al muro sur de la galería baja del patio de las Doncellas.*

Por tanto, la combinación de los resultados obtenidos tanto en la elaboración de los calcos como de las catas, han permitido constatar:

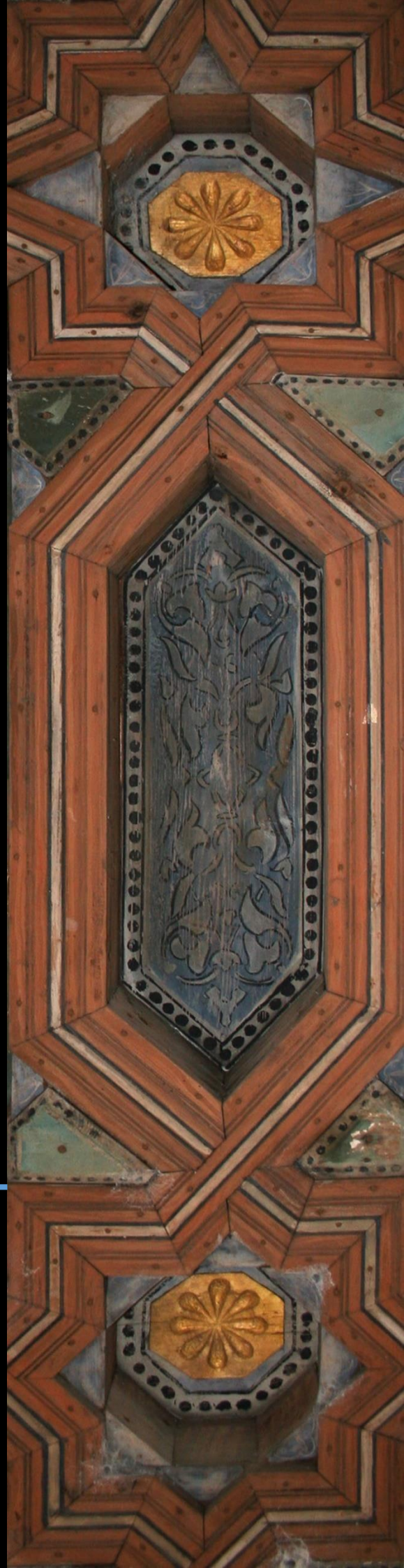
- La existencia de una epigrafía anterior distinta a la actual en cuanto a tipología y tamaño de caligrafía así como a contenido textual.
- La policromía de ambas epigrafías, oculta y visible, coinciden cromáticamente en que la letra presenta color azul y el fondo presenta color rojo, a excepción de la cartela verde actual de la que no se encuentran vestigios de la existencia de una similar antigua.
- La realización de catas en diferentes zonas del friso y alejadas entre sí, ha permitido comprobar que la epigrafía anterior existía en toda la superficie del friso.





# Capítulo VII.

Resultados del estudio de  
materiales





En este capítulo se presentan los resultados obtenidos tras analizar las muestras extraídas de la zona del alfarje con motivo de estudio. Como se dijo en el capítulo de metodología, el total de muestras estudiadas han sido 133, en la siguiente tabla se indican nuevamente las distintas técnicas de identificación empleadas y el número de muestras analizadas con ellas (Tabla XXV). De forma complementaria, se ha realizado una ficha individual de cada una de las muestras estudiadas para su consulta (Anexo 3).

TABLA XXV.

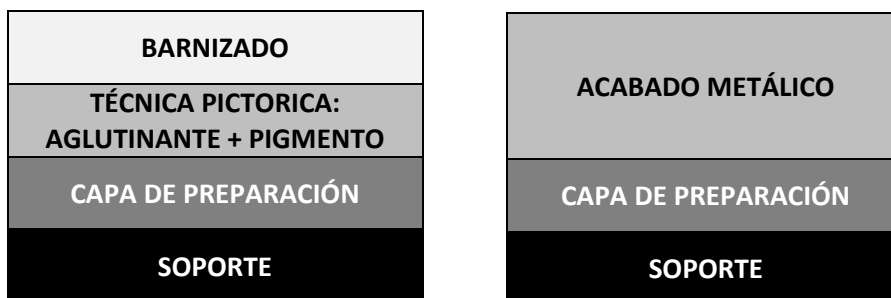
Relación y distribución de muestras estudiadas con las diferentes técnicas de análisis.

<b>NÚMERO DE MUESTRAS ESTUDIADAS CON LAS DISTINTAS TÉCNICAS DE ANÁLISIS</b>	
Técnica de estudio	Número de muestras estudiadas del total de muestras extraídas
<b>Microscopio estereoscópico</b>	133
<b>Microscopio óptico</b>	133
<b>Microscopio electrónico de barrido con microanálisis por dispersión de rayos X (SEM-EDX)</b>	132
<b>Cromatografía de Gases</b>	9
<b>Espectrometría infrarroja por transformada de Fourier</b>	9
<b>Estudio antracológico</b>	1

Los resultados se presentan clasificados en dos apartados, por un lado los materiales de forma individual siguiendo el orden estratigráfico que suelen presentar las policromías aplicadas sobre madera, indicando sus características principales, propiedades y peculiaridades en esta zona. Y por otro, en forma de correlaciones estratigráficas identificando y datando a partir de ellas las diferentes intervenciones de restauración o repolicromado realizadas en el alfarje a lo largo de su historia.

## VII.1. MATERIALES IDENTIFICADOS EN EL ALFARJE DEL PATIO DE LAS DONCELLAS: CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES.

Para seguir un orden a la hora de describir cada uno de los materiales identificados, se ha tomado como referencia los distintos estratos que compone una policromía sobre madera partiendo de soporte, capas de preparación, técnica pictórica compuesta por aglutinantes, pigmentos y barniz, y acabados metálicos.



Aparte de seguir el criterio de clasificación estratigráfico, se ha tenido en cuenta la cronología de los materiales, clasificándolos en *materiales históricos*, datados antes del siglo XVIII y situados en los estratos de las policromías más profundas, y *materiales modernos* aquellos correspondientes al siglo XVIII-XIX fruto de los avances industriales, que componen los estratos más superficiales aplicados en intervenciones recientes de restauración o repolicromado.

### VII.1.1. Soporte

Para el estudio de la madera se ha empleado un sistema de análisis antracológico que nos aporta información sobre la descripción botánica de la madera a partir de su estudio anatómico. Se ha realizado el análisis de un solo fragmento semidesprendido extraído de una zona oculta del alfarje sin que afecte de este modo a su fisonomía. Somos conscientes de que hubiese sido conveniente realizar el examen de otros fragmentos para constatar si hay variedad de tipologías madereras en función de las piezas que componen la estructura del alfarje, pero dado el tamaño elevado de muestra necesaria para la identificación de la especie de madera a través de este tipo de estudios, se consideraron suficientes los resultados de esta única muestra.

Los resultados obtenidos tras realizar el estudio mediante este tipo de técnica analítica, indican que se trata de madera de la especie *Pinus Pinaster* correspondiente a la familia de *Pinaceae*.

Comercialmente se conoce como pino negral, pino resinero, pino rodeno o pino marítimo. Se trata de una especie autóctona, cuya distribución geográfica natural abarca las regiones de Francia, España, Portugal, Italia, Marruecos, Argelia y Túnez. En lo referente a España, en la península ibérica se puede encontrar dos subespecies, la *ssp atlántica* que crece en Galicia y norte de Portugal denominadas pino gallego o piñero bravo; y la *ssp mediterránea* que se sitúa en el resto de la península ocupando de forma natural los sistemas Central, Ibérico, sierras béticas y sierras costeras del Mediterráneo y se le conoce como pino negral o pino rodeno. El desarrollo tan amplio de esta especie de árbol se debe tanto a la gran resistencia que presenta frente a suelos arenosos y de escasa fertilidad donde otras especies sin embargo no pueden prosperar, así como a su rápido crecimiento. En nuestro caso se trataría de la especie mediterránea debido a la proximidad de las sierras béticas, lugar característico de crecimiento, con la ciudad de Sevilla donde se ubica el conjunto del Real Alcázar.

En cuanto a su fisonomía como árbol, es una especie que puede llegar a alcanzar los cuarenta metros de altura, aunque lo normal es que se situé entre los veinte y los treinta metros. Presenta una copa piramidal en la fase inicial de su desarrollo, tomando forma redondeada e irregular posteriormente. Sus ramas se disponen a lo largo del tronco agrupadas en verticilos, correspondiéndose cada uno de esos grupos a un tramo de crecimiento. Las hojas que presentan estas ramas son de carácter acicular, de color verde oscuras y con punta fuerte y punzante. Finalmente, su corteza se caracteriza por ser de color negruzco y áspero, y se hace más gruesa y quebradiza con el paso de los años (Sanz *et al*, 2006: pp. 16-17).

Su utilidad como fuente de materia prima, se centra en la obtención de resina, extrayendo de ella la esencia de trementina y la colofonia, resina de pez<sup>1</sup> y la producción de madera<sup>2</sup>. La morfología de la madera que se extrae de este tipo de árbol, se ve condicionada por la irregularidad del tronco ya que presenta falta de rectitud debido a un crecimiento desigual influenciado por factores ambientales y funcionales del árbol. Como consecuencia, se obtiene maderas que no alcanzan los dos metros y medio de longitud, a diferencia de otras especies coníferas europeas que llegan a presentar longitudes de hasta seis metros. Este hecho, condiciona su utilización en sistemas constructivos, de ahí que lo encontremos en estructuras y piezas de reducido tamaño (Sanz *et al*, 2006: p. 60), como es el caso del alfarje del patio de las Doncellas, que a pesar de ser una superficie amplia a cubrir presenta una estructura sencilla que no necesita de elementos de grandes dimensiones.

El aspecto de la madera resultante a nivel macroscópico, presenta color blanco-amarillento en la zona correspondiente a la albura y rojizo-amarillento en la zona del duramen, es de textura gruesa, fibra recta y los nudos que la compone son relativamente grandes, de color pardo oscuro y por lo general se presentan sueltos o muertos. A nivel microscópico, las traqueidas tienen sección transversal poligonal con grandes punteaduras aeroladas dispuestas en una o dos filas. Los radios leñosos son uniseriados y fusiformes, de carácter heterogéneo y con traqueidas dentadas dispuestas por su interior. Por otro lado, las punteaduras de los campos de cruce entre parénquima radial y traqueidas longitudinales, suelen ser dos o tres y son del tipo pinoide con reborde pequeño. Finalmente, los canales resiníferos verticales son numerosos y grandes con un diámetro comprendido entre 200 y 350 micras (Sanz *et al*, 2006: pp.61-62) (Fig. 73).

---

<sup>1</sup> Pez es una brea que se ha utilizado para impermeabilizar cascos de barcos, redes de pesca, ánforas y toneles, pellejos y botas de vino, etc.

<sup>2</sup> <http://www.arbolesibericos.es/especie/pinuspinaster> [Consulta 21/09/2016]

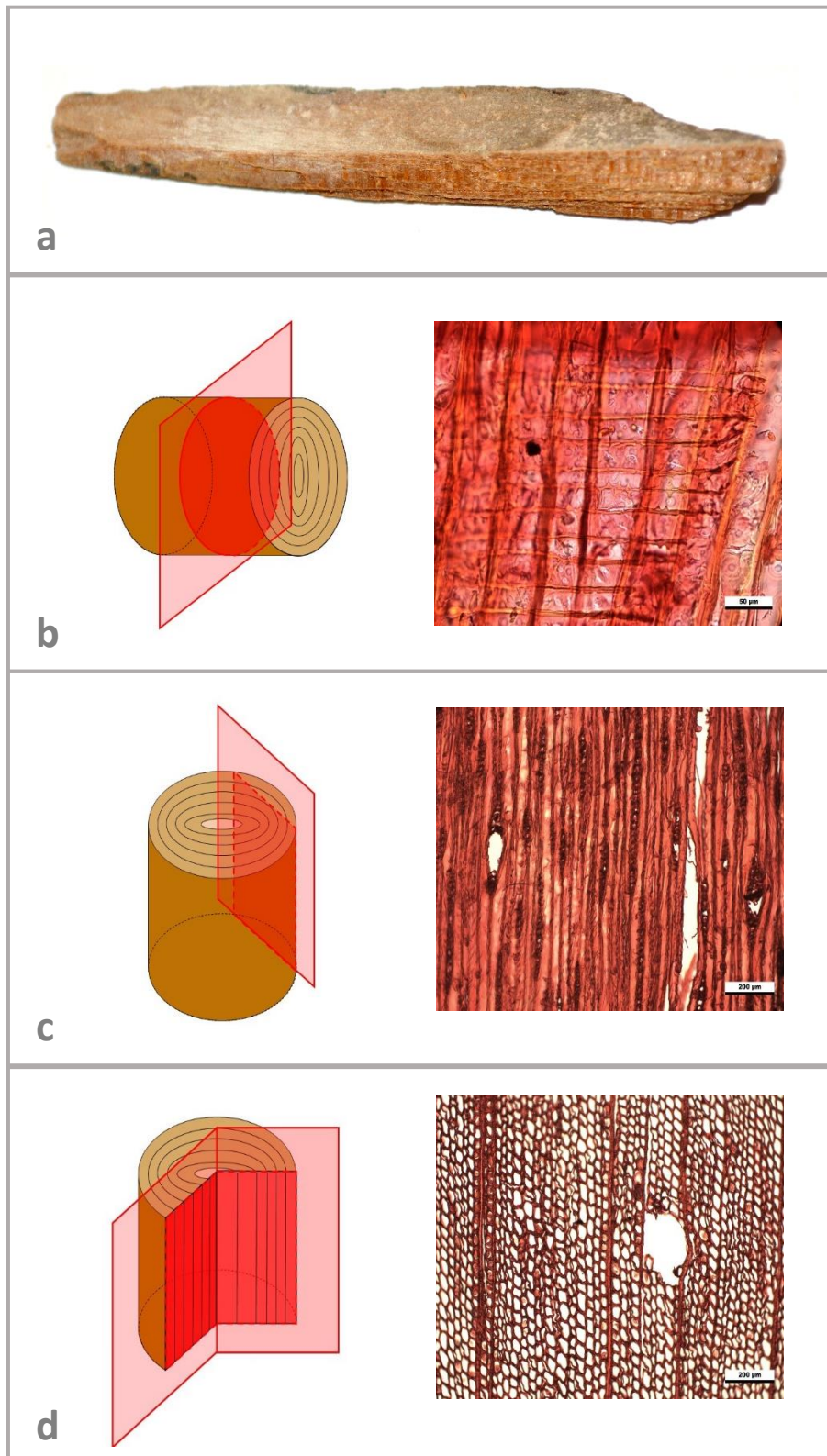


Figura 73. "a": imagen obtenida con microscopio estereoscópico de la muestra de madera analizada. "b": Imagen obtenida con microscopio óptico correspondiente a la sección radial de la muestra analizada. "c": Imagen obtenida con microscopio óptico correspondiente a la sección tangencial de la muestra analizada. "d": Imagen obtenida con microscopio óptico correspondiente a la sección transversal de la muestra analizada.

En cuanto a propiedades físico-mecánicas, la madera de *pinus pinaster* puede ser considerada en el rango comprendido entre ligera a semipesada, con una contracción volumétrica media-alta. Presenta una contracción lineal alta en dirección radial y tangencial, y el promedio de dureza es de tipo medio, siendo superior a diferencia de otras variedades de pino existentes en la península ibérica (Sanz *et al*, 2006: pp.65)

Se ha comprobado a través de una revisión de trabajos llevados a cabo en piezas de carpintería situadas en otras zonas del propio Alcázar, que la utilización de esta especie de madera es muy poco común, siendo las más empleadas para fines de cubiertas el *Pinus Nigra L.* y *Pinus Sylvestris L.*; otras más concretas como *Larix Decidua Mill* (alarce Europeo) y el *Pinus Halepesis Mill*. Únicamente, se identifica madera procedente de *Pinus Pinaster* en el portalón del Salón de Embajadores, aunque no de forma individual sino combinada con otra especie de madera como es el *Pinus Nigra* que conformaba otras piezas constituyentes de dicho portalón (Tabla XXVI).

TABLA XXVI.

Especies de madera identificadas en diferentes localizaciones del Palacio de Pedro I.


ALGUNAS ESPECIES DE MADERA IDENTIFICADAS EN CARPINTERIAS DEL PALACIO DE PEDRO I		
Artesonado del salón del techo de Carlos V	<i>Pinus nigra L.</i>	(Pérez y Fernández, 2010: pp.38-61)
Cúpula de media naranja del Salón de Embajadores	<i>Pinus silvestris L.</i> <i>Larix decidua Mill</i>	(Pérez y Fernández, 2002)
Portalones y ventanas del patio de las Doncellas	<i>Pinus pinaster</i> <i>Pinus nigra</i>	(Pérez y Fernández, 2004)
Alfarjes derecho e izquierdo del vestíbulo del palacio de Pedro I	<i>Pinus halepesis Mill</i>	(Pérez y Fernández, 2014: pp.131-147)
Alfarje del vestíbulo oriental del palacio bajo de Pedro I	<i>Pinus silvestris L.</i> <i>Pinus nigra L.</i>	(Pérez y Fernández, 2012: pp.90-112)
Techo de la Alhanía de la antigua capilla del palacio de Pedro I.	<i>Pinus halepesis Mill</i>	(Pérez y Fernández, 2016: pp.118)

### VII.1.2. Capa de preparación

La madera en estado natural no es una superficie idónea para ser policromada ni dorada debido a la posibilidad de presentar deformaciones ocasionadas en el proceso de aserrado y obtención así como irregularidades propias de la madera como nudos, fendas... Por este motivo resulta necesario la aplicación de una capa de preparación cuya función es unificar el aspecto de la superficie a pintar, facilitar la adherencia de la pintura al soporte y al mismo tiempo, reducir los efectos del movimiento de la madera sobre la capa pictórica. Previamente a la aplicación de la capa de preparación, los nudos o huecos presentes en la madera eran rellenados con masilla realizada con serrín y cola animal. Posteriormente, se aplicaba de una a tres capas de cola fuerte de conejo con el fin de restar porosidad y regular el grado de absorción de la madera, garantizando un agarre correcto de las capas de preparación (Vivancos, 2006, p.67-68).

Cuando hablamos de preparación nos referimos a la capa que se sitúa sobre el soporte de madera y que precede a la capa pictórica. La preparación está compuesta por un material de carga, cuya función es dar estabilidad y consistencia, y un aglutinante cuya función es aportar adhesividad de esta capa al soporte y proporcionar cohesión entre las partículas de carga (Mayer, 1985, p. 239).

Las cargas son materiales de adición de origen mineral, químicamente inertes, es decir, que no reaccionan con ningún otro material, no higroscópicas y con escaso poder colorante presentando un índice de refracción muy bajo (Pedrola, 1998, p.35). Existe gran variedad de clases de cargas, pero en lo referentes a la policromía del alfarje de las Doncellas encontramos dos tipos:

SULFATO CÁLCICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Otras denominaciones:</b> Espejuelo, yeso mate, yeso apagado, yeso de París, yeso de construcción, yeso albañil, tierra blanca, espato ligero, <i>gypsum</i>, <i>gesso</i>.</li> <li>• <b>Origen y uso:</b> desde la antigüedad</li> <li>• <b>Naturaleza:</b> Mineral natural o sintético</li> </ul>
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	
	

La carga conocida como yeso es producto de la acción del ácido sulfúrico sobre el calcio, formando sulfato cálcico. A partir del proceso de cocción del yeso a distintas temperaturas, se obtiene diferentes variedades en función del grado de hidratación resultante (Giannini y Roani, 2008, p.220). Cada una de estas variedades tiene una funcionalidad:

- **Yeso natural o crudo:** Se encuentra en la naturaleza en forma de terrones o piedras de *sulfato de calcio bihidratado* [ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ]. También se denomina *espato ligero* y se caracteriza por ser poco soluble en agua (Pedrola, 1998, p.35).
- **Yeso cocido o vivo:** cuando se somete el yeso natural a altas temperaturas se convierte en *sulfato cálcico semihidratado* [ $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ ], convirtiéndose en basanita (Giannini y Roani, 2008, p.220). Este yeso puede volver a hidratarse mediante la adición de agua, cristalizando nuevamente y formando una masa dura. En función de la temperatura de cocción a la que se someta, se obtienen tipos de yesos de mayor o menor pureza y calidad, por ejemplo el yeso *albañil, de construcción o de París* con un grano grueso y de tonalidad oscura cuyo empleo está destinado a la construcción, o la *escayola* con un grano más fino y de color blanco (Pedrola, 1998, p.35).
- **Yeso muerto o mate:** se trata del yeso manipulado mediante hidratación o deshidratación con el fin de evitar que endurezca en su aplicación como carga en una preparación. En el caso de la manipulación por hidratación, se basa en añadir un exceso de agua al yeso cocido o vivo [ $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O} + n\text{H}_2\text{O}$ ]. El yeso se convierte en una pasta semilíquida, que tras su secado, se tritura y muele finamente. Cuando por el contrario, se realiza por deshidratación, el yeso es sometido a una temperatura comprendida entre 400 y 700 °C, obteniendo un yeso anhidro o anhidrita (Giannini y Roani, 2008, p.220) que carece de agua [ $\text{CaSO}_4$ ]. De ambos modos, el yeso pierde la propiedad de endurecer y puede ser empleando entonces en la pintura industrial. Para adquirir la condición de endurecer, es necesario la adición de un aglutinante (Pedrola, 1998, p.35). Este tipo de yeso, además de ser denominado yeso muerto o mate (Pacheco, 2001, p.447), es conocido por otros autores como yeso en polvo, yeso pardo (Palomino, 1947, p.518 y 544), yeso apagado o tierra blanca (Matteini y Moles, 2008, p.53).

Cennini hace una clasificación del yeso en función de su textura. Por un lado se encuentra el *gesso grosso*, compuesto por yeso cocido o vivo sin apagar que se mezclaba con un aglutinante. El *gesso sottile*, se refiere a yeso apagado en agua (yeso muerto o mate) con un tamaño de grano muy fino gracias a la molienda y el tamizado, el cual se



aplicaba sobre las capas de *gesso grosso* (Ceninni, 2006, p.155). De igual forma lo describe Palomino, haciendo referencia al *gesso grosso* como un yeso basto compuesto por granos irregulares de anhidrita soluble (yeso cocido o vivo) y cuyo empleo se corresponde a la primera capa de una preparación. En cuanto a *gesso sottile*, se refiere también al yeso mate tamizado y lavado, caracterizado por presentar un grano muy fino y regular y que se aplica como capa final en la preparación, dotando a ésta de una textura suave y homogénea (Villarquide, 2004, p.65).

Las capas de preparación a base de sulfato cálcico (yeso mate) en la policromía que presenta el alfarje se sitúan en los estratos más profundos, haciendo referencia a las más antiguas y posiblemente originales. Aparecen aglutinadas con cola animal formando estratos de grosor considerables. A su vez, encontramos la casuística en muchas de las muestras analizadas en la que estos estratos aparecen subdivididos en dos, un estrato inferior con un tamaño de grano mayor y un estrato superior que se caracteriza por un tamaño de grano de yeso más refinado. En ambos casos, el yeso no suele aparecer puro sino acompañado de aluminosilicatos (arcillas) añadidos posiblemente de forma intencionada por las propiedades impermeabilizantes que presentan (Giannini y Roani, 2008, p.31), o bien por tratarse de impurezas propias del mineral de donde se extrae. Entre los aluminosilicatos, destaca el empleo de caolín. Se trata de un silicato de aluminio hidratado  $[Al_2Si_2O_5(OH)_4]$ , formado por la descomposición por erosión de feldespato y otros silicatos de aluminio perteneciente a la categoría de minerales filosilicatos (Fig. 74 y 75).

El uso de este tipo de preparaciones compuestas por yeso y cola animal, tuvo un empleo muy extendido a lo largo de la historia de la pintura debido a las óptimas propiedades que presenta como la habilitación idónea del soporte, aporte de un color homogéneo así como una uniformidad a la superficie, absorción regular de ésta o la compatibilidad con la capa policroma compuesta por pigmento y aglutinante (Matteini y Moles, 2008, p.107).

Bajo los estratos correspondientes a este tipo de preparación, al igual que sucede en las policromías originales de los elementos de madera correspondientes a la fachada del palacio de Pedro I (López, 2012, p.156), identificamos un estrato de color rojo aplicado sobre la madera compuesto por óxidos de hierro, aluminosilicatos y rojo de plomo principalmente, aglutinado con cola animal. La función de este estrato, habitual en decoración arquitectónica de maderas, es actuar como fungicida ante la naturaleza de la madera previniendo el posible deterioro de las capas policromas y a su vez actúa de mediación entre el soporte y la capa de preparación, favoreciendo la adhesión entre ambos.

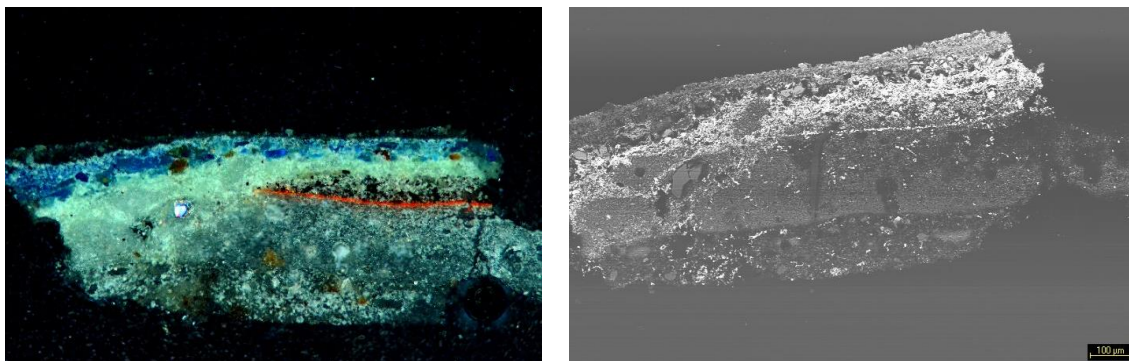
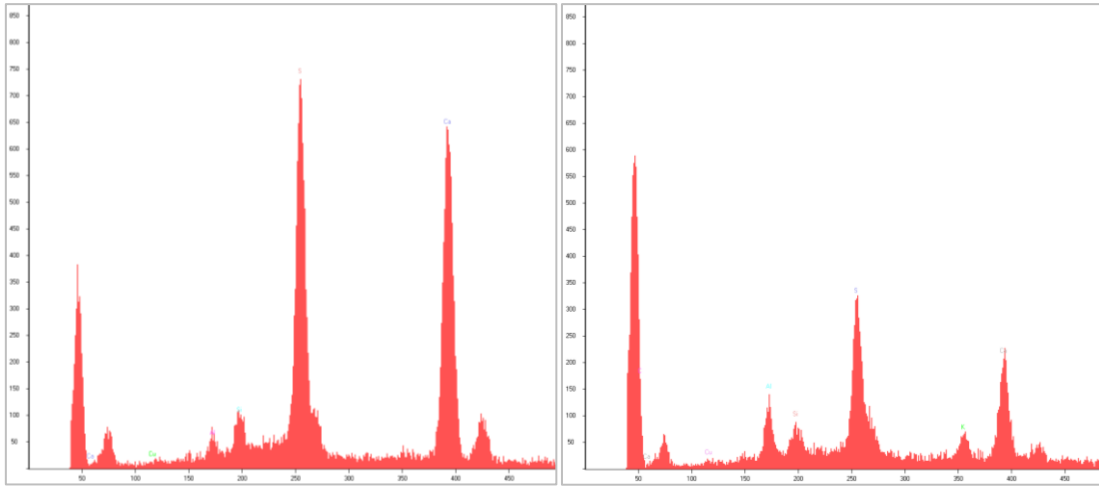



Figura 74: Izq. Imagen de microscopía óptica, luz reflejada, 10X. Drch. Imagen microscopía electrónica de barrido, electrones secundarios. En ambas imágenes se aprecia la capa de preparación más profunda a base de yeso aplicada en dos estratos, uno inferior con grano más grueso y uno superior con grano más fino.



*Figura 75: Izq. Espectro resultante del microanálisis correspondiente estrato inferior de la capa de preparación (grano grueso). Drch. Espectro resultante del microanálisis correspondiente estrato superior de la capa de preparación (grano fino). Ambas indican que se trata de yeso con mezcla de aluminosilicatos.*

CARBONATO CÁLCICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Otras denominaciones:</b> Blanco de España, blanco de San Juan, blanco de cáscara, caliza, creta blanca, <i>whiting</i>, <i>chalk</i>, <i>lime white</i></li> <li>• <b>Origen y uso:</b> Desde la antigüedad</li> <li>• <b>Naturaleza:</b> Mineral natural o sintético</li> </ul>
CaCO <sub>3</sub>	
	

Tanto el carbonato cálcico como el yeso son derivados del calcio, presentan un aspecto parecido y pueden utilizarse de forma indistinta (Pedrola, 1998, p.37). Sin embargo las ventajas que presenta el carbonato cálcico con respecto al empleo del yeso en las capas de preparación es su mayor opacidad, un tamaño de grano más fino y uniforme, y su menor sensibilidad a la humedad (Mayer, 1985, p.244).

La forma natural del carbonato cálcico es la calcita sometida a un proceso de molienda a partir del que se obtiene el material pulverulento que se usa como carga. La calcita no solo se encuentra en forma de roca sedimentaria sino que también forma parte del material esquelético de muchos organismos vivos pretéritos. Por ello, es común que encontremos restos de nanofósiles en la composición del carbonato cálcico como resultado de la larga historia evolutiva de los depósitos sedimentarios de donde se extrae. Entre ellos destacan los *coccolitos*, son de pequeño tamaño y presenta formas ovales, discoidales o esféricos con varias perforaciones y diferentes patrones de ornamentación (Gettens, West y Feller, 1974, p.159).

Este tipo de carga ha tenido un amplio papel en el arte desde tiempos muy antiguos, siendo muy habitual su uso en el norte de Europa, especialmente en Inglaterra, Francia y los Países Bajos como capa de preparación en la que se empleaba como aglutinante la cola animal, de la misma manera que el yeso en Italia y España. También es común encontrar estas preparaciones utilizando como aglutinante aceite de linaza dando como resultado una capa con un bajo índice de refracción y color apagado (Gettens, West y Feller, 1974, p.160).

En ocasiones, estas preparaciones a base de carbonato cálcico aparecen mezcladas con pigmentos blancos con el fin de incrementar su poder cubriente o con otros componentes para aportar propiedades químicas o estructurales. En cuanto a pigmentos, es común el óxido de zinc, el litopón o el óxido de titanio en proporción de entre 1 y 10%, y en lo referente a otros componentes es común el empleo de barita o carbonato de magnesio (Mayer, 1985, p.244). Por otro lado, al igual que sucede con el sulfato cálcico, podemos encontrar en él impurezas de tipo óxidos de hierro, manganeso o carbonatos de magnesio provenientes de la propia calcita (Palet, 2002, p.46).

Las capas de preparación que encontramos en la policromía del alfarje cuyo material de carga es el carbonato cálcico, se corresponden con las intervenciones de repolicromado más recientes. Esta preparación, aglutinada con cola animal, suele aparecer combinada con pigmentos como el blanco y/o rojo de plomo, óxidos de hierro o aluminosilicatos entre otros, añadidos como elementos secativos o como comentábamos, para aumentar el poder cubriente. Además, en varias ocasiones, encontramos la presencia de fósiles tal y como se describía anteriormente, debido a la localización del depósito donde fue extraído el carbonato cálcico en nuestro caso (Fig. 76 y 77).

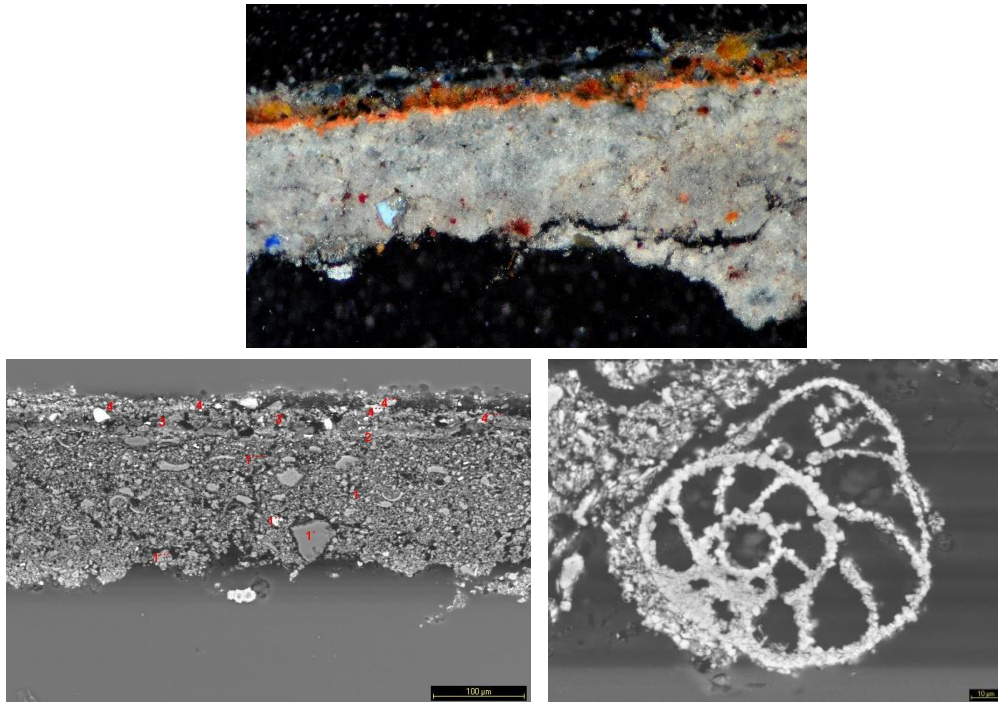


Figura 76: Muestra PD.M.115. Supr. Imagen de microscopía óptica (luz reflejada, 10X). Infr. Izq. Imagen microscopía electrónica de barrido con numeración de espectros (electrones secundarios). En ambas imágenes se aprecia la capa de preparación a base de carbonato cálcico junto con trazas de pigmentos como óxido de hierro, rojo de plomo y aluminosilicatos. Infr. Drch. Detalle de nanofosil incluido en la capa de preparación.

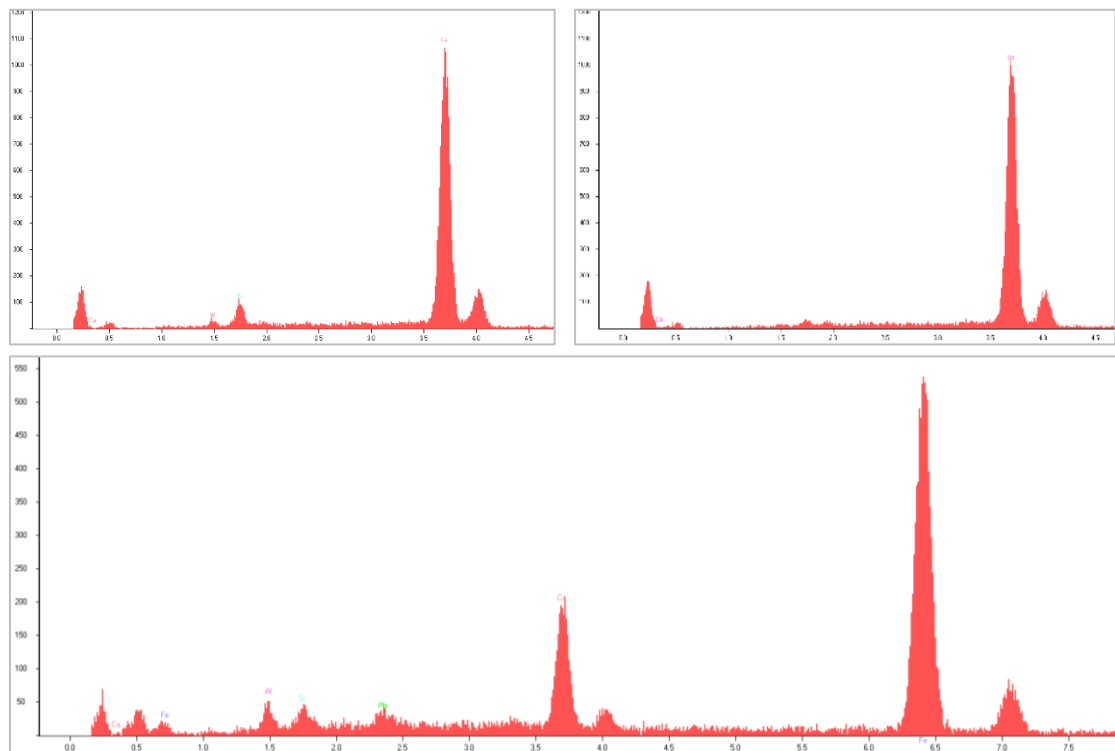


Figura 77: Izq. Espectros (1, 1''', 1'' respectivamente) resultantes del microanálisis correspondiente a la capa de preparación de la muestra. Indican que se trata de carbonato cálcico con mezcla de diversos pigmentos como óxido de hierro, rojo de plomo y aluminosilicatos.

En ambos tipos de preparaciones es común aplicar sobre ellas y previamente a la película pictórica, una capa aislante con el fin de regular su absorción. La composición de estas capas puede ser una cola animal, un barniz diluido o bien una capa pigmentada normalmente con blanco de plomo que a la misma vez que actúa de aislante proporciona luminosidad a la policromía. El grosor de estos estratos no es muy elevado ya que su función únicamente es limitar la absorción pero sin impermeabilizar por completo, suelen ser tipo veladuras difíciles de identificar incluso en análisis (Villarquide, 2004, p.73; Doerner, 1986, p.144). En nuestro caso de estudio, no hemos detectado en ninguna muestra la existencia de esta capa aislante, probablemente porque no se aplicó o debido a que su elevada delgadez la haya hecho inapreciable.

### VII.1.3. Técnicas pictóricas

#### VII.1.3.1. Aglutinantes

Un aglutinante es un material generalmente orgánico que se mezcla en diferentes proporciones con un pigmento con el objetivo de fijarlo a la preparación o soporte. En función de su solubilidad, se clasifican en magros si son solubles en agua y se aplican en este medio, o en grasos si son insolubles en agua y por tanto solubles en disolventes orgánicos en general. A partir del tipo de aglutinante, se definen las técnicas pictóricas en las que se emplean, encontrando por tanto técnicas al temple (solubles en agua) y técnicas al óleo (grasas) (Palet, 2002, p.39).

De las nueve muestras analizadas por el Dr. Enrique Parra para la identificación de aglutinantes empleados en la policromía del alfarje, seis de ellas se corresponden con técnicas pictóricas (PD.M.10, PD.M.80, PD.M.144, PD.M.136, PD.M.148, PD.M.20) y tres, con técnicas de decoración metálica (PD.M.2, PD.M.7B, PD.M.7A). Cada una de las muestras a analizar mediante cromatografía de gases y espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier, fue seleccionada previamente tras un exhaustivo estudio mediante microscopía óptica con la intención de que fuesen lo más idóneas y aportasen la mayor información posible sobre los aglutinantes presentes en los distintos estratos de preparación y policromos.

Las muestras estudiadas indican que se emplearon dos técnicas fundamentalmente: temple de cola animal y técnica oleo-resinosa a base de aceite de linaza y resina de colofonia.

AGLUTINANTES	
<b>Técnica al temple</b>	Cola animal Huevo (*caso excepcional)
<b>Técnica Oleo-resinosa</b>	Aceite de linaza Resina diterpénica: colofonia

Dada la superposición tan compleja de estratos debido a las numerosas intervenciones de repolicromado realizadas en el alfarje, no es sencillo asignar un aglutinante concreto a cada intervención ya que hay migraciones de los mismos entre un estrato y otro, por lo que sólo podemos hablar de aglutinantes mayoritarios de forma general.

En primer lugar encontramos una técnica al temple a base de cola animal, siendo la cola de conejo la más habitual en estos casos. Esta técnica se detecta en los estratos de las policromías más antiguas y por tanto más profundas estratigráficamente, y en las capas de preparación de las policromías más recientes.

La técnica al temple, proveniente del término italiano *tempera y temperare*, hace referencia a la mezcla de pigmentos en polvo con un aglutinante con el fin de obtener una pasta coloreada que se aplica formando una capa pictórica sobre un soporte. Siguiendo esta definición, se podría considerar cualquier sustancia que actúe de aglutinante como un temple, pero la aparición de las técnicas al óleo hizo que este término aludiese únicamente a las técnicas cuyo aglutinante era utilizado en dispersiones acuosas (Matteini y Moles, 2008, p.101).

En nuestro caso, la técnica al temple identificada en la policromía del alfarje es de carácter proteico ya que emplea como aglutinante una cola animal. Este tipo de colas se obtienen a partir de la cocción de residuos animales como son las pieles, cartílagos o huesos de mamíferos así como de la piel y espinas de algunos peces (Matteini y Moles, 2008, p.105), denominándose a este tipo de cola de pescado cuyo uso es menos frecuente por ser más cristalina y frágil (Villarquide, 2004, p.174).

Desde el punto de vista químico, las colas animales son sustancias constituidas principalmente por proteínas, fundamentalmente colágeno. Recordemos que una proteína se compone de varios aminoácidos unidos por enlaces peptídicos, en el caso de la cola animal destaca la presencia de aminoácidos como la glicina y la hidroxiprolina, las cuales han sido la clave para la identificación de este aglutinante en los métodos de análisis empleados. Estas sustancias suelen ir acompañada de otros elementos de origen orgánico e inorgánico como por ejemplo sales, cuya proporción va a depender de su origen, el método de preparación y el grado de pureza conseguido. Las colas menos puras, se denominan colas fuertes y están destinadas al uso como sustancias adhesivas ya que el poder de adhesión aumenta con la cantidad de impurezas, mientras que las colas más puras, conocidas como colas de pieles o gelatinas, se usa como aglutinantes por ofrecer unas propiedades mecánicas más equilibradas debido a su grado de refinamiento (Matteini y Moles, 2008, p.105-107).

Este tipo de técnica pictórica se viene utilizando desde la Antigüedad, y aunque no se puede marcar una fecha exacta, Cennino Cennini en su tratado de arte del siglo XIII ya pone de manifiesto el uso de temples a base de cola de cabritilla y cola de pescado. Sin duda, gracias a factores como su económica adquisición y su fácil empleo, han hecho que esta técnica sea una de las más utilizadas desde hace siglos en todo tipo de soportes hasta tiempos recientes (Pedrola, 1998, p.127).

Junto al temple de cola animal descrito, encontramos excepcionalmente en una única muestra (PD.M.80) el empleo de temple a base de huevo correspondiente a las últimas intervenciones realizadas.

La segunda técnica identificada, como indicábamos, es una técnica grasa que se basa en el empleo de aceite de linaza como aglutinante y resina de colofonia aplicada a modo de barniz. En ocasiones, se ha podido constatar la presencia de trazas de ésta última junto con el aceite de linaza posiblemente por un proceso de migración a la hora de aplicarlo.

Este tipo de técnica, aunque ya era conocida en la Edad Media, no se comenzó a emplear de forma general hasta el siglo XV debido a que los temples cumplían las exigencias de los pintores de esa época (Mayer, 1985, p.18). Según Pacheco, una obra realizada a la *manera* antigua, refiriéndose al temple, se encontraba limitada a esta técnica *porque no se sabía entonces otro modo de pintar* (Villarquide, 2004, p.200). Será a partir del siglo XV y XVI surge la demanda de una nueva tipología de pintura con cambios e innovaciones en las técnicas, atribuidas al cambio de época y circunstancias, convirtiéndose en una técnica universal a partir del siglo XVII (Mayer, 1985, p.19). Es este uno de los motivos por lo que aparece esta técnica en los estratos referentes

a repolicromados intermedios y más recientes, mientras que el temple aparece en las policromías más profundas.

El aceite empleado como aglutinante en esta técnica es de linaza, un aceite vegetal secante que se obtiene a través del prensado de las pequeñas semillas negras de lino, las cuales contienen entre un 30 y 40 % de aceite (Villarquide, 2004, p. 333). La sustancia cruda resultante de este proceso somete a un proceso de cocción dando como resultado un aceite que presenta mejor poder de adherencia, mayor insensibilidad ante la humedad y mayor elasticidad de la película pictórica (Doerner, 1998, p.90 y 91). Dentro de toda la variedad de aceites que podemos encontrar en el empleo de pinturas, el de linaza es el más secativo y resistente, aunque una vez seco tiende a amarillear, sobre todo si el proceso de secado se lleva a cabo en la oscuridad (Pedrola, 1998, p.170). La película que forma se caracteriza por sus óptimas propiedades mecánicas como resistencia, flexibilidad, cohesión y elasticidad, y propiedades ópticas como transparencia aunque tiende a amarillear con el tiempo (Mattein y Moles, 2008, p.131).

Desde el punto de vista químico el aceite de linaza está compuesto por una mezcla de triglicéridos (ésteres de glicerina) más ácidos grasos insaturados de cadena larga. Entre los ácidos grasos, destaca la presencia de ácido oleico, linoleico y linolénico, los cuales nos dan las pautas para identificarlo mediante las técnicas cromatográficas (Mattein y Moles, 2008, p.128).

En lo que se refiere a la colofonia, el término (del griego *kolophonia*) proviene de la ciudad Colofón, lugar donde se produce la mayor cantidad de esta resina. (Villarquide, 2004, p.369). También conocida con el nombre de *pez griega* (Pedrola, 1998, p.179), esta resina se obtiene a partir de la incisión en la corteza de especies arbóreas coníferas, concretamente de las pináceas. Entre las zonas con mayor producción de esta resina destacan aquellas que presentan un clima templado en el hemisferio norte como Francia, Portugal y España. Se trata de una resina abundante, fácil de obtener y por consiguiente barata, ejemplo de ello es la especie *Sp. Pinaster*, capaz de producir hasta tres kilos por pino (Villarquide, 2004, p.369). Como veíamos, la estructura general del alfarje está realizada con madera de esta especie, por lo que el uso de este tipo de resina en la ejecución de la policromía puede estar relacionado con el proceso de obtención de este material.

El bálsamo que se obtiene de estos árboles, se somete a un proceso de destilación, quedando separado en dos productos: la resina y el aceite/esencia de trementina (Doerner, 1998, p.99). En porcentajes, se trata de un 5-10% de agua que se evapora en el proceso, 22-24% de aceites etéreos, es decir esencia de trementina, y 66-73% de resina diterpénica, lo que viene a ser la colofonia.

Químicamente, está compuesta por un porcentaje alto de ácidos resínicos, entorno al 90%, en el que destaca el ácido abiético. En cuanto a cualidades físicas, destaca por su punto de reblandecimiento comprendido entre los 70 y 85 °C, punto de fusión entre 90-100 °C y un índice de acidez entre 155 y 172 °C. En apariencia, presenta un aspecto transparente en la que el tono varía de amarillo claro o en algunos casos, muy oscuro. (Villarquide, 2004, 369).

A pesar de haber sido muy citada en numerosos tratados y empleada desde la Edad Media hasta el siglo XVII como barniz, su fragilidad, su bajo punto de fusión y la frecuente alteración cromática que presenta en la que se vuelve opaca hacen que no sea idónea para este fin y su uso más habitual sea como adhesivo (Giannini y Roani, 2008, p.57; Villarquide, 2004, p.369-370, Matteini y Moles, 2008, p. 210). En el caso de la policromía del alfarje la encontramos desempeñando ambas funciones, como capa de barniz y como capa de adhesivo en dorados.

TABLA XXVII.

Resultados de aglutinantes obtenidos en la muestra PD.M.144.

MUESTRA PD.M.144				
Policromía	Nº de capa	Color	Espesor	Agglutinante
C	10	Verde	35-40 $\mu$	Aceite de linaza + Resina diterpénica (conífera)
	9	Rojo	20 $\mu$	
	8	Rosado	100 $\mu$	Cola animal
B	7	Azul	45 $\mu$	Cola animal
A	6	Blanco	35 $\mu$	Cola animal
	5	Azul	50 $\mu$	
	4	Gris	45 $\mu$	
	3	Rojo	10-15 $\mu$	
	2	Blanco	10-15 $\mu$	
	1	Blanco	140 $\mu$	

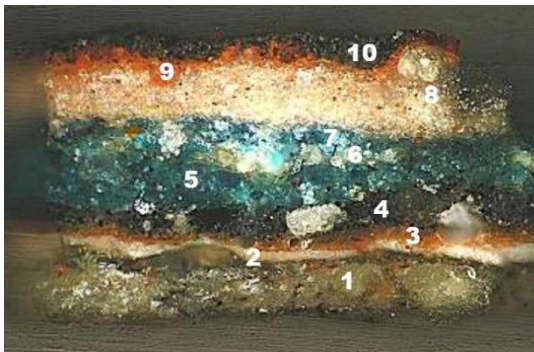


Figura 78. Muestra PD.M.144 con numeración de estratos. Imagen de microscopía óptica a 300 X.



Figura 79. Muestra PD.M.144 con tinción de negro Amido II, reactivo que indica la presencia de proteínas. Imagen de microscopía óptica a 300 X.

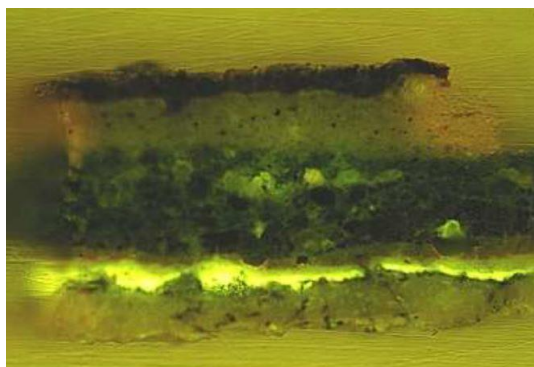


Figura 80. Muestra PD.M.144. Imagen de microscopía óptica a 300 X con luz ultravioleta.



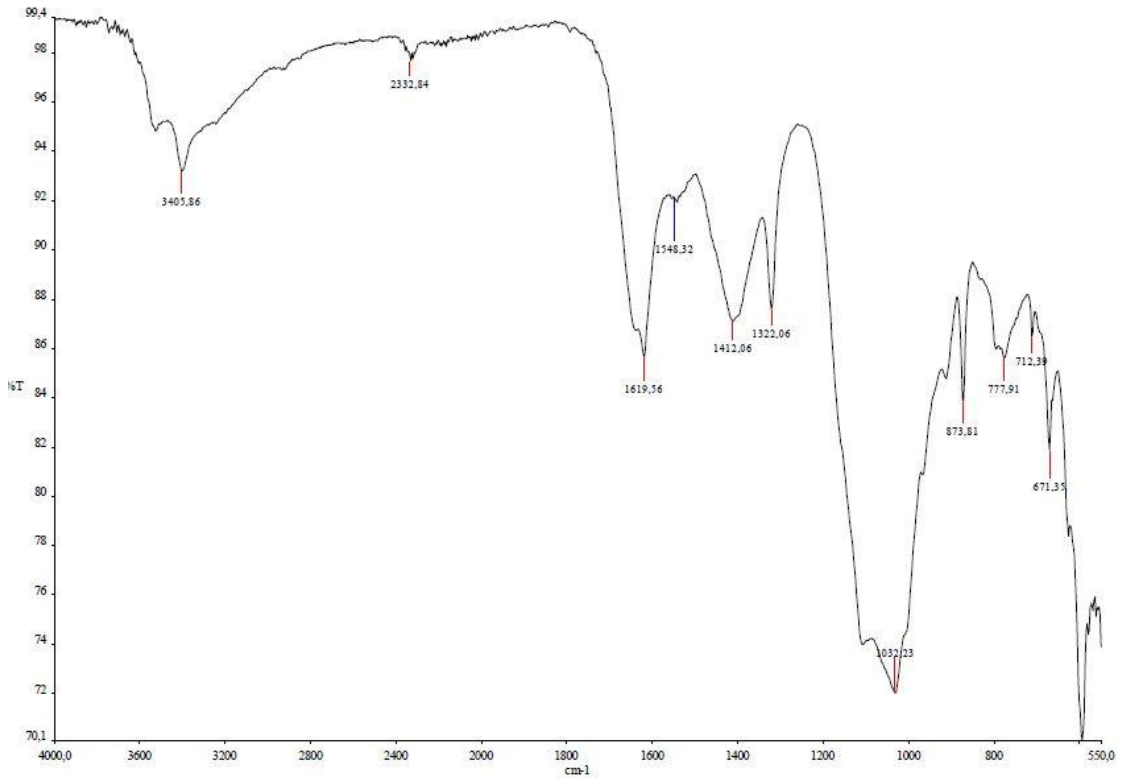


Figura 81: Espectro de infrarrojo por transformada de Fourier. Superficie de muestra PD.M.144.

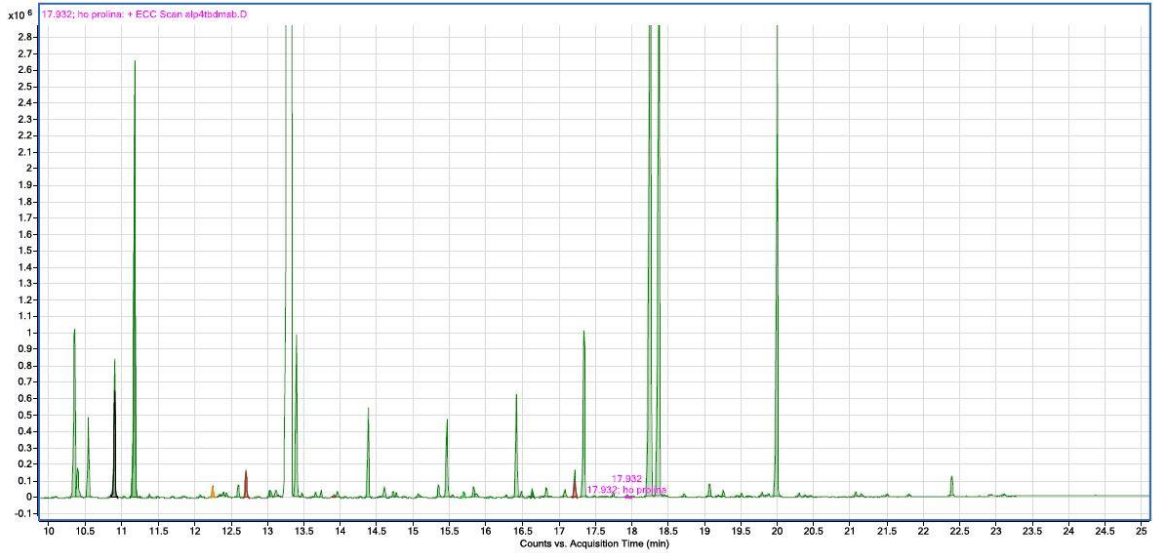


Figura 82: Cromatograma selectivo de aminoácidos y ácidos grasos TBDMS. Muestra PD.M.144. La presencia de hidroxiprolina indica el empleo de cola animal como aglutinante.

TABLA XXVIII.

Resultados de aglutinantes obtenidos en la muestra PD.M.10.

MUESTRA PD.M.10				
Policromía	Nº de capa	Color	Espesor	Aglutinante
C	5	Rojo	100 $\mu$	Cola animal
B	4	Negro	20-170 $\mu$	Cola animal
A	3	Plata oxidada	< 5 $\mu$	Cola animal
	2	Rojo	20-45 $\mu$	
	1	Blanco	200 $\mu$	

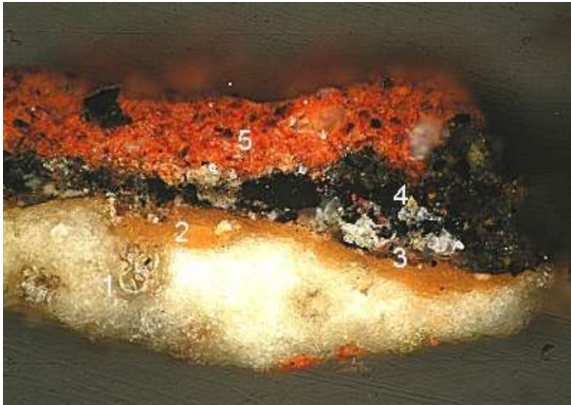


Figura 83. Muestra PD.M.10 con numeración de estratos. Imagen de microscopía óptica a 300 X.



Figura 84. Muestra PD.M.10 con tinción de negro Amido II, reactivo que indica la presencia de proteínas. Imagen de microscopía óptica a 300 X.

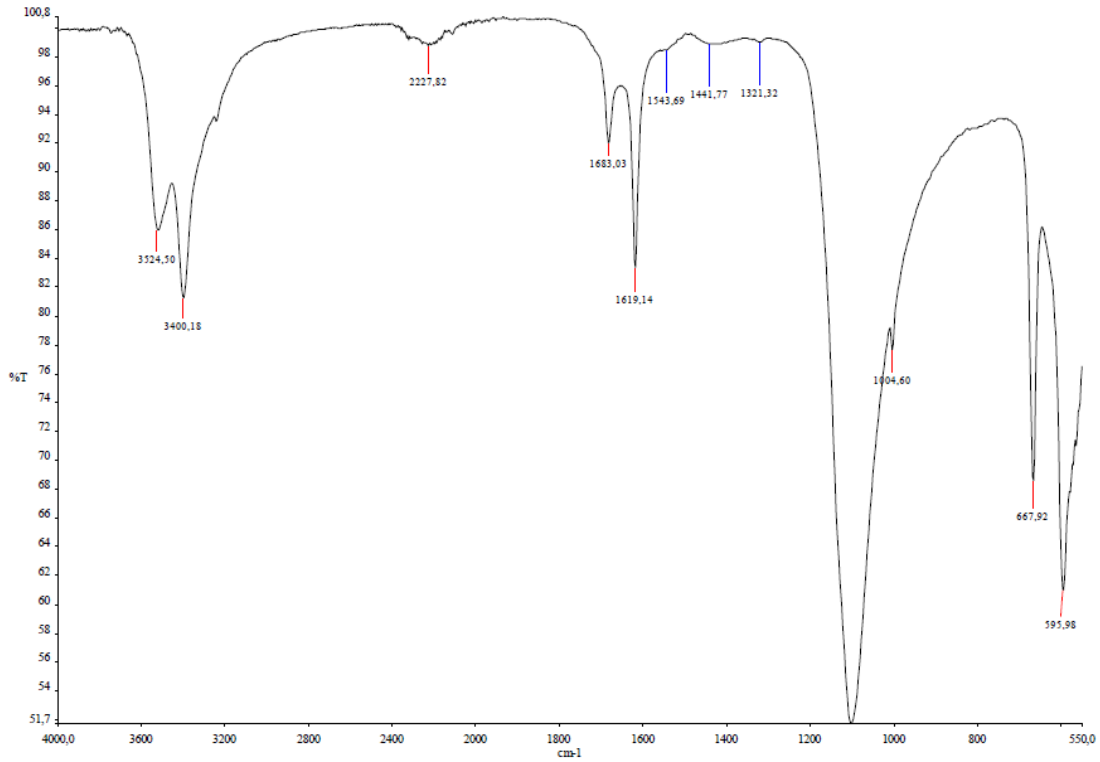


Figura 85: Espectro de infrarrojo por transformada de Fourier. Superficie de muestra PD.M.10.

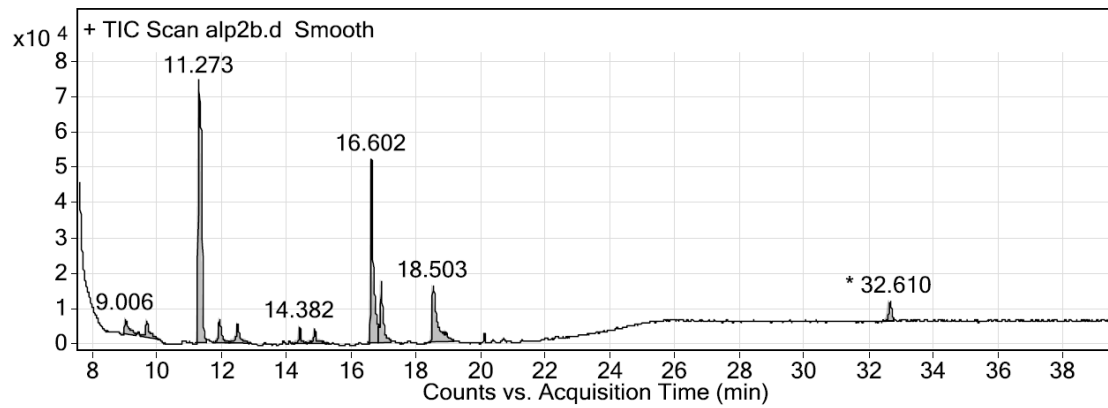


Figura 86: Cromatograma de muestra PD.M.10 donde se muestran los valores propios de la identificación de cola animal. La presencia de ácidos grasos palmítico y esteárico que aparecen se debe a que, en colas animales, los restos de colágeno degradados van acompañados por pequeñas cantidades de grasa animal.

TABLA XXIX.  
Resultados de aglutinantes obtenidos en la muestra PD.M.136.

MUESTRA PD.M.136				
Policromía	Nº de capa	Color	Espesor	Aglutinante
C	8	Negro	5-10 $\mu$	Aceite de linaza
	7	Azul	35 $\mu$	
	6	Rojo	45 $\mu$	
B	5	Azul	10 $\mu$	Cola animal
A	4	Azul	80-100 $\mu$	Cola animal
	3	Gris	<5 $\mu$	
	2	Rojo	40 $\mu$	
	1	Blanco	50-70 $\mu$	

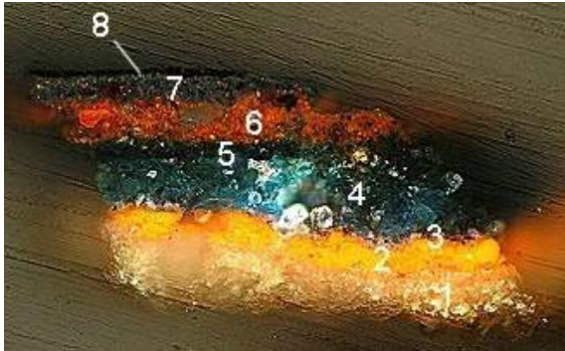


Figura 87. Muestra PD.M.136 con numeración de estratos. Imagen de microscopía óptica a 300 X.

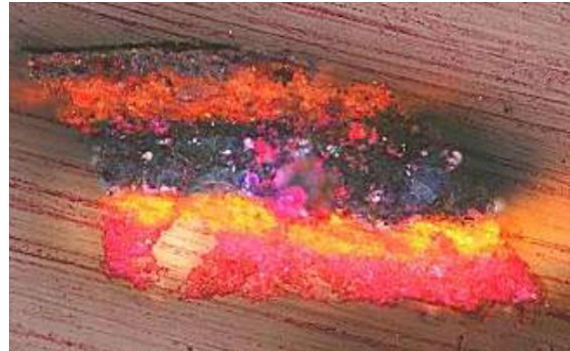


Figura 88. Muestra PD.M.136 con tinción de Fuchsin, reactivo que indica la presencia de proteínas. Imagen de microscopía óptica a 300 X.

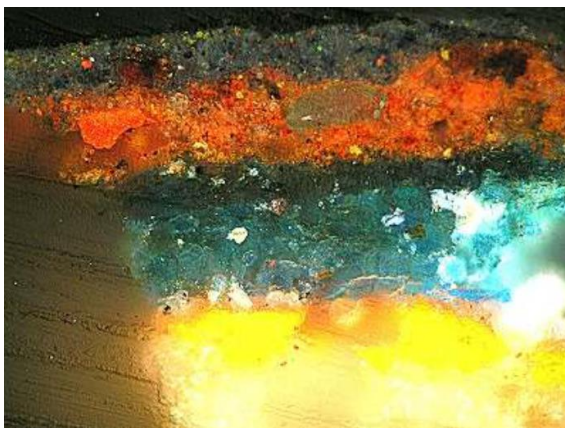


Figura 89. Muestra PD.M.136. Imagen de detalle. Microscopía óptica a 500 X.

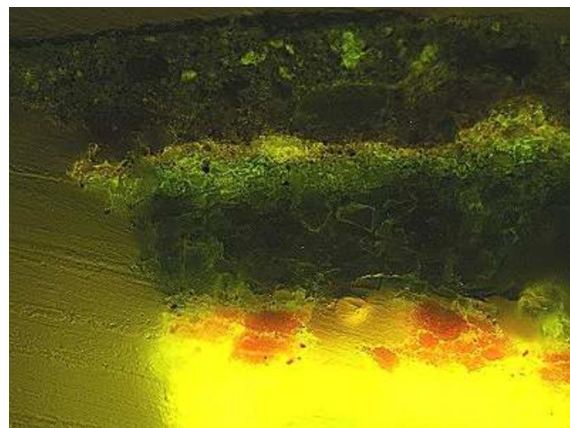


Figura 90. Muestra PD.M.136. Imagen de microscopía óptica a 300 X con luz ultravioleta.

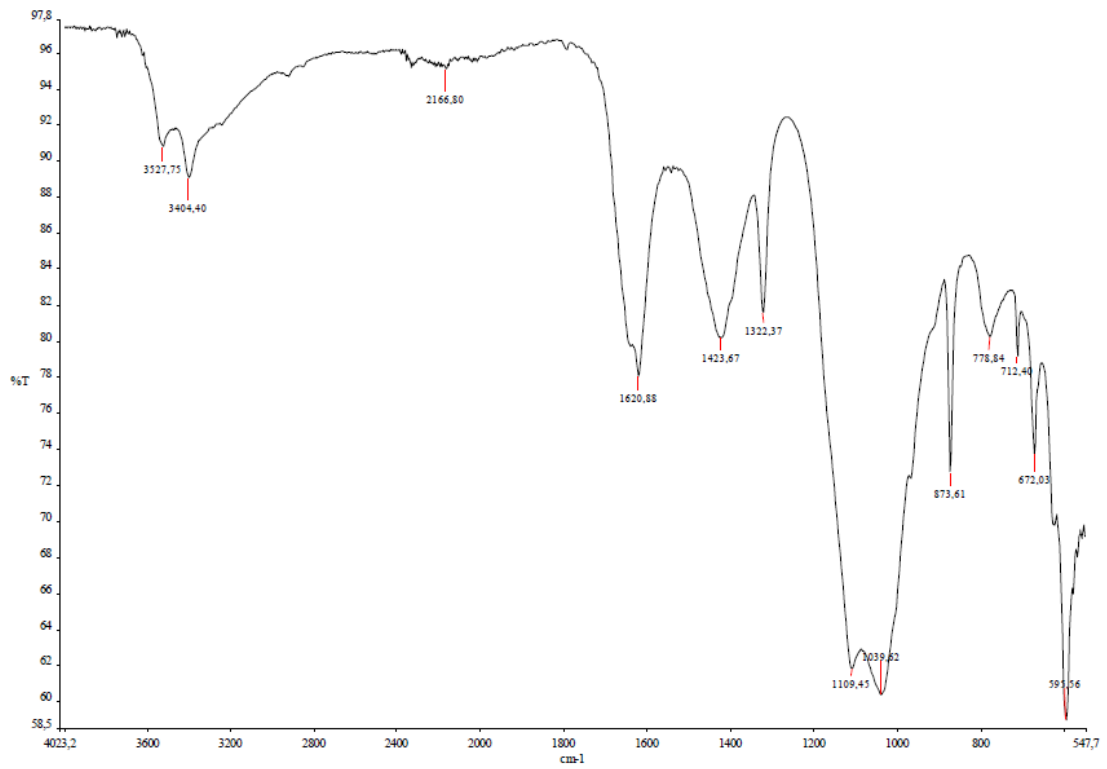


Figura 91: Espectro de infrarrojo por transformada de Fourier. Superficie de muestra PD.M.136.

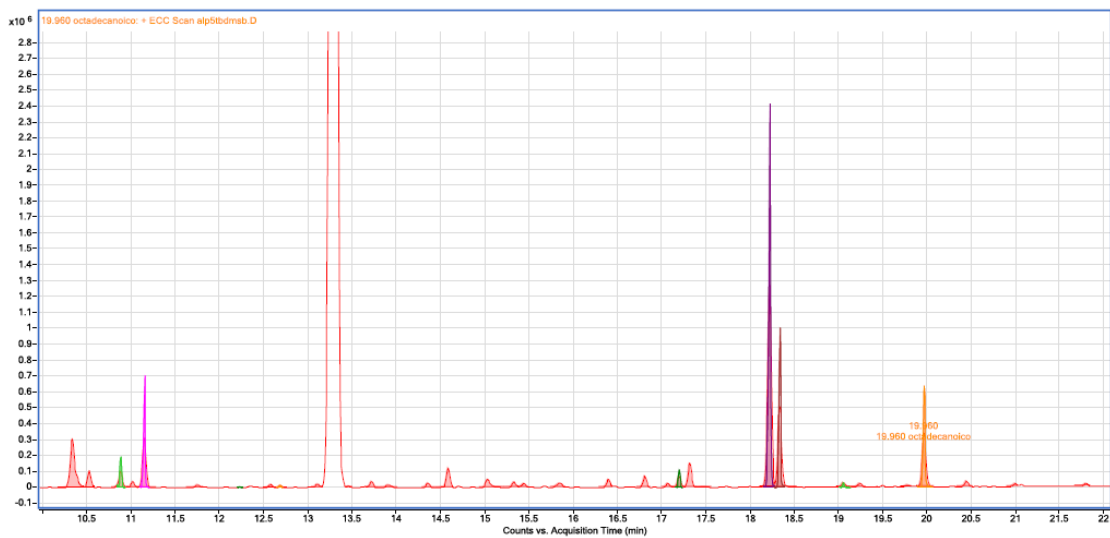


Figura 92: Cromatograma selectivo de aminoácidos y ácidos grasos TBDMS. Muestra PD.M.136.

TABLA XXX.

Resultados de aglutinantes obtenidos en la muestra PD.M.148.

MUESTRA PD.M.148				
Policromía	Nº de capa	Color	Espesor	Aglutinante
C	9	Negro	10 $\mu$	Aceite de linaza
	8	Ocre	80-100 $\mu$	
	7	Blanco	10-30 $\mu$	
B	6	Pardo traslúcido	0-40 $\mu$	Resina conifera
	5	Amarillo	15 $\mu$	Cola animal
	4	Blanco	150 $\mu$	
A	3	Plata oxidada	5 $\mu$	Cola animal
	2	Rojo	30 $\mu$	
	1	Blanco	70-150 $\mu$	



Figura 93. Muestra PD.M.148 con numeración de estratos. Imagen de microscopía óptica a 300 X.

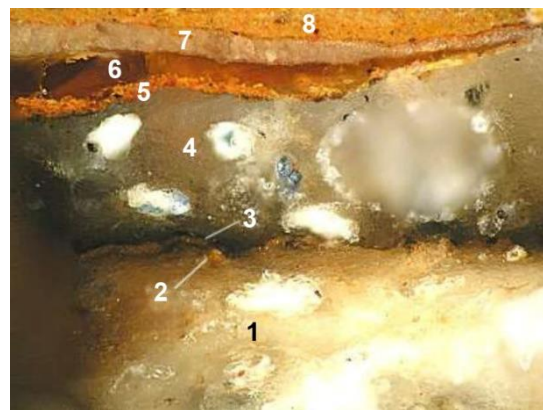


Figura 94. Muestra PD.M.148 con numeración de estratos. Imagen de microscopía óptica a 500 X.



Figura 95. Muestra PD.M.148 con tinción de negro Amido II, reactivo que indica la presencia de proteínas. Imagen de microscopía óptica a 300 X.

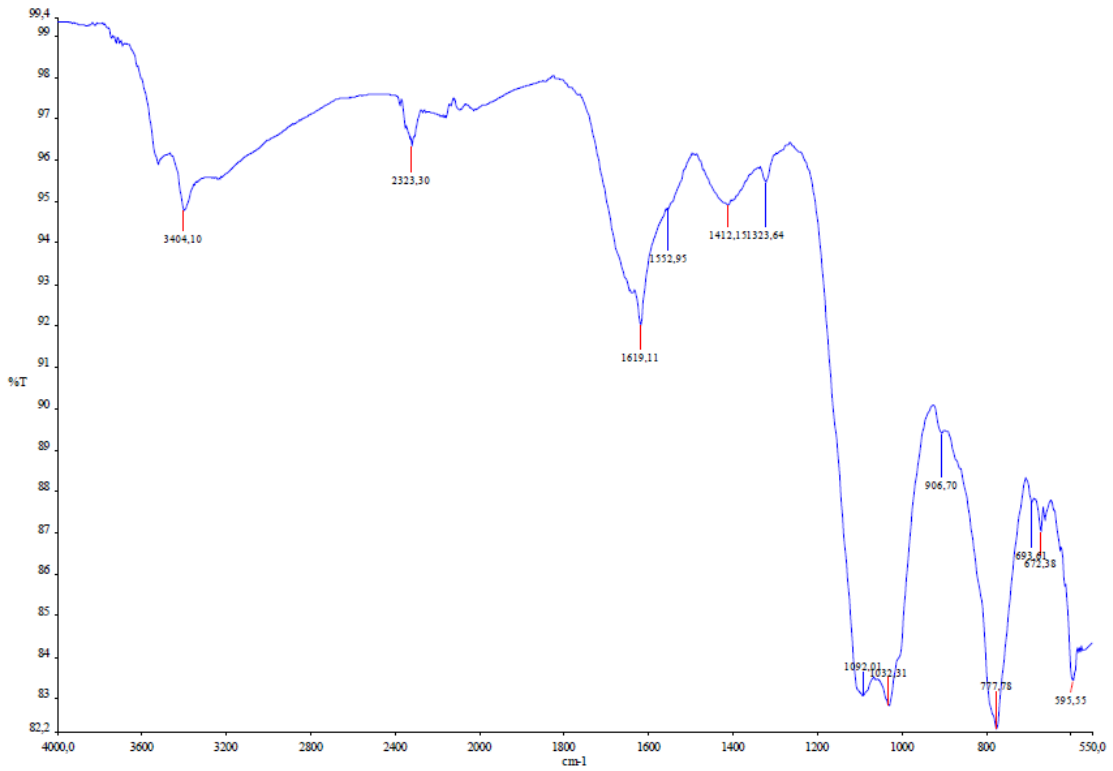


Figura 96: Espectro de infrarrojo por transformada de Fourier. Superficie de muestra PD.M.148.

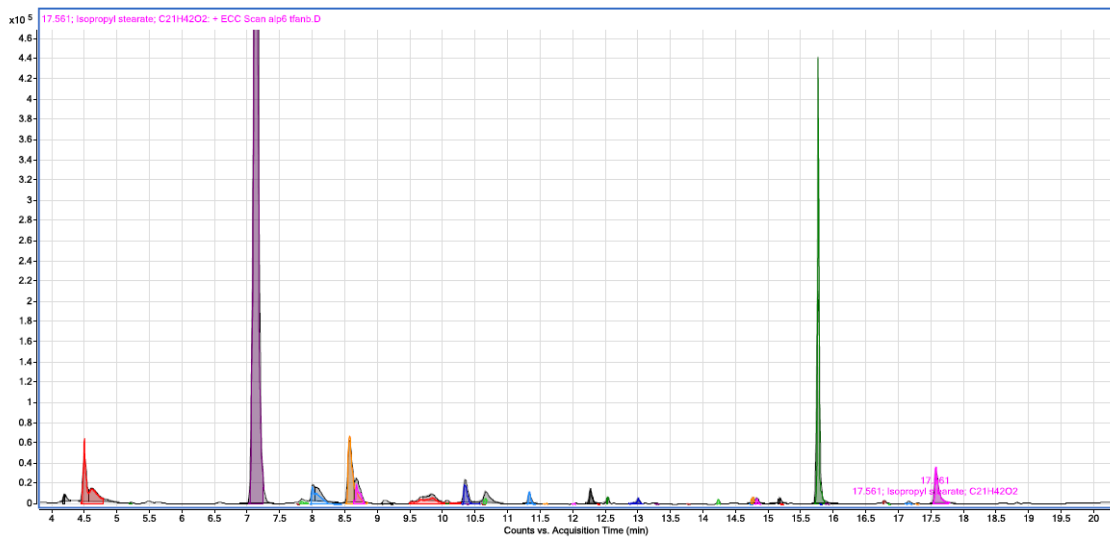


Figura 97: Cromatograma selectivo de aminoácidos y ácidos grasos. Isopropil-trifluoroacetil derivados. No se detectan hidratos de carbono. Muestra PD.M.148.

TABLA XXXI.

Resultados de aglutinantes obtenidos en la muestra PD.M.80.

MUESTRA PD.M.80				
Policromía	Nº de capa	Color	Espesor	Aglutinante
A	3	Verde oscuro	50 $\mu$	Huevo
	2	Verde	35-75 $\mu$	
	1	Blanco	150 $\mu$	Cola animal

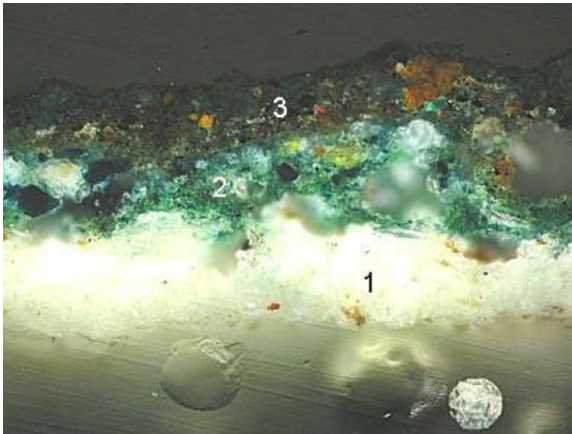


Figura 98. Muestra PD.M.136 con numeración de estratos. Imagen de microscopía óptica a 300 X.

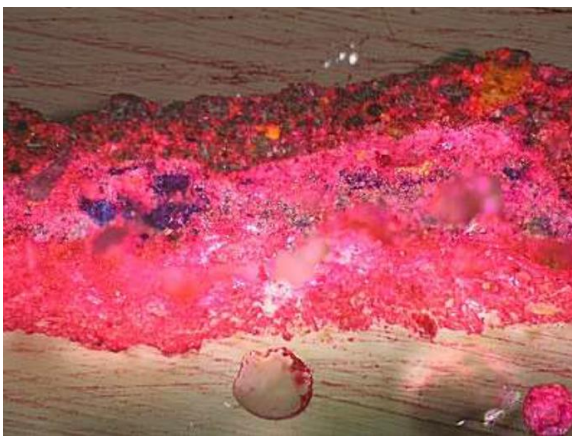


Figura 99. Muestra PD.M.136 con tinción de Fuchsin, reactivo que indica la presencia de proteínas. Imagen de microscopía óptica a 300 X.



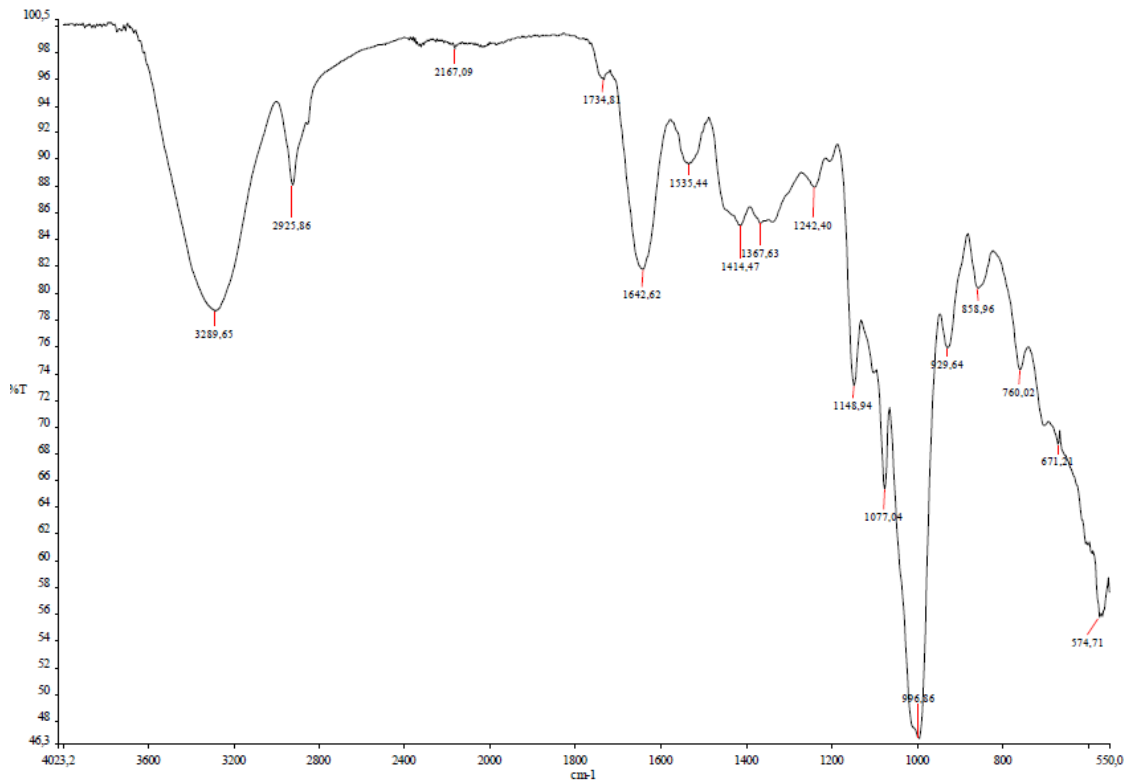


Figura 100: Espectro de infrarrojo por transformada de Fourier. Superficie de muestra PD.M.80.

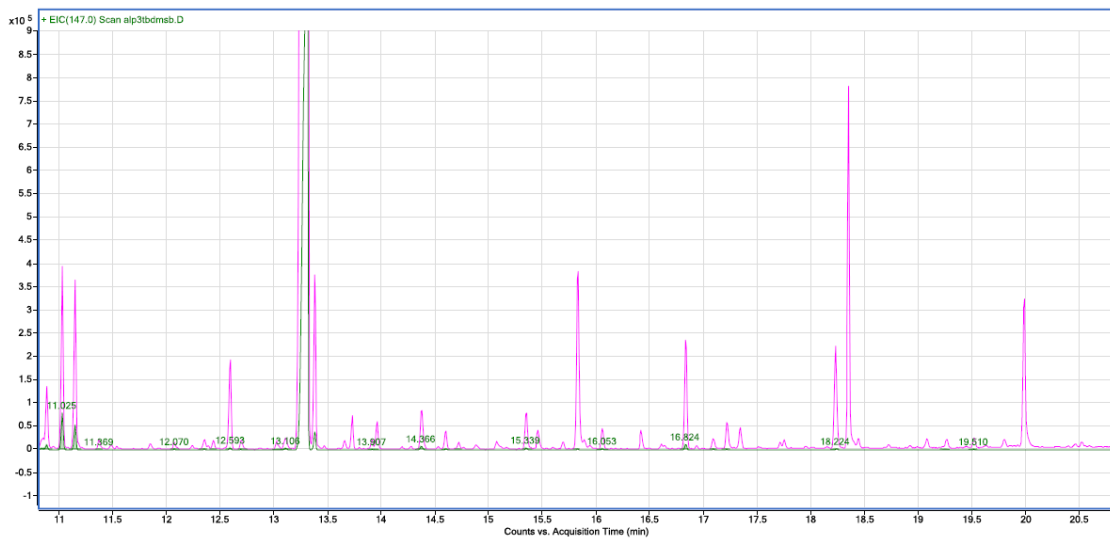


Figura 101: Cromatograma selectivo de aminoácidos y ácidos grasos TBDMS. Muestra PD.M.80.

TABLA XXXII.  
Resultados de aglutinantes obtenidos en la muestra PD.M.20.

MUESTRA PD.M.20				
Policromía	Nº de capa	Color	Espesor	Aglutinante
C	8	Verde	50 $\mu$	Aceite de linaza
	7	Blanco	35-75 $\mu$	Cola animal
B	6	Pardo traslúcido	150 $\mu$	Aceite de linaza + resina diterpénica
	5	Verde	150 $\mu$	Aceite de linaza
	4	Gris	150 $\mu$	
A	3	Verde	150 $\mu$	Cola animal
	2	Blanco	150 $\mu$	
	1	Blanco	150 $\mu$	Cola animal

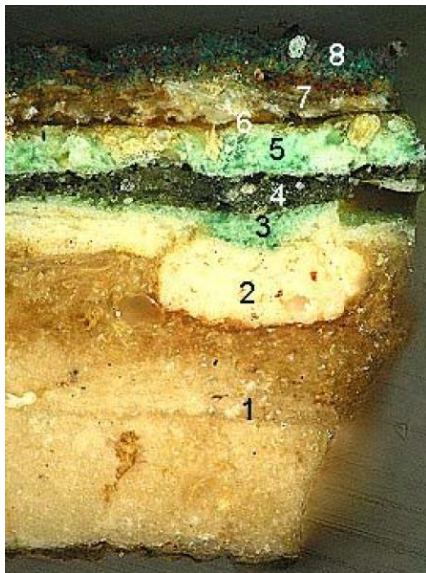


Figura 102. Muestra PD.M.20 con numeración de estratos. Imagen de microscopía óptica a 200 X.



Figura 103. Muestra PD.M.20 con tinción de Fuchsin, reactivo que indica la presencia de proteínas. Imagen de microscopía óptica a 200 X.



Figura 104. Muestra PD.M.20. Imagen de detalle. Microscopía óptica a 500 X.

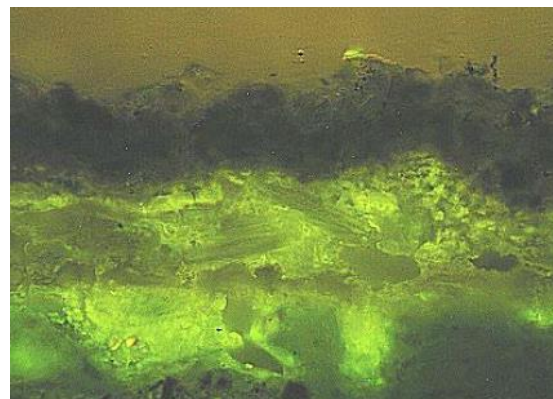


Figura 105. Muestra PD.M.20. Imagen de microscopía óptica a 500 X con luz ultravioleta.

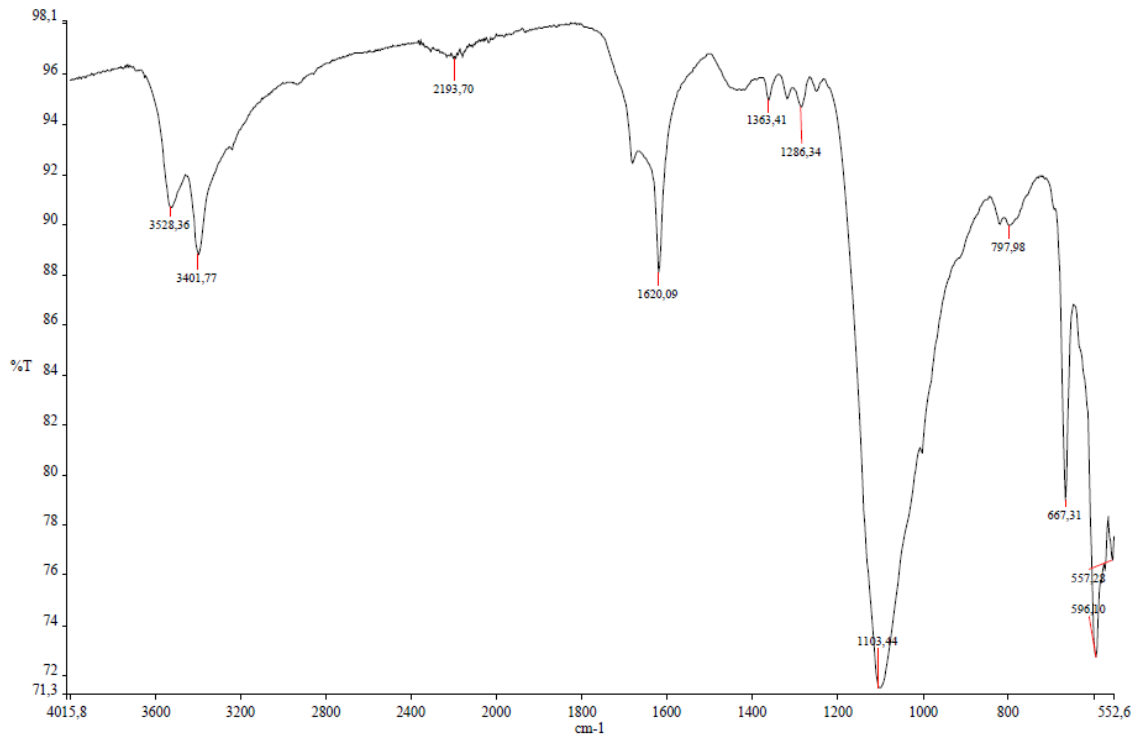


Figura 106: Espectro de infrarrojo por transformada de Fourier correspondiente a la capa nº X de muestra PD.M.20.

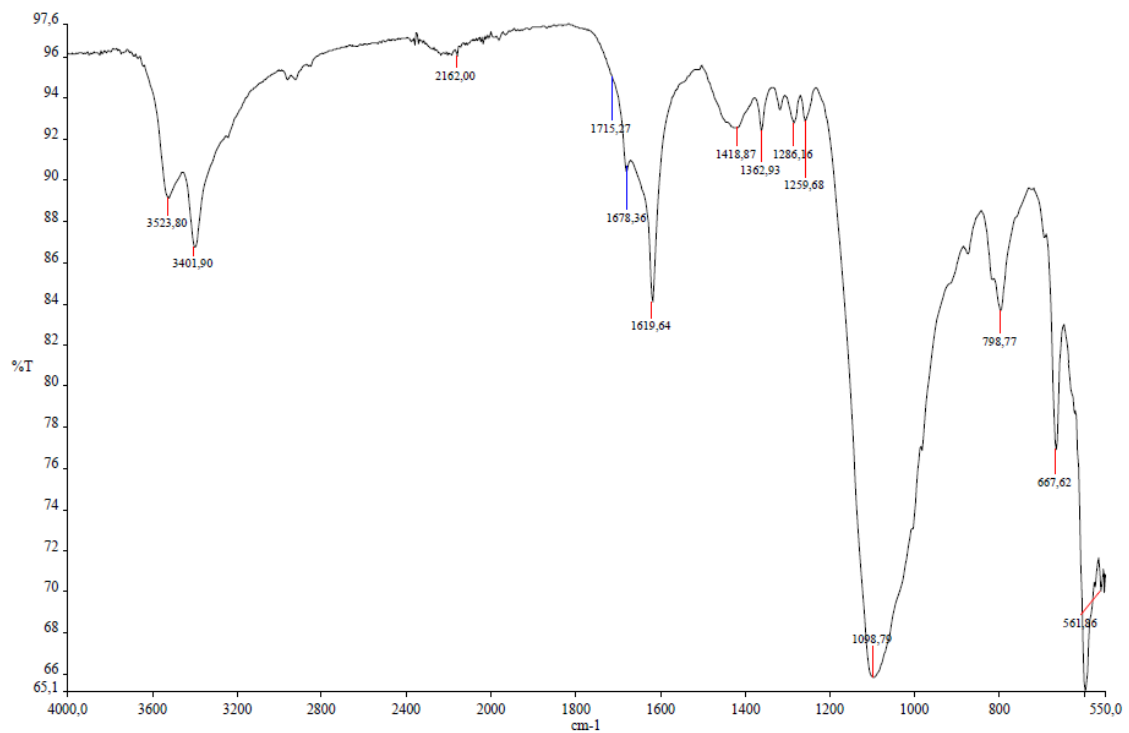


Figura 107: Espectro de infrarrojo por transformada de Fourier. Superficie de muestra PD.M.20.

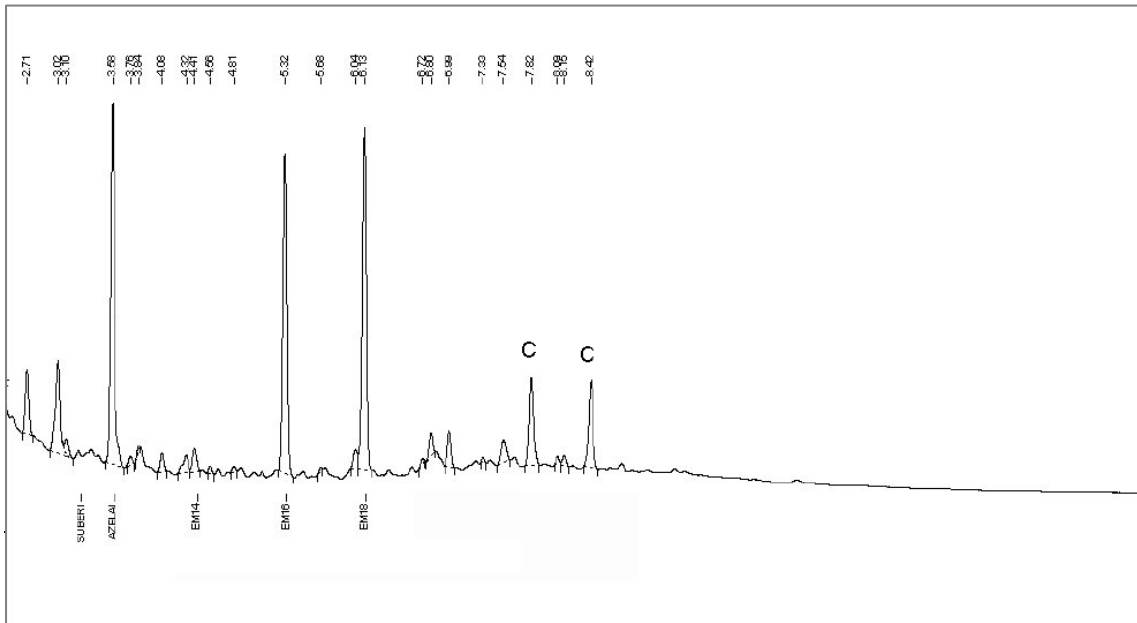
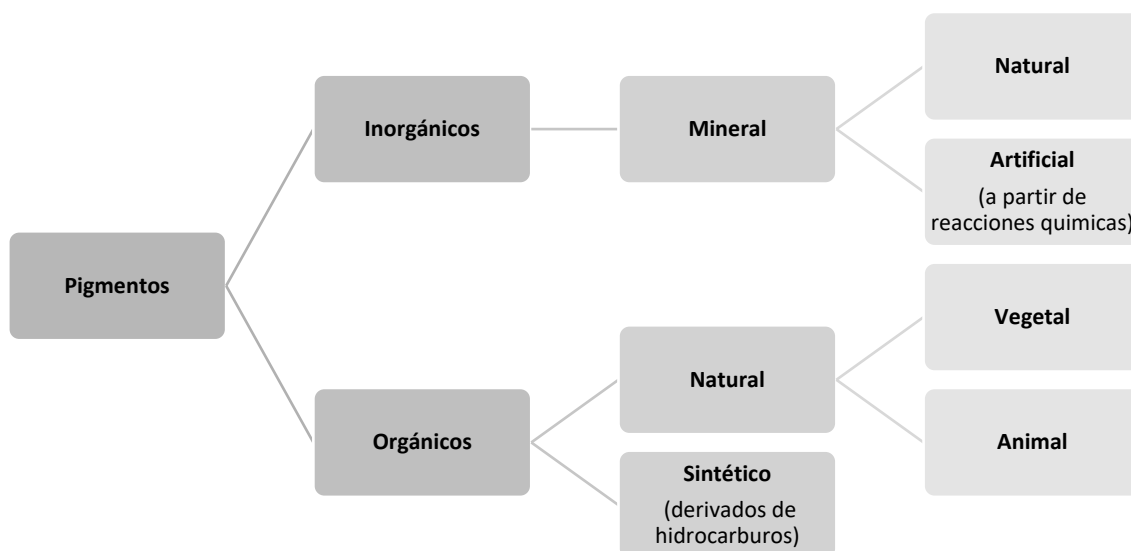


Figura 108: Cromatograma de ácidos grasos y diterpenos. Muestra PD.M.20.

### VII.1.3.2. Pigmentos

Antes de proceder a describir cada uno de los pigmentos identificados en la policromía del alfarje, es importante definir que es un pigmento y cuáles son sus propiedades para entender el motivo de su uso como tal.

Un pigmento es una sustancia en polvo que mezclada con un aglutinante forma la película pictórica de una obra, aportándole color (Palet, 2002, p.28). Los pigmentos pueden clasificarse de acuerdo con su composición en orgánicos e inorgánicos. Dentro de los orgánicos encontramos pigmentos naturales de origen vegetal o animal y pigmentos obtenidos por procedimientos sintéticos derivados de los hidrocarburos. En cuanto a los pigmentos inorgánicos, se encuentran los de carácter mineral natural y los de carácter mineral artificial, obtenidos estos últimos a través de reacciones químicas sobre metales (Pedrola, 1998, p. 55).



Como indicábamos en la definición de pigmento, la función de éste es la de aportar color a la película pictórica. Esta función va a depender de varios factores de carácter químico, físico y externos (Palet, 2002, p.28) (Tabla XXXIII).

TABLA XXXIII.

Factores químicos, físicos y externos que influyen en el color de un pigmento.

	Químicos	Físicos	Externos
<b>Pigmentos inorgánicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ión-cación metálico del compuesto.</li> <li>- Estado de valencia del compuesto.</li> <li>- Grado de hidratación del compuesto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grado de cristalinidad.</li> <li>- Tamaño y forma de partícula de pigmento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipo de luz.</li> </ul>
<b>Pigmentos orgánicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipo y cantidad de enlaces.</li> <li>- Grupos funcionales asociados.</li> </ul>		

El pigmento, al igual que ocurre con el resto de materiales que conforman la policromía de una obra, deben cumplir una serie de propiedades en la medida de lo posible (Palet, 2002, p.28):

- Ser insoluble en agua y en disolventes orgánicos,
- Poseer u alto poder colorante
- Ser cubriente
- Presentar un tamaño de partícula muy fina.
- Ser inerte químicamente.
- No ser tóxico.
- No presentar un índice de absorción demasiado alto en aceite.
- Poseer una buena capacidad de secado en aceite.
- Tener un color lo más homogéneo posible.

Desde el punto de vista histórico el origen de los pigmentos, al igual que otras disciplinas como la elaboración de medicamentos, las artes metalúrgicas o la fabricación de cerámicas, ha estado relacionado con la alquimia. Las primeras manifestaciones que se conocen sobre este proceso generador de pigmentos se sitúan en Egipto, pasando posteriormente a las civilizaciones griegas, romanas y árabes hasta alcanzar un importante desarrollo en la Edad Media en Europa en la que los pintores fabricaban sus propios materiales y utensilios para la obtención de estas sustancias. Pero con la llegada de la química como ciencia y los avances industriales en la era moderna, cambia el proceso de elaboración de pigmentos produciéndose una desvinculación de la alquimia. Como consecuencia de ello, encontramos el desuso de muchos pigmentos de carácter natural que son sustituidos por otros de carácter sintético así como nuevas denominaciones para referirse a ellos, generando por tanto una gran variedad de términos diferentes (San Andrés, Sancho y de la Roja, 2010, p.58).


Ejemplo de todo lo expuesto lo encontramos en la amplia variedad de pigmentos identificados en la policromía del alfarje a través de las técnicas de microscopía óptica y microscopía electrónica de barrido con microanálisis por dispersión de rayos X (SEM-EDX). Por un lado se han

identificado pigmentos de carácter antiguo en las policromías más profundas así como pigmentos propios de la época industrial en estratos policromos más superficiales. A continuación se describe cada uno de ellos indicando su naturaleza, distintas denominaciones, características y peculiaridades que presentan en el alfarje, atendiendo a su color como criterio de clasificación tal y como aparece en la siguiente tabla (Tabla XXXIV).

TABLA XXXIV.

Relación de pigmentos identificados clasificados en función de su cronología y color.

	<b>Pigmentos de carácter histórico</b>	<b>Pigmentos industriales</b>
<b>Rojos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rojo de plomo</li> <li>• Óxidos de hierro</li> <li>• Cinabrio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rojo de plomo</li> <li>• Óxidos de hierro</li> <li>• Bermellón</li> </ul>
<b>Verdes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Malaquita natural</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verde de Cromo</li> <li>• Verde esmeralda</li> </ul>
<b>Azules</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Azurita natural</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Azurita sintética</li> <li>• Azul de Prusia</li> <li>• Azul ultramar sintético</li> </ul>
<b>Amarillos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oropimente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amarillo de Cromo</li> </ul>
<b>Negros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Negro de hueso</li> <li>• Negro carbón</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Negro carbón</li> </ul>
<b>Blancos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Blanco de plomo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Blanco de plomo</li> <li>• Blanco de zinc</li> <li>• Blanco de barita</li> </ul>

Rojo de Plomo	
<b>Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub></b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Otras denominaciones:</b> Minio, rojo Saturno, rojo París, <i>red lead</i></li> <li>• <b>Origen y uso:</b> desde la antigüedad</li> <li>• <b>Naturaleza:</b> Inorgánico mineral artificial</li> </ul>

El rojo de plomo, como indicábamos, también es conocido como *minio*. La procedencia de este término es fruto de una evolución semántica que parte de época romana, quienes lo utilizaban en muy baja proporción para adulterar el cinabrio y de ahí que lo designase *minimum*. Posteriormente, evoluciona convirtiéndose en *minium*, término empleado durante la Edad media cuyo significado es miniatura y hace referencia a su uso para realizar la letra capital en los manuscritos (Mayer, 1985, p.50). Autores de libros de arte como Plinio, usaban la nomenclatura latina *minium* para designar a dos pigmentos diferentes, haciendo referencia con *minium* al cinabrio y *minium secundario* al rojo de plomo (Harley, 2001, p.123). Otros términos también aplicados al pigmento por los autores clásicos son *sandyx* para referirse a la mezcla del rojo de plomo con ocre rojo, *syricum* que podría aplicarse al plomo rojo, o *naranja de plomo/mineral naranja* tal y como aparece en numerosas fuentes del siglo XIX y XX (Eastaugh, Walsh, Chaplin y Siddall, 2005, p. 229).

El proceso de fabricación de este pigmento parte de la calcinación del blanco de plomo, en función del grado de oxidación se obtienen una variedad de pigmentos con base de plomo pero de diferente tonalidad, como el litargirio ( $\alpha$ -PbO), el masicote ( $\beta$ -PbO) ambos amarillos o el rojo de plomo (Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) en nuestro caso (San Andrés, Sancho y de la Roja, 2010, p.60). Estos pigmentos mencionados, según algunos tratados de arte antiguos indican que fueron descubiertos posteriormente de forma casual a partir de un incendio ocasionado en un barco cargado de blanco de plomo en la zona de El Pireo, Atenas (Doerner, 1986, p.54). Sin embargo, otros autores indican que su origen posiblemente se encuentre en China, basándose en un texto de principios del siglo V d.C. donde se describe la fabricación de compuestos formados a partir del plomo (West, 1986, p. 110).

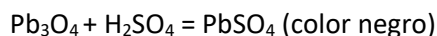
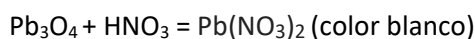
Según otras fuentes bibliográficas, existía un método alternativo para la obtención de este óxido de plomo a través de la clasificación de la escoria que se forma sobre la superficie del plomo al ser fundido. A pesar de que la metodología no se encuentra explícita en textos anteriores al siglo XVIII, parece ser que este método debió practicarse mucho antes. Tanto en un proceso como en otro, el rango de temperatura necesario para conseguir este pigmento se sitúa entre 300-500°C (Eastaugh, Walsh, Chaplin y Siddall, 2005, p.229).

En cuanto a los principales centros europeos productores de rojo de plomo hasta el siglo XIX se encontraban en Gran Bretaña y Holanda, desde donde era importado al resto de países (Harley, 2001, 124). A día de hoy, el rojo de plomo como pigmento no se emplea en obras artísticas o elementos decorativos, siendo su uso más habitual el de anticorrosivo de hierro y acero (West, 1986, p.113).

Entre sus propiedades destaca su densidad, textura fina y alto índice de refracción (2,42) que hacen que presente un alto poder cubriente. Además cuenta con una buena estabilidad en



medio oleoso debido a la formación de jabones de plomo por la combinación química del pigmento con ácidos grasos libres presente en los aceites utilizados como aglutinantes (West, 1986, p.114). Sin embargo presenta una alta toxicidad y es poco resistente a los agentes atmosféricos produciéndose un desvanecimiento del color por la formación de carbonatos de plomo. Por otro lado, es estable ante medios básicos pero por el contrario, en medios como el ácido clorhídrico, ácido nítrico o ácido sulfúrico, reaccionan produciéndose una variación de color (Palet, 2002, p.110; Pedrola, 1998, p.69).



Ciertos pigmentos en su origen resultan incompatibles entre sí provocando alteraciones tonales. En el caso del pigmento rojo de plomo, a pesar de ser frecuentemente adulterado con sustancias como arcillas, tierras, negro de humo, sílice, grafito o silicato de alumina (Eastaugh, Walsh, Chaplin y Siddall, 2005, p.229), es difícil combinarlo con sustancias con base de azufre porque se produce reacción entre ellos adquiriendo una coloración parda (West, 1986, p.118).

En el caso que nos ocupa, este pigmento aparece de forma significativa en los estratos más profundos de la policromía del alfarje. Al igual que ocurre en el alero de la fachada del palacio de Pedro I (López, 2012, p.115), suele aparecer empleado de forma individual formando estratos continuos presentando un color intenso de tonalidad anaranjada. Además suelen contar con un considerable grosor y con la identificación de nódulos dispersos de tamaño variable. En general, los cristales muestran una morfología y tamaño similar comprendido entre 1 y 3  $\mu$  (Calero, 2016, p. 300). Por el contrario, en el caso de los niveles estratigráficos superiores, se encuentra con una coloración más oscura y rojiza gracias a la adición de otros pigmentos como óxidos de hierro y aluminosilicatos, cumpliendo la casuística que describíamos en el párrafo precedente a éste (Fig. 109).

Cuando estudiamos estos estratos mediante microscopía electrónica de barrido, podemos apreciar que el realizado a base de plomo presenta mayor brillo a consecuencia del elevado peso atómico mientras que el estrato en el que se encuentra mezclado con otros pigmentos, ocurre totalmente lo contrario. En lo referente a los espectros de EDX, destacan los picos de Pb en el caso de los estratos inferiores y los picos de Pb, Fe, Al y Si en los estratos superpuestos (Fig. 110 y 111).

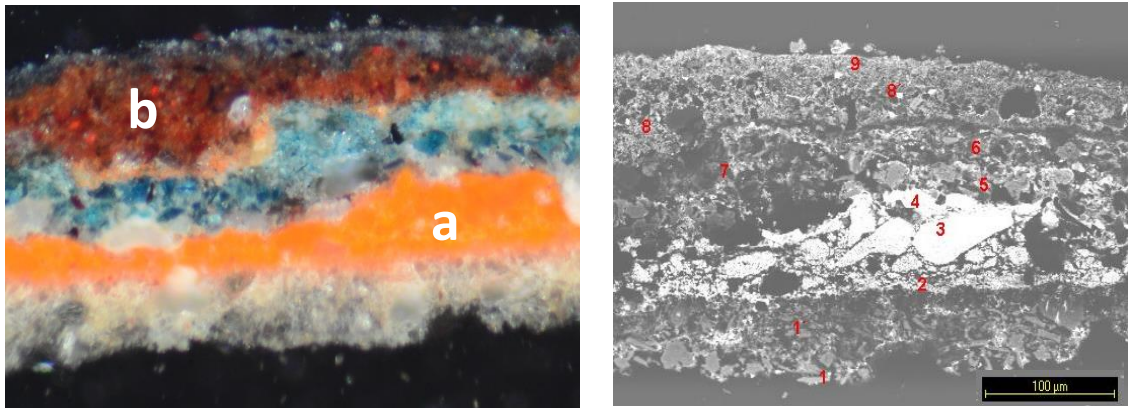


Figura 109. Muestra PD.M.136. Izq. Imagen de microscopía óptica con luz reflejada, 20X. Estrato "a" a base de rojo de plomo únicamente aplicado sobre una capa de preparación. Estrato "b" de color rojo compuesto por la mezcla de rojo de plomo, óxidos de hierro y aluminosilicatos. Drch. Imagen de SEM con numeración de espectros referentes a los microanálisis efectuados.

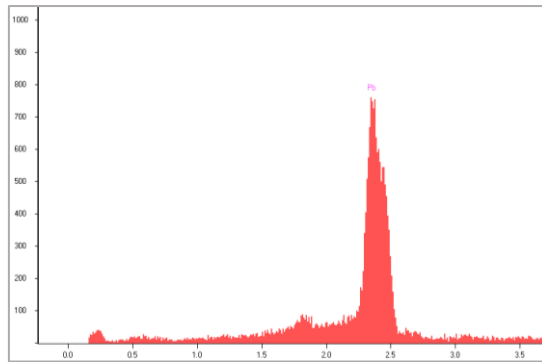


Figura 110. Espectro número 3 correspondiente al estrato rojo más profundo en el que se identifica únicamente rojo de plomo.

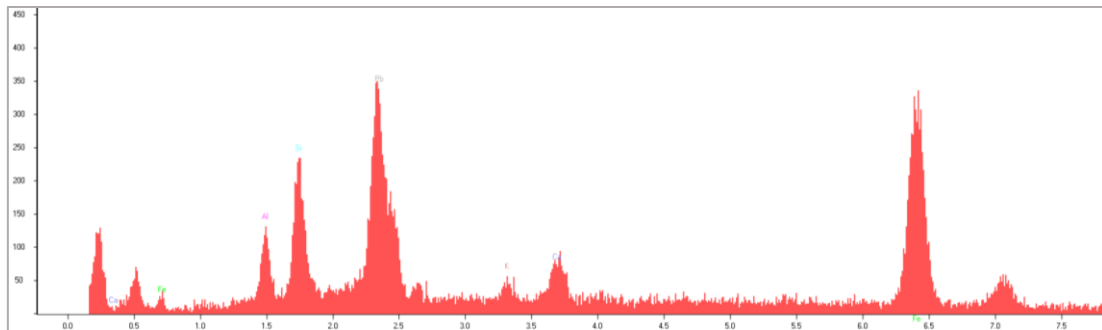



Figura 111. Espectro número 8 correspondiente al estrato rojo más superficial en el que se identifica rojo de plomo junto a óxidos de hierro y aluminosilicatos.

Rojo de óxido de hierro	
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Otras denominaciones:</b> depende de su origen y del grado de hidratación se denominan ocre, tierra roja, rojo español, hematites, Morel de sal, rojo veneciano, rojo Marte, rojo inglés, rojo claro, almagra.</li> <li>• <b>Origen y uso:</b> desde la antigüedad</li> <li>• <b>Naturaleza:</b> Inorgánico mineral natural/artificial</li> </ul>

Los óxidos de hierro coloreados son sustancias muy extendidas en la naturaleza, presentando un amplio abanico de tonalidades que transcurren desde el rojo profundo de la hematita mineral hasta el amarillo de un ocre. Estos ricos tonos terrosos han servido de atractivo y atención para los artistas y artesanos a lo largo de la historia. Desde el punto de vista histórico, hay pruebas arqueológicas de que los pigmentos obtenidos de tierras han sido empleados desde hace más de trescientos mil años para fines medicinales, religiosos, simbólicos y decorativos (Helwig, 2007, p.39).

La elaboración de este tipo de pigmentos podría ser bien por la extracción de forma natural o bien artificialmente, pero en ambos casos la composición química de base siempre es óxido de hierro (López et al., 2015, p.8). El procedimiento de obtención natural consistía en moler el material extraído y lavarlo para eliminar el cuarzo y las impurezas duras, y en el caso de la forma artificial, en calcinar los óxidos amarillos para obtener otros de tonalidad roja así como mezclar diferentes tierras para producir otros colores. A pesar de que los métodos artificiales eran conocidos tempranamente, no se emplearon a gran escala hasta finales del siglo XVIII (Helwig, 2007, p.39).

#### **Pigmentos de óxido de hierro naturales**

Dentro de esta clase de pigmentos encontramos distintas variedades en función del grado de hidratación que presentan en su composición y los compuestos que formen con otros elementos (Matteini y Moles, 2008, p.78). Entre ellos destacan:

- *Ocres:* los ocres se forman por la descomposición por causas meteorológicas de minerales de hierro y feldspatos. Presentan una tonalidad variable de amarillo a rojo en función del grado de hidratación de su formulación (Doerner, 1986, p.57-62). El ocre rojo se trata de un óxido de hierro anhídrido impuro de arcillas ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) conocido como tierra roja o rojo español. Los ocres rojos con una gran cantidad de arcilla constituyen lo que denominamos bol rojo, una preparación concreta aplicada para las técnicas de dorado o plateado al agua (Doerner, 1986, p.57-62). Sin embargo, el ocre amarillo, correspondiente al mineral de goethita, es un óxido de hierro con cierto grado de hidratación ( $\alpha\text{-FeOOH}$ ) (San Andrés, Sancho y de la Roja, 2010, p.59; Calero, 2016, p. 295) y una cantidad variable de silicatos de alúmina (arcilla, caolín), cuarzo y sales de calcio. En función de la cantidad de estas sustancias obtenemos ocres grasos (ricos en arcilla), ocres magros (ricos en cal) y ocres arenosos (ricos en cuarzo). Su poder colorante y cubriente va a depender de la cantidad de hierro que presente en su composición (Doerner, 1986, p.57-58). Dentro de esta amplia gama de pigmentos a base de óxido de hierro hidratados también se encuentra la variedad de  $\beta$  (akaganeita) y y

(lepidocrocita), aunque de carácter menos importante (Calero, 2016, p.295). Independientemente de la variedad que se trate, todas ellas son muy resistentes a la luz, pueden emplearse en todas las técnicas pictóricas y presentan gran compatibilidad con todos los pigmentos. Antiguos tratadistas de arte como Plinio y Vitruvio los denominaban *rubrica* y *sinopsis* (Doerner, 1986, p.57-58).

- *Hematites*: es un óxido de hierro de color rojo oscuro, anhídrido al igual que el ocre rojo solo que no presenta impurezas arcillosas (Matteini y Moles, 2008, p.78). Plinio usó hematites para referirse a la hematita mineral pero no indicó que se utilizara como pigmento rojo. Sin embargo Cennini fue el primer escritor italiano en usar el *amatisto*, termino en latín derivado del nombre mineral, para referirse a un pigmento hecho de hematites triturada. A pesar de esta determinación del pigmento, mucho de los tratadistas comprendidos entre la época de Cennini hasta el siglo XVII, confundieron el pigmento con cinabrio (Helwig, 2007, p.41). A partir del calentamiento de la goethita, podemos obtener hematita, transformación muy conocida en el mundo del arte dado que el conocimiento de este procedimiento ha sido la base para la fabricación de óxidos de hierro artificiales (Calero, 2016, p.295).
- *Morel de sal*: en este caso se trata de la combinación de ocre rojo con negro carbón para obtener un rojo más oscuro (Matteini y Moles, 2008, p.78).

#### **Pigmentos de óxido de hierro artificiales**

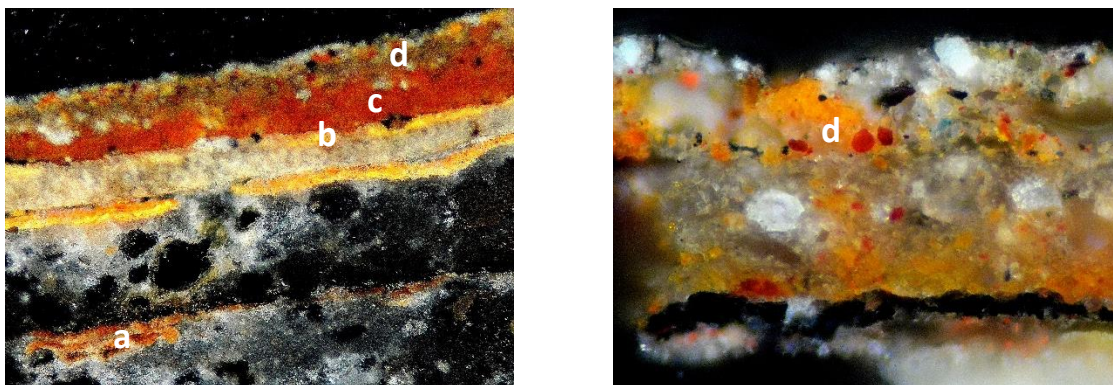
Los pigmentos de óxido de hierro obtenidos de forma artificial, al igual que en el caso de los naturales, presentan una amplia gama de tonalidades que va desde el amarillo hasta el negro pasando por el rojo y violeta. Este tipo de pigmentos ya eran conocidos por Plinio, quien indica que el producto artificial de la *Rubrica* (pigmento ocre), era preparado a través de la calcinación de pirita de hierro. En cuanto a propiedades, presentan como los de carácter natural, buen poder cubriente y colorante gracias al elevado contenido en hierro, buena resistencia a la luz y compatibilidad con todos los pigmentos y técnicas. (Doerner, 1986, p.60).

- *Rojo veneciano*: pigmento a base de óxido de hierro pero parcialmente hidratado ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) al que se le añade sulfato de calcio. Presenta una tonalidad de rojo ladrillo (Matteini y Moles, 2008, p.78).
- *Rojo Marte*: se refiere a una variedad de pigmentos sintéticos datados a mediados del siglo XIX, compuestos por la mezcla de hidróxidos de hierro, aluminio y yeso. La gama de tonalidades que presentan está comprendida entre el violeta, rojo y amarillo, obtenidas por el calentamiento progresivo de la sustancia (Matteini y Moles, 2008, p.78).
- *Rojo Inglés*: Abarca diferentes tonos de rojos claros producidos por la oxidación del hierro. En sus inicios se obtenía de forma natural pero a día de hoy son producto de la síntesis del sulfato ferroso y la cal (Matteini y Moles, 2008, p.79).
- *Rojo claro*: también conocido como light red, se emplea para denominar al ocre rojo obtenido por la calcinación del ocre amarillo, presentando distintas tonalidades de rojo en función del grado de calcinación (Matteini y Moles, 2008, p.79). Si la temperatura de calcinación asciende entre los 900-1000°C y en ausencia de oxígeno, el óxido adquiere un color negro. Si este pigmento negro resultante lo volvemos a someter fuertemente a altas temperaturas en presencia de oxígeno, vuelve a ser rojo (Palet, 2002, p.108).

En la policromía del alfarje se ha podido distinguir el uso de tres tipos de pigmentos a base de óxido de hierro. En primer lugar, a través de la visualización con microscopía óptica encontramos

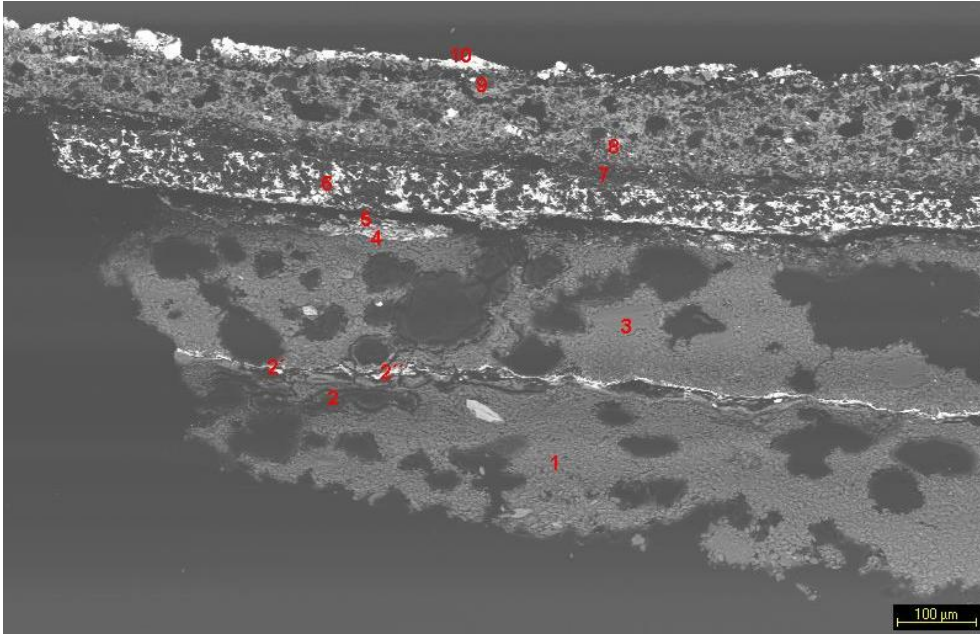
en los estratos más profundos el uso de un ocre rojo muy arcilloso, empleado como capa de preparación de dorado al agua, denominado bol. Por otro lado, se identifica también el uso de un ocre amarillo constituido por óxido de hierro principalmente y materiales arcillosos a base aluminosilicatos. Dada la homogeneidad que presentan estos estratos y su ubicación en la zona más profunda de la policromía, podemos intuir que se traten de pigmentos de carácter natural (Fig. X). Finalmente encontramos unos estratos cuya tonalidad varía entre amarillos y rojos compuestos por mezcla de pigmentos a base de óxidos de hierro principalmente junto con aluminosilicatos y trazas de rojo de plomo, añadido probablemente para acelerar el secado o conseguir un tono determinado. En este último caso se trataría de un óxido de hierro artificial dada su ubicación en los estratos más superficiales y su apariencia más heterogénea en la que se pueden distinguir las distintas partículas de pigmentos (Fig. 112). En todos los casos, las partículas de pigmento se presentan semiopacas con forma y aspecto diverso, así como tamaños variables.

Tras efectuar el análisis de microscopía electrónica de barrido, hemos podido constatar que todos estos estratos policromos ricos en óxidos de hierro presenta un bajo brillo dado el reducido número atómico de los minerales que lo componen (Fig. 113). En cuanto a los espectros de microanálisis EDX realizados, destacan los elementos de Si, Al, Ti, K, Fe correspondientes al uso de arcillas minerales y óxidos de hierro para la ejecución de estas capas policromas (Fig. 114).

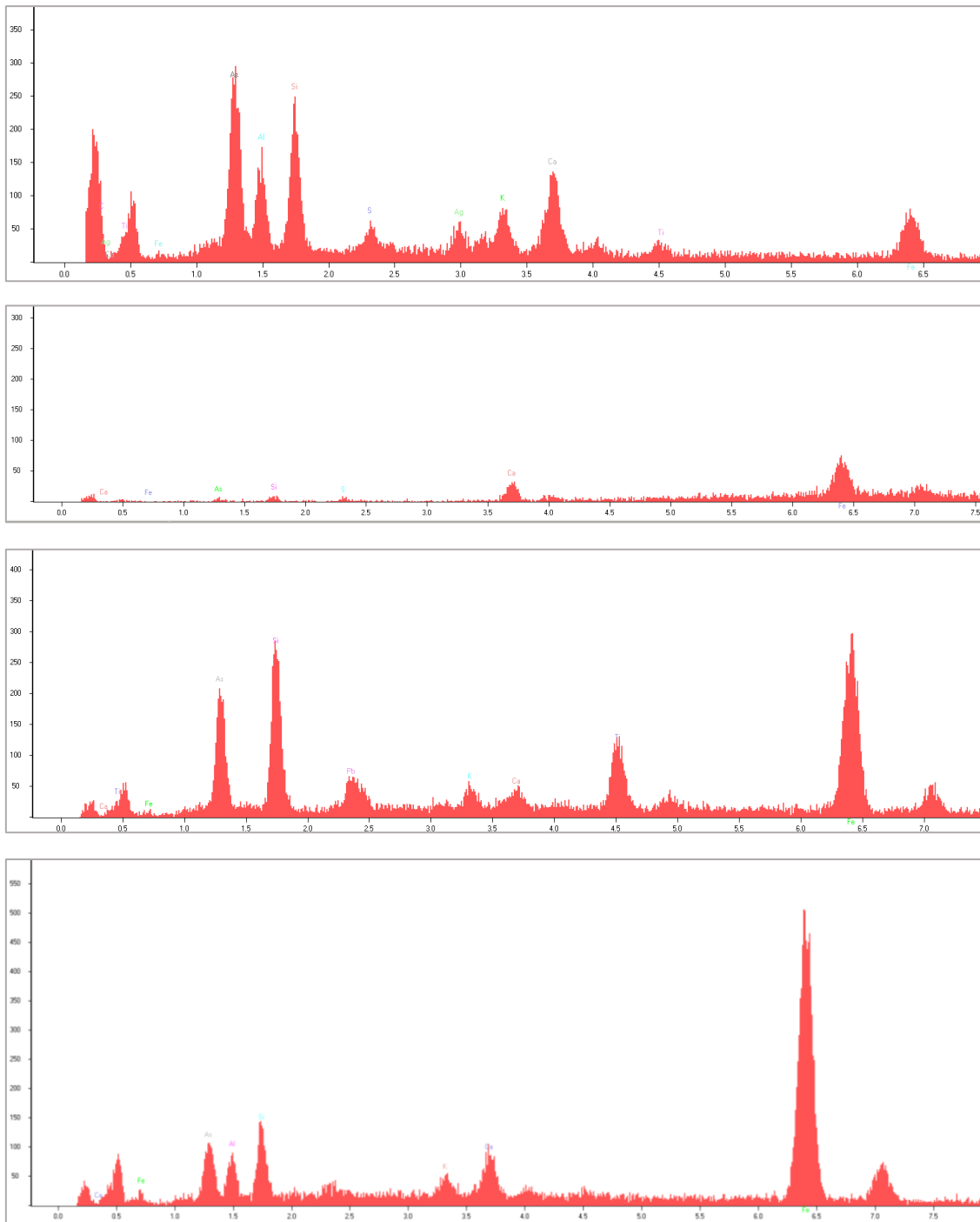


*Fig. 112. Muestra PD.M.148. Izq. Imagen de microscopía óptica con luz reflejada, 20X. Estrato "a": ocre rojo o bol. Estrato "b": ocre amarillo. Estrato "c" y estrato "d": mezcla de óxidos de hierro.*


*Drch. Muestra PD.M.148. Imagen de detalle del estrato "d" realizada con microscopía óptica con luz reflejada, 50X. Se aprecia el carácter heterogéneo del estrato distinguiéndose las distintas partículas de pigmento que lo conforman.*



*Fig. 113. Muestra PD.M.148. Imagen de microscopía electrónica de barrido con numeración de microanálisis efectuados sobre la muestra. Estrato "a": espectros 2, 2'. Estrato "b": espectro 7. Estrato "c": espectro 8. Estrato "d": espectro 9. Se puede comprobar la oscuridad que presenta este tipo de pigmentos en las imágenes producidas por esta técnica analítica.*



*Fig 114. Espectro 1 (2' en imagen de SEM): correspondencia con el estrato "a" de bol rojo. Espectro 2 (7 en imagen de SEM): correspondencia con el estrato "b" de ocre amarillo. Espectro 3 (8 en imagen de SEM): correspondencia con el estrato "c" compuesto por óxidos de hierro. Espectro 4 (9 en imagen de SEM): correspondencia con el estrato "d" compuesto por óxidos de hierro igualmente. En todos ellos se puede apreciar la presencia de Pb y As. En el caso de los estratos "a" y "b" es consecuencia de contaminación de capas contiguas. En los estratos "c" y "d" forman parte de su composición al tratarse de una policromía realizada con mezclas de pigmentos.*

Cinabrio/Bermellón	
HgS	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Otras denominaciones:</b> Cinabrio/Bermellón</li> <li>• <b>Origen y uso:</b> Desde la antigüedad</li> <li>• <b>Naturaleza:</b> Inorgánico mineral natural/artificial</li> </ul>

El cinabrio, del griego *kinnabaris* aunque también se conocía como *psoricon*, ha sido considerado por los pintores como uno de los mejores pigmentos rojos existentes. Existen dos tipologías de este pigmento a base de mercurio conocidos bajo las denominaciones de *cinabrio* y *bermellón*. Ambos son químicamente un sulfuro de mercurio, sin embargo la diferencia entre ellos se encuentran en la forma de elaboración (Kroustallis, 2012, p.57).

### **Cinabrio**

El cinabrio es el pigmento natural extraído de las minas de mercurio. En España, las minas de cinabrio de Almadén fueron las más importantes convirtiéndose durante la Edad Media y Moderna en uno de los principales centros de manufactura de este pigmento con distribución por toda Europa, constituyendo así una fuente importante de recursos para la economía española hasta el siglo XIX, (Bruquetas, 2012b, p.171).

Conocido desde la antigua China y en Egipto, su uso fue muy habitual y valorado durante la antigüedad clásica pero fue sustituido de manera temprana tras la aparición de las recetas para obtenerlo mediante síntesis (San Andrés, Sancho, de la Roja, 2010, p.61). Según Doerner (1986, p.62) el cinabrio fue utilizado hasta el siglo XVI aunque alquimistas como el árabe Geber (s. IX) y Alberto Magno (s. XIII) ya conocían la preparación del bermellón. A la hora de denominar los pigmentos, el color siempre ha predominado sobre la materia, dando como resultado una gran variedad terminológica para referirse a ellos. En el caso del cinabrio, los diferentes tratados de arte medievales, se referían a él como *cinnabarim*, *cinapriu* o *cenobrium* (Kroustallis, 2012, p.57). Sin embargo, como comentábamos anteriormente en la descripción del pigmento rojo de plomo, Plinio y Vitrubio lo denominaban *minium* por su utilización, al igual que el rojo de plomo, para colorear las iniciales de los manuscritos (Pedrola, 1998, p.69).

### **Bermellón**

Del latín *vermiculum* o *vermilion* (de *vermis*, gusano) en relación al insecto productor de colorante rojo *keremes*, *coccus* o *granum*, dado que presentaban un color similar. No será hasta los siglos XVI y XVII, cuando comenzó a usarse los términos *vermilion*, *Bermilion*, *vermillón* o *bermellón* para referirse a este pigmento artificial (Bruquetas, 2012b, p.172; Kroustallis, 2012, p.58). El bermellón hace referencia al pigmento sintético obtenido mediante la mezcla y reacción del azufre y mercurio. Existen dos tipos de procesos de elaboración: por vía seca y por vía húmeda (López, 2012, p.65). La técnica por vía seca es la más antigua, los primeros indicios sobre este proceso de elaboración datan alrededor del siglo IV en China de la mano de Zósimo de Panópolis (San Andrés,



Sancho, de la Roja, 2010, p.61). Sin embargo, los avances en metalurgia llevados a cabo por los árabes, además de desarrollar el un sistema de obtención de cinabrio mediante azogue en hornos denominados xabecas, se cree que también introdujeron en occidente durante los siglos VIII y IX la fabricación del bermellón empleando la vía seca (Bruquetas, 2012b, p.174; João, 2012, p.182). Por otro lado, las primeras referencias escritas sobre los procesos de obtención aparecen en el *Ms. de Lucca (Composiciones ad tingenda musiva)*, en los textos del Monje Teófilo (*De diversis artibus* o *Shedula Diversarium Artium*) y el *Mappae Clavicula*. El proceso consistía en mezclar azufre con mercurio en un recipiente de vidrio sellado con barro, el cual se sometía a calor hasta la producción de un ruido interior que indicaba la reacción completa del mercurio y el azufre. El producto obtenido en realidad es de color negro (metacinabrita), pero tras su fina molienda, adquiriría su color rojo característico (San Andrés, Sancho, de la Roja, 2010, p.61). La segunda forma de obtener el bermellón es por vía húmeda, realizada a partir de finales del siglo XVII en Centroeuropa (López, 2012, p.65). El proceso, mucho más cómodo y con menor riesgo que el anterior, consistía en la combinación de mercurio y azufre en agua caliente para llevar a cabo una reacción en la que se convirtiese en sulfuro de mercurio negro que posteriormente era tratado con sulfuros alcalinos para obtener la variedad roja (Palet, 2002, p.88). El bermellón obtenido por vía húmeda, también conocido como *bermellón de China*, presenta unas tonalidades más claras a comparación del obtenido por vía seca (Pedrola, 1998, p.70)

A pesar de que al principio resultaba un material caro, tratadistas de arte de la época medieval como Cennini recomienda el uso de este pigmento sintetizado. De este modo su uso paso a ser muy habitual en el siglo XV viéndose intensificado durante el Renacimiento (San Andrés, Sancho, de la Roja, 2010, p.61).

Al tratarse de pigmentos similares con la misma composición química, presentan las mismas propiedades. Entre ellas destacan su color rojo brillante y puro y su elevado poder cubriente. En cuanto a estabilidad, es un pigmento estable, resiste a todos los agentes de deterioro excepto a la humedad y a la luz solar cuya exposición directa provoca oscurecimientos sobre todo si se encuentra aglutinado con alguna técnica al temple. (Matteini y Moles, 2008, p.75, López, 2012, p.65). Desde el punto de vista químico, tanto el cinabrio como el bermellón (HgS) son incompatibles con aquellos pigmentos que contienen plomo ya que reaccionan y forman un nuevo compuesto de color negro: sulfuro de plomo (PbS). Sin embargo este tipo de reacciones no ocurre cuando se utiliza con técnicas al óleo al no contener agua que fomente la reacción, actuando el aceite como película impermeable de las partículas (Matteini y Moles, 2008, p.48). Ejemplo de ellos es el empleo de la mezcla de blanco de plomo con cinabrio/bermellón por diversos artistas para la consecución de carnaciones en sus obras (Gettens, Feller, Chase, 1997, p. 166; Nöller, 2015, p.79-87).

Distinguir entre cinabrio y bermellón a través de las distintas técnicas de análisis existentes resulta muy complejo dado que ambos, como indicábamos, presentan la misma composición química. Sin embargo, bajo la visualización con microscopio óptico podemos establecer diferencias entre ellos bien a partir de la identificación de impurezas en el pigmento natural como cuarzo procedente de la roca original, las cuales el bermellón no suele presentar; o bien a partir del tamaño de partícula siendo más pequeños regulares y homogéneos en el caso del pigmento sintetizado (López, García, Medina, Sánchez, Velilla, 2015, p.7-8).

El empleo de estos pigmentos rojos a base de mercurio fue sustituido tras la aparición de otros nuevos como el rojo de Cadmio, de carácter industrial y con menor toxicidad que presenta

cualidades cromáticas similares. En Europa, el bermellón se volvió obsoleto en 2002 después de *Green movement* por lo que únicamente puede encontrarse en un laboratorio químico pero no en formato de pintura. (Doerner, 1986, p.63, João, Miguel, 2012, p.182).

En las muestras analizadas referentes a la policromía del alfarje se ha identificado este pigmento rojo a base de mercurio en sus dos formas: natural y sintetizado. El caso de pigmento natural (cinabrio), se localiza en los estratos más profundos considerados originales, y el pigmento sintetizado (bermellón) en los estratos más superficiales.

Las capas de cinabrio presentan un color rojo intenso y aspecto muy compacto en las que se identifican en muchos casos la presencia de cristales de cuarzo y calcio, que como se indicaba anteriormente, puede ser consecuencia de las rocas de donde es extraído el material (Fig. 115). Por el contrario, en nuestro caso las capas en las que se emplea bermellón no suele aparecer de forma individualizada sino aplicado de forma conjunta con otros pigmentos como rojo de plomo y/u óxidos de hierro entre otros, formando un estrato más heterogéneo (Fig. 118).

Por otro lado, las imágenes obtenidas mediante la técnica de microscopía electrónica de barrido demuestra la presencia de cinabrio y bermellón por el alto brillo que presenta dado su elevado número atómico. En cuanto a los microanálisis de dispersión de rayos X, indican los picos de Hg y S, significativos de la composición química de estos pigmentos (Fig. 116, 117 y 119).

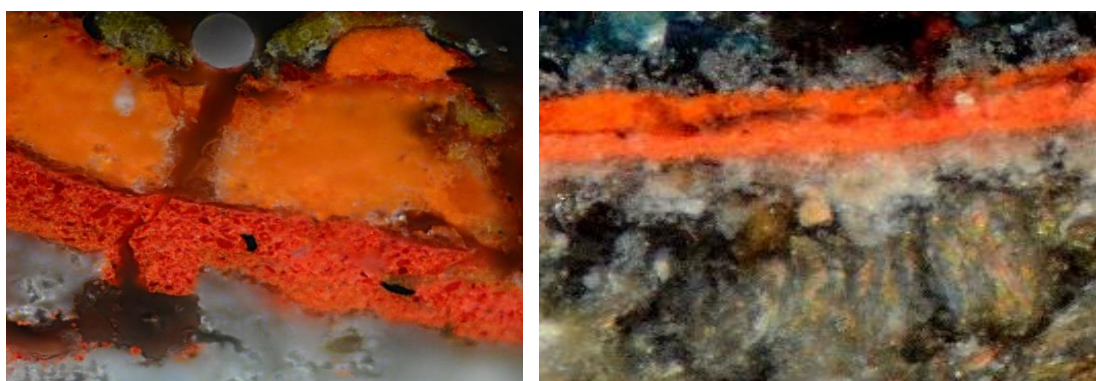


Figura 115. Izq. Muestra PD.M.3. Drch. Muestra PD.M.92. Microscopía óptica con luz reflejada, 50X. Estratos de cinabrio aplicados sobre capa de preparación, correspondientes ambos a la policromía más profunda que presentan las muestras.

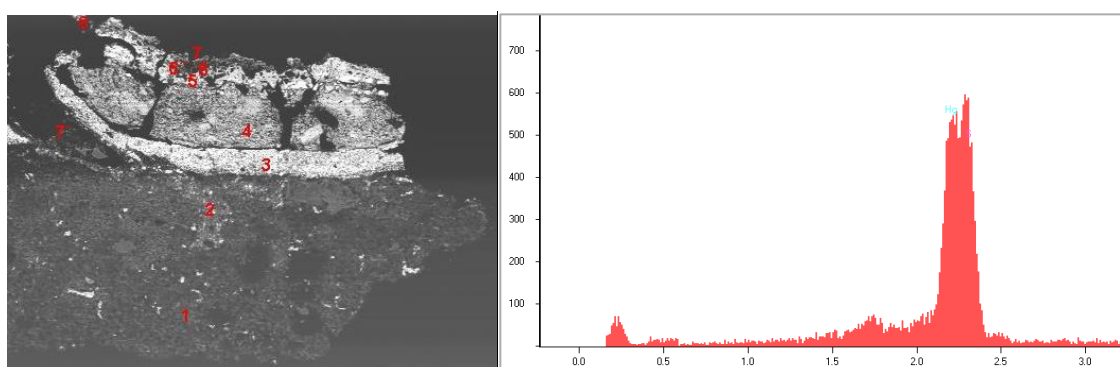


Figura 116. Muestra PD.M.3. Izq. Imagen de microscopía electrónica de barrido con numeración de espectros. Electrones retrodispersados. El elevado número atómico que presenta el mercurio hace que el estrato 3 presente un alto brillo en la imagen. Drch. Espectro número 3 correspondiente a un estrato rojo e indicativo del uso de forma individualizada de cinabrio por los picos de Hg y S.

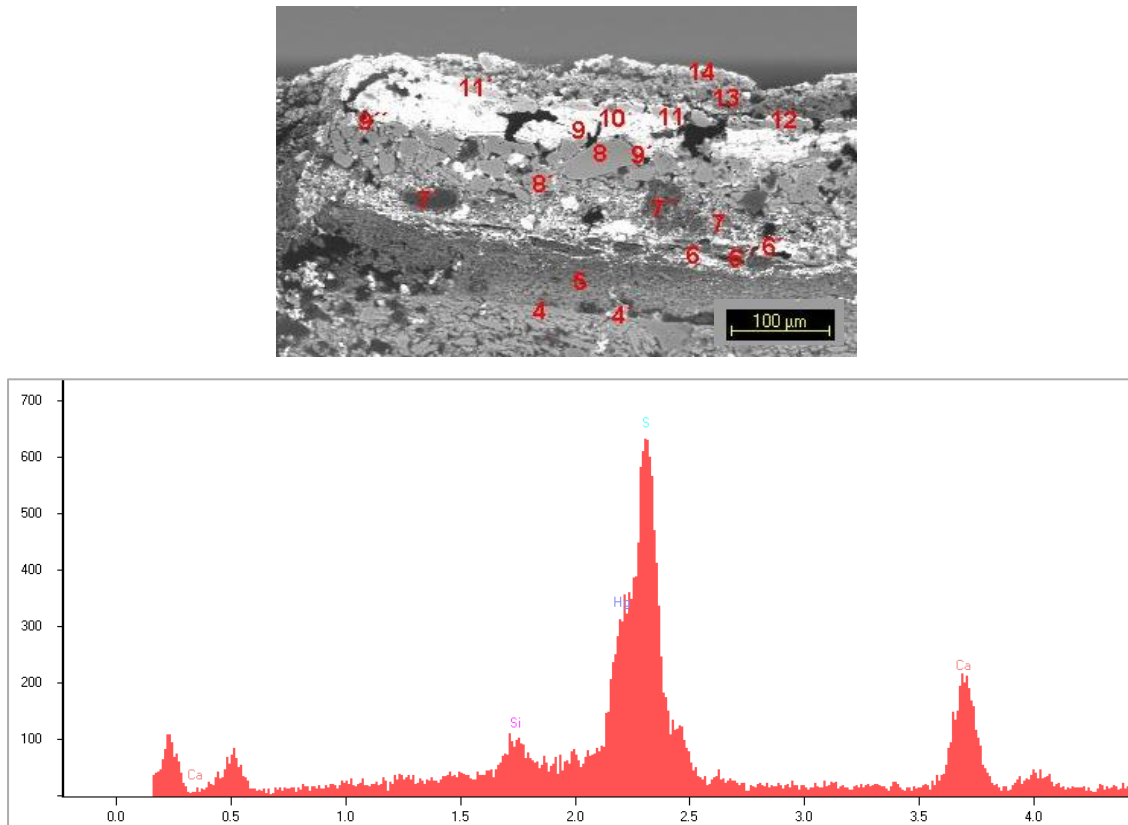


Figura 117. Muestra PD.M.92. Sup. Imagen de microscopía electrónica de barrido con numeración de espectros. Electrones secundarios. Inf. Espectro número 6 correspondiente a un estrato rojo, indicativo del uso de cinabrio por los picos de Hg y S combinado con carbonato cálcico y cuarzo (picos Ca y S respectivamente).

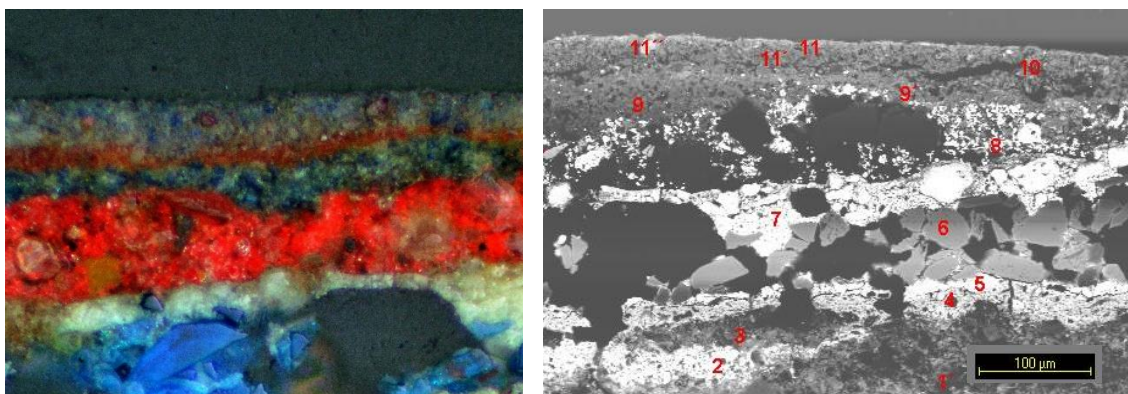
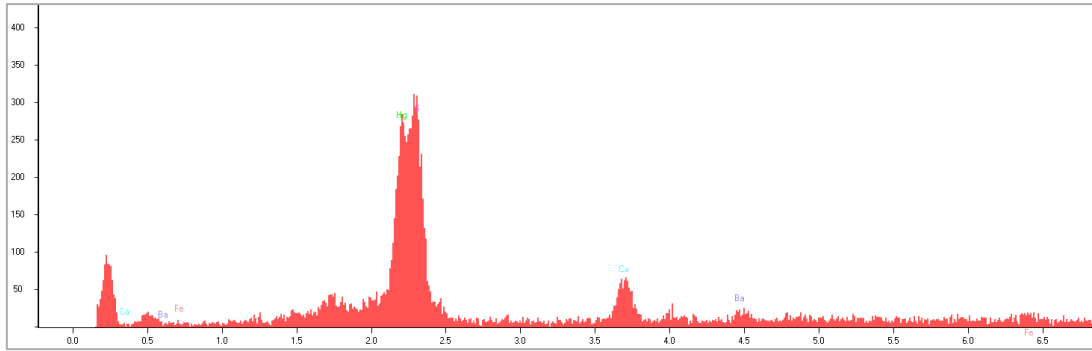



Figura 118. Muestra PD.M.142. Izq. Microscopía óptica con luz reflejada, 20X. Estrato de bermellón mezclado con pigmentos como óxido de hierro y cristales de barita, correspondiente a intervenciones de repolicromado más recientes. Drch. Imagen de microscopía electrónica de barrido con numeración de espectros. Electrones secundarios. En este caso, el cinabrio que presenta el estrato 8 está mezclado con otros pigmentos, presentando un aspecto más heterogéneo en cuanto al brillo.



*Fig. 119. Muestra PD.M.142. Espectro número 8 correspondiente al estrato rojo superior que presenta la muestra. Los picos resultantes indican la presencia de bermellón en este caso junto con óxidos de hierro y cristales de barita, añadidos posiblemente para darle más estabilidad a la mezcla.*

Malaquita natural	
<b><math>\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2</math></b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Otras denominaciones:</b> Verde montaña, <i>mountain Green, hungarian green</i></li> <li>• <b>Origen y uso:</b> Desde la antigüedad hasta el siglo XVIII</li> <li>• <b>Naturaleza:</b> Inorgánico mineral natural</li> </ul>

Dentro de la gama de pigmentos naturales obtenidos en los yacimientos de cobre, se sitúan la Malaquita y la Azurita, de la que hablaremos más adelante. Ambos son un carbonato básico de cobre, la diferencia entre ellos reside en el contenido de agua de cristalización que presentan cada uno en su composición (Doerner, 1986, p.71).

En el caso de la malaquita, se trata de un mineral verde cuya composición química es la de un carbonato básico de cobre en estado hidratado. Podemos encontrar dos variedades, el pigmento procedente de la molienda directa del propio mineral al que se denomina malaquita natural (Pedrola, 1998, p.76), y el pigmento de malaquita sintética conocido como *verde verditer* elaborado por procesos de síntesis (Gettens y Fitzhugh, 1997, p.193).

La malaquita es un mineral procedente de las zonas superiores y oxidadas de los yacimientos de cobre situados en diversas partes del mundo como países de Centroeuropa, China, Japón, África o Chile. Este mineral no suele aparecer de forma individualizada sino acompañado de otros como la azurita, la cuprita o silicato de cobre denominado crisocola (Gettens y Fitzhugh, 1997, p. 183-184).

El pigmento natural de malaquita es uno de los pigmentos verdes más antiguos que se conoce, así lo constata su presencia en tumbas neolíticas y en las fases más antiguas de la predinastía egipcia (Rinaldi *et al.*, 1986). Además de su uso como pigmento tras la molienda del mineral, ha sido empleado con fines decorativos en joyería e incrustaciones de objetos, en cosmética por las antiguas mujeres egipcias, así como en metalurgia para la obtención de objetos de cobre (Gettens y Fitzhugh, 1997, p.184, Pedrola, 1998, p.77, Doerner, 1986, p. 72).

Al igual que sucede con el rojo de plomo y el cinabrio, en los tratados antiguos existen confusiones con la terminología asignada a la malaquita con respecto a otros pigmentos procedente del cobre como la azurita o la crisocola. Plinio denominaba a este pigmento como *chrysokolla* y Cennini usaba el término *verde azzuro*. (Doerner, 1986, p.72).

Entre sus cualidades físicas, bajo visualización microscópica, se presenta en forma de masas botroidales con estructura interna fibrosa. Las partículas cristalinas que conforman estas masas son de color verde de intensidad variable, presentando una forma geométrica irregular y angulosa debido a los planos de fragmentación. Las partículas resultantes de tamaño considerable pueden presentar una estructura fibrosa definida (Gettens y Fitzhugh, 1997, p.186). En función del tamaño de grano, el poder cubriente de éste varía, siendo más elevado en pigmento constituido por un grano grande, y menor cuanto más fino es éste (López, García, Medina, Sánchez, Velilla, 2015, p.10).

Debido a su bajo índice de refracción, la técnica pictórica más adecuada para utilizarlo como pigmento son los temples y no los medios oleosos, en los que presenta menor poder cubriente

(Harley, 2001, p.79). En los casos en los que era aplicada mediante técnicas al aceite, solía ir acompañada de una capa de resinato de cobre transparente con el fin de resaltar su color (Gettens y Fitzhugh, 1997, p.184).

En cuanto a la resistencia de este pigmento ante los agentes de deterioro, se trata de un pigmento bastante estable (López y Velilla, 2014, p.1). No se ve afectado por la luz fuerte, y aunque teóricamente está sujeta a ennegrecimiento cuando se mezcla con pigmentos de sulfuro (Gettens y Fitzhugh, 1997, p.187).

El uso del pigmento de malaquita en nuestro caso ha sido poco usual en la policromía del alfarje, siendo identificado únicamente en las muestras representativas de zonas concretas como son las almendrillas superpuestas. En estos casos suele aparecer mezclado con blanco de plomo y cubierto por una capa de aceite en la mayoría de los casos, con la intención probablemente de darle un mayor aporte de brillo y protección.

Tras la visualización de las muestras estudiadas que contienen este pigmento con microscopía óptica y de barrido hemos podido comprobar que se trata de malaquita natural tanto por su color verde, aspecto que permite su distinción con respecto a la azurita ya que presenta propiedades físico-químicas similares, como por el tamaño y forma de sus cristales (Fig. 120). Junto a ello, los análisis de EDX efectuados demuestran la presencia de cobre, elemento principal en la composición de este pigmento (Fig. 121).

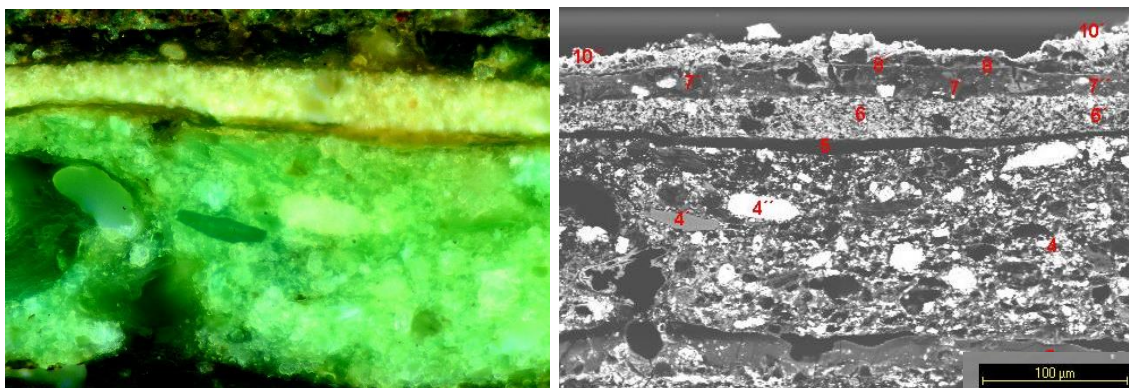


Figura 120. Muestra PD.M.82. Izq. Imagen de microscopía óptica. Luz reflejada. 50X. Se aprecia estrato de color verde compuesto por cristales de considerable tamaño de malaquita. Drch. Imagen de microscopía electrónica de barrido con numeración de espectros. El estrato de malaquita identificado por la numeración 4, donde se identifica una mezcla heterogénea de distintos materiales de gran granulometría.

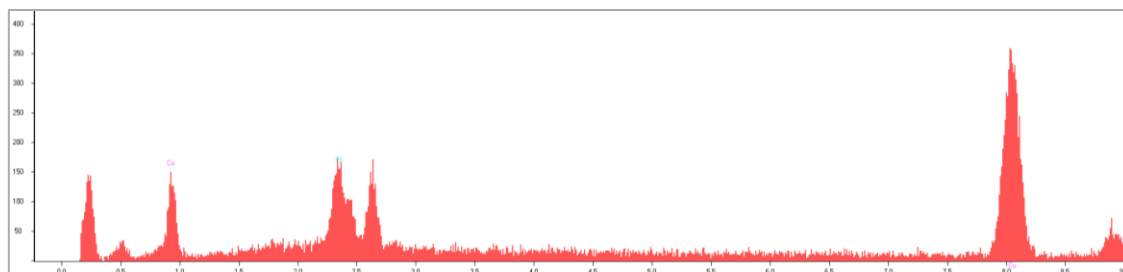



Figura 121. Muestra PD.M.82. Espectro número 4 resultante de microanálisis efectuado por dispersión de rayos X. Se identifica Cu perteneciente a la malaquita y Pb perteneciente al blanco de plomo.

Verde de cromo	
$\text{Cr}_2\text{O}_3$ (Óxido de cromo anhidro) $\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (Óxido de cromo hidratado)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Otras denominaciones:</b> la variedad anhídrida también se conoce como <i>verde de cromo opaco</i>, <i>chromium oxide Green opaque</i> o <i>verde mate</i>. La variedad hidratada también se conoce como <i>verde Guignet</i>, <i>Guignet's Green</i>, <i>viridian</i>, <i>verde encendido</i>.</li> <li>• <b>Origen y uso:</b> desde la mitad del siglo XIX</li> <li>• <b>Naturaleza:</b> Inorgánico mineral artificial</li> </ul>
	

**Viridiana:** (trióxido de dicromo hidratado). Químicamente, es un óxido de cromo que se encuentra hidratado. Presenta un color verde brillante e intenso además de ser transparente, característica que hace que su uso sea limitado únicamente como pigmento de veladura por su bajo poder cubriente. En cuanto a propiedades, presenta las mismas que el verde de cromo anhidro, siendo muy resistente a todos los agentes y empleado en todas las técnicas (Giannini, C.; Roani, R., 2008, p.214; Matteini y Moles, 2008, p.64; Doerner, 1986, p.73). La técnica de elaboración de este pigmento consiste en mezclar dicromato potásico ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) con ácido bórico ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) en un recipiente de barro refractario y someterlo a temperatura elevada. La masa resultante, una vez enfriada, se muele y se somete en agua caliente para que cristalice el óxido de cromo. Finalmente se filtra y se deja secar al aire o bien en horno (Palet, 2002, p.99). Las partículas que conforman este pigmento son de color verde claro con cierto virado al azul y con un índice de refracción moderado. Son típicamente irregulares y algo redondeadas debido al enfriamiento durante el proceso de fabricación. No suelen aparecer de forma individualizada sino formando agregados cristalinos (Newman, 1997, p.282 y 286).

**Verde de cromo opaco:** (trióxido de dicromo anhidro). En este caso se trata de un pigmento opaco que se obtiene a través del calentamiento de pigmento verde de cromo hidratado o bien siguiendo su mismo proceso de elaboración solo que suprimiendo el paso de sumergirlo en agua para que cristalice, simplemente basta con moler la masa obtenida en el calentamiento de ambos compuestos y posteriormente someterlo a lavado para eliminar el exceso de ácido bórico. Para evitar el uso de este ácido, también es posible realizar el pigmento mezclado el dicromato con azufre (Palet, 2002, p.98). Es muy resistente a todos los agentes físicos como la luz o las altas temperaturas, y a los agentes químicos como los ácidos y las bases (Giannini, C.; Roani, R., 2008, p.214). Gracias a estas peculiaridades, es considerado el más estable de todos los pigmentos verdes. Se puede emplear en todas las técnicas pero se usa relativamente poco por su tonalidad poco brillante (Matteini y Moles, 2008, p.64). Las partículas que componen el óxido de cromo opaco son muy finas (pueden ser inferiores a  $1 \mu\text{m}$ ) con un índice de refracción difícil de identificar microscópicamente con certeza. Presenta una tonalidad verde mate cuando son observadas por luz reflejada y suelen ser partículas homogéneas

que se presentan de forma individualiza con forma redondeada (Newman, 1997, p.281 y 286).

Desde el punto de vista histórico, el descubrimiento del cromo en 1797 por Louis Nicolas Vauquelin, dio como resultado el empleo del mineral de donde se extraía como pigmento. Dicho mineral consistía en un cromato de plomo, lo que ahora se conoce como crocoita. El cromo se llamaba así debido a los muchos compuestos coloreados que producía, incluyendo el óxido de cromo, el cual Vaquelin predijo que debido al hermoso color esmeralda que transmitía proporcionaría a los pintores un modo de enriquecer sus cuadros y de mejorar su arte.

Trabajos como las memoria escritas de Vauquelin en 1809, además de incluir el método de preparar el pigmento verde de cromo, hace referencia también a que éste ya estaba siendo utilizado en la fábrica de porcelana de Sevres y Limoges (Newman, 1997, p.274).

A pesar de que la mayoría de las referencias bibliográficas datan el uso de este pigmento en sus dos variedades en la segunda mitad del siglo XIX, la variedad de óxido de cromo hidratado fue desarrollada en la primera mitad del siglo XIX, concretamente en 1838 en Paris de la mano de Pannetier. No será hasta 1859 cuando se prepare de forma industrial gracias a la patente de Guignet, de ahí que se le conozca también por ese nombre. Por otro lado, en la década de 1840 Winsor y Newton incluyeron dentro de su variedad de pigmentos el óxido verde del cromo anhidro (Harley, 2001, p.86; Mayer, 1985, p.66).

La presencia del pigmento verde de cromo en la policromía del alfarje la encontramos en el último estrato de las muestras referentes a zonas que actualmente son de color verde, tales como la cartela pintada de la epigrafía o en las almendrillas superpuestas que forman parte de la estructura del alfarje. Tal y como se puede ver en las imágenes, este pigmento no aparece aplicado de forma unitaria sino formando una mezcla con otro tipo de pigmentos con el fin de adquirir una tonalidad verdosa diferente a la que el propio pigmento aporta (Fig. 121). Dado que la composición química es prácticamente la misma en ambas variedades de óxido de cromo, a juzgar por las características de granulometría que presenta, apostamos a que se trata de verde óxido de cromo anhidro. En la imagen obtenida con microscopía electrónica de barrido (Fig. 122), se aprecia que no se trata de un cristal unitario sino que es un conjunto de partículas. Los resultados de microanálisis realizados de forma puntual sobre la superficie del conjunto granular, indican que estas partículas son calcio, cromo y barita (Fig. 123). La presencia de estos elementos puede justificarse como productos empleados en la propia elaboración del pigmento o bien añadidos intencionadamente con el fin de aportarle determinadas características, apareciendo siempre esta peculiaridad en todas las muestras analizadas de las zonas donde se ha empleado este pigmento.

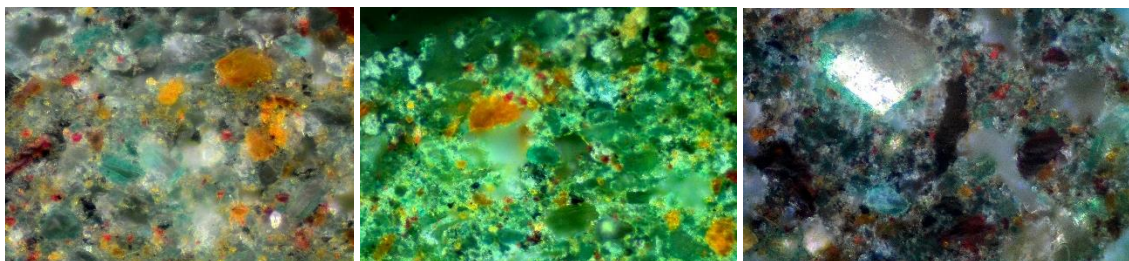


Figura 121. Izq. Muestra PD.M.40. Centro. Muestra PD.M.83. Drch. PD.M.85. El pigmento verde de cromo aparece en todas las muestras combinado con otros pigmentos formando un estrato heterogéno.



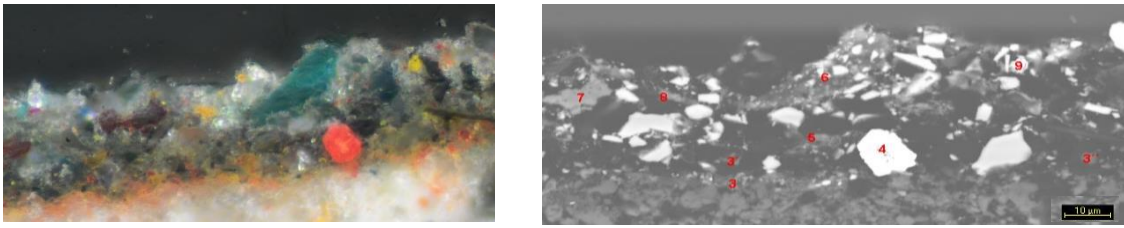


Figura 122. Muestra PD.M.130. Drch. Imagen de microscopía óptica. Luz reflejada. 50X. Izq. Imagen de microscopía electrónica de barrido con numeración de espectros.

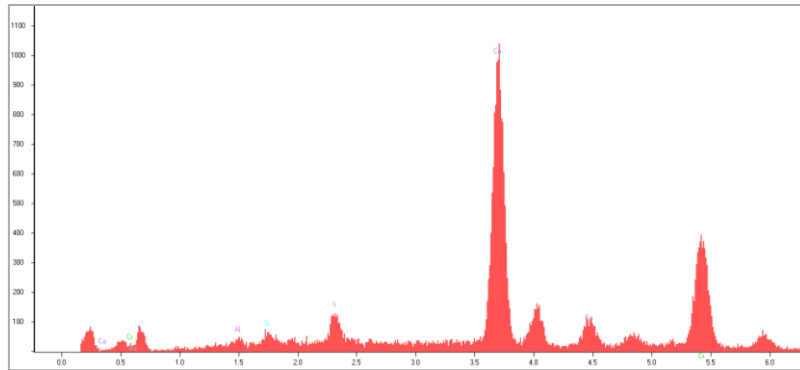



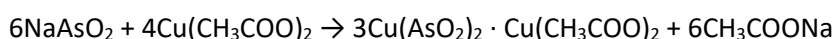
Figura 123. Muestra PD.M.130. Espectro número 6 correspondiente al análisis puntual de cristal con coloración verde. El microanálisis indica que se trata de verde de cromo con trazas de barita y carbonato cálcico.

Verde esmeralda	
$\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{AsO}_2)_2$	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Otras denominaciones:</b> Verde París, verde veronés, <i>Scheinfurt Green</i>, <i>París Green</i>, verde de Viena, verde persa, verde papagayo</li> <li>• <b>Origen y uso:</b> 1814- principios del siglo XX</li> <li>• <b>Naturaleza:</b> Inorgánico mineral artificial</li> </ul>

El verde esmeralda es un pigmento artificial cuyo origen data en 1814 en la ciudad alemana de Schweinfurt, de ahí que se le conozca también con el mismo nombre de esta ciudad. Su descubrimiento fue casual tras intentar mejorar otro pigmento verde de similar composición denominado verde de Scheele, obteniendo como resultado un pigmento de color más oscuro y brillante con mejor calidad (López, 2012, p.72). El responsable de ello fue Wilhem Sattler, que mantuvo en secreto el método de producción hasta que Braconnot y Liebig en un intervalo de ocho años, concretamente en 1822, descubrieron el proceso de síntesis de este pigmento verde. Esto trajo consigo su expansión en toda Europa y Norteamérica, adquiriendo diversas denominaciones por las cuales se le conoce. (Fiedler y Bayard, 1997, p.219 y 222; Harley, 2001, p.84).

Se trata de un aceto-arseniato de cobre obtenido con diferentes procesos a partir del empleo de elementos y compuestos como el cobre, ácido acético, blanco de arsénico y carbonato de sodio (Giannini, C.; Roani, R., 2008, p.214). Los métodos más conocidos para su preparación son el método de acetato y el método de sulfato, en los que se produce una reacción del arseniato de cobre básico hidratado convertido en verde esmeralda.

*Método de acetato:*



*Método de sulfato:*



Ambos métodos puede ser sujeto de modificación en lo referente a la proporción de los ingredientes, concentración, temperatura, mezclado o tiempo de reacción, precipitación y cristalización. En cualquier caso, para que el pigmento resultante alcanzase un determinado nivel con cristales de adecuado tamaño, forma y estado de aglomeración, se requería de mucho conocimiento y destreza (Fiedler y Bayard, 1997, p.232).

En cuanto a estabilidad, el pigmento de verde esmeralda se considera relativamente estable e insoluble. Sin embargo, su exposición prolongada a factores como la humedad y el calor, acaba descomponiéndose por hidrólisis. Si a estos factores se le suma la presencia de cloro o el contacto con estratos a base de materiales a base de calcio o plomo, el resultado son nuevos compuestos arsenicales. Ejemplo de ello es la formación de lavendulana, mimetita e hedifana. La lavendulana es un mineral poco común en la naturaleza cuyo nombre hace alusión a su coloración azul lavanda. Se trata de una fase del verde esmeralda altamente hidratada en la que se convierte en un cloroarseniato de cobre, calcio y sodio  $[\text{NaCaCu}_5 (\text{AsO}_4)_4 \text{Cl} \cdot 5\text{H}_2\text{O}]$  que conserva en muchos casos la textura original de forma esferulíticas del pigmento verde. La

mimetita es igualmente un cloroarseniato pero en ese caso anhídrido y con presencia de plomo en su composición  $[Pb_5(AsO_4)_4Cl]$ . Presenta una coloración que puede variar desde un tono amarillento a un tono marrón, y en presencia, es más habitual que la lavendulana. Si la mimetita recibe un aporte de adicional de calcio, se convierte en otro cloroarseniato denominado hedifana  $[Ca_2Pb_3(AsO_4)_4Cl]$  que presenta la misma estructura solo que en solución sólida y una coloración comprendida entre el blanco y el amarillo (López y Velilla, 2014). Por otro lado, cabe destacar que este pigmento en atmosferas con presencia de sulfuro, al igual que en contacto con pigmentos cuya composición contiene azufre, se alteran y adquieren una tonalidad ennegrecida (Matteini y Moles, 2008, p.64-65).

Entre sus características, se encuentra su elevada toxicidad por su contenido en arsénico. En 1888 el uso de todos los pigmentos de arsénico de cobre se vio restringido a pinturas de técnicas oleosas y lacas además de requerir la aplicación de una capa de barniz final. Posteriormente, a principios del siglo XX, se dejaron de emplear tanto por su alta toxicidad como por su tendencia a alterarse (Fiedler y Bayard, 1997, p.229).

El aspecto que muestra el pigmento verde esmeralda cuando es analizado bajo microscopía se basa en cristales aciculares en forma de esferulitos con textura fibrosa radial, que pueden aparecer organizados en rosetas o de forma individual (Fiedler y Bayard, 1997, p.240-244). Esta textura radial es el resultado de un proceso de selección geometría en la que la dirección del crecimiento del cristal más rápida se muestra perpendicular a la superficie que crece (López, 2012, p.89). El tamaño que presentan está comprendido entre 8 y 40  $\mu m$  en el caso de los esferulitos, mientras que en las rosetas (conjunto de esferulitos) pueden tener hasta cientos de micrómetros de diámetro. Estas morfologías pueden proporcionar cierta información sobre el tipo de condiciones de fabricación. Ejemplo de ello es el tamaño de los esferulitos que indica la velocidad de formación de los cristales, los esferulitos pequeños indican que se han formado en un proceso rápido mientras que los esferulitos grandes al contrario (Fiedler y Bayard, 1997, p.240-244).

El verde esmeralda detectado en las muestras estudiadas aparece en los estratos correspondientes a las intervenciones más modernas, concretamente en la penúltima intervención. No suele aparecer de forma individualizada conformando un estrato compacto y homogéneo sino que aparece combinado con otros pigmentos como el amarillo de cromo o el azul de Prusia. Tanto en su visualización con microscopía óptica como con microscopía electrónica de barrido se puede apreciar la característica cristalización en forma de esferulito formada por acículas regulares con textura fibrosa radial. El color que se aprecia bajo microscopía óptica se corresponde con un verde intenso con tonalidad azulada (Fig. 124) y, en la imagen obtenida con electrones secundarios en microscopía electrónica de barrido aparece con tonos grises de acuerdo con el valor intermedio de su número atómico (Fig. 125). En lo que respecta a microanálisis de rayos X realizado, los picos característicos que hacen posible la identificación de este pigmento a nivel de composición son As y Cu (Fig. 126).

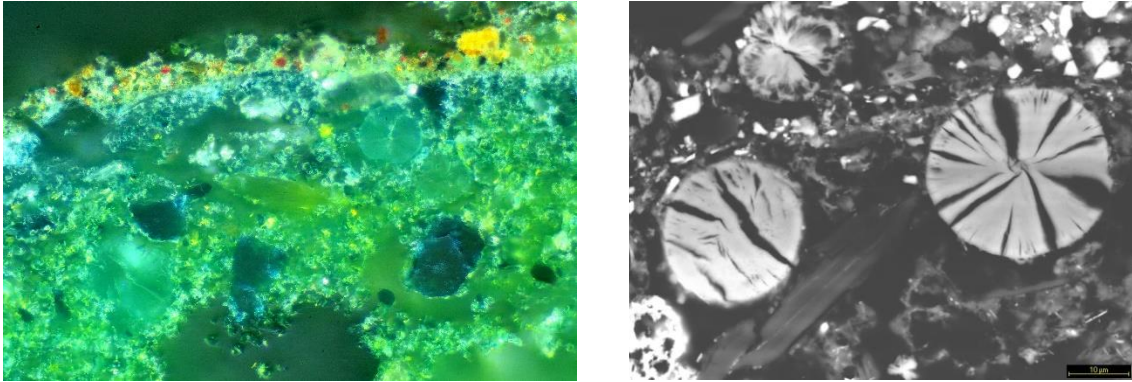


Figura 124. Muestra PD.M.83. Izq. Imagen microscopía óptica. Luz reflejada. 50X. Estrato donde se aprecian esferulitos correspondientes al verde esmeralda, mezclados con pigmentos como el azul de Prusia y el amarillo de cromo. Drch. Imagen de microscopía electrónica de barrido, detalle de esferulitos donde se aprecia la textura fibrosa radial.

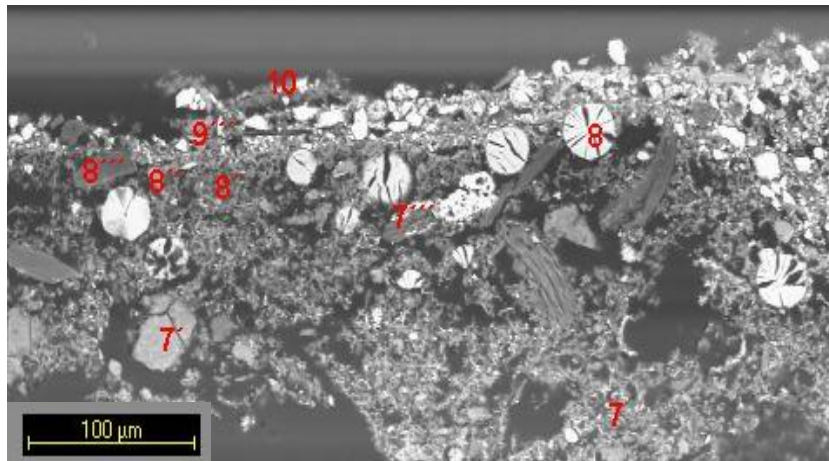


Figura 125. Muestra PD.M.83. Imagen de microscopía electrónica de barrido con numeración de espectros donde aparecen de forma individual, sin formar rosetas, los cristales con forma esferulítica del pigmento verde verde esmeralda.

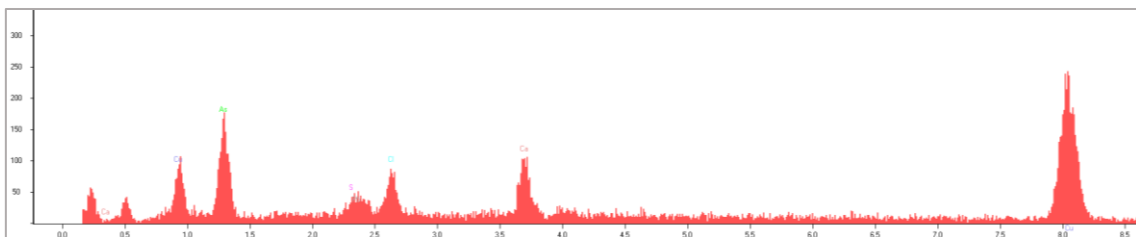



Figura 126. Muestra PD.M.83. Espectro número 8 correspondiente al microanálisis de rayos X de uno de los esferulitos. El resultado indica la presencia principalmente de arsénico y cobre. El resto de elementos se corresponden con el resto de materiales que componen el estrato.

Azurita natural	
$2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Otras denominaciones:</b> azul montaña, azul de azur, azul de Sevilla, azul de Alemania, azul de cenizas, <i>mountain blue</i>, <i>azzurro della magna</i></li> <li>• <b>Origen y uso:</b> Desde la antigüedad-siglo XVII</li> <li>• <b>Naturaleza:</b> Inorgánico mineral natural</li> </ul>

Como veíamos anteriormente, la azurita al igual que la malaquita, es un carbonato básico de cobre solo que en este caso aparece con mayor contenido de agua de cristalización en su composición química.

Tal y como sucede con la malaquita, su uso como pigmento ya consta en la antigua China, Egipto, Grecia y Roma. En el caso del continente Europeo, tuvo un uso prolongado en los siglos XIV, XV y XVI, sustituyendo a otro pigmento utilizado hasta el momento denominado azul egipcio. Las principales fuentes de abastecimiento durante este periodo fueron las minas de plata de Sajonia en Alemania y los depósitos de Lyon en Francia. Tras el descubrimiento de América, a estas fuentes, se le sumo los yacimientos ricos en azurita encontrados en el nuevo continente, concretamente en la ciudad de Santo Domingo. Estos yacimientos comenzaron a explotarse de forma muy temprana de modo que a principios del siglo XVI ya se comercializaba en España, convirtiéndose en una de las mercaderías más habituales hasta el siglo XVII (Bruquetas, 2012a, p.73-74)

Entrado el siglo XVIII, la azurita natural comenzó a ser sustituida por la versión artificial e industrial (ver azurita sintética) que junto con la invención del azul de Prusia en el siglo XVIII, supuso la decadencia de su uso en la pintura europea (Gettens y Fitzugh, 1997, p.25). Según algunas fuentes bibliográficas, la desaparición del empleo de la azurita natural puede estar ligado con la ocupación de Hungría por parte de los turcos a mediados del siglo XVII, quedando de ese modo denegado el acceso a los yacimientos de azurita de ese país (Doerner, 1986, p.72; Palet, 2002, p.78).

El procedimiento para obtener este pigmento natural consistía en moler el mineral extraído y posteriormente diluirlo en agua con el objetivo de separar la parte más fina de la más gruesa (Gettens y Fitzugh, 1997, p.25). En función del grado de molienda que tenga el pigmento de azurita, presenta una tonalidad u otra. Si el grano es relativamente grueso, el azul que presenta es intenso, si por el contrario el grano es muy fino, pierde tanto intensidad de color como poder cubriente (Matteini y Moles, 2008, p.55).

En cuanto a estabilidad, al contrario que sucede con la malaquita, la azurita es notablemente vulnerable en condiciones ambientales de elevada humedad y en presencia de pH altos y sales de cloro, transformándose en hidroxiclورو de cobre de tipo atacamita [ $\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$ ], otra sal de cobre de color verde claro (López y Velilla, 2014). Comúnmente, el resultado de esta degradación ha sido interpretado como una conversión de la azurita en malaquita aunque tal y como defiende López Cruz (2012, p.131), esta teoría carece de fundamento dado que se centra únicamente en la similitud de color y no en la variación química. Además de adquirir esta tonalidad verdosa, la azurita también puede convertirse en óxido cúprico negro (tenorita) en

una exposición prolongada ante las mismas condiciones de humedad y pH mencionadas (Gutscher, Mühlethaler, Portmann y Reller, 1989, p.117-122).

La azurita ha sido considerada como el principal pigmento azul de la pintura del renacimiento europeo, quedando incluso por delante del pigmento proveniente del lapislázuli (Doerner, 1986, p.72). Se ha empleado en todas las técnicas pictóricas existentes pero principalmente, destaca su uso en temple en soportes de madera y pintura mural (Matteini y Moles, 2008, p.55; Mayer, 1985, p.39). A pesar de presentar vulnerabilidad ante medios básicos, en este último caso ha sido muy empleada en técnicas al fresco porque aunque presente este tipo de soportes y técnica una alcalinidad fuerte, no es suficiente para transformar el color de inmediato, resistiendo el tiempo suficiente para que el muro libere la humedad por evaporación y se produzca una carbonatación superficial que actúa de protector (Palet, 2002, p.78). Sin embargo, su uso en técnicas oleosas ha sido muy limitado debido a que la combinación de ambos daba como resultado la formación de oleato de cobre (complejo órgano-metálico) en la que adquiriría una coloración verdosa parcialmente (Doerner, 1986, p.72).

En apariencia, puesto que es un pigmento que se obtiene por trituración del mineral natural, las partículas son de tamaño variable, siendo por lo general de notable dimensión. En nuestro caso de estudio, a través de la visualización con microscopía óptica, hemos podido comprobar que las partículas de azurita que componen algunos de los estratos de las muestras presentan una forma irregular muy angular, con un grosor considerable y un aspecto fracturado. Si observamos las muestras con luz transmitida, las partículas más gruesas presentan un color azul intenso (Fig. 127)

Dentro del pigmento obtenido de azurita, no resulta extraño encontrar partículas dispersas de malaquita y cuprita debido a la estrecha asociación de los tres minerales como explicábamos anteriormente (Gettens y Fitzugh, 1997, p.26). En lo referente a la policromía del alfarje, no hemos encontrado esta casuística, tratándose por tanto de un pigmento natural de buena calidad.

En las imágenes obtenidas a través de la microscopía electrónica de barrido la azurita natural presenta niveles intermedios de grises debido al número atómico intermedio que presenta (Fig. 128). En cuanto a los espectros resultantes del microanálisis por dispersión de rayos X, son espectros simples donde se identifica la azurita por el pico significativo referente al cobre (Fig. 129).

En algunas de las muestras estudiadas se ha podido constatar la alteración de la azurita en la que se convierte en hidroxiclорuro de cobre (Fig. 130, 131 y 132). El hecho de que no todas las muestras con estratos a base de azurita presenten esta alteración puede deberse al deterioro más acusado de algunas de las zonas con mayor exposición a agentes de deterioro. La procedencia del cloro necesario para que se produzca este tipo de reacciones puede corresponderse con el agua de lluvia y humedad con contenido en cloruros por la evaporación del agua del mar junto con el régimen de vientos, condiciones que existen a 70 km en línea recta de la ciudad de Sevilla y que tiene dirección hacia el valle del Guadalquivir (López, 2012, p.141).

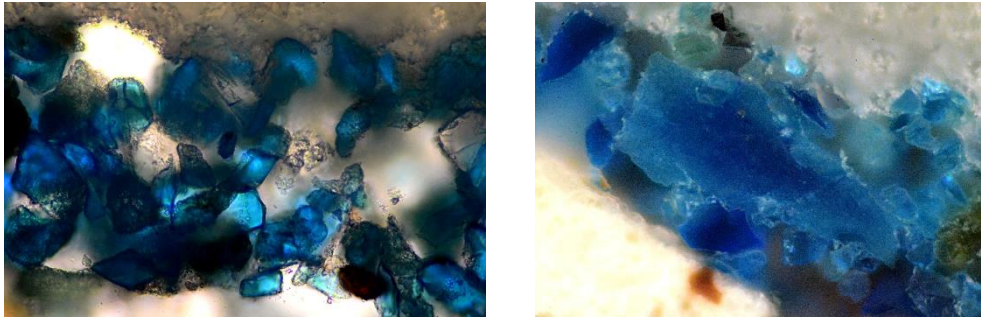


Figura 127. Muestra PD.M.6. Izq. Imagen de microscopía óptica, luz transmitada, 50X. Se aprecia los cristales de tonalidad azul intensa, con un tamaño considerado y forma angular. Drch. Imagen de microscopía óptica, luz reflejada, 50 X. Al igual que en la imagen anterior, se observan grandes cristales de azurita con forma angular e irregular y tamaños variables.

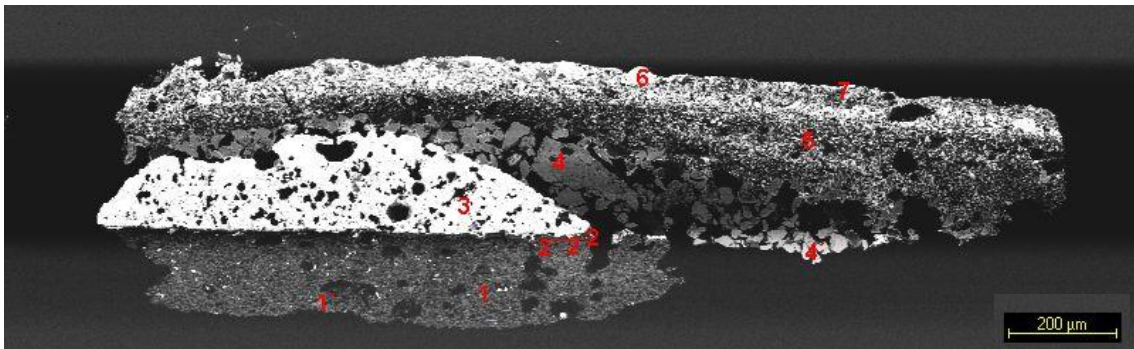


Figura 128. Muestra PD.M.6. Imagen de microscopía electrónica de barrido con numeración de espectros. Electrones retrodispersados.

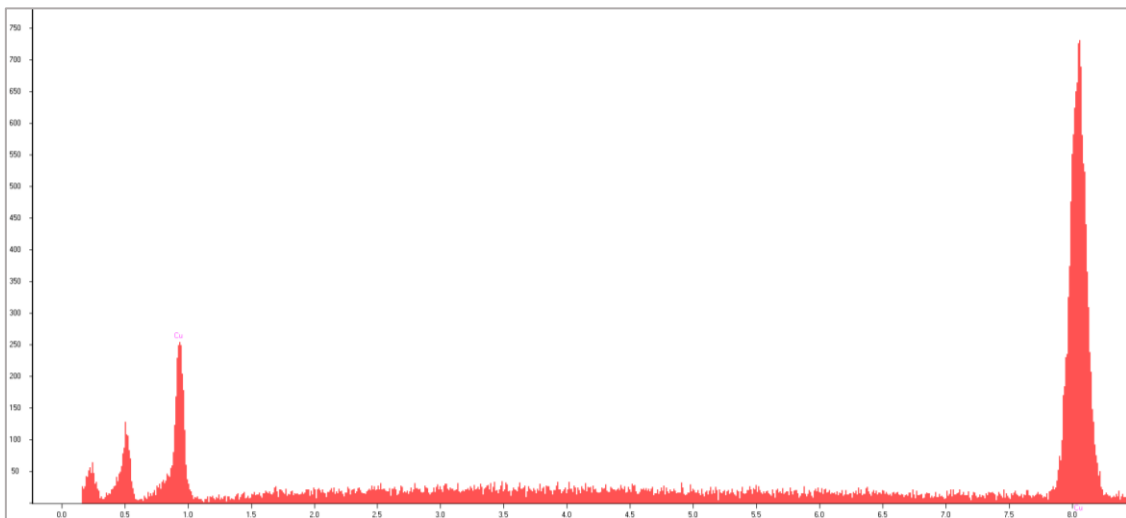


Figura 129. Muestra PD.M.6. Espectro número 4 donde los picos de Cu representa el elemento principal de la composición química de la azurita.

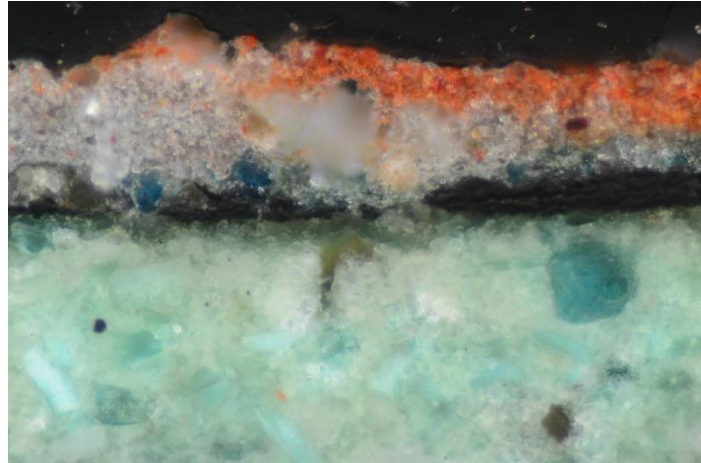


Figura 130. Muestra PD.M.6. Izq. Imagen de microscopía óptica, luz reflejada, 50X. Se aprecia un estrato de color azul que vira a verde claro, tratándose de azurita alterada que se ha convertido en hidroxicloruro de cobre de tipo atacamita.

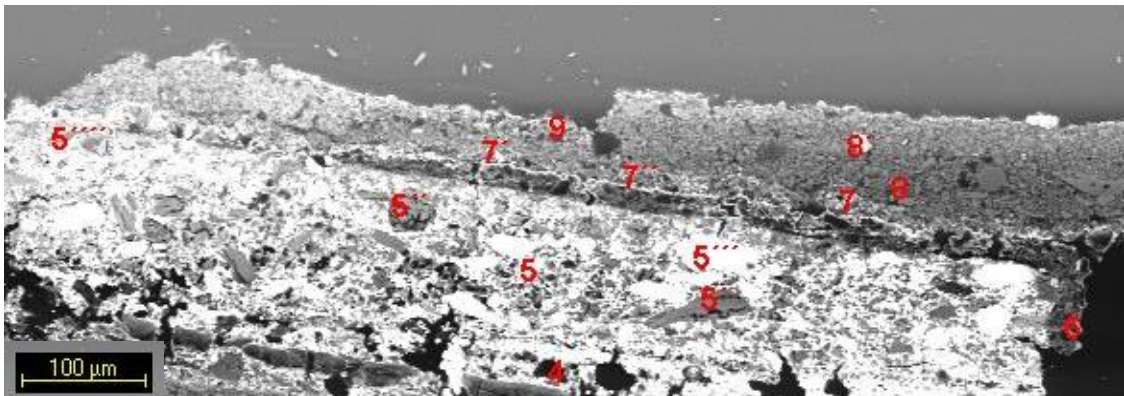


Figura 131. Muestra PD.M.134. Imagen de microscopía electrónica de barrido con numeración de espectros. Electrones secundarios.

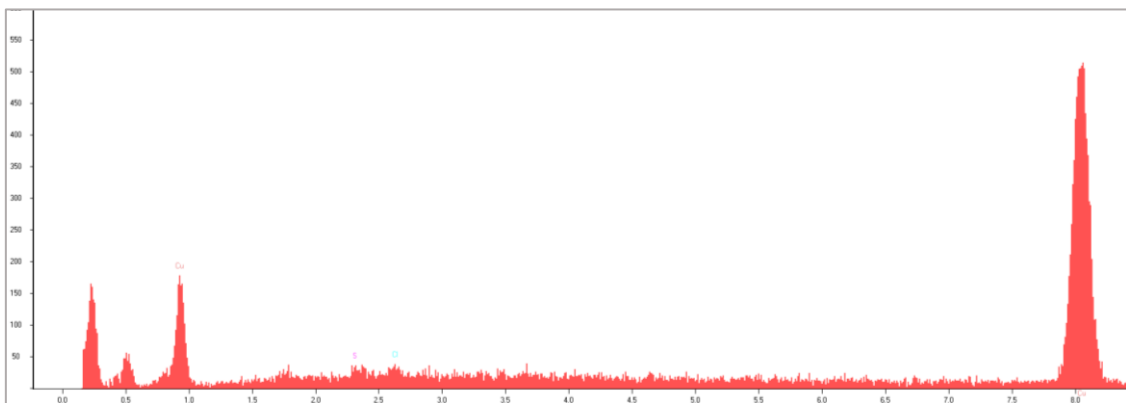



Figura 132. Muestra PD.M.134. Espectro número 5'' donde los picos de Cu representa el elemento principal de la composición química de la azurita y el Cl indica la alteración de la misma, convertida en hidroxicloruro de cobre.



<b>Azurita sintética</b>	
<b><math>\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2</math></b>	
	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Otras denominaciones:</b> azul verditer, azul bremer, verditer de Refiner, azul de plata, azul bice, azul de cenizas, azul de montaña.</li> <li>• <b>Origen y uso:</b> Desde el siglo XV-XVIII</li> <li>• <b>Naturaleza:</b> Inorgánico mineral artificial</li> </ul>

El uso de pigmentos naturales como la malaquita y la azurita suponía un elevado coste por lo que a partir del siglo XV comenzaron a utilizarse versiones de estos pigmentos obtenidos de forma sintética. Un hecho que da certeza al uso de estos pigmentos en esta época es la identificación de malaquita sintética, es su identificación en numerosas obras del quattrocento ubicadas en la National Gallery de Londres (Gettens y Fitzhugh, 1997b, p.194).

Existen varios nombres para designar al producto sintetizado de carbonato de cobre pero el más común es *verditer*; en el caso del pigmento análogo a la malaquita se denominaba *verde verditer*, y *azul verditer* para el análogo a la azurita (Gettens y Fitzhugh, 1997b, p.194). Desde el punto de vista etimológico, verditer deriva del término francés *vert de terre* (verde de tierra), lo que puede ser indicativo de que existiese primeramente el pigmento sintético verde y posteriormente se descubriese el azul (Harley, 2001, p.50).

El método de elaboración en ambos casos es el mismo, existiendo una amplia variedad de recetas expuestas por distintos autores (Mactaggart y Mactaggart, 1980, pp.37-45). Sin embargo las más importantes consisten en la mezcla de cal (CaO) o potasa (K<sub>2</sub>O) junto con sal amónica (NH<sub>4</sub>Cl) y una sal soluble de cobre como vitriolo azul (CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O) para la formación de azul verditer; y la mezcla de carbonato de sodio (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) con vitriolo azul (CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O) en disolución (San Andrés, Sancho y de la Roja, 2010, p.63). Mientras que el carbonato básico azul requiere precipitación a temperaturas relativamente bajas, el verde se forma comúnmente bajo condiciones menos controladas (Gettens y Fitzhugh, 1997a, p.31). Las recetas tradicionales a veces especifican que los ingredientes deben prepararse en un recipiente de latón, en cuyo caso éste habría proporcionado la materia colorante. Estos métodos caseros permitían la elaboración de pequeñas cantidades de pigmento de la mano de los propios artistas. La evidencia documental del siglo XVII sobre la fabricación de estos pigmentos muestra que la llegada de los métodos industriales permitió un uso más extendido de los mismos gracias a la posibilidad de elaborar grandes cantidades (Harley, 2001, p.49-50).

La identificación de estos pigmentos sintéticos *verde verditer* y *azul verditer* con respecto a los pigmentos naturales azurita y malaquita, reside en las características ópticas de sus partículas ya que en cuanto a composición química todos ellos presentan la misma. La principal característica que definen a estos nuevos pigmentos es un tamaño de grano mucho más pequeño y uniforme con forma esferulítica y fibrosa, los cuales se pueden apreciar tanto por microscopía óptica como por microscopía electrónica de barrido. A su vez, la única diferenciación entre ambos productos sintetizados, al igual que ocurre con los pigmentos naturales de azurita y malaquita, es la determinación de su color aparente. Debido a las características de sus partículas, presenta un color más pálido lo que provocó que desapareciese de las paletas del artista a partir del siglo XVIII (Gettens y Fitzhugh, 1997b, p.194; Mactaggart y Mactaggart, 1980, pp.37-45).

Entre los distintos pigmentos usados en la decoración policroma del alfarje, se ha detectado el empleo únicamente de azurita sintética o *azul verditer*. Aunque las partículas de los estratos realizados con este pigmento no presentan una forma esferulítica totalmente definida, sí que se aprecia a través de microscopía óptica y microscopía electrónica de barrido un tamaño muy pequeño fruto de una molienda de carácter industrial así como una tonalidad gris en esta última técnica debido al número atómico intermedio que posee (López, 2012, p.118). Además, no suele aparecer aplicado de forma unitaria sino con otros pigmentos como el blanco de plomo o el azul de Prusia, pigmento de carácter industrial cuya cronología nos da la pauta de que la azurita usada también lo es (Fig. 133, 134 y 135).

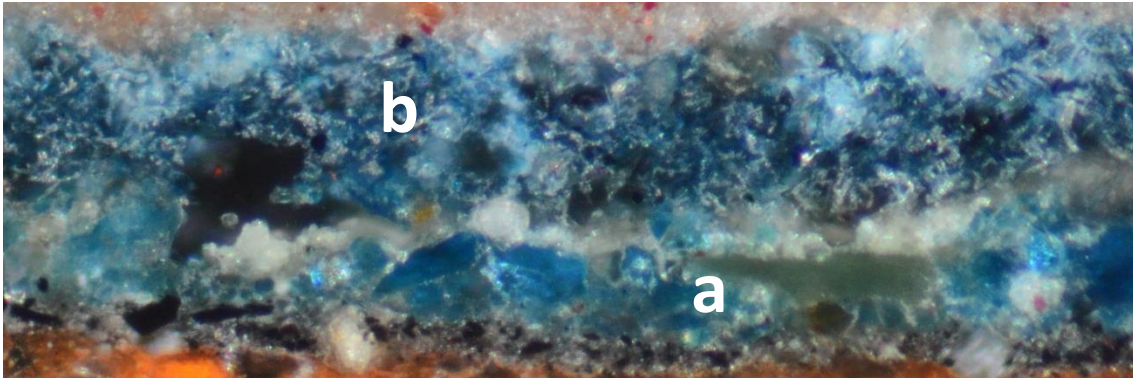


Figura 133. Muestra PD.M.144. Imagen de microscopía óptica. Luz reflejada. 20X. Estrato “a” azurita natural. Estrato “b” Azurita sintética mezclada con pequeñas partículas de azul de Prusia. No alcanza a presentar formas esferulíticas pero si se aprecia un tamaño de grano muy pequeño posiblemente por procesos industriales.

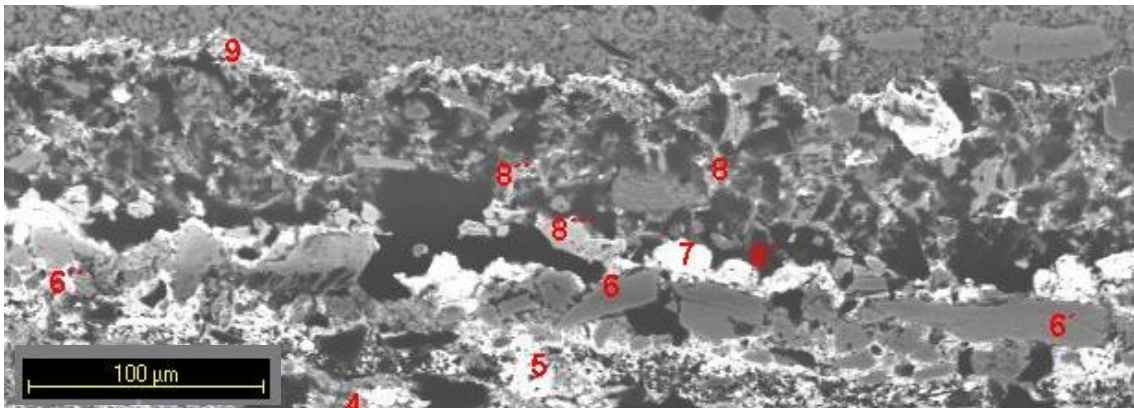
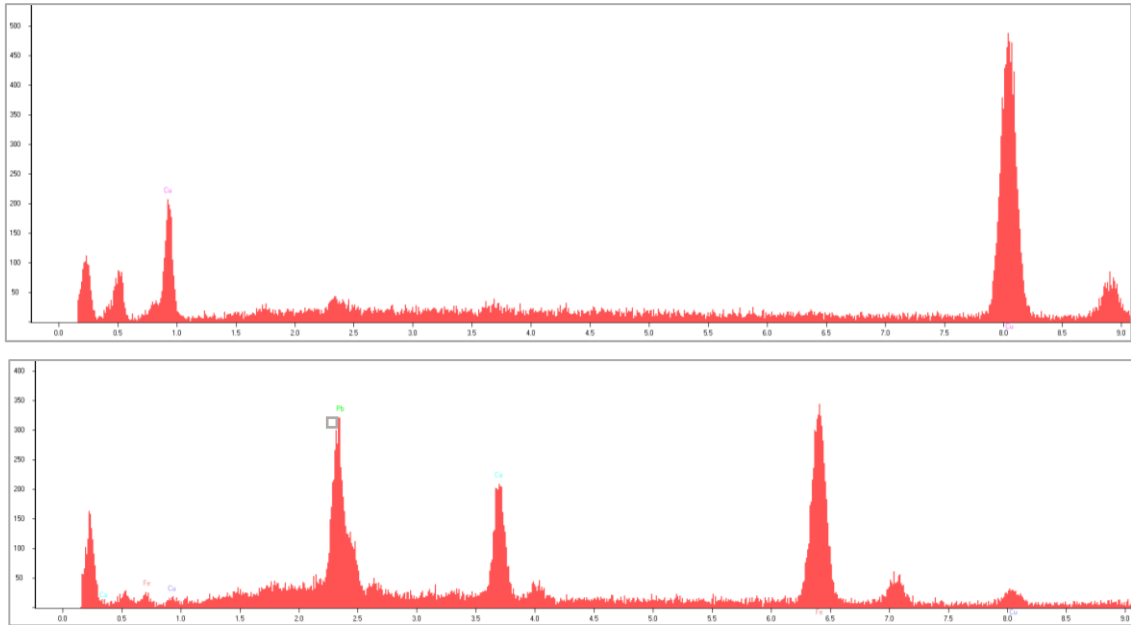



Figura 134. Muestra PD.M.144. Imagen de microscopía electrónica de barrido con numeración de espectros. Los espectros número 6 se corresponden con el estrato de azurita natural y los espectros número 8, con el estrato de azurita sintética. Se puede comprobar en ambos casos que el pigmento presenta una tonalidad grisácea debido al valor intermedio de su número atómico.



*Figura 135. Muestra PD.M.144. Espectros número 8''' y 8'', en la que la presencia de los picos de Fe, Cu, Pb y Ca indican el empleo de azurita considerada sintética junto con trazas de azul de Prusia, blanco de plomo y carbonato cálcico.*

Azul de Prusia	
$\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Otras denominaciones:</b> Azul de Berlín, Azul de París, azul de Amberes, azul de China, <i>pussian blue</i>, <i>turnbullís blue</i></li> <li>• <b>Origen y uso:</b> 1750 - actualmente</li> <li>• <b>Naturaleza:</b> Inorgánico mineral artificial</li> </ul>

El azul de Prusia, se puede describir como el primero de los pigmentos modernos, totalmente sintéticos sin equivalencia natural, que surge como resultado de una reacción química deliberada (Kirby y Saunders, 2004, p.73) Este pigmento basado en ferrocianuro férrico, fue descubierto en el año 1704 por Diesbach en la ciudad de Berlín. Sin embargo no será hasta 1730 cuando se conozca el procedimiento de fabricación y en 1750 cuando se fabrique y emplee a gran escala (Doerner, 1986, p.70). En los inicios de este pigmento, el procedimiento para su fabricación consistía en fundir sangre de buey en presencia de potasa. El residuo obtenido se disolvía en agua y se llevaba a ebullición y añadía sulfato ferroso ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) o vitriolo de hierro. Finalmente se añadía a la mezcla ácido clorhídrico para que se desarrollase el color característico que presenta y posteriormente, se filtraba, lavaba y secaba. Este procedimiento tan laborioso es el más antiguo y fue sustituido más tarde por métodos industriales consistentes en la mezcla de sulfato ferroso y ferrocianuro sódico formando una pasta blanca, a la que se le añade agentes oxidantes en medio ácido como lo son el dicromato sódico o el ácido sulfúrico. En función de las condiciones de fabricación y los medios oxidantes empleados, se obtienen diferentes variedades de pigmento de azul de Prusia. Ejemplo de ello es la variedad potásica ( $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ), la variedad férrica ( $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ ) y la variedad amónica ( $\text{NH}_4\text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ), desarrollada esta última con la intención de abaratar costes en su elaboración durante la Primera Guerra Mundial (Palet, 2002, p.80). Los beneficios que presentaba este pigmento como su barato coste, su fácil manipulación y utilización, así como su fácil fabricación y suministro sin dependencia del comercio transcontinental ni de las condiciones ambientales, hicieron que su uso se extendiera con gran rapidez entre los materiales pictóricos del momento. La síntesis de pigmentos como el azul cobalto en 1802 y el ultramar artificial en 1826-7 hicieron que se redujese su uso a partir de estas fechas (Kirby y Saunders, 2004, p.73-74). Actualmente, este pigmento sigue en uso en la pintura artística aunque se ha visto desplazado en cierto modo por otro pigmento similar denominado azul de ftalocianina debido a que presenta mayor pureza en cuanto a color y estabilidad (Palet, 2002, p.81).

La forma y el tamaño de las partículas que conforman el azul de Prusia depende del proceso de fabricación y puede variar considerablemente. Normalmente presenta un reducido tamaño de partícula (0,01-0,2  $\mu\text{m}$ ) que le proporciona un elevado poder cubriente y colorante. En muchos casos, las partículas precipitadas tras el proceso de lavado tienden a aglomerarse inmediatamente. Estas aglomeraciones presentan diferencias entre ellas según la receta empleada para su elaboración. Cuando el pigmento ha sido elaborado con recetas antiguas, presentan fragmentos angulares de tamaño variable. Las características que presentan hacen que puedan ser confundidos con otros pigmentos como el azul índigo, el ultramar

natural y el azul de ftalocianina, por lo que en estos casos se requiere la realización de análisis químicos (Palet, 2002, p.80; Kirby y Saunders, 2004, p.75; Berrie, 1997, p.204).

La naturaleza coloidal del pigmento hacen que la separación del producto del agua adsorbida o impurezas, incluyendo el exceso de reactivos de partida o contaminantes producidos durante la reacción, resulte particularmente difícil. La presencia de esta agua e impurezas pueden influir en la permanencia del pigmento (Kirby y Saunders, 2004, p.75). A pesar de ello es un pigmento estable frente a los ácidos diluidos y a los agentes atmosféricos normales. En medios alcalinos, sin embargo se descompone y se transforma en hidróxido de hierro marrón. Por este motivo no ha sido empleado en pintura mural al fresco ni en procedimientos que implican el uso de la caseína. Sin embargo es compatible con el resto de técnicas pictóricas (Palet, 2002, p.80; Matteini y Moles, 2008, p.58, Doerner, 1986, p.70).

En cuanto a compatibilidad con otros pigmentos, es estable cuando se usa de forma conjunta con cualquier pigmento a excepción del blanco de cinc y de titanio. En estos casos, tal y como indicó el químico francés M.E. Chevrul en 1849, en presencia de luz y humedad se produce una reacción química entre ambos pigmentos que hacen que el azul de Prusia vuelva a su etapa anterior de fabricación, una pasta blanca a base de sulfato de hierro y ferrocianuro potásico. Estas mezclas son más estables en aglutinantes oleosos que en temple puesto que resisten mejor la humedad pero aun así, son susceptibles de reaccionar (Doerner, 1986, p.71)

El uso del pigmento azul de Prusia en la policromía del alfarje es minoritario y siempre aparece mezclado con otros pigmentos formando estratos de tonalidad azul. En uno de los estratos en los que ha sido identificado, se encuentra combinado con azurita sintética y presenta una granulometría muy pequeña, que dificulta incluso su determinación mediante microscopía óptica. Estas partículas presentan un color opaco de tonalidad azul oscuro tanto con luz transmitida como con luz reflejada (Fig. 136 y 137). Sin embargo, en otro estrato superior correspondiente a una intervención de repolicromado distinta, identificamos el azul de Prusia en forma de aglomeración, formando un conjunto de considerable tamaño y fácil de distinguir. En este caso, aparece mezclado con pigmentos como verde esmeralda y amarillo de cromo (Fig. 140 y 141). El empleo de modo conjunto con éste último es conocido por algunos autores como "cinabrio verde", "cromo verde" o "verde inglés" (Kühn y Curran, 1986, 189; Giannini y Roani, 2008, p.214).

En cuanto a su determinación en microscopía electrónica de barrido, las partículas en ambos casos presentan un color gris tanto en el empleo de electrones secundarios como en retrodispersados debido al reducido número atómico del hierro (Fig. 138 y 141), elemento principal en su composición que aparece de forma significativa en los microanálisis de dispersión de rayos X ejecutados (Fig. 139, 142 y 143).

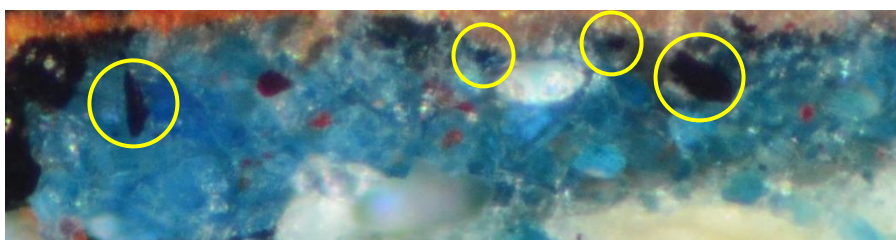


Fig. 136. Muestra PD.M. 144. Luz reflejada. 50X. Mezcla de azul de Prusia en proporción minoritaria con azurita sintética.

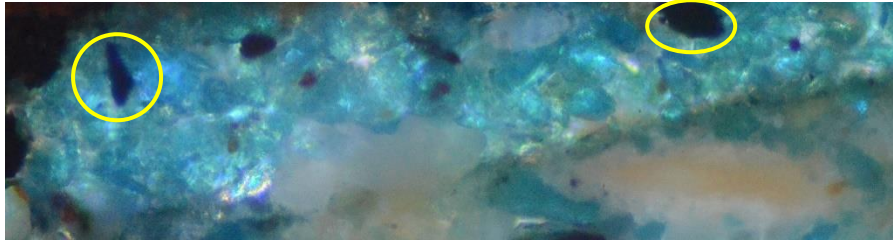


Fig. 137. Muestra PD.M. 144. Luz transmitida. 50X. Mezcla de azul de Prusia en proporción minoritaria con azurita sintética. En este modo de visualización, las partículas de azul de Prusia aparecen opacas.

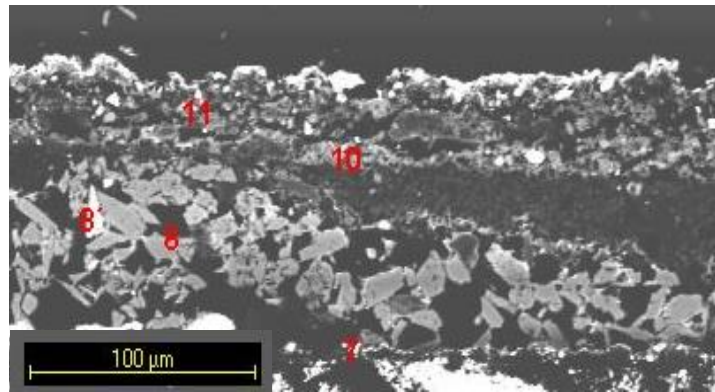


Fig. 138. Muestra PD.M.144. Imagen de microscopía electrónica de barrido con numeración de espectros. Electrones secundarios. Las partículas de azul de Prusia aparecen con una tonalidad más clara y brillante debido al número atómico que presentan.

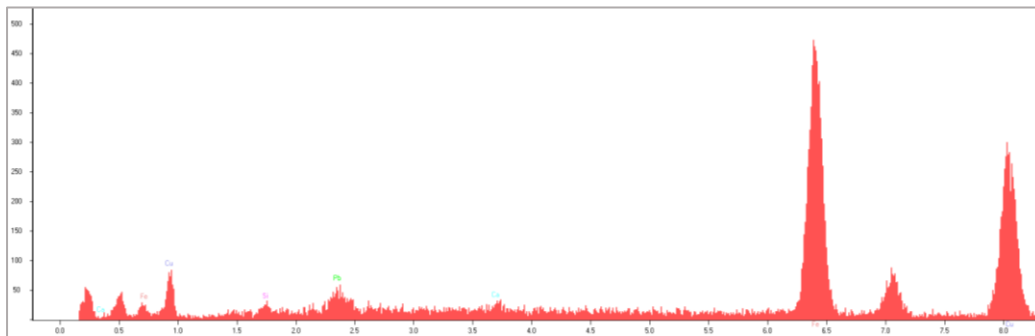


Fig. 139. Muestra PD.M.144. Espectro número 8' obtenido tras realizar microanálisis por dispersión de rayos X. El pico de Fe tan acusado indica que se trata de una partícula de azul de Prusia. El resto de elementos que aparecen se corresponden con el resto de materiales que conforman el estrato.

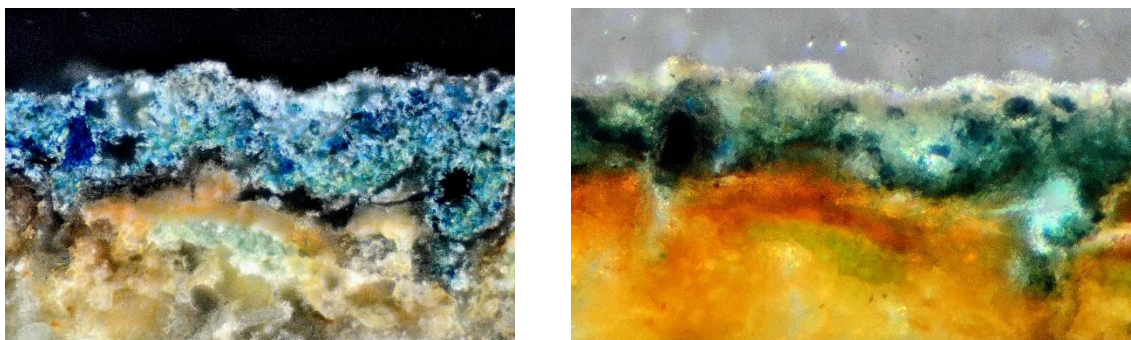


Figura 140. Muestra PD.M.39. Izq. Imagen de microscopía óptica con luz reflejada. 50X. Estrato compuesto por azul de Prusia, amarillo de cromo y blanco de Plomo. Las partículas de azul de Prusia aparecen en muchos casos aglomeradas y son más fácil de distinguir. Drch. Imagen de microscopía óptica con luz transmitida. 50X. Las partículas de azul de Prusia aparecen opacas.

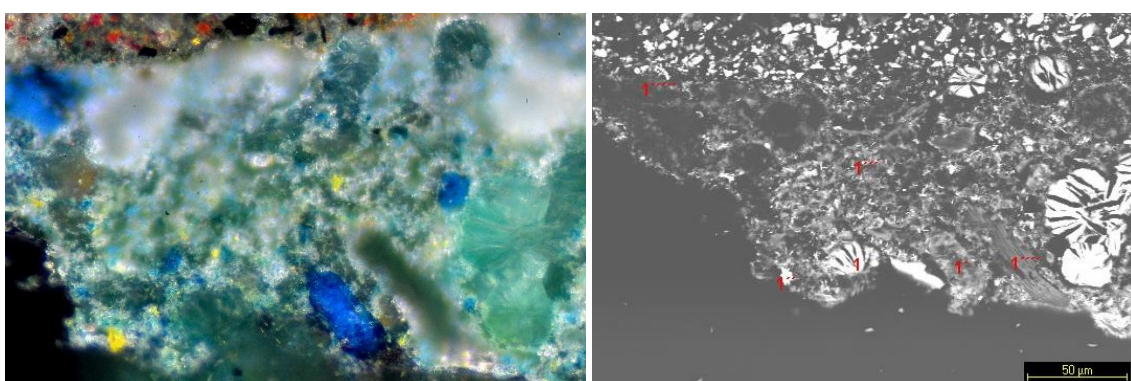


Figura 141. Muestra PD.M.85. Izq. Imagen de microscopía óptica. Luz reflejada. 50X. Estrato compuesto por azul de Prusia, amarillo de cromo y verde esmeralda principalmente. Drch. Imagen de microscopía electrónica de barrido con numeración de espectros. Electrones secundarios.

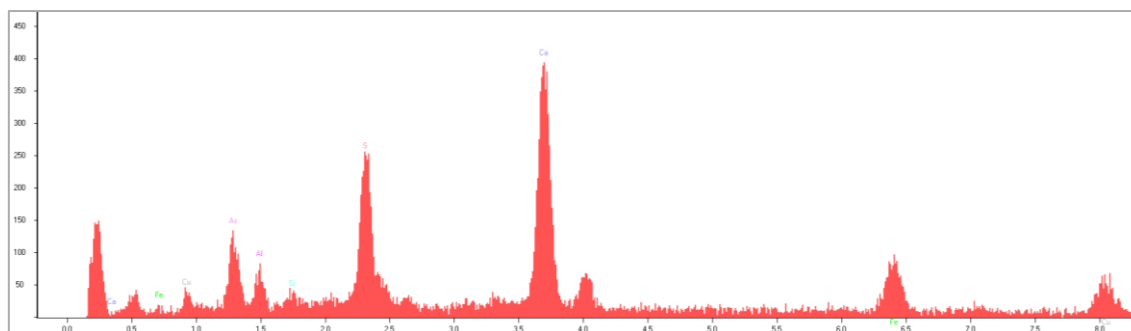


Figura 142. Muestra PD.M.85. Espectro número 1' obtenido del microanálisis de dispersión de rayos X. El pico de Fe indica que se trata de azul de Prusia. El resto de elementos que aparecen indicados se corresponden con los materiales colindantes a la partícula de azul de Prusia analizada y que conforman el estrato conjuntamente.

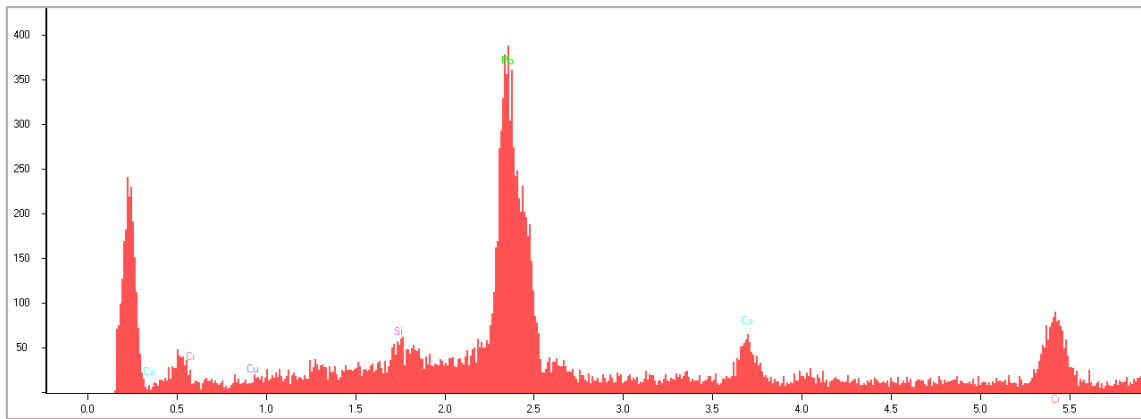



Figura 143. Muestra PD.M.85. Espectro número 1'' obtenido del microanálisis de dispersión de rayos X. El pico de Cr indica el empleo de amarillo de cromo junto con azul de Prusia.



Azul ultramar sintético	
$\text{Na}_{10}(\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24})\text{S}_2$	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Otras denominaciones:</b> Ultramar, <i>ultramarine blue</i>, <i>french ultramarine</i>, <i>french blue</i></li> <li>• <b>Origen y uso:</b> primera mitad del siglo XIX - actualmente</li> <li>• <b>Naturaleza:</b> Inorgánico mineral artificial</li> </ul>

Su composición química es similar al pigmento de azul ultramar natural procedente del lapislázuli, un silicoaluminato complejo que contiene sodio y azufre en forma de polisulfuro, la única diferencia es que la versión sintética no presenta impurezas. En cuanto a color, el responsable del tono que presenta en un entorno cristalino de tipo zeolita es el polisulfuro ya que no contienen ningún tipo de elemento químico cromóforo en su composición. A diferencia del azul ultramar natural, el pigmento sintético presenta un azul con mayor intensidad (Matteini y Moles, 2008, p. 56; Palet, 2002, p.78)

El origen de este pigmento sintético se sitúa en la ciudad de Palermo, Italia. En 1787, Goethe descubre unos depósitos azules en las paredes de unos hornos de cal cercanos a dicha ciudad que se asemejan aparentemente al Lapislázuli. Posteriormente, en 1814 en la ciudad de St. Gobin en Francia, Tassaert tras un análisis del mismo material depositado en los hornos de soda en las factorías de vidrio, demostró que la composición química de este producto era similar al pigmento ultramar natural obtenido del Lapislázuli. Desde entonces fue utilizado este nuevo producto hasta 1828, cuando se descubre el procedimiento industrial para su fabricación sintética de la mano de Jean Baptiste Guimet (Palet, 2002, p.79, Harley, 2001, p.58). Para obtener el nuevo pigmento de forma industrial, se vertía en un crisol de arcilla refractaria una cantidad de caolín (aluminosilicato), cuarzo, hidróxido de sodio, sulfato de sodio y azufre, junto con sustancias reductoras como resina de pez (colofonia) o carbón de madera. Todo ello de forma conjunta se sometía a altas temperaturas adquiriendo distintas tonalidades en función de los grados alcanzados. Finalmente, se el producto obtenido se somete a un proceso final de enfriamiento, lavado, molienda húmeda, decantación, secado y molienda en seco. En función de la temperatura a la que ha sido sometida, la cantidad de álcalis y azufre añadida, y las condiciones del proceso final, se puede obtener un pigmento ultramar con distintas tonalidades comprendidas entre el azul intenso del propio ultramar natural, al cobalto de imitación y tonos verdes y turquesas (Doerner, 1986, p.66; Mayer, 1985, p.39). (Mayer, 1985, p.39). Los primeros usos de este nuevo pigmento datan en 1829 en Sajonia para la manufactura de porcelana, un año después en 1830 se fundó la primera fábrica en Francia y finalmente, en 1834 en Alemania (Doerner, 1986, p.66). El bajo coste del pigmento industrializado cobró protagonismo en la paleta de los artistas e hizo que cayera en desuso el pigmento natural (Palet, 2002, p.79).

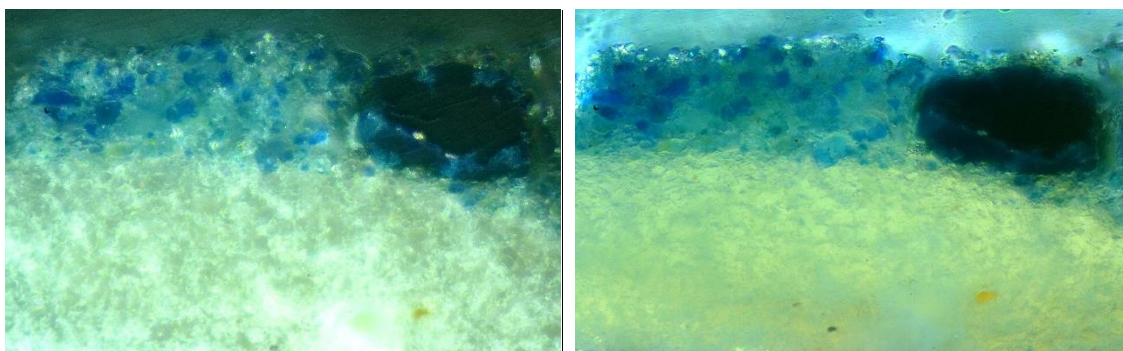
Indistintamente del color que presente el pigmento resultante del proceso de fabricación industrial, todos ellos presentan las mismas propiedades siendo estas similares a las del pigmento natural (Mayer, 1985, p.39). Por lo general presenta buena resistencia a la luz y es estable en condiciones normales, aunque tiene una ligera tendencia a ser atacado más

fácilmente por los ácidos diluidos. Se puede emplear en todas las técnicas pictóricas excepto en la pintura al fresco ya que debido a su sensibilidad al hidróxido de calcio, tiende a perder color (Plesters, 1997, p.58-59). Por lo demás, se puede utilizar en cualquier otra técnica, siendo particularmente adecuado en la pintura al temple (Matteini y Moles, 2008, p. 56). En algunas ocasiones puede detectarse en capas pictóricas lo que se conoce como la “enfermedad del ultramar”. Se trata de un velo blanquecino que se forma en la superficie debido a la acción higroscópica por su alto contenido en arcillas (Pedrola, 1998, p.73).

A nivel microscópico, las partículas de pigmento ultramar artificial presentan forma redondeada y un tamaño regular y uniforme, siendo más fino que el pigmento natural. En cuanto a color, cuando es observado con luz reflejada presenta un tono homogéneo y más oscuro en comparación con el pigmento natural, siendo la diferencia en el índice de refracción de los dos poco significativa. Sin embargo, debido a su carácter isotrópico cuando es observado con luz transmitida se aprecian los granos opacos. En ocasiones puede darse la casuística de que en la visualización con grandes aumentos como 150X, se aprecien granos incoloros (Plesters, 1997, p.57).

Al igual que ocurre en los casos de la policromía de la fachada del palacio de Pedro I y en las yeserías del patio de las Doncellas (López, 2012, p.125; Calero, 2016, p. 337), dadas las características que presentan las partículas del pigmento, en la policromía del alfarje únicamente se ha detectado la variedad sintética del azul ultramar empleado en las capas de repolicromado más modernas. En nuestro caso, tras la visualización con microscopía óptica, se ha podido comprobar que generalmente no aparece formando estratos con un uso individual del mismo sino que se encuentra combinado con otros pigmentos como el blanco de plomo y azul de Prusia cuando el color del estrato es azul (Fig. 144), o bien de forma minoritaria en la matriz de capas de preparación mixtas (Fig. 145) o en estratos policromos (Fig. 146), realizados ambos con una gran variedad de pigmentos para conseguir determinados tonos de color. El aspecto que presenta en todos los casos se corresponde con partículas redondeadas y homogéneas en cuanto a forma y tamaño.

En cuanto al análisis con microscopía electrónica de barrido, las imágenes de electrones muestran partículas con un bajo brillo debido a su bajo número atómico promediado (Fig. 147). Finalmente, en lo referente a los resultados de microanálisis con dispersión de rayos X, los elementos que aparecen y que permiten su diagnóstico son Na, Al, Si, S, K, Ca (Fig. 148).



*Figura 144. Muestra PD.M.75. Izq. Imagen de microscopía óptica. Luz reflejada. 50X. Dcha. Imagen de microscopía óptica. Luz transmitida. 50X. En las imágenes se aprecian las partículas de azul ultramar con forma redondeada y de reducido tamaño, mezcladas con blanco de plomo y azul de Prusia, formando un estrato de color azul.*

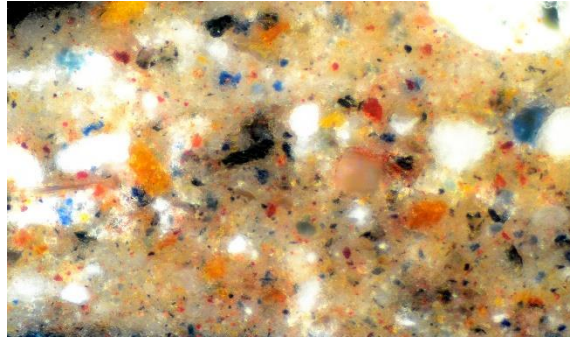


Figura 145. Muestra PD.M.33. Imagen de microscopía óptica. Luz reflejada. 50X. Detalle de capa de preparación mixta compuesta por una amplia gama de pigmentos en los que se incluye el empleo de azul ultramar sintético.

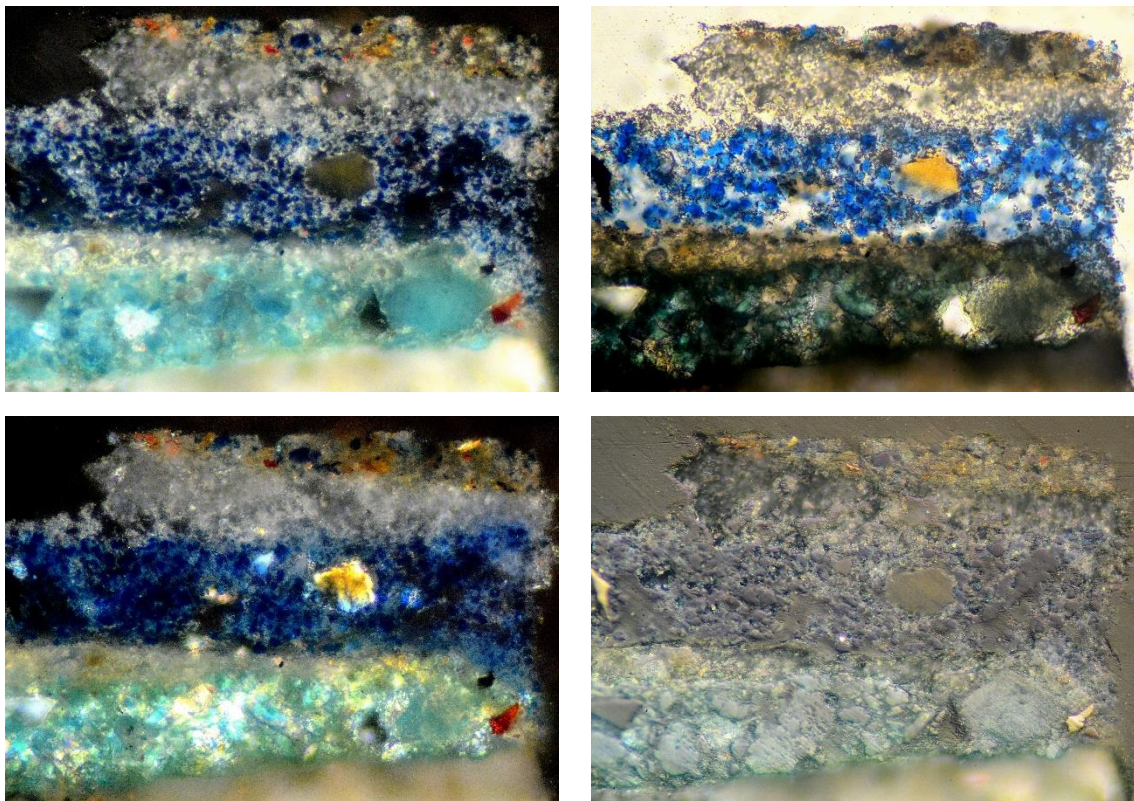


Figura 146. Muestra PD.M.38. 50 X. En las imágenes se puede apreciar la combinación de azul ultramar junto con blanco de plomo y trazas de azul de Prusia, formando un estrato de color azul. La zona más superficial de la muestra, en el último estrato, se puede comprobar el empleo del azul ultramar junto con otros pigmentos de tonos rojos y amarillos con la intención de formar un estrato policromo de una tonalidad azul determinada. Sup. Izq. Imagen de microscopía óptica con luz reflejada y dos polarizadores. Sup. Drch. Imagen de microscopía óptica con luz transmitida y un polarizador. Inf. Izq. Imagen de microscopía óptica con luz transmitida y dos polarizadores. Inf. Drch. Imagen de microscopía óptica con luz reflejada y un polarizador.

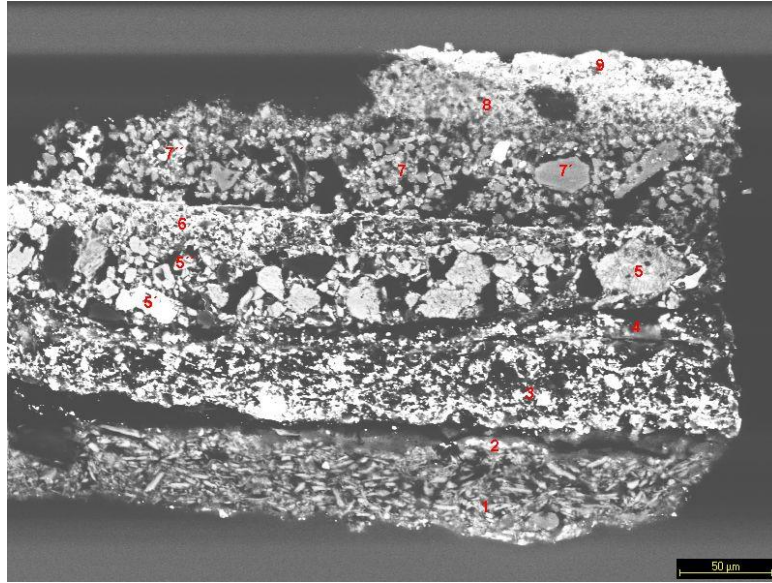


Figura 147. Muestra PD.M.38. Imagen de microscopía electrónica de barrido con numeración de espectros. En ella se denota el tono grisáceo de las partículas de pigmento azul ultramar que contrastan con el alto brillo que presentan las partículas de blanco de Plomo.

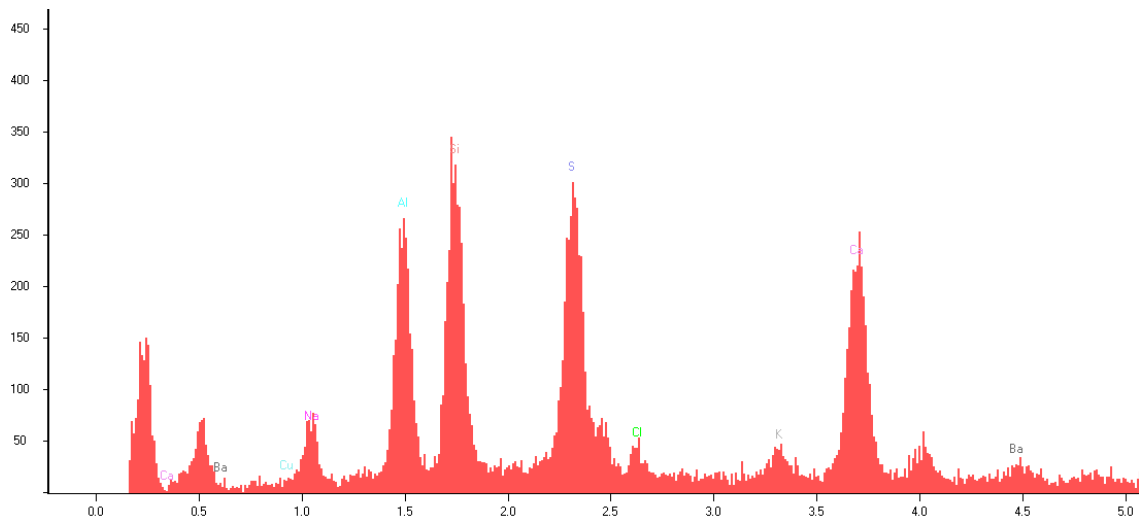



Figura 148. Espectro número 7 obtenido tras la realización de microanálisis por dispersión de rayos X en el estrato donde aparece el azul ultramar. Los picos de Na, Al, Si, S, Ca, y K son significativos y se corresponden con la composición química del azul ultramar.

Oropimente	
<b>As<sub>2</sub>S<sub>3</sub></b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Otras denominaciones:</b> rejalgar, realgar, amarillo real, king's yellow</li> <li>• <b>Origen y uso:</b> desde la Antigüedad al siglo XVIII la versión natural. Desde el siglo XVIII-XIX la versión artificial</li> <li>• <b>Naturaleza:</b> Inorgánico mineral natural/Artificial</li> </ul>

Aunque el oropimente es conocido como rejalgar, en realidad son dos pigmentos distintos. Tratadistas antiguos como Plinio y Vitrubio los denominan como *auripigmentum* y *sandáraca* respectivamente, la diferencia en ellos reside por un lado en el color y en la cantidad de átomos de arsénico y sulfuro que presenta en su composición química. El oropimente es un trisulfuro de arsénico (As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>) con un color que varía desde el amarillo con tono limón al tono anaranjado. El rejalgar sin embargo es un sulfuro de arsénico (AsS o As<sub>4</sub>S<sub>4</sub>) que presenta una tonalidad roja (Doerner, 1986, p.55; West, 1997, p.47).

Al igual que sucede con otros pigmentos, existe la variedad natural y la variedad artificial. El oropimente y rejalgar natural son pigmentos muy conocidos y usados desde la antigüedad en las ciudades de Egipto, Persia y China hasta el siglo XVIII cuando descubren la fabricación artificial de los mismos. Sin embargo, a partir del siglo XIX dejaron de emplearse debido a la elevada toxicidad que poseen, siendo sustituido por el amarillo de cadmio (Mayer, 1985, p.34, Matteini y Moles, 2008, p. 70).

Los pigmentos naturales se obtenían por procesos de molienda del mineral y posterior levigación (West, 1997, p.54). Los principales depósitos naturales de estos pigmentos se situaban en Europa y Asia (Harley, 2001, p.93). En cuanto su fabricación industrial a partir del siglo XVIII podía hacerse de dos modos: por calentamiento, con o sin sublimación, denominándose "proceso seco"; o mediante métodos de precipitación empleando materiales en solución, lo que se conoce como "proceso húmedo". En ambos casos se utilizaba la mezcla de azufre con arsénico, en función de la proporción de estos elementos se obtenía pigmento oropimente o pigmento rejalgar, conocidos a partir de entonces como "king's yellow" (West, 1997, p.55).

Tanto el oropimente como el rejalgar, son pigmentos bastante estables aunque al tratarse de un sulfuro, no son compatibles con los pigmentos de cobre y con algunos de los que contienen plomo en su composición ya que reaccionan formando sulfuros negros (Matteini y Moles, 2008, p. 70, Harley, 2001, p.93). En cuanto a técnicas pictóricas en las que ha sido empleado, destaca la pintura al temple (Calero, 2016, p.302), aunque puede utilizarse en cualquiera otra.

A nivel microscópico, el oropimente presenta partículas gruesas, de apariencia brillante y con una transparencia algo limitada y una estructura foliada. En el caso del rejalgar, generalmente presenta partículas de grosor variable que se pueden presentar de forma granular o muy compacto.

No existe una manera objetiva de distinguir en ambos casos, oropimente y rejalgar, entre el pigmento natural y el pigmento artificial ya que sus propiedades son idénticas. Únicamente podemos valernos del tamaño de sus partículas para poder marcar una distinción, el pigmento

artificial presenta partículas pequeñas y homogéneas en cuanto a tamaño mientras que el pigmento natural las partículas son de tamaño variable (West, 1997, p.55-57).

Una vez definidos la dos variedades de pigmentos basados en trisulfuro de arsénico, siguiendo todos los criterios expuestos, en las distintas muestras estudiadas en la policromía del alfarje hemos identificado el empleo de oropimente considerado natural tanto por su ubicación en los estratos más profundos como por su heterogeneidad en las partículas que lo conforman. A través de la microscopía óptica hemos podido comprobar que presenta un color amarillo intenso que vira a tonos naranjas (Fig. 149). A su vez, no aparece de forma unitaria sino mezclado con carbonato cálcico, posiblemente para adquirir una tonalidad más clara. En lo que respecta al análisis mediante microscopía electrónica de barrido, en las imagen obtenidas se puede apreciar la variabilidad de tamaño de sus partículas y el aspecto brillante con el que muestran con electrones secundarios debido al valor intermedio de su número atómico (Fig. 150). Además de las propiedades ópticas que presenta el estrato, los microanálisis por dispersión de rayos X efectuados confirman que se trata de oropimente por los picos significativos de As y S (Fig. 151).

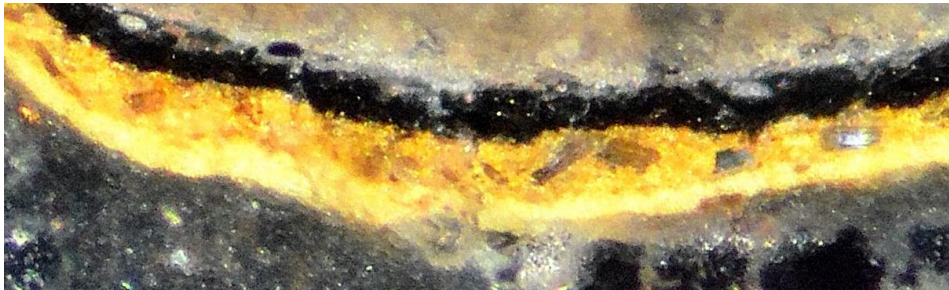


Figura 149. Muestra PD.M.150. Imagen de microscopía óptica. Luz reflejada. 10X. Estrato a base de oropimente principalmente y carbonato cálcico.

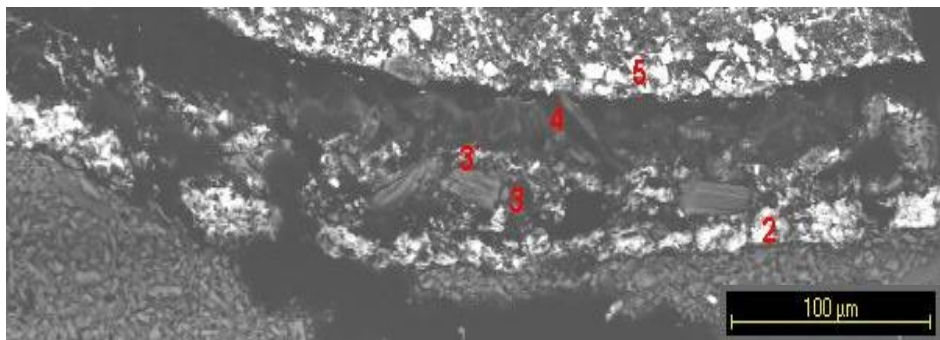
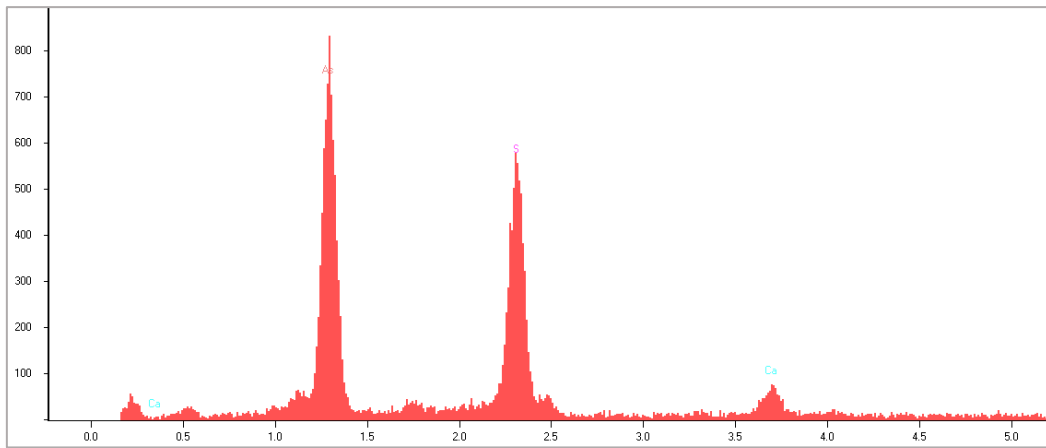



Figura 150. Muestra PD.M.150. Imagen de microscopía electrónica de barrido con numeración de espectros. Electrones secundarios. Las partículas de oropimente aparecen con aspecto brillante y tamaño variable.



*Figura 151. Espectro número 2 en el que los picos de As y S indican que se trata de oropimente y el elemento Ca se corresponde con el carbonato cálcico con el que se encuentra mezclado.*

<b>Amarillo de cromo</b>	
<b>PbCrO<sub>4</sub></b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Otras denominaciones:</b> París Yellow</li> <li>• <b>Origen y uso:</b> desde 1818- actualmente</li> <li>• <b>Naturaleza:</b> Inorgánico mineral artificial</li> </ul>

El amarillo de cromo, desde el punto de vista químico, se trata de un cromato de plomo. En la naturaleza se encuentra en forma de mineral, como son la Cocroita (PbCrO<sub>4</sub>) y la Melanocroíta (PbCrO<sub>4</sub>·PbO), abundantes en Siberia (Palet, 2002, p.120), de ahí que se le conozca en muchos textos como "plomo rojo siberiano". En 1797, tras el descubrimiento de estos minerales, Vauquelin realizó varias investigaciones sobre los mismos y descubrió una sustancia metálica nueva que denominó *chromo* debido a su capacidad de proporcionar color. Aunque el mineral producía un polvo de color rojo naranja después de su extracción, no hay indicios en las primeras descripciones del mineral de que se usase como pigmento. Sin embargo, poco antes de 1800 se empiezan a fabricar en laboratorios una serie de cromatos de metal alcalino, alcalinotérreo y metales pesados, considerados como pigmentos en los años 1803-1804. Pero no comenzará a ser utilizado extensamente como tal hasta el segundo cuarto del siglo XIX (Kühn y Curran, 1986, 188).

Los procedimientos de elaboración industrial del pigmento amarillo de cromo han permanecido prácticamente iguales hasta el día de hoy (Kühn y Curran, 1986, 193). Estos se basan en la formación de un precipitado al mezclar nitrato o acetato de plomo con dicromato potásico amónico, bien en caliente o en frío (Palet, 2002, p.94). El resultado era una sustancia pulverulenta que podía presentar una amplia variedad de tonos comprendida entre el amarillo limón y el naranja, dependiendo de las interacciones de tres factores: composición química, estructura cristalina y forma de la partícula (Kühn y Curran, 1986, 194; Matteini y Moles, 2008, p.69). A veces, durante la elaboración del amarillo de cromo podían añadirse otras sustancias como barita, yeso, arcillas... con el fin de matizar el color del cromato de plomo (Kühn y Curran, 1986, p. 194)

Poco después de la llegada del pigmento amarillo a la paleta del pintor, también aparecieron verdes preparados a partir de la mezcla de amarillo de cromo y azul de Prusia, como veíamos en la descripción de este último. Esta mezcla fue conocida como "cinabrio verde", y más tarde como "cromo verde" o "verde inglés" (Kühn y Curran, 1986, 189, Giannini y Roani, 2008, p.214). La denominación de "cromo verde" no hay que confundirla con el pigmento verde de cromo que ya se ha visto anteriormente. En este caso se denomina de tal forma debido a que se obtiene un verde a partir de empleo de amarillo de cromo.

En cuanto a estabilidad, es un pigmento poco resistente a los álcalis y a los minerales y gases ácidos, de ahí que no sea recomendable emplearlo en técnicas como la pintura mural al fresco o la caseína, ya que reaccionan por el contacto con la cal y el amoniaco que los componen respectivamente y se transforman en cromato básico rojo (rojo cromo) (Doerner, 1986, p.51; Kühn y Curran, 1986, p.191; (Pedrola 1998, p.66). Por ello, la técnica en la que más se ha



empleado este pigmento presentando buenos resultados ha sido el óleo (Matteini y Moles, 2008, p.69).

Por el contrario, presenta buena estabilidad a la luz cuando desde el punto de vista químico es puro pero sin embargo, en una exposición a la luz durante largos periodos de tiempo y sobretodo en presencia de humedad, puede adquirir una tonalidad negra o verde por la acción de los sulfuros, al convertirse en este último caso en verde de cromo (Doerner, 1986, p.51; Matteini y Moles, 2008, p.69).

Lo mismo ocurre si se mezcla con pigmentos cuya composición química es a base de sulfuros o cadmio, por lo que no se puede aplicar de forma conjunta con pigmentos de estas características (Matteini y Moles, 2008, p.69; Mayer, 1985, p.34)

Es indiferente la calidad del pigmento porque igualmente son poco permanentes ante la los sulfuros. Los pigmentos de cromo realizados actualmente están tratados con sílice con el fin de evitar o disminuir este tipo de reacciones y alteraciones, aunque su uso ha sido reducido por la inclusión de nuevos pigmentos a base de cadmio (Mayer, 1985, p.50; Doerner, 1986, p.51; Kühn y Curran, 1986, p.194)

Para identificar este pigmento bajo microscopía óptica, debemos recurrir a las forma, tamaño y color que presentan sus partículas. Por lo general, suelen ser partículas con forma de agujas con un tamaño equivalente a 1 micrómetro, y un color que varía en función de la tonalidad propia del pigmento (Kühn y Curran, 1986, p.194; Palet, 2002, p.107).

En el estudio de la policromía del alfarje, se ha identificado la presencia de amarillo de cromo en tres tipos de estratos, todos ellos correspondientes a las últimas intervenciones realizadas. Por un lado se encuentra mezclado en pigmentos de óxido de hierro ocre y rojos en una baja proporción con el fin de conseguir una tonalidad concreta de rojo (Fig. 151), Kühn indica que el empleo del amarillo de cromo en este casos actúa como embellecedor de la mezcla dado que aporta un aspecto más brillante a la misma (1986, p.196). Por otro, como ya indicábamos, mezclado con azul de Prusia con el objetivo de obtener una coloración verde, y finalmente, en capas de preparación de sisa para la realización de dorados (Fig. 153). En todos los casos podemos apreciar las características peculiares de estas partículas bajo microscopía óptica sobre todo cuando se emplea la luz transmitida.

En las imágenes obtenidas mediante la técnica de microscopía electrónica de barrido con electrones secundarios, los granos de este pigmento adquieren una tonalidad grisácea al igual que en casos anteriores por el numero atómico de valor intermedio que presenta (Fig. 151 y 154). Finalmente, otro dato que ha permitido la identificación completa de este pigmento además de la visualización microscópica, ha sido los microanálisis por dispersión de rayos X efectuados que muestran los picos de Cr y Pb propios de su composición química (Fig. 152 y 155).

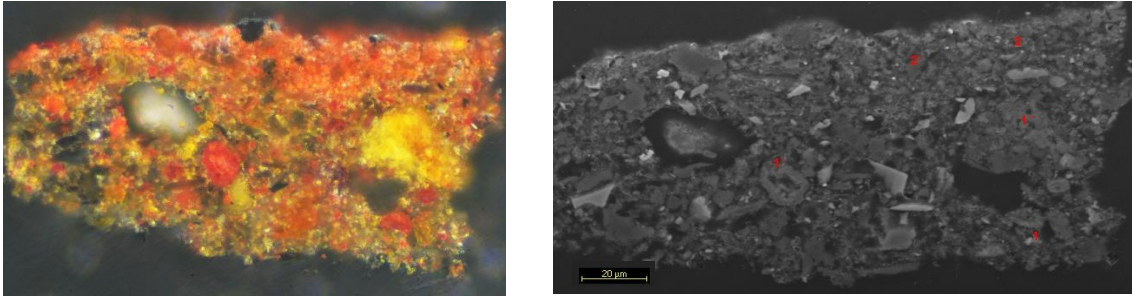


Figura 151. Muestra PD.M.60(R). Izq. Imagen de microscopía óptica con luz reflejada, 20 X. Se aprecian las partículas de los diferentes pigmentos que constituyen el estrato, entre ellos óxidos de hierro y amarillo de cromo principalmente. Drch. Imagen obtenida por microscopía electrónica de barrido con numeración de espectros realizada con electrones secundarios.

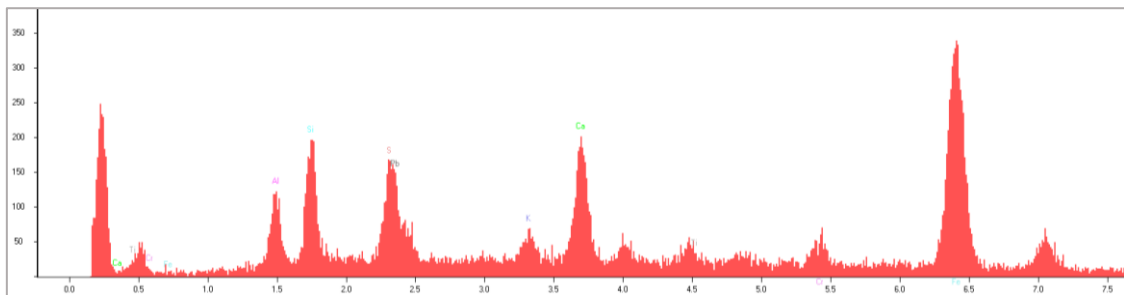


Figura 152. Muestra PD.M.60(R). Espectro número 1 obtenido del microanálisis de rayos X efectuado. Los picos de Al, Si, Fe, Cr y Ca principalmente, son los indicativos de que se trata de una mezcla de amarillo 152 de cromo con óxidos de hierro y carbonato cálcico.

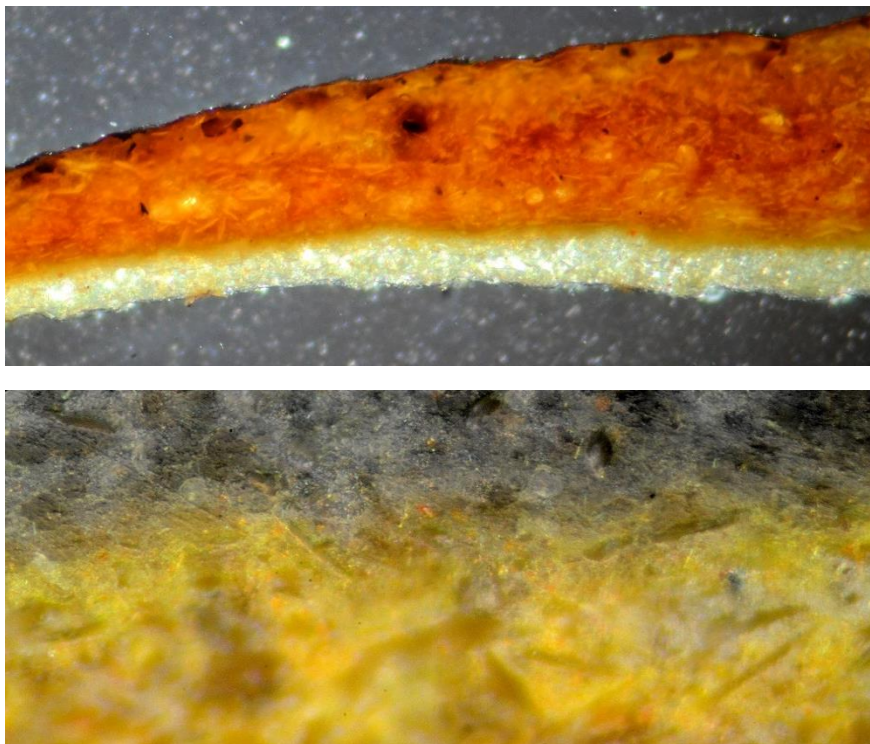


Figura 153. Muestra PD.M.29. Sup. Imagen de microscopía óptica con luz transmitida, 10X. Inf. Imagen de microscopía óptica con luz reflejada, 50X. En ambas imágenes las partículas de amarillo de cromo presentan un tamaño homogéneo y una forma prismática alargada con un color amarillo intenso, siendo más anaranjado en la visualización con luz transmitida.

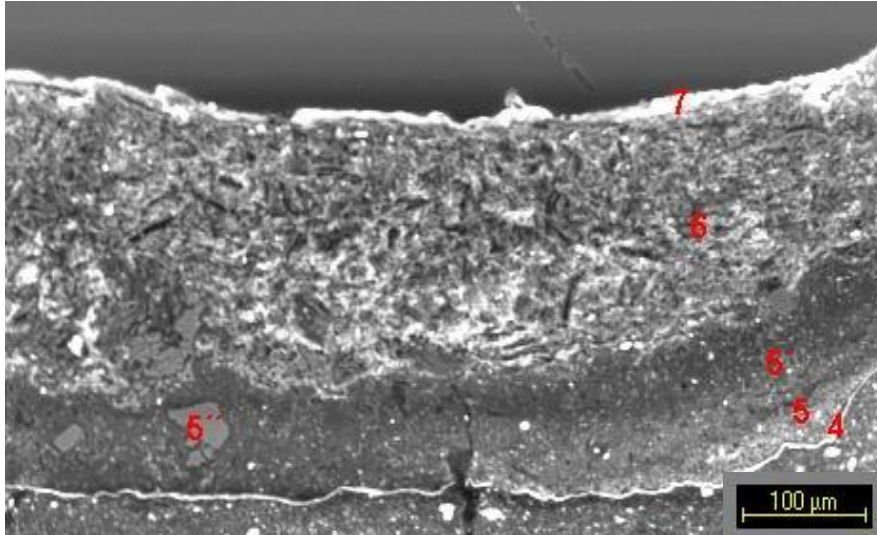


Figura 154. Muestra PD.M.29. Imagen obtenida por microscopía electrónica de barrido con numeración de espectros realizada con electrones secundarios.

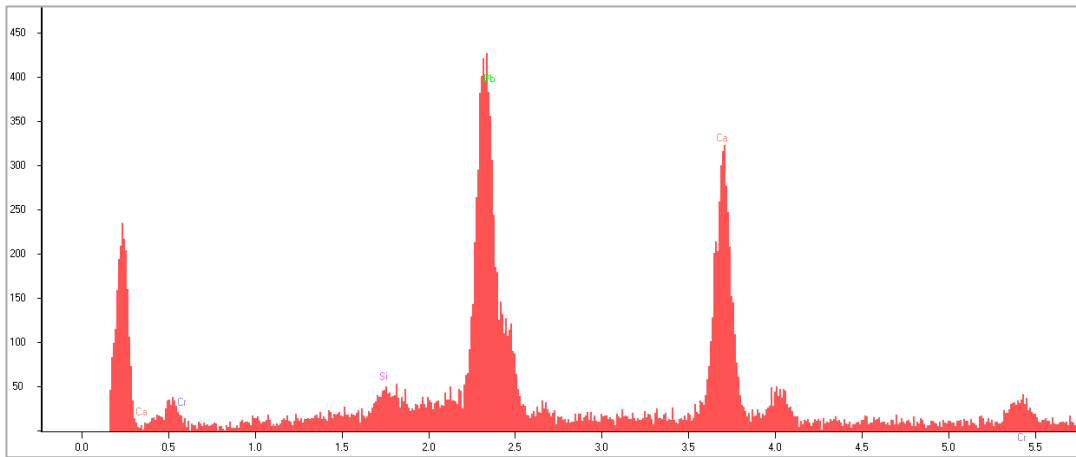



Figura 155. Muestra PD.M.29. Espectro número 6 donde los picos de Pb, Cr, y Ca definen los pigmentos de amarillo de cromo junto con carbonato cálcico.


Negro carbón	
C	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Otras denominaciones:</b> negro de vid, <i>vine black</i>, <i>charcoal black</i> o <i>grape black</i></li> <li>• <b>Origen y uso:</b> desde la antigüedad-actualmente</li> <li>• <b>Naturaleza:</b> Orgánico natural vegetal</li> </ul>

Los pigmentos a base de carbono forman un grupo de materiales de color oscuro con tonalidades que pueden ir desde el marrón oscuro, al gris o el negro. Este tipo de pigmentos han tenido un uso muy generalizado en todo el mundo desde los primeros tiempos hasta día de hoy, encontrándolos en la mayoría de las formas de expresión artística.

Los pigmentos negros a base de carbono comprenden cualquier pigmento que contenga alguna forma de carbono elemental como el único o principal ingrediente (Winter y West, 2007, p.1). La denominación genérica de negro carbón para hacer referencia a todos los pigmentos de color negro cuya composición sea este elemento, crea confusión (López, 2012, p.68). Los pigmentos a base de carbono se pueden clasificar según el material de partida utilizado y el método de fabricación, encontrando negros de procedencia mineral, vegetal o animal. La variedad de sus formas y su amplia distribución cultural e histórica hacen que cualquier descripción de los usos sea compleja e inevitablemente incompleta (Winter y West, 2007, p.1).

Lo que actualmente conocemos como negro carbón, es el pigmento procedente de la calcinación de algunas maderas selectas, destacando entre ellas la madera de vid. Plinio ya indicaba su forma de obtención a través de la calcinación de pepitas de uva, sin embargo, hoy en día se obtiene a partir de la calcinación de restos vegetales. De entre los pigmentos negros de carbono, éste es uno de los más ricos en este elemento. En cuanto a propiedades, presentan buen poder cubriente, es resistente a luz y compatible con todos los pigmentos y técnicas pictóricas (Doerner, 1986, p.80). Sus partículas conservan la estructura celular de la madera empleada, de ahí que el pigmento resultante presente ciertas tonalidades azules (Matteini y Moles, 2008, p.87).

La presencia de pigmento negro de carbón en las muestras analizadas de la policromía del alfarje, se encuentra en cualquiera de los niveles estratigráficos que lo componen. Dado que las técnicas de microscopía óptica y microscopio electrónico de barrido no permiten una diferenciación precisa debido a las características de sus partículas y el bajo número atómico que posee el carbono, la identificación de este pigmento en nuestro caso se ha basado en el aspecto homogéneo y compacto que presentan algunos de los estratos donde ha sido empleado. Por otro lado, en algunas ocasiones, este pigmento aparece de forma conjunta con otros pigmentos añadidos con el fin de aportarle consistencia y acelerar su secado, constituyendo así una mezcla heterogénea. Ejemplo de ello es la adición de óxido de plomo, como litargirio, que actúa de secativo del negro carbón en técnicas al óleo. Los espectros obtenidos tras la realización de microanálisis por dispersión de rayos X, a pesar de ser una técnica de identificación de elementos inorgánicos, presentan un pico de C indicativo de que se trata de un pigmento negro carbón (Fig. 157).

Negro de hueso	
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Otras denominaciones:</b> negro marfil, negro animal, <i>bone black</i>, <i>ivory black</i></li> <li>• <b>Origen y uso:</b> desde la antigüedad-actualmente</li> <li>• <b>Naturaleza:</b> Orgánico natural animal</li> </ul>

El pigmento negro de hueso es un pigmento de origen animal en cuya composición además de carbono y calcio, presenta fósforo en forma de fosfato tricálcico (Pedrola, 1998, p.82). El modo de obtención es a partir de la carbonización de residuos de huesos animales en sustitución del marfil que se utilizaba antiguamente y que le da también nombre a este pigmento (Matteini y Moles, 2008, p.88). Finalizada la carbonización de las astillas de marfil, da como resultado un pigmento más fino e intenso, y con mayor cantidad de carbono (Mayer, 1985, p.52)

El color que presenta es un negro con cierta tonalidad azulada, con buen poder cubriente y compatible con todas las técnicas y pigmentos. Actualmente es el pigmento negro orgánico más empleado en el ámbito artístico (Matteini y Moles, 2008, p.88).

En cuanto a sus propiedades microscópicas son similares a las del pigmento negro carbón descritas con anterioridad, por lo que su identificación con las técnicas de microscopía óptica y microscopía electrónica de barrido resultan poco precisas (Fig. 156). Sin embargo, a través de la técnica de microanálisis por dispersión de rayos X hemos podido constatar la presencia Ca y P característica de este pigmento en los estratos de la policromía del alfarje. No suele aparecer formando estratos compactos constituidos únicamente por él mismo, sino que aparece combinado con otros pigmentos, al igual que sucede con el negro carbón, incluso en ocasiones se utilizaban ambos pigmentos combinados (Fig. 157 y 158).

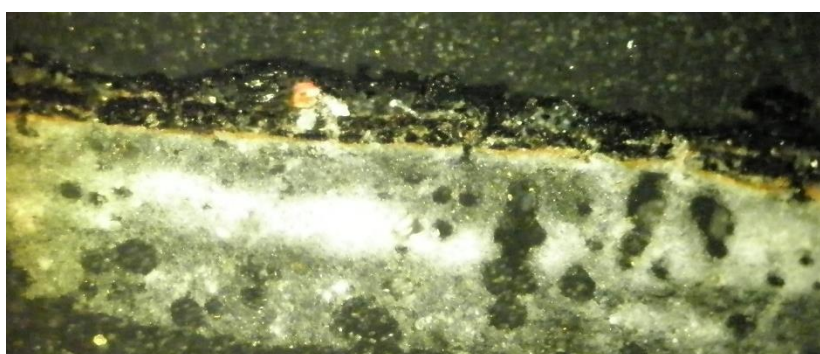


Figura 156. Muestra PD.M.5. Imagen de microscopía óptica. Luz reflejada. 20X. Estrato superior constituido por negro carbón, negro de hueso, blanco de plomo, óxidos de hierro y aluminosilicatos.

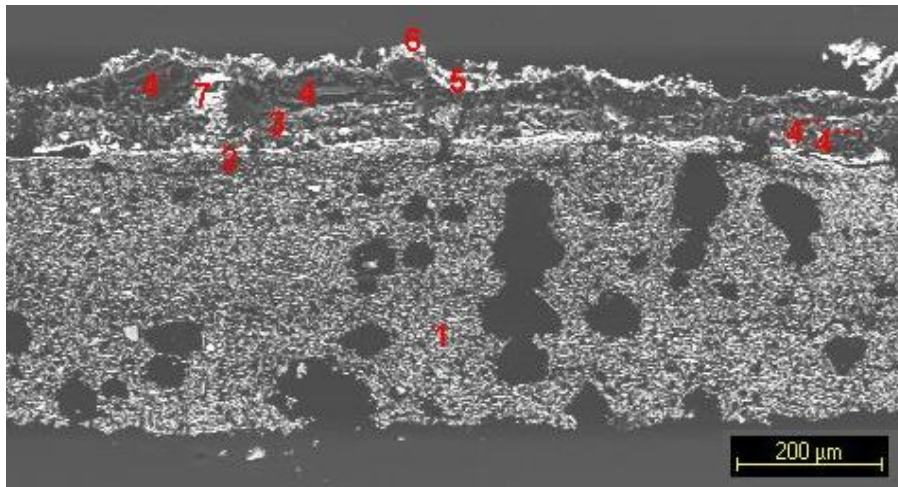


Figura 157. Muestra PD.M.5. Imagen obtenida a través de microscopía electrónica de barrido con numeración de espectros. Electrones retrodispersados.

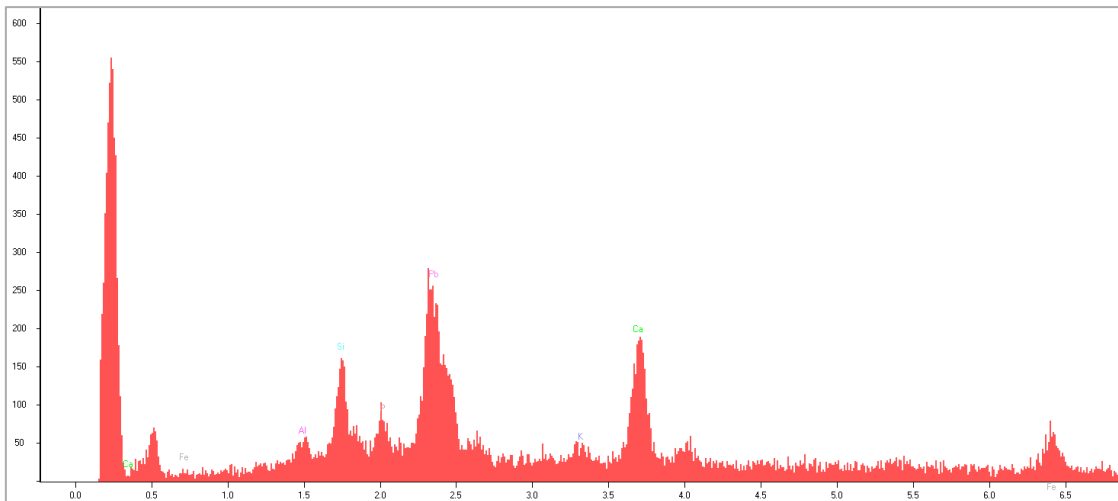



Figura 158. Muestra PD.M.5. Espectro número 5. Los picos resultantes representan la composición de los pigmentos constitutivos del estrato negro: negro de hueso (P, Ca), negro de carbón (C), Óxido de hierro (Fe), Aluminosilicatos (Al, Si, K), Blanco de plomo (Pb).

<b>Blanco de Plomo</b>	
<b><math>2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2</math></b>	
	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Otras denominaciones:</b> Albayalde, cerusa, copo blanco, <i>lead White, flake White, cremnitz White, de Krems.</i></li> <li>• <b>Origen y uso:</b> Desde la antigüedad-siglo XIX</li> <li>• <b>Naturaleza:</b> Inorgánico mineral sintético</li> </ul>

El pigmento blanco de plomo es un carbonato básico de plomo, conocido y muy utilizado desde la antigüedad hasta el siglo XIX, siendo entonces el único pigmento blanco para pintar al óleo (Mayer, 1985, p.42). Sin embargo, otras fuentes también indican que fue utilizado en pintura a la acuarela (Harley, 2001, p.171). Posteriormente fue sustituido por el blanco de zinc, y en el siglo XX por el blanco de titanio (Matteini y Moles, 2008, p.48).

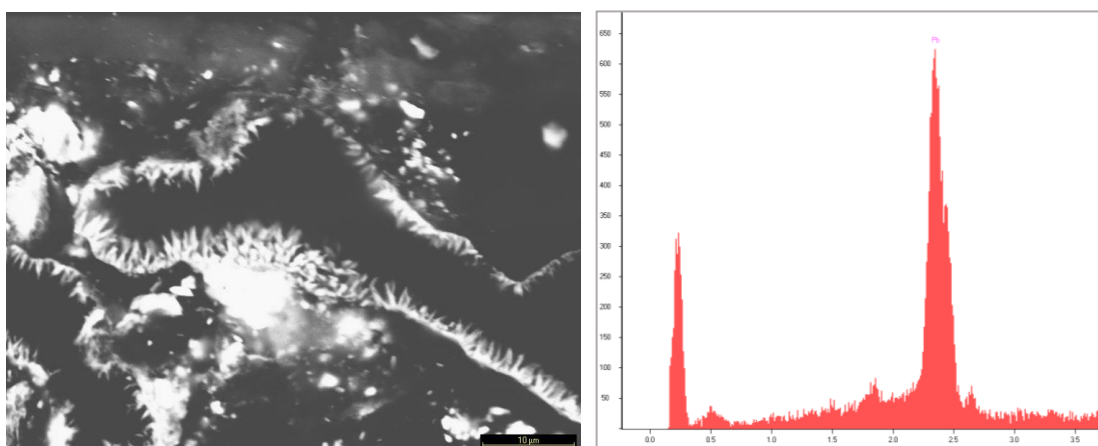
Aunque el carbonato básico de plomo se produce de forma natural procedente del mineral hidrocerusita, el pigmento blanco de plomo empleado en pintura se ha producido artificialmente desde los primeros tiempos históricos (Gettens, Kühn y Chase, 1997, p. 68). Plinio y Vitrubio ya lo mencionan en sus tratados y describen el proceso de elaboración en sus inicios. Consistía en la mezcla de restos de plomo con ácido acético, introducidos ambos en un recipiente de barro. Todo ello se sometía a altas temperaturas, de modo que se producía una reacción química que daba como resultado el decantado de lo que es el blanco de plomo, que posteriormente era molido y secado (Doerner, 1986, p.40). Esta reacción podía acelerarse añadiendo estiércol alrededor del recipiente, de esta forma los vapores y el calor producido por la fermentación ayudaban al completado de la reacción (Palet, 2002, p.87). En el siglo de XIX (1839), comienzan a realizarse procesos más sencillos, consistentes en someter planchas de plomo a atmosferas con vapores de agua y ácido acético, y anhídrido carbónico. El producto blanco resultante en forma de fango blanco, se lavaba, colaba, secaba y molía, obteniendo el blanco de plomo. Hoy en día estos procedimientos se han abandonado y sustituido por procesos industrializados menos peligrosos para la salud, en los que se disuelve plomo en ácido acético bajo presión de anhídrido carbónico, precipitándose el pigmento. (Doerner, 1986, p.40).

Entre sus propiedades destaca su notable poder cubriente. En cuanto a la compatibilidad, puede reaccionar con algunos pigmentos constituidos por sulfuros en técnicas acuosas formando sulfuro de plomo (PbS). Lo mismo ocurre cuando la policromía a base de plomo se encuentra expuesta a atmosferas con ácido sulfhídrico, transformándose en el mismo compuesto negro. Sin embargo funciona muy bien en técnicas de temple de huevo y óleo debido a que las partículas de pigmento se encuentran inmersas en una película de grasa que las protege (Matteini y Moles, 2008, p.48). Cuando se trata de técnica de óleo, este pigmento reacciona con los ácidos grasos del aceite empleado como aglutinante, formando con ellos jabones de plomo que fomentan el secado, protegen de la humedad y aporta elasticidad, adherencia, flexibilidad y dureza (Doerner, 1986, p.41). Por este motivo, se suele añadir pequeñas cantidades de pigmentos de plomo a otros pigmentos que conforman una policromía, con la intención de acelerar su secado y aportarle mejores propiedades (Pedrola, 1998, p.60).

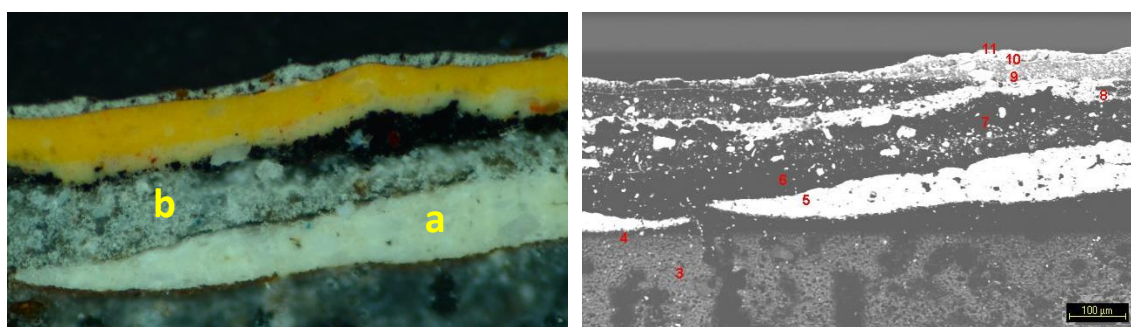
El empleo de este pigmento en la policromía del alfarje lo encontramos de forma muy abundante en capas de preparación, tal y como veíamos en el apartado correspondiente,

formando un estrato unitario de color blanco, o bien en mezcla con otros pigmentos con el fin conseguir aclarar el tono de los mismos.

Su identificación mediante microscopio tanto óptico como en electrónico de barrido, se centra en el tamaño y morfología de sus partículas, que son redondeadas y uniformes. En el caso de la microscopía electrónica de barrido, se puede identificar estas partículas además de por su forma, por el alto brillo que presenta como consecuencia de su elevado número atómico (Fig. 160). En ocasiones, el blanco de plomo se presenta como un conjunto de cristales de crecimiento acicular debido a un proceso de elaboración relativamente rápido (Fig. 159). En lo que respecta a las técnicas de microanálisis por dispersión de rayos X, el pico de Pb es el único indicativo para la identificación de este pigmento (Fig. 161).

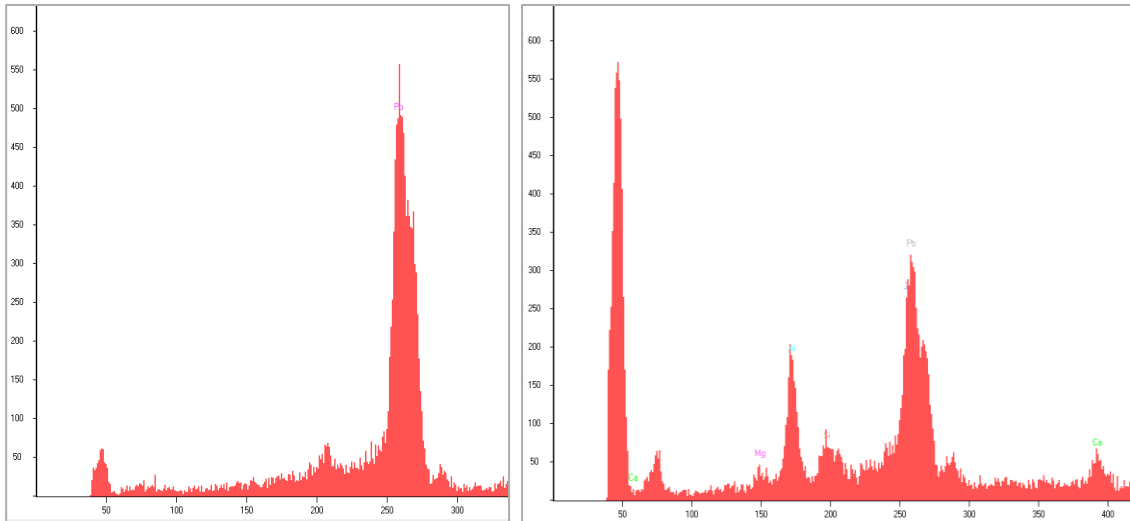


*Figura 159. Muestra PD.M.20. Izq. Imagen obtenida a través de microscopía electrónica de barrido con electrones secundarios. En ella se muestra partículas de blanco de plomo con crecimiento cristallino en forma de acícula. Drch. Espectro resultante de microanálisis en el que el pico de Pb indica que se trata de blanco de plomo.*




*Figura 160. Muestra PD.M.11. Izq. Imagen obtenida con microscopía óptica, luz reflejada, 20X. Se aprecia distintos estratos blancos, uno de ellos (a) muy compacto y con un alto tono debido a que está compuesto únicamente por éste. Sin embargo otro estrato blanco (b) es más heterogéneo, con un tono más grisáceo debido a que se trata de una capa de preparación con realizada con cargas inertes con blanco de plomo añadido. Drch. Imagen obtenida con microscopía electrónica de barrido realizada con electrones retrodispersados en la que se indican la numeración de espectros realizados. Los estratos en cuya composición llevan blanco de plomo son reconocibles por el alto brillo que presentan.*





*Figura 161. Muestra PD.M.11. Izq. Espectro número 5 cuyo resultado es Pb, indicativo de que el estrato está compuesto de blanco de plomo únicamente. Drch. Espectro número 7 en el que se muestran como resultado los picos de Pb, Ca, Al, Si y Mg, característicos de los compuestos de una capa de preparación a base de blanco de plomo, aluminosilicatos y carbonato cálcico.*

Blanco de Zinc	
ZnO	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Otras denominaciones:</b> Blanco de China, de nieve, <i>zinc white</i></li> <li>• <b>Origen y uso:</b> 1782- actualmente</li> <li>• <b>Naturaleza:</b> Inorgánico mineral sintético</li> </ul>

El blanco de zinc es un óxido de este metal, que se emplea como pigmento en policromías a partir del siglo XVIII, cuando comienza a producirse y comercializarse en Francia, pero no será hasta el siglo XIX cuando se empiece a fabricar a escala industrial en 1840-1845 por la empresa Winsor and Newton (Mayer, 1985, p.42; Pedrola, 1998, p.61). Su método de fabricación consiste en la evaporación de zinc metálico y la oxidación de vapor de zinc con aire caliente. El precipitado resultante es el pigmento blanco de zinc, que es separado en fracciones según su tamaño de partícula (Doerner, 1986, p.43). La aplicación más amplia del pigmento puro ha sido en acuarela, vendida por mucho tiempo bajo el nombre de blanco de China. Hoy en día, muchas empresas lo incorporan como un suplementario en pinturas al óleo de blanco de titanio y blanco de plomo con el fin de mejorar sus propiedades y estabilidad especialmente para su uso al aire libre (Kühn, 1986, p.169).

Entre sus propiedades, el óxido de zinc representa uno de los pigmentos blancos con mayor poder cubriente entre los que son de interés para el mundo comercial de las pinturas artísticas y decorativas (Kühn, 1986, p.169). Además de ello, destaca su buena resistencia a la luz y a los agentes atmosféricos. De igual modo es estable en todas las técnicas pictóricas, y compatible con todos los pigmentos, aunque puede actuar de acelerador del desvaído color de algunos pigmentos sintéticos. Entre las alteraciones que puede experimentar se encuentra la conversión en carbonato de zinc pero igualmente de color blanco (Matteini y Moles, 2008, p.49).

Al igual que ocurre con el blanco de plomo, el blanco de zinc forma jabones con los aceites empleados en la técnica al óleo, actuando como secante y estabilizador de las capas que lo contienen. Sin embargo, estos estratos son menos flexibles y presentan mayor dureza y fragilidad en comparación con las capas policromas realizadas con blanco de plomo (Doerner, 1986, p.43).

La identificación de este pigmento en el alfarje la encontramos limitada a la capa de preparación que actúa como base de la sisa en algunas zonas doradas. Al microscopio óptico, la mayoría de las variedades de pigmento presentan partículas muy finas y redondeadas, con un tamaño entre 0,25 y 1  $\mu\text{m}$  difícil de identificar con luz reflejada en máximo aumento (Fig. 162). En cuanto al estudio con microscopía electrónica de barrido, estas partículas de blanco de zinc presentan las mismas propiedades que el blanco de plomo, aunque incluso con un tamaño más pequeño, pero con el mismo brillo debido a su número atómico intermedio (Fig. 163).

En ocasiones, estas partículas presentan formas de acícula debido a una fabricación mediante combustión lenta del vapor de zinc, agrupándose las partículas a modo de agujas de longitud variable (Kühn, 1986, p.179). En nuestro caso, las partículas no presentan la estructura descrita, sino que aparece como partículas muy finas y mezcladas con otros pigmentos como son el blanco de plomo o el carbonato cálcico, identificados a partir de los microanálisis de dispersión de rayos X efectuados (Fig. 164).

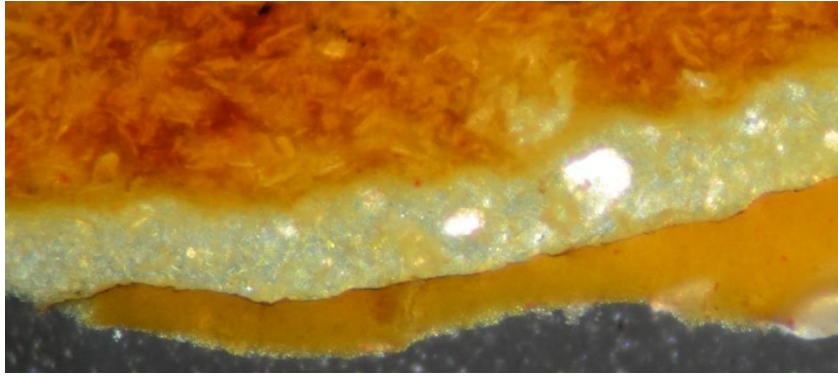


Figura 162. Muestra PD.M.29. Imagen de microscopía óptica con luz transmitida, 50X. El estrato blanco se puede intuir la presencia de granos brillantes semitransparentes, con bordes redondeados y de pequeño tamaño, correspondientes con blanco de zinc.

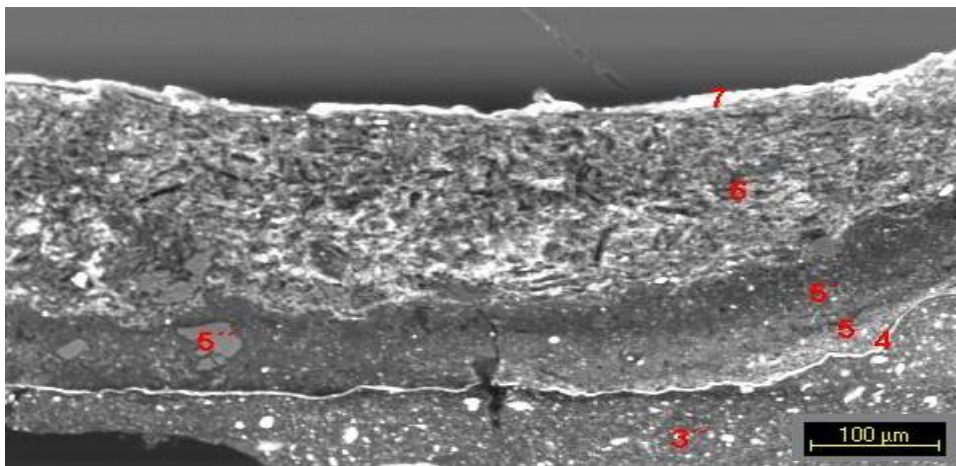


Figura 163. Muestra PD.M.29. Imagen obtenida con microscopía electrónica de barrido con electrones secundarios donde se indican la numeración de espectros realizados.

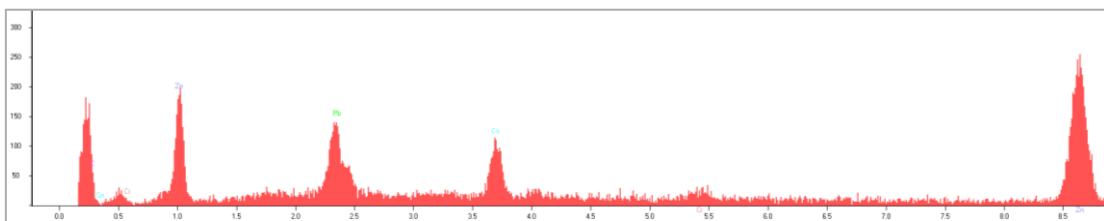



Figura 164. Muestra PD.M.29. Espectro número 5 resultante del microanálisis por dispersión de rayos X realizado. En él se muestran los picos representativos de Pb, Ca y Zn propios de los componentes del estrato: blanco de plomo, carbonato cálcico y blanco de zinc.

<b>Blanco de bario</b>	
<b>BaSO<sub>4</sub></b>	
	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Otras denominaciones:</b> Blanco permanente, blanco fijo, barita, permanent white, blanc fixe</li> <li>• <b>Origen y uso:</b> 1782-actual</li> <li>• <b>Naturaleza:</b> Inorgánico mineral sintético</li> </ul>

La fabricación del sulfato de bario puede realizarse de dos formas, bien de manera natural o por síntesis. El proceso natural comienza con una clasificación minuciosa según el color del mineral de barita extraído del yacimiento. A continuación, se tritura y se sumerge en agua para obtener el grado de finura requerido. En ocasiones, el polvo obtenido de la barita natural puede presentar manchas de hierro procedente del yacimiento, pueden ser eliminadas por blanqueo con ácido clorhídrico o sulfúrico. El proceso mediante síntesis consiste en la elaboración de un precipitado a partir de la mezcla sometida a calor de barita, monóxido de carbono y dióxido de sulfuro, cuyas partículas se usa como pigmento (Feller, 1986, p.53).

El uso de la barita natural como pigmento data en 1782, sin embargo el pigmento sintético es conocido desde principios del siglo XIX, decayendo su uso en torno a 1950 (López, 2012, p.73).

Entre sus propiedades, destaca su baja toxicidad, su estabilidad a la luz y su resistencia los ácidos y bases. Empleado en las distintas técnicas pictóricas, en óleo una vez seca la capa policroma se vuelve transparente, sin embargo en técnicas acuosas presenta un buen poder cubriente (Doerner, 1986, p.48). Al ser inerte, y extremadamente insoluble en agua, ha sido empleado en capas de preparación y como aditivo con otros pigmentos para adulterarlos o aportarle mejores propiedades como brillo (Pedrola, 1998, p.63; López, 2012, p.73).

Distinguir entre barita natural y barita sintetizada no suele resultar muy difícil ya que presentan una morfología de partículas distintas. El producto natural se reconoce generalmente a nivel microscópico por el carácter rectangular de su partícula así como por su tamaño relativamente grande y bordes redondeados. Sin embargo, el blanco de bario sintetizado presenta un tamaño de partícula muy pequeño, que incluso puede llegar a ser ignorado en mezclas con otros pigmentos (Feller, 1986, p.56-57).

En el caso de la policromía del alfarje, hemos podido comprobar que el tipo de barita empleada ha sido natural ya que a través de la visualización microscópica se aprecian cristales con la morfología característica de la barita. Además, su uso se corresponde con los estratos más superficiales, correspondientes a las últimas intervenciones de repolicromado elaboradas con óleo, por ello presentan las partículas de barita un aspecto semitransparente. Por otro lado, su empleo no forma un estrato individualizado sino que se presenta como un añadido junto con los pigmentos que constituyen la capa policroma con la finalidad posiblemente de aportarle más cuerpo y brillo al estrato (Fig. 165).

Observadas con microscopía electrónica de barrido, las partículas de blanco de bario presentan un aspecto muy brillante debido al elevado número atómico que posee, siendo por tanto una característica a tener en cuenta para su reconocimiento (Fig. 166). Por otro lado, la identificación

mediante microanálisis por dispersión de rayos X sobre las partículas consideradas de blanco de bario, presentan picos de S y Ba indicativos de su composición química (Fig. 167).

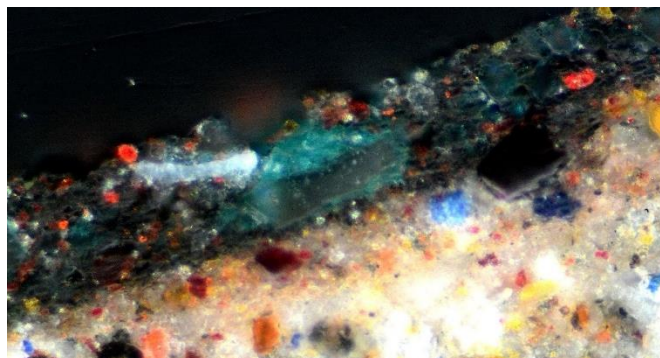


Figura. 165. Muestra PD.M.63. Imagen obtenida con microscopía óptica, luz reflejada, 50X. Se puede comprobar la presencia de cristales de barita, semitransparentes por su aplicación con óleo, mezclados con otros pigmentos de color verde con la intención de aportar más brillo al estrato.

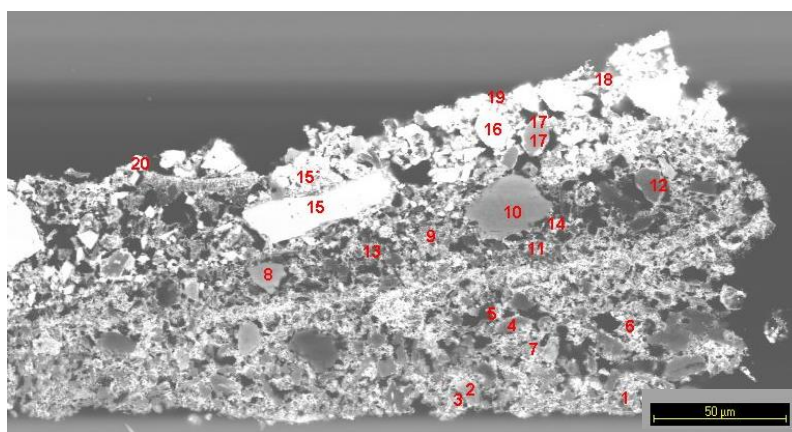


Figura 166. Muestra PD.M.63. Imagen obtenida con microscopía electrónica de barrido realizada con electrones secundarios, en la que se indican la numeración de espectros realizados. Los cristales correspondientes al blanco de bario presentan una forma prismática y de tamaño considerable, con un alto brillo.

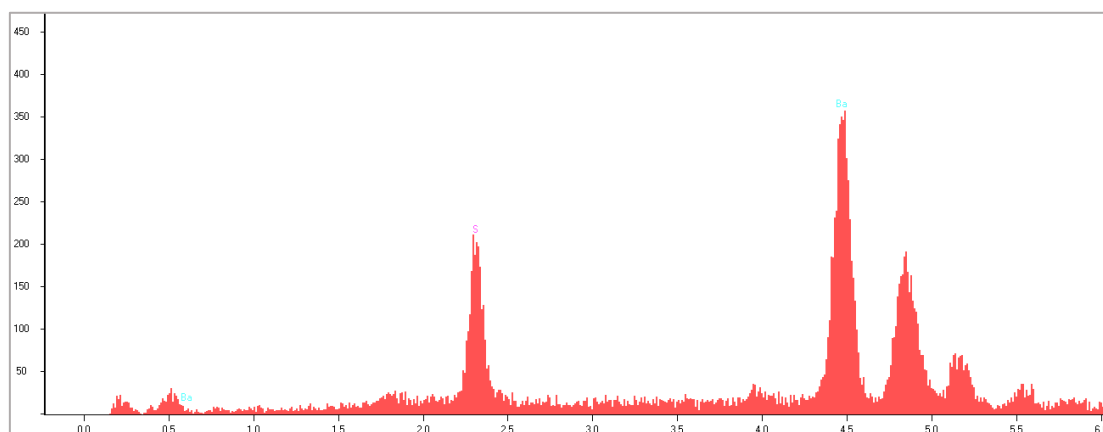


Figura 167. Muestra PD.M.63. Espectro número 15 en el que se aprecian los picos de S y Ba, propios de la composición química del blanco de bario.

### VII.1.3. Acabados metálicos

El uso de las técnicas de dorado y plateado se remonta a los tiempos más antiguos de la cultura del hombre, muestra de ello la encontramos en los vestigios arqueológicos en forma de joyas, indumentaria, mobiliario... Dada su antigüedad, no se tiene constancia cronológica del momento inicial de su empleo, sin embargo los primeros indicios los encontramos en las dinastías egipcias más primitivas donde se doraban numerosos objetos artísticos y monumentos arquitectónicos con procedimientos que poco se diferencian de los tradicionalmente conocidos (González y Martínez, 1997, p.18).

La introducción del oro y la plata como elemento de decoración se produce como símbolo de la presencia solar y por tanto de la divinidad. Esta simbología adquiere especial relevancia y es desarrollada como tal a lo largo de la historia, en la que de forma continua se sigue considerando el oro como un metal de gran valor. En el caso que nos concierne, en la decoración arquitectónica de tradición islámica fue empleado tanto por su carácter simbólico como para enriquecer los elementos como puertas, cubiertas de techos o paños de yeserías entre otros, realizados todos ellos con materiales pobres (González y Martínez, 1997, p.18 y 19).

Existe una gran variedad de técnicas de aplicación de acabados metálicos desarrolladas durante siglos y empleadas en función de la superficie a dorar o platear. En el caso del alfarje, identificamos dos tipos de dorado y plateado: técnica al agua con base de bol rojo y técnica a la sisa o mixtión.

ACABADOS METÁLICOS	
Dorado	Dorado al agua con bol rojo Dorado a la sisa o mixtión
Plateado	Plateado al agua con bol rojo

El dorado o plateado al agua con bol es una técnica que emplea como adhesivo materiales miscibles en agua. Su fundamento se centra en la aplicación de una capa de bol denominada *embolado* seguidamente a la capa de preparación de yeso, sobre la que se adhiere la lámina de oro o plata que posteriormente era bruñida para aportarle más brillantez (Pedrola, 1998, p.132). Existen varios tipos de bol, el más tradicional y el identificado en el alfarje es el bol rojo. Se trata de una arcilla a base de hidrosilicato de hierro (Giannini y Roani, 2008, p.41) aglutinada con un adhesivo acuoso, por lo general una cola animal como es en nuestro caso, aunque Cennini recomienda el uso de la clara de huevo batida (González y Martínez, 1997, p.155). La aplicación de esta capa de embolado se realiza con la pretensión de conseguir delimitar y aislar la zona a dorar, mejorar la superficie de asentamiento del pan metálico y posibilitar el bruñido del oro (González y Martínez, 1997, p.155). El empleo de esta técnica al agua la encontramos en las capas más profundas de la secuencia estratigráfica de las zonas doradas del alfarje, correspondiéndose posiblemente a la policromía original o primeras intervenciones.

El dorado a la sisa o al mixtión, al contrario que el dorado o plateado al agua, emplea materiales oleo-resinosos. El término mixtión significa mezcla y hace alusión al compuesto de aceite de linaza y pigmentos de color de molienda fina (Giannini y Roani, 2008, p.189-190). Consiste en la aplicación de una capa de mixtión sobre la preparación y cuando se encuentra en estado mordiente, adherir la lámina de oro (Pedrola, 1998, p.133). Este tipo de dorado también es conocido como dorado mate o dorado al mordiente como indicamos al inicio. Todos los términos están relacionados entre ya que el *mordiente* o *mixtión* es la capa de asiento del oro y actúa de

adhesivo, la *sisa* es la técnica en general y *mate* porque no permite bruñido posterior para aportarle mayor brillo (Carrassón, 2006, p.7). En lo que respecta al empleo de esta técnica en la policromía, se ha identificado dos tipos de dorados a la *sisa*. El primer tipo lo encontramos en intervenciones intermedias en la que se emplea un mixtión directamente sin capa de preparación, realizado con aceite de linaza, óxidos de hierro, aluminosilicatos y rojo de plomo siendo una de las preparaciones más comunes en los recetarios antiguos (González y Martínez, 1997, p.162). El otro tipo de *sisa*, correspondiente a las intervenciones más recientes de repolicromado, se basa en el empleo de un mixtión a base de aceite de linaza y resina diterpénica (colofonia) a la que añaden pigmentos como el amarillo de cromo, blanco de plomo y carbonato cálcico. Esta capa de mixtión es aplicada sobre una preparación de carbonato cálcico aglutinando con aceite de linaza que varía en función de la intervención, identificándose por un lado una preparación más terrosa por la adición de pigmentos como rojo de plomo y óxidos de hierro principalmente, y por otro una preparación más blanca gracias a la presencia del blanco de zinc y blanco de plomo. El objetivo de añadir este tipo de pigmentos de forma complementaria tanto al mixtión como a las preparaciones correspondientes es acelerar y unificar la velocidad de secado, ya que los iones de plomo catalizan el proceso de oxidación del aceite y por tanto aceleran su secado (Matteini y Moles, 2008, p.130).

Otro punto a tener en cuenta es la calidad de la lámina metálica aplicada a través de las técnicas descritas.

El oro es un metal noble que se caracteriza por ser dúctil, maleable y presentar un aspecto brillante. Generalmente, el oro por ser un metal como ya hemos indicado blando, suele presentarse aleado con cobre y/o plata. El motivo de ellos es por un lado el oro puro es difícil de ser reducido a láminas finas y además supondría un excesivo coste, y por otro, en caso de obtener una lámina de oro puro ésta únicamente quedaría adherida a la superficie por contacto resultando muy inestable. El procedimiento para obtener este material consistía en realizar primeramente la aleación de los metales y posteriormente, la placa formada era martilleada constantemente hasta obtener el grosor equivalente al de un papel. En función de la proporción de estos metales en la composición de la aleación, se obtenía una lámina metálica de mayor o menor calidad (González y Martínez, 1997, p.125-127).

El pan de oro más empleado se conoce como *oro fino* u *oro ducado*, aludiendo este último término a la moneda que circulaba desde antes del siglo XV hasta finales del siglo XVI, de las cuales se obtenían estas láminas. Se trataba de un oro de alta calidad con un tono amarillo anaranjado y compuesto por 408 partes de oro y 72 partes de plata (González y Martínez, 1997, p.128). Este tipo de láminas las encontramos en las técnicas de dorado descritas anteriormente, correspondientes a las intervenciones más antiguas de la policromía del alfarje. Sin embargo, a medida que se van sucediendo el resto de intervenciones, encontramos la utilización de un oro de tonalidad más oscura, menos puro y de peor calidad compuesto por metales como oro, plata y cobre en proporciones que pueden oscilar entre 440-456 partes de oro, 12-30 partes de plata y 10-16 partes de cobre (González y Martínez, 1997, p.127). Según Carrassón (2008, p.6) el motivo de usar aleaciones no siempre está relacionado con el fin de ahorrar en un material caro como es el oro sino que también interviene la intención de conseguir diferentes efectos decorativos utilizando dorados más o menos fríos en cuanto a tono.

En cuanto a la plata, es otro de los metales más empleados en objetos y decoraciones desde antes del 3000 a.C. Las láminas de plata, a diferencia de las de oro, son más fuertes pero cuentan con la desventaja de que se alteran fácilmente en contacto con el oxígeno formando sulfuro argéntico adquiriendo un aspecto ennegrecido. Por este motivo, su uso se ha restringido a

pequeños detalles de ornamentos (González y Martínez, 1997, p.134). En nuestro caso, encontramos el empleo de plata en las policromías más profundas, posiblemente la original, aplicada mediante la técnica al agua con bol rojo. En algunas ocasiones aparece acompañada de una capa de barniz oleo-resinoso encima, probablemente conocían la inestabilidad de este material y lo aplicasen a modo de protección o bien, a modo de corladura, técnica consistente en la aplicación de una pintura o barniz sobre plata con el objetivo de imitar al oro (González y Martínez, 1997, p.265-266).



TABLA XXXV.

Resultados de las técnicas de dorado obtenidos en la muestra PD.M.2.

MUESTRA PD.M.2				
Policromía	Nº de capa	Color	Espesor	Aglutinante
C	9	Oro	<5 $\mu$	Aceite de linaza + resina conífera
	8	Amarillo	85-90 $\mu$	
B	7	Rojo	0-90 $\mu$	Aceite de linaza
	6	Oro	<5 $\mu$	
	5	Rojo	0-35 $\mu$	
A	4	Rojo	0-20 $\mu$	Cola animal
	3	Oro	<5 $\mu$	
	2	Rojo	25 $\mu$	
	1	Blanco	200 $\mu$	

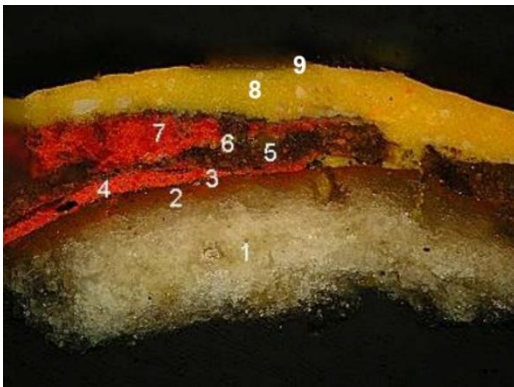


Figura 168. Muestra PD.M.2 con numeración de estratos. Imagen de microscopía óptica a 300 X.



Figura 169. Muestra PD.M.2 con tinción de negro Amido II, reactivo que indica la presencia de proteínas. Imagen de microscopía óptica a 300 X.



Figura 170. Muestra PD.M.2 Imagen de microscopía óptica a 300 X con nicoles a 45°.

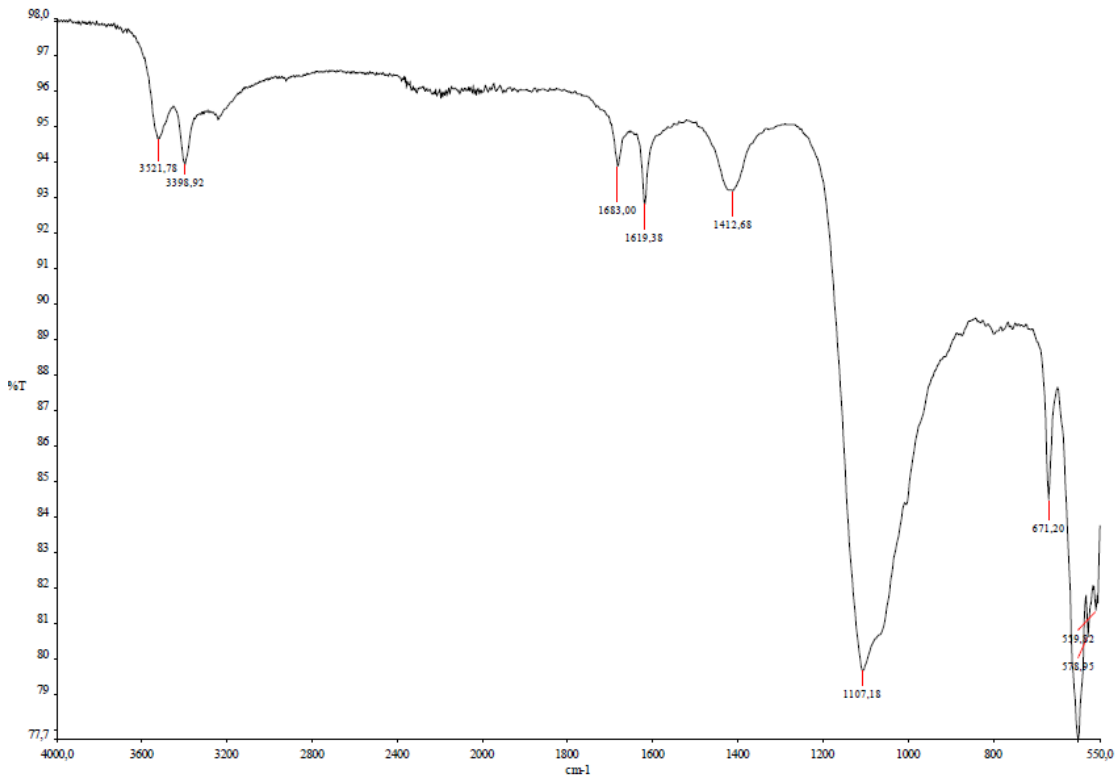


Figura 171: Espectro de infrarrojo por transformada de Fourier. Superficie de muestra PD.M.2

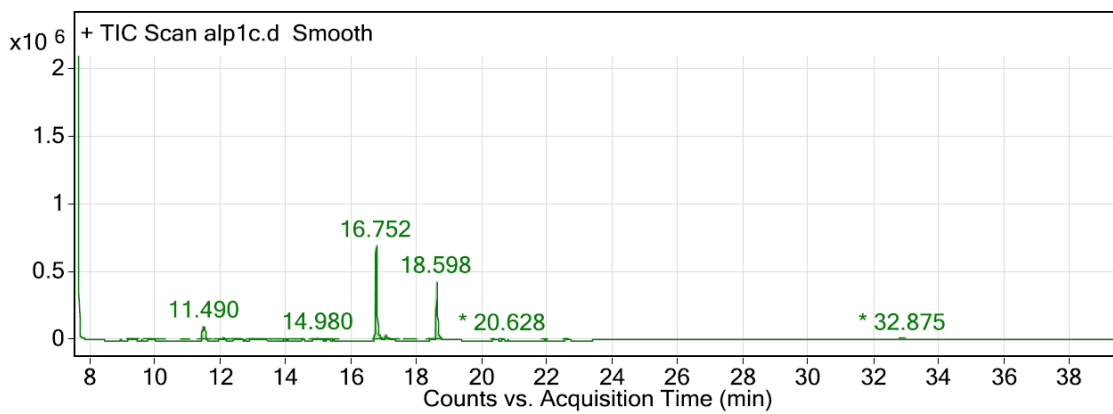


Figura 172: Cromatograma Muestra PD.M.2. La proporción de palmítico y esteárico es de 1,6, lo que indica que posiblemente también se usase otro tipo de aceites como el de nueces en la intervención más reciente.

TABLA XXXVI.

Resultados de las técnicas de dorado obtenidos en la muestra PD.M.7A

MUESTRA PD.M.7A				
Policromía	Nº de capa	Color	Espesor	Aglutinante
C	9	Amarillo	0-45 $\mu$	Aceite de linaza + resina diterpénica
	8	Azul	60 $\mu$	Aceite de linaza
B	7	Oro	<5 $\mu$	Aceite de linaza
	5	Rojo	55 $\mu$	
	4	Blanco	5-20 $\mu$	
A	3	Oro	<5 $\mu$	Cola animal
	2	Rojo	35-55 $\mu$	
	1	Blanco	200 $\mu$	

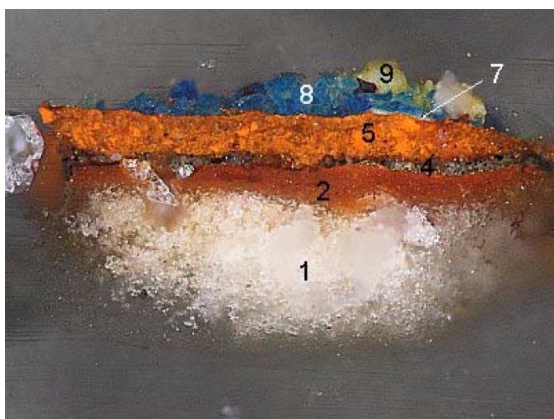


Figura 173. Muestra PD.M.7A con numeración de estratos. Imagen de microscopía óptica a 200 X.



Figura 174. Muestra PD.M.7A. Imagen de microscopía óptica a 500 X con nicoles a 45º.



Figura 175. Muestra PD.M.7A con tinción de Fuchsin, reactivo que indica la presencia de proteínas. Imagen de microscopía óptica a 300 X.

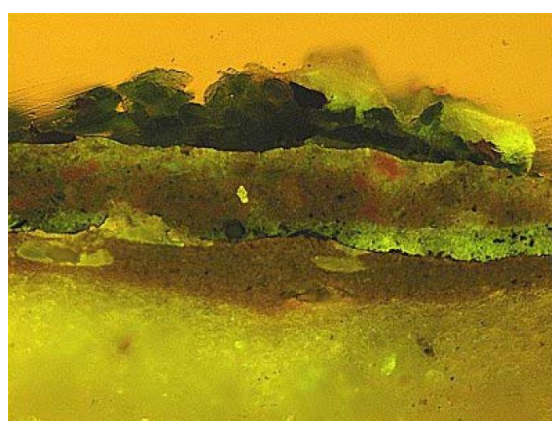


Figura 176. Muestra PD.M.7A. Imagen de microscopía óptica a 500 X con luz ultravioleta.

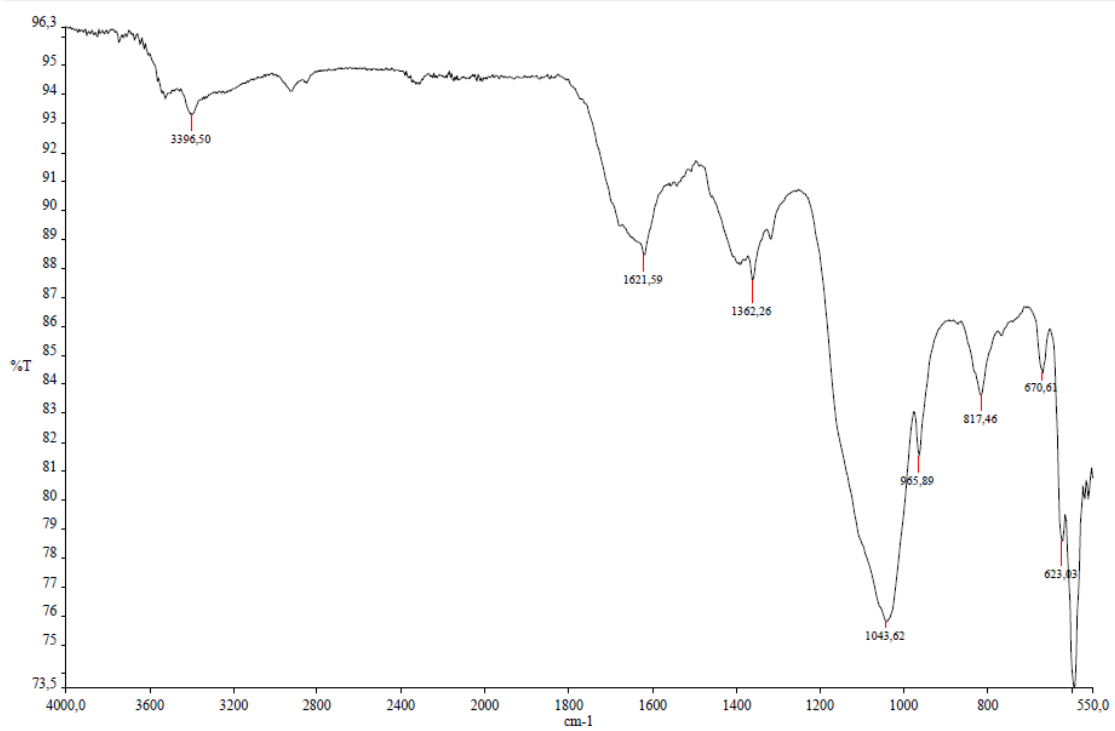


Figura 177: Espectro de infrarrojo por transformada de Fourier correspondiente a la capa nº 1 de la muestra PD.M.7A

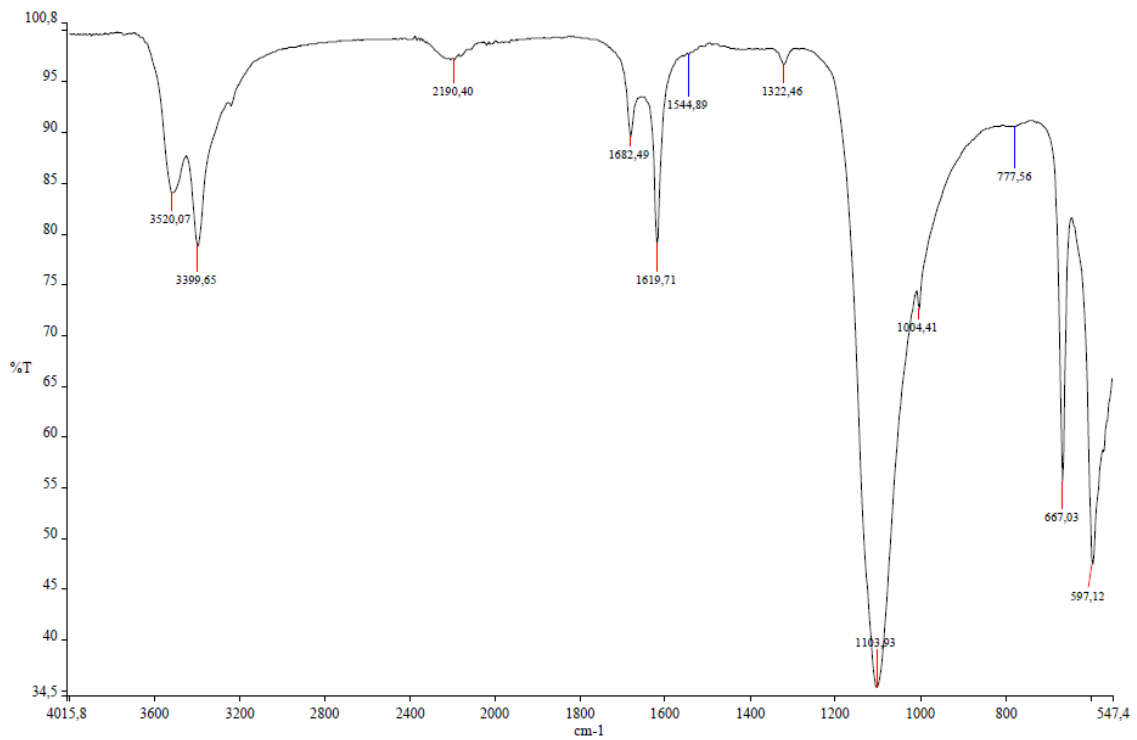


Figura 178: Espectro de infrarrojo por transformada de Fourier. Superficie de muestra PD.M.7A.

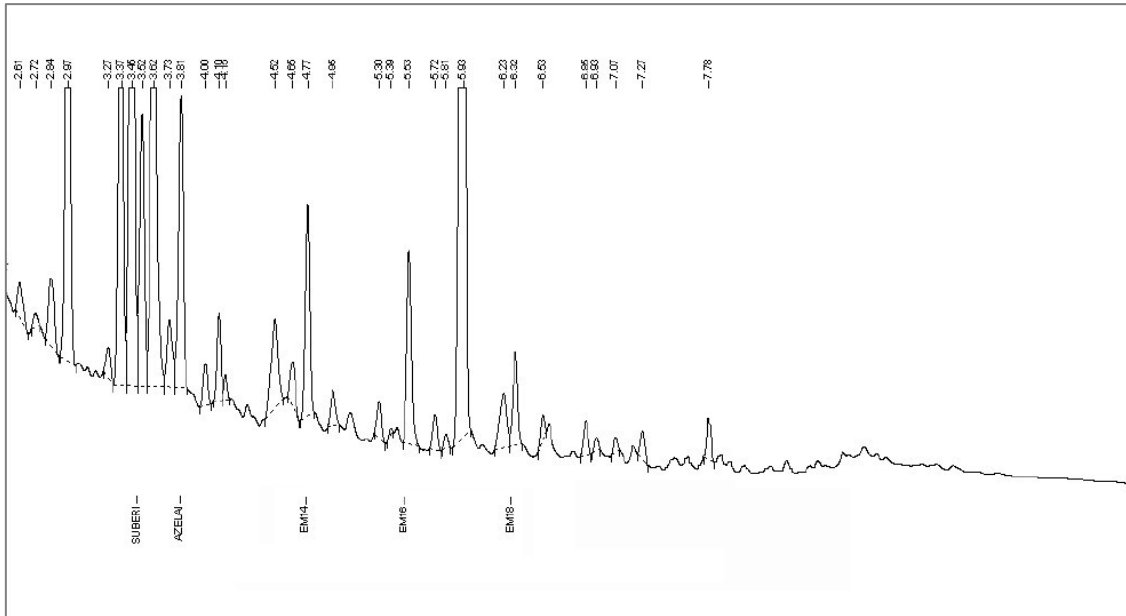


Figura 179. Cromatograma de aminoácidos. Muestra PD.M.7A. La distribución de ácidos grasos indica que se trata de un aceite de linaza. El pico del ácido esteárico sale desdoblado por la presencia de diterpenos de la colofonia.

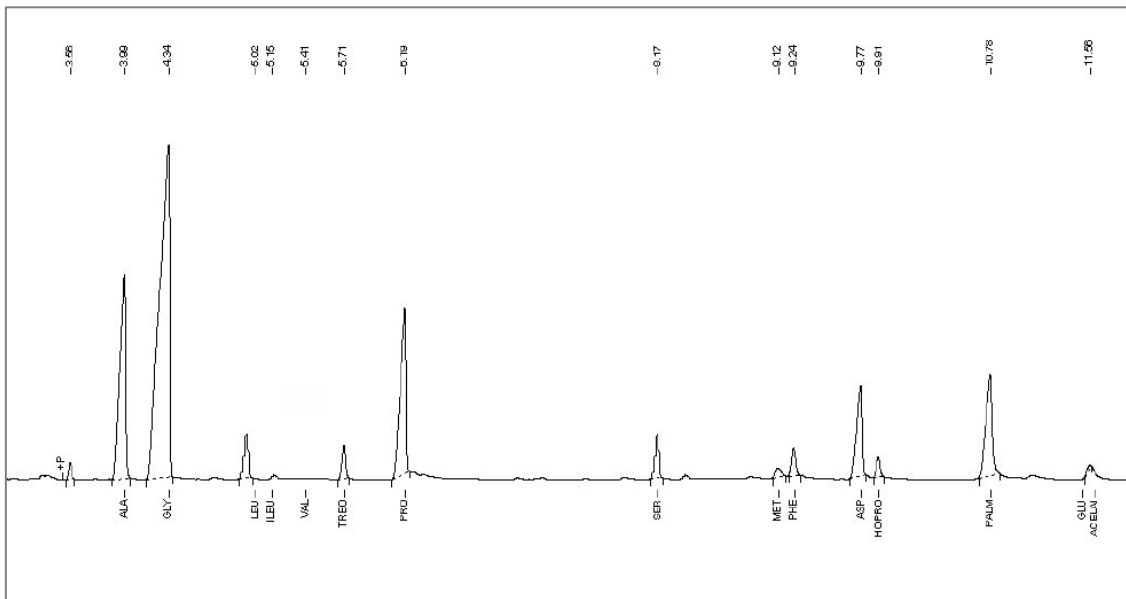


Figura 180. Cromatograma de aminoácidos donde se muestra la presencia de cola animal. Muestra PD.M.7A.

TABLA XXXVII.

Resultados de las técnicas de dorado obtenidos en la muestra PD.M.7B

MUESTRA PD.M.7B				
Policromía	Nº de capa	Color	Espesor	Aglutinante
C	8	Oro	<5 $\mu$	Aceite de linaza + resina diterpénica
	7	Amarillo	100-120 $\mu$	
	6	Naranja	50-75 $\mu$	
B	5	Oro	<5 $\mu$	Aceite de linaza + resina diterpénica
	4	Rojo	25 $\mu$	
A	3	Oro	<5 $\mu$	Cola animal
	2	Rojo	25 $\mu$	
	1	Blanco	200 $\mu$	

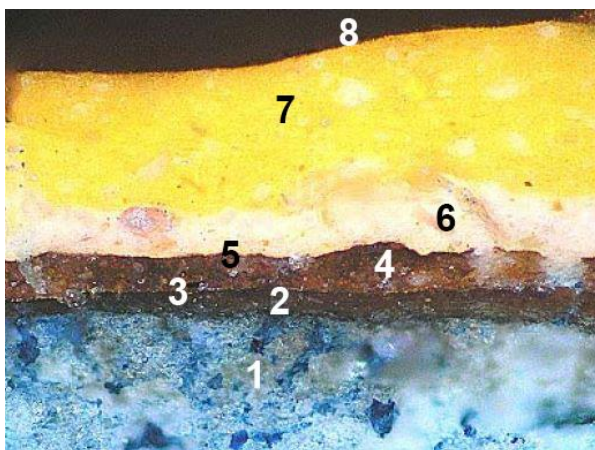


Figura 181. Muestra PD.M.7B con tinción de negro Amido II, reactivo que indica la presencia de proteínas, y numeración de estratos. Imagen de microscopía óptica a 300 X.

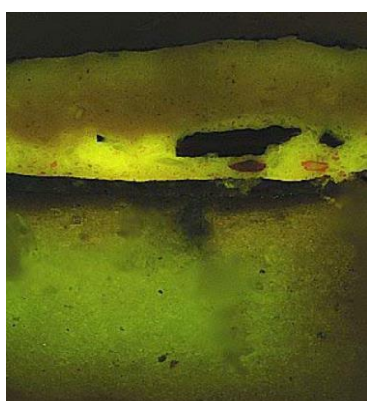


Figura 182. Muestra PD.M.7B. Imagen de microscopía óptica a 150 X con luz ultravioleta.



Figura 183. Muestra PD.M.7B. Imagen de microscopía óptica a 150 X con nicolas a 45°.



Figura 184. Muestra PD.M.7B. Imagen de microscopía óptica a 150 X.

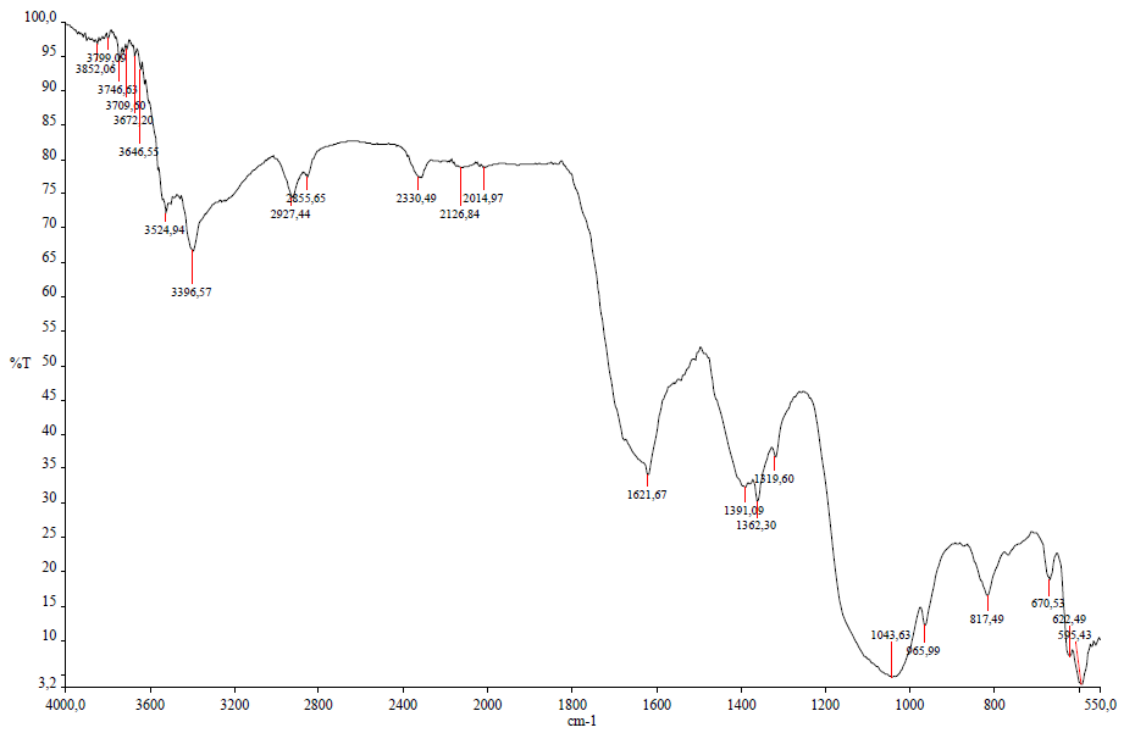


Figura 185: Espectro de infrarrojo por transformada de Fourier. Superficie de muestra PD.M.7B.

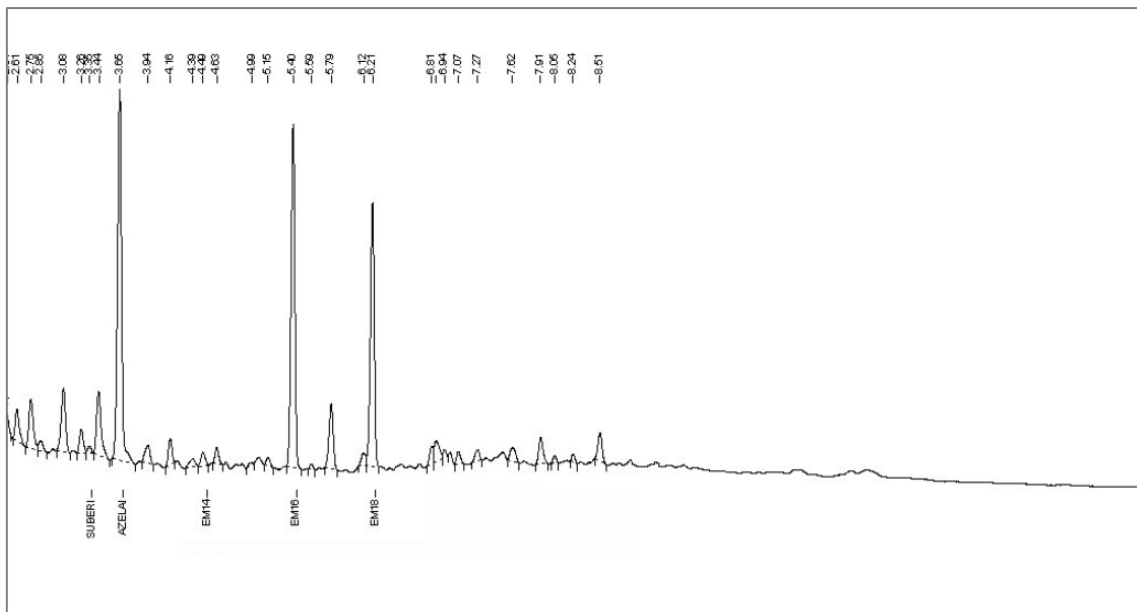


Figura 186. Cromatograma de ácidos grasos y diterpenos. Muestra PD.M.7B.





## VII.2. CORRELACIONES ESTRATIGRÁFICAS

Los diferentes estratos de preparaciones y policromías realizadas en el alfarje, son fruto de tradiciones que han perdurado a lo largo de los siglos. Sin embargo, a través del estudio de las sucesivas capas, se puede comprobar que se producen cambios significativos en el modo de aplicación cuyas características dan pautas para atribuirlos a distintas etapas. La identificación de los procesos y materiales empleados en la policromía del alfarje, no solo ayuda a conocer la naturaleza de los mismos sino también a comprender y conocer las causas que llevaron a modificar las técnicas y uso de materiales, así como intentar establecer los principios de las intervenciones. Casi siempre la justificación de estos cambios tiene que ver con adaptaciones al gusto y moda de la época, sin embargo el paso del tiempo y las intervenciones llevadas a cabo desde su inicio hasta día de hoy, demuestran que en muchas ocasiones lo que se aprecia hoy en día guarda poca relación con lo que se aplicó sobre la obra.

A partir de los resultados obtenidos en el estudio de materiales, se ha podido determinar el número de intervenciones realizadas desde su construcción inicial. En total se ha podido identificar, gracias a los diferentes estratos que configuran las muestras así como la tipología y cronología de los materiales que los constituyen, hasta cinco intervenciones considerando una de ellas como policromía original y el resto a repolicromados y a antiguas restauraciones.

Dado que algunas de las intervenciones no se han realizado de forma generalizada sino que debieron hacerse de forma puntual en zonas determinadas, se ha considerado oportuno describir cada una de éstas siguiendo un orden a través de los diferentes elementos que conforman el alfarje.

VII.2.1. Friso

TABLA PRINCIPAL SUPERIOR CON DECORACIÓN EPIGRÁFICA



	Cartela	Grafía	Escudos	Fondo
3ª INTERVENCIÓN	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos	Negro orgánico + Ultramar (tr.) + Óxido de hierro (tr.) + Aluminosilicatos Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	
	Verde de Cromo + Ultramar + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos + Amarillo de Cromo	Ultramar + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos	
	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos + Bermellón (tr.)			
	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro			
2ª INTERVENCIÓN	Prusia + Amarillo de Cromo + Ultramar + Carbonato cálcico	Azurita industrial + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Prusia (tr.)	Blanco de Plomo + Ultramar + Carbonato cálcico Bermellón + Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	
		Blanco de Plomo	Negro orgánico + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	
1ª INTERVENCIÓN	Azurita natural (ALTERADA) + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Azurita natural + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Óxido de Hierro (tr.)		
	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Negro orgánico			
	Rojo de Plomo			
	Yeso + Blanco de Plomo			
POLICROMÍA ORIGINAL	Silicato + Carbonato cálcico + Cinabrio			
	Yeso con grano fino + Aluminosilicatos + Blanco de Plomo			
	Yeso con grano grueso + Aluminosilicatos + Blanco de Plomo			
	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos + Carbonato cálcico			
	Madera			

Como se veía anteriormente, el friso que acompaña al alfarje está compuesto por dos tablas principales de similares dimensiones acompañadas por dos tocaduras con forma de nacelilla, una actuando de elemento separador y de remate entre dichas tablas. En la tabla principal superior, cuya decoración es epigráfica, encontramos la posible policromía original junto con restos de otras tres intervenciones posteriores.

- **Policromía original**

Del total de muestras estudiadas en esta zona, concretamente treinta y siete, diez de ellas presentan estratos muy profundos correspondientes, posiblemente, a la policromía original aplicada en esta tabla. Debido a su antigüedad, los estratos correspondientes a este nivel aparecen incompletos y muy deteriorados. Junto con la madera, identificamos la aplicación de una mezcla de óxidos de hierro, rojo de plomo y aluminosilicatos a modo de acondicionamiento de la madera para la aplicación de la policromía. Seguidamente, encontramos la capa de preparación base de la policromía compuesta por sulfato cálcico con impurezas de aluminosilicatos y pigmento de blanco de plomo, este último añadido como elemento secativo. La aplicación de las capas de preparación aparece en dos manos, una primera a base de sulfato cálcico con una granulométrica mayor, más tosca, y una segunda en la que el tamaño de partícula es menor, más refinado y combinado con blanco de plomo.

En cuanto a las capas de color de este nivel considerado como policromía original, encontramos un único estrato de color rojo compuesto principalmente por cinabrio mezclado con calcita y silicatos. Posiblemente, este estrato rojo iría acompañado de otros de distinto color y composición conformando un elemento decorativo que desconocemos y que resulta difícil de identificar debido a su desaparición por factores como el deterioro que presentase debido a su antigüedad o los sucesivos repolicromados realizados sobre el mismo.

- **Primera intervención.**

Encontramos una primera intervención de repolicromado correspondiente a un motivo decorativo epigráfico. La policromía que identificamos en este nivel corresponde al texto descubierto, que tras la realización de catas y calcos, se ha podido comprobar que es diferente al que presenta actualmente las tablas de esta zona del friso.

Se trata de una policromía con **preparación** de yeso y blanco de plomo sobre la que se aplica una capa de rojo de plomo en la mayoría de los casos puro aunque lo encontramos en algunas muestras mezclado con óxidos de hierro en muy baja proporción, posiblemente por contaminación (PD.M.137, PD.M.134, PD.M.132, PD.M.144). Esta capa roja actúa de **color de fondo** de la decoración epigráfica. Sobre ella aparecen los estratos que conforman el **texto epigráfico** compuesto por un lado por, un estrato gris a base de carbonato cálcico, blanco de plomo y negro orgánico que actúa de capa preparatoria de la grafía con el fin de aportar mayor poder cubriente al estrato siguiente; y por otro lado, un estrato azul aplicado sobre el mismo. La composición de este último es principalmente a base de azurita natural, así lo indica el tamaño de sus cristales, mezclado con blanco de plomo y carbonato cálcico, junto con trazas de óxidos de hierro esporádicas. Sobre este estrato azul, se identifican estratos puntuales de blanco de plomo y negro orgánico, correspondiéndose a pequeñas pinceladas para dar efecto de relieve a las letras.

En una de las muestras examinadas (PD.M.92) se ha observado entre los estratos correspondientes a esta intervención y la intervención posterior que a continuación explicamos, un estrato rojo con la misma composición material y características que el estrato rojo perteneciente al color de fondo del texto (Fig. 187). Este hecho puede deberse a retoques puntuales realizados con la intención de corregir errores cometidos durante la ejecución del motivo decorativo. Se puede suponer que sería un traspaso de la capa de azul de la grafía a una zona correspondiente al fondo, en la que para subsanarlo, vuelven a aplicar capa de rojo encima.



Figura 187. Estrato rojo de color de fondo duplicado correspondiente a una subsanación. Muestra PD.M.92. MOP 20X

Estos estratos no se muestran en la correlación correspondiente para no aportar mayor complejidad a la comprensión de la misma, ya que se trata de un caso puntual y concreto.

- **Segunda intervención**

Por la cronología de los materiales empleados, esta intervención se puede datar en el siglo XIX. En ella se aplican retoques puntuales de policromía en los que ni siquiera se dan capas de preparación sino que directamente se procede a retocar el color.

Estos retoques los encontramos por un lado en las zonas de **caligrafía**, en los que se emplea una mezcla de azurita, que aunque no se han observado esferulitos indicativos de su naturaleza sintética si presenta una molienda de carácter industrial por el tamaño de grano. Aparece acompañada de blanco de plomo y carbonato cálcico junto con trazas de ultramar sintético y azul de Prusia, estos últimos en concentraciones muy bajas y de forma puntual.



Figura 188. Estrato de azurita alterada convertida en hidroxicloriguro de cobre sobre de que se aplica una mezcla de pigmentos en la intervención posterior con la intención de imitar esta tonalidad. Muestra PD.M.134. MOP 50X

Hay que destacar tres muestras (PD.M.130, PD.M.135, PD.M.134) en las que el estrato de retoque presenta además de los pigmentos descritos, la adición de amarillo de cromo aportándole una tonalidad más verdosa. Este hecho se debe probablemente a que al encontrarse alterada la policromía anterior a base de azurita, virando al tono de la malaquita, se identificara como un color verde e intentasen reproducir un tono similar (Fig. 188).

Por otro lado, los pigmentos empleados para retocar el **fondo** de la decoración epigráfica, se compone de una mezcla de bermellón, rojo de plomo, óxidos de hierro y aluminosilicatos. Aplicando la teoría de la química, el bermellón (HgS) es incompatible con aquellos pigmentos

que contienen plomo como el rojo de Plomo ( $PbO_4$ ), ya que reaccionan y forma un nuevo compuesto de color negro: sulfuro de plomo ( $PbS$ ). En este caso, como se puede apreciar en este estrato, esta reacción no se ha producido. El motivo de ello es por el empleo de aceite de linaza como aglutinante, ya que este fenómeno es muy difícil que se produzca con técnicas oleosas dado que el aceite actúa como película impermeable de las partículas (Matteini y Moles, 2008, p.48; Gettens, Feller, Chase, 1972, p. 45-69).

A través de la identificación de estos estratos comprobamos que hasta la fecha en la que se ejecutó esta intervención, el tipo de caligrafía y contenido textual de la decoración epigráfica se debió seguir respetando, ya que coinciden el color de los estratos y su disposición.

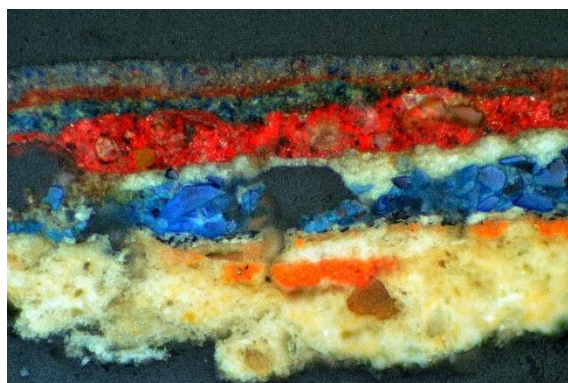
- **Tercera intervención**

Finalmente identificamos una última intervención también correspondiente al siglo XIX en la que se ha podido constatar aún más a través del análisis de muestras que el texto epigráfico actual es distinto al dispuesto con anterioridad.

La policromía de la epigráfica actual está compuesta por una **capa de preparación** a base de carbonato cálcico, blanco de plomo y trazas de óxido de hierro y aluminosilicatos. Esta capa no aparece de forma generalizada en todas las muestras, sino que solamente la aplicaron en determinadas zonas, posiblemente en aquellas que presentasen mayor deterioro y fuese necesario nivelar la superficie (Fig. 189 y 190). Este hecho justifica por qué hay zonas de esta tabla del friso que en las que se puede apreciar la epigrafía inferior, correspondiéndose a zonas sin preparación, y zonas en la que ocurre lo contrario debido a que cuentan con capa de preparación.



*Figura 189. Muestra donde se aprecia capa de preparación aplicada en la última intervención.  
Muestra PD.M.93. MOP 20X*



*Figura 190. Muestra sin aplicación de capa de preparación en la última intervención.  
Muestra PD.M.142. MOP 20X*

El siguiente estrato, de color rojo, corresponde al **fondo** de toda la **epigrafía**. Está compuesto por rojo de plomo, bermellón, óxidos de hierro y aluminosilicatos, que se aplica de forma generalizada. En cuanto al color de la **caligrafía**, es azul preparado con la mezcla de pigmento de ultramar sintético, blanco de plomo y carbonato cálcico generalmente, con pinceladas de blanco de plomo en algunas zonas y azul de tonalidad más grisácea conseguido con la adición de negro orgánico para dar efecto de relieve.

El conjunto epigráfico actual se encuentra inserto en una **cartela** de color verde obtenido a partir de una mezcla de verde de cromo, azul de Prusia, óxidos de hierro, aluminosilicatos y blanco de bario, perfilada con una línea intermedia a base de blanco de plomo. Además, el texto epigráfico

aparece alternado con **emblemas heráldicos** también inscritos en cartelas. Estos emblemas aparecen representados sobre fondo blanco a base de blanco de plomo, carbonato cálcico y aluminosilicatos, sobre los que se representan los diferentes motivos utilizados. En todos ellos se identifican tonos ocres compuestos por rojo de plomo, óxidos de hierro y aluminosilicatos, negros orgánicos mezclados con carbonato cálcico y óxidos de hierro para aportarle estabilidad, y azules a base de ultramar y blanco de plomo.

	PD.M.126	PD.M.128	PD.M.137	PD.M.136	PD.M.141	PD.M.139	PD.M.138	PD.M.142	PD.M.140	PD.M.124B	PD.M.144	PD.M.132	PD.M.133	PD.M.131	PD.M.130	PD.M.135	
	Grafía	Grafía	Grafía	Grafía	Grafía	Grafía	Grafía	Grafía	Grafía	Cartela	Cartela	Cartela	Cartela	Cartela	Cartela	Cartela	
<b>3ª INTERVENCIÓN</b>																	
		Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos														Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos
	Ultramar + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Ultramar + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Ultramar + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Ultramar + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Ultramar + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Barita	Ultramar + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Barita	Ultramar + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Ultramar + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Ultramar + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Verde de Cromo + Prusia + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos + Óxido de Hierro	Verde de Cromo + Ultramar + Prusia + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos + Óxido de Hierro	Verde de Cromo + Prusia + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos + Óxido de Hierro + Amarillo de Cromo	Verde de Cromo + Ultramar + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos + Óxido de Hierro	Verde de Cromo + Ultramar + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos + Óxido de Hierro + Amarillo de Cromo	Verde de Cromo + Ultramar + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos + Óxido de Hierro	Verde de Cromo + Ultramar + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos + Óxido de Hierro	
	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos + Bermellón (tr.)	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos + Bermellón (tr.)	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos + Bermellón (tr.)	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos + Bermellón (tr.)	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos + Bermellón (tr.)	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos + Bermellón (tr.)	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos + Bermellón (tr.)	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos + Bermellón (tr.)	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos + Bermellón (tr.)
			Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro		Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro		Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro
<b>2ª INTERVENCIÓN</b>			Azurita industrial + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Prusia (tr.)	Azurita industrial + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Prusia (tr.)		Azurita industrial + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Prusia (tr.)		Blanco de Plomo + Ultramar + Carbonato cálcico		Blanco de Plomo + Ultramar + Carbonato cálcico		Azurita industrial + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Prusia (tr.)		Azurita industrial + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Prusia (tr.)		Prusia + Amarillo de Cromo + Ultramar + Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	Prusia + Amarillo de Cromo + Ultramar + Carbonato cálcico
								Bermellón + Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Bermellón + Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Bermellón + Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos							
<b>1ª INTERVENCIÓN</b>					Blanco de Plomo	Blanco de Plomo		Blanco de Plomo			Blanco de Plomo			Blanco de Plomo			Negro orgánico + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico
		Azurita natural + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos	Azurita natural + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos	Azurita natural + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos	Azurita natural + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Óxido de Hierro (tr.)	Azurita natural + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Óxido de Hierro (tr.)		Azurita natural + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Óxido de Hierro (tr.)			Azurita natural + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos			Azurita natural + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico			Azurita natural (ALTERADA) + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico
		Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Negro orgánico	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Negro orgánico	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Negro orgánico	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Negro orgánico	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Negro orgánico		Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Negro orgánico			Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Negro orgánico			Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Negro orgánico			Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Negro orgánico
		Rojo de Plomo	Rojo de Plomo	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo	Rojo de Plomo	Rojo de Plomo	Rojo de Plomo			Rojo de Plomo	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo	Rojo de Plomo		Rojo de Plomo
		Yeso + Blanco de Plomo	Yeso + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos	Yeso + Blanco de Plomo	Yeso + Blanco de Plomo	Yeso + Blanco de Plomo	Yeso + Blanco de Plomo	Yeso + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos	Yeso + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos	Yeso + Blanco de Plomo	Yeso + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos	Yeso + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos	Yeso + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos	Yeso + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos	Yeso + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos	Yeso + Blanco de Plomo	Yeso + Blanco de Plomo
<b>POLICROMÍA ORIGINAL</b>																	
	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos + Carbonato cálcico																
Madera																Madera	

**AUTOR:** Ana Cristina Coba Peña

**CORRELACIÓN:**  
1a

**LOCALIZACIÓN:**  
Muro: Sur-Este

**MÓDULO:**  
6-7

**DESCRIPCIÓN:** Correlación de estratos de las muestras pertenecientes a la tabla con decoración epigráfica del friso e intervenciones identificadas.





	PD.M.134	PD.M.95	PD.M.93	PD.M.123	PD.M.129	PD.M.124 A	PD.M.89	PD.M.21	PD.M.122	PD.M.121	PD.M.173	PD.M.88	PD.M.92	PD.M.159	PD.M.94	PD.M.90	
	Fondo	Fondo	Fondo	Fondo	Fondo	Fondo	Fondo	Fondo	Fondo	Fondo	Fondo	Escudo	Escudo	Escudo	Escudo	Escudo	
<b>3ª INTERVENCIÓN</b>																	Negro orgánico + Ultramar (tr.) + Óxido de Hierro (tr.) + Aluminosilicatos
												Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos				Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos
												Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos	Blanco de Plomo + Aluminosilicatos	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos	
	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos + Bermellón (tr.)	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos + Bermellón (tr.)	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos + Bermellón (tr.)	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos + Bermellón (tr.)	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos
	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro						Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro		Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro		Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro
<b>2ª INTERVENCIÓN</b>	Prusia + Amarillo de Cromo + Ultramar + Carbonato cálcico	Azurita industrial + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Prusia (tr.) + Ultramar (tr.)	Azurita industrial + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Prusia (tr.) + Ultramar (tr.)	Azurita industrial + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Óxido de Fe (tr.) + Aluminosilicatos	Azurita industrial + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Prusia (tr.)	Blanco de Plomo + Ultramar + Carbonato cálcico	Blanco de Plomo + Ultramar + Carbonato cálcico					Azurita industrial + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Prusia (tr.) + Ultramar (tr.)	Azurita industrial + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Prusia (tr.) + Ultramar (tr.)	Azurita industrial + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Prusia (tr.) + Ultramar (tr.)	Azurita industrial + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Prusia (tr.)		
						Bermellón + Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Bermellón + Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos										
<b>1ª INTERVENCIÓN</b>	Negro orgánico + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Blanco de Plomo		Blanco de Plomo	Blanco de Plomo						Blanco de Plomo	Blanco de Plomo		Blanco de Plomo			
	Azurita natural (ALTERADA) + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Azurita natural + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Óxido de Hierro (tr.)	Azurita natural + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Óxido de Hierro (tr.) + Aluminosilicatos	Azurita natural + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Óxido de Hierro	Azurita natural	Azurita natural + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Óxido de Hierro (tr.)	Azurita natural + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Óxido de Hierro (tr.)	Azurita natural + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Óxido de Hierro (tr.)	Azurita natural + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos	Azurita natural + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos	Azurita natural + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos	Azurita natural + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Óxido de Hierro (tr.) + Aluminosilicatos	Azurita + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Óxido de Hierro (tr.)	Azurita natural			
	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Negro orgánico	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Negro orgánico	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Negro orgánico	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Negro orgánico	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Negro orgánico			Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Negro orgánico	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Negro orgánico	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Negro orgánico	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Negro orgánico	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Negro orgánico	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Negro orgánico	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Negro orgánico	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Negro orgánico	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Negro orgánico	
	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro	Rojo de Plomo	Rojo de Plomo	Rojo de Plomo	Rojo de Plomo			Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro	Rojo de Plomo		Rojo de Plomo + Óxido de Hierro	Rojo de Plomo	Rojo de Plomo	
	Yeso + Blanco de Plomo		Yeso + Blanco de Plomo	Yeso + Blanco de Plomo				Yeso + Blanco de Plomo		Yeso + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos	Yeso + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos	Yeso + Blanco de Plomo	Yeso + Blanco de Plomo	Yeso + Blanco de Plomo	Yeso + Blanco de Plomo	Yeso + Blanco de Plomo	Yeso + Blanco de Plomo
<b>POLICROMÍA ORIGINAL</b>	Silicato + Carbonato cálcico + Cinabrio	Silicato + Carbonato cálcico + Cinabrio	Silicato + Carbonato cálcico + Cinabrio	Silicato + Carbonato cálcico + Cinabrio	Silicato + Carbonato cálcico + Cinabrio				Silicato + Carbonato cálcico + Cinabrio			Silicato + Carbonato cálcico + Cinabrio		Silicato + Carbonato cálcico + Cinabrio			
	Yeso con grano fino + Aluminosilicatos + Blanco de Plomo	Yeso con grano fino + Aluminosilicatos + Blanco de Plomo	Yeso con grano fino + Aluminosilicatos + Blanco de Plomo	Yeso con grano fino + Aluminosilicatos + Blanco de Plomo	Yeso con grano fino + Aluminosilicatos + Blanco de Plomo				Yeso con grano fino + Aluminosilicatos + Blanco de Plomo			Yeso con grano fino + Aluminosilicatos + Blanco de Plomo		Yeso con grano fino + Aluminosilicatos + Blanco de Plomo			
	Yeso con grano grueso + Aluminosilicatos + Blanco de Plomo	Yeso con grano grueso + Aluminosilicatos + Blanco de Plomo		Yeso con grano grueso + Aluminosilicatos + Blanco de Plomo	Yeso con grano grueso + Aluminosilicatos + Blanco de Plomo							Yeso con grano grueso + Aluminosilicatos + Blanco de Plomo		Yeso con grano grueso + Aluminosilicatos + Blanco de Plomo			

**AUTOR:** Ana Cristina Coba Peña

**CORRELACIÓN:**  
1b

**LOCALIZACIÓN:**  
Muro: Sur-Este

**MÓDULO:**  
6-7

**DESCRIPCIÓN:** Correlación de estratos de las muestras pertenecientes a la tabla con decoración epigráfica del friso e intervenciones identificadas.





TABLA PRINCIPAL INFERIOR CON DECORACIÓN HERÁLDICA



TABLAS POSIBLEMENTE ORIGINALES

	PALMETAS GRANDES	PALMETAS PEQUEÑAS			PIÑA	PERLADO DE CARTELA	CARTELA LOBULADA
3ª INTERVENCIÓN	Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos + Blanco de Plomo			Negro orgánico + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos (tr.) + Óxido de Hierro (tr.) + Rojo de Plomo (tr.) + Ultramar (tr.)			
	Negro orgánico		Verde de Cromo + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos + Carbonato cálcico + Barita	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Ultramar (tr.) + Óxido de Hierro (tr.)		Negro orgánico + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos	Carbonato cálcico + Óxido de Hierro (tr.) + Aluminosilicatos + Blanco de Plomo + Ultramar (tr.)
	Óxido de Hierro + Cuarzo + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Rojo de Plomo (tr.) + Aluminosilicatos			Ultramar + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Óxido de Hierro (tr.)	Blanco de Plomo + Carbonato Cálcico + Aluminosilicatos + Óxido de Hierro (tr.) + Negro orgánico (tr.)	Verde de Cromo + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos + Prusia + Carbonato cálcico
	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Aluminosilicatos	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Ultramar (tr.) + Aluminosilicatos			Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Ultramar (tr.) + Aluminosilicatos		Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos + Rojo de Plomo + Ultramar (tr.)
2ª INTERVENCIÓN	Negro orgánico	Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Rojo de Plomo (tr.) + Bermellón (tr.) + Negro de hueso (tr.)			Ultramar + Blanco de Plomo + Óxido de hierro (tr.)	Negro orgánico + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Prusia + Amarillo de Cromo + Carbonato cálcico + Blanco de Plomo
	Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Rojo de Plomo (tr.) + Bermellón (tr.)						
	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo				Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo
1ª INTERVENCIÓN	Aceite				Azurita + Óxido de Hierro (tr.)	Blanco de Plomo	Aceite
	Negro orgánico						Malaquita + Blanco de Plomo
	Oropimente + Carbonato Cálcico				Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Negro orgánico	Negro orgánico + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Negro orgánico
	Yeso				Yeso + Blanco de Plomo	Yeso + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos	Yeso + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos
POLICROMÍA ORIGINAL		Blanco de Plomo					
	Plata	Negro orgánico + Negro de hueso				Negro orgánico + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	
		Cinabrio					Cinabrio
	Bol rojo	Rojo de Plomo					Rojo de Plomo
	Yeso	Yeso con grano grueso + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos				Yeso + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos	Yeso + Blanco de Plomo
							Madera

TABLA PRINCIPAL INFERIOR CON DECORACIÓN HERÁLDICA



TABLAS POSIBLEMENTE ORIGINALES

	ESCUDO DE LA BANDA			ESCUDO DE CASTILLA		ESCUDO DE LEÓN	
	Fondo escudo	Banda	Fondo emblema	Fondo castillo	Castillo	León	Fondo león
3ª INTERVENCIÓN		Negro orgánico + Óxido de Plomo + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos + Óxido de Hierro			Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Ultramar (tr.) + Aluminosilicatos		Negro orgánico + Óxido de Plomo + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos + Óxido de Hierro
			Ultramar + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Óxido de Hierro (tr.)			Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	
	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico			Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Rojo de Plomo + Aluminosilicatos			Blanco de Plomo + Carbonato cálcico
			Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Ultramar (tr.) + Aluminosilicatos		Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Aluminosilicatos		Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Ultramar (tr.) + Aluminosilicatos
2ª INTERVENCIÓN		Carbonato cálcico + Blanco de Plomo				Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	
			Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Rojo de Plomo (tr.) + Bermellón (tr.) + Negro de hueso (tr.)		Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Rojo de Plomo (tr.) + Bermellón (tr.) + Negro de hueso (tr.)		Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Rojo de Plomo (tr.) + Bermellón (tr.) + Negro de hueso (tr.)
		Carbonato cálcico + Blanco de Plomo		Carbonato cálcico + Blanco de Plomo		Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo
1ª INTERVENCIÓN		Negro orgánico + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico		Negro orgánico + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico		Negro orgánico + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	
			Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos + Cinabrio/Bermellón		Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos + Oropimente + Cinabrio/Bermellón		Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos + Oropimente + Cinabrio/Bermellón
		Yeso + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos		Yeso + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos		Yeso + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos	Yeso + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos
POLICROMÍA ORIGINAL							
					Cinabrio		
					Rojo de Plomo		
		Yeso con grano grueso + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos		Yeso			

TABLA PRINCIPAL INFERIOR CON DECORACIÓN HERÁLDICA

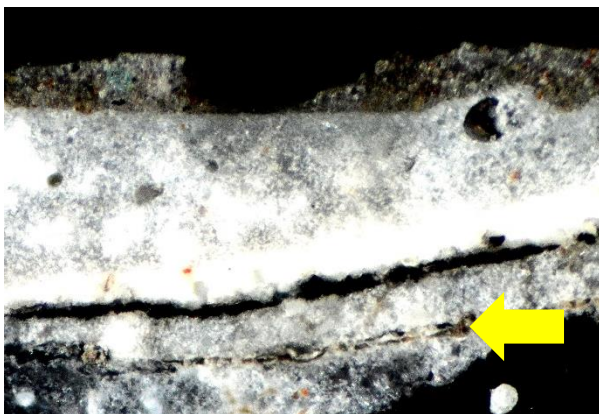


TABLAS REPUESTAS									
	ESCUDO DE CASTILLA		ESCUDO DE LEÓN		ESCUDO DE LA BANDA			PIÑA	PALMAS PEQUEÑAS
	Castillo	Fondo castillo	León	Fondo león	Fondo emblema	Fondo escudo	Banda		
INTERVENCIÓN ÚNICA	Negro orgánico + Óxido de Plomo + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos + Óxido de Hierro		Negro orgánico + Óxido de Plomo + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos + Óxido de Hierro						Negro orgánico + Óxido de Plomo + Carbonato cálcico + Bermellón (tr.)
	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Aluminosilicatos		Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos				Negro orgánico + Óxido de Plomo + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos + Óxido de Hierro + Ultramar (tr.)		Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Ultramar (tr.) + Óxido de Hierro (tr.)
	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos		Blanco de Plomo + Carbonato cálcico		Ultramar + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Óxido de Hierro (tr.)	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico		Carbonato cálcico + Ultramar + Prusia + Negro de hueso (tr.) + Óxido de hierro (tr.)	Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos + Blanco de Plomo + Ultramar (tr.) + Bermellón (tr.) + Verde de Cromo
	Carbonato cálcico + Óxido de hierro + Aluminosilicatos + Rojo de Plomo + Amarillo de Cromo								
								Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Aluminosilicatos	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Aluminosilicatos

Por los estratos identificados se puede constatar que esta parte del friso en sus inicios, se encontraba decorada con un acabado metálico de plata combinado con policromía roja, negra y blanca aplicada sobre una preparación compuesta por yeso, blanco de plomo y aluminosilicatos.

El acabado con plata, aplicada sobre una capa de bol rojo, lo encontramos en los estratos más profundos del motivo de **palmetas de mayor tamaño**, por lo que intuimos que en su origen todas ellas presentarían un aspecto plateado.

Los estratos de color rojo, negro y blanco se localizan en las muestras correspondientes a las **palmetas de menor tamaño** situadas alrededor de los emblemas heráldicos. La policromía de color rojo, está realizada con cinabrio aplicado sobre una capa de rojo de plomo, esta casuística es muy habitual y se hacía con la finalidad de proporcionarle un color más intenso al cinabrio con una economía de medios considerable. Los estratos de color negro y blanco localizados de forma consecutiva, están realizados con negro orgánico y blanco de plomo respectivamente. En este motivo decorativo, posiblemente el color rojo equivaldría al color de fondo, y el negro y blanco al dibujo de las palmetas.



*Figura 191. Muestra donde se aprecia capa de plata en los estratos más profundos. Muestra PD.M.108. MOP 20X*

En la zona de la **cartela lobulada** que enmarca la decoración de los escudos encontramos en este nivel que la zona de perlado conserva estratos de color negro en las capas más profundas realizado con negro orgánico, blanco de plomo y carbonato cálcico. Sin embargo también encontramos plata en una de las muestras (PD.M.108) aplicada sin preparación (Fig. 191). Este hecho puede deberse posiblemente a una contaminación de la zona de las palmetas grandes ya que se encuentran ambos motivos situados de forma colindante. En cuanto a la zona lisa

de dicha cartela, en las muestras tomadas apreciamos que los estratos más profundos presentan un color distinto al actual. Se trata de estratos de rojo de plomo sobre el que se aplica un estrato de cinabrio, tal y como ocurre en la zona de las palmetas pequeñas. Esta situación puede justificarse desde tres puntos de vista: que la cartela presentase la misma policromía que las palmetas pequeñas, que se trate de una contaminación tras haberse realizado la policromía de dichas palmetas, o bien que aplicasen estos estratos forma generalizada en ambos motivos (cartela y palmetas pequeñas) y que los estratos correspondientes a la zona de la cartela se hayan perdido a causa del deterioro y los sucesivos repolicromados.

Finalmente, las muestras analizadas procedentes de los **emblemas heráldicos**, en los estratos más profundos encontramos con la misma casuística que en la zona lisa de la cartela. Se detectan estratos de rojo de plomo y cinabrio, por lo que podemos justificar este hecho con las mismas teorías expuestas en el caso anterior.

- **Primera intervención**

Tras la policromía considerada como original, hayamos una primera intervención de repolicromado realizada sobre una **capa de preparación** similar a la anterior a base de yeso, blanco de plomo y aluminosilicatos. Las zonas donde encontramos estratos referentes a esta

intervención corresponden a las palmetas grandes, las piñas, la cartela y los escudos heráldicos. En el resto de localizaciones, como son las palmetas pequeñas no se identifican estratos que se puedan atribuir a esta intervención, bien porque no se realizase repolicromado en esa zona concreta o bien porque se hayan perdido con el transcurso del tiempo.

Las **palmas de mayor tamaño**, en esta ocasión y a diferencia de la policromía considerada original, son de un color amarillo realizado con una mezcla de oropimente, carbonato cálcico y trazas de óxido de hierro. Seguidamente, aparece de forma ocasional un estrato superpuesto a base de negro orgánico que puede atribuirse al dibujo de la palma o a toques realizado para recrear un efecto de volumen en la misma.

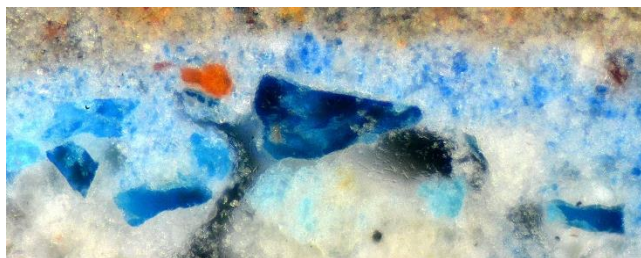


Figura 192. Detalle de azurita natural. Muestra PD.M.113.

MOP 20X

En el caso de las **piñas**, actualmente de color azul actualmente, comprobamos que en esta intervención son policromadas con azurita natural dado el tamaño y morfología de sus granos (Fig. 192). Dicha azurita es aplicada sobre una capa de carbonato cálcico, blanco de plomo y negro orgánico, que puede corresponder con una capa preparatoria. Ambos estratos se

encuentran muy disgregados, apareciendo entremezclados con los estratos de la intervención sucesiva.

Ese mismo estrato de tonalidad gris, lo encontramos en la zona de la **cartela lobulada** con color liso, en esta intervención si encontramos color verde conseguido a partir de la aplicación de malaquita y blanco de plomo. El **perlado** que acompaña a la cartela, sigue manteniendo el mismo sistema de policromado con negro orgánico, blanco de plomo y carbonato cálcico en la zona negra, y blanco de plomo en el caso de la zona blanca.

Referente a los **escudos heráldicos**, llama la atención que en los tres tipos de emblemas: escudo de Castilla, escudo de León y escudo de la Banda, los estratos en este nivel son idénticos lo que puede significar que probablemente el motivo decorativo que se situaba en la zona romboidal del friso fuese el mismo en todos los casos y por tanto diferente al que observamos actualmente. Se trata de un estrato rojo a base de rojo de plomo, óxidos de hierro, aluminosilicatos, cinabrio/bermellón y oropimente, estos dos últimos en forma de trazas puntuales. Sobre este estrato rojo, identificamos un estrato negro a base de negro orgánico, blanco de plomo y carbonato cálcico. Probablemente, el color rojo se corresponde con el color de fondo del motivo y el negro al dibujo realizado de forma superpuesta.

Hay que destacar la aplicación de una capa de aceite identificada en esta intervención, detectada en sobre los estratos de malaquita y oropimente (Fig. 193). Probablemente, se aplicara a modo de barniz con la intención de proteger la policromía y aportar brillo.

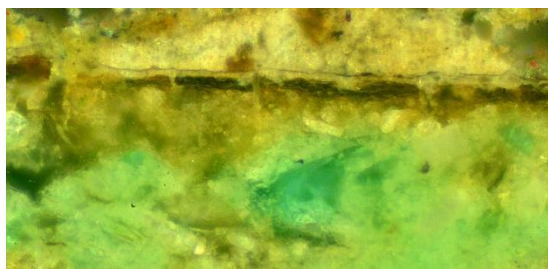


Figura 193. Detalle de capa de aceite aplicada sobre estrato de malaquita y carbonato cálcico. Muestra PD.M.109. MOP 20X



- **Segunda intervención**

Seguidamente, encontramos otra intervención que se puede datar en el siglo XIX por la cronología de los materiales empleados. Se trata de una intervención realizada sobre una **capa de preparación** a base de carbonato cálcico y blanco de plomo aplicada de forma generalizada, a excepción de cuatro muestras puntuales en las que no aparece bien porque no se ha identificado.

Es reseñable en esta intervención el empleo de una misma mezcla de pigmentos compuesta por carbonato cálcico, óxido de hierro, rojo de plomo, bermellón y trazas de negro de hueso. Su aplicación abarca los motivos decorativos de las **palmetas grandes, palmetas pequeñas y emblemas heráldicos**. A pesar de que el color rojo se asemeja al color de los estratos de la intervención anterior, el hecho de utilizar un mismo material policromo aportaría un carácter monocromo a todos estos motivos. Este estrato correspondería a retoques de color de fondo de los elementos decorativos mencionados y los estratos que aparecen de forma conjunta a base de negro orgánico y blanco de plomo mezclado con carbonato cálcico se corresponderían con el dibujo superpuesto.

En la zona de la **cartela lobulada**, el perlado blanco y negro fue realizado con los mismos materiales: blanco de plomo y carbonato cálcico para el caso del blanco y negro orgánico para el caso del negro. En la zona lisa, se mantiene también el color verde pero esta vez realizado con pigmentos de carácter industrial como son el Prusia y el amarillo de cromo mezclados con blanco de plomo y carbonato cálcico.

Los elementos decorativos basados en la representación de **piñas**, se policroman en esta intervención respetando el color, utilizando para ello azul ultramar mezclado con carbonato cálcico principalmente.

Posiblemente, en esta intervención se hicieran solo retoques puntuales realizados por un lado con una misma mezcla de pigmentos en la zona de las palmetas y de los emblemas heráldicos, y por otro lado empleando una mezcla de tonalidad verde para la zona de la cartela.

- **Tercera intervención**

La última intervención identificada en esta zona del friso, igual que la anterior, correspondería por cronología de los materiales empleados al siglo XIX.

Se trata de una intervención en la que emplearon una **capa de preparación** a base de carbonato cálcico, blanco de plomo, óxido de hierro, aluminosilicatos y trazas de azul ultramar. Esta capa fue aplicada de forma puntual, con la intención de actuar posiblemente como capa de nivelación de la superficie a repolicromar. Hay que destacar que esta capa es igual en todas las muestras a excepción de tres (PD.M.112, PD.M.160 Y PD.M.165) en la que presenta más cantidad de óxidos de hierro en la matriz y un tamaño de grano mayor (Fig. 194). Estas muestras corresponden con las tablas situadas en el paramento sur mientras que el resto con el paramento este, lo que podría indicar que se realizó en un momento u operario distinto, de ahí la diferencia.



Figura 194. Detalle de capa de preparación con matriz distinta correspondiente a las muestras tomadas en el paramento sur. Muestras (en orden de imágenes MOP) PD.M.112, PD.M.160, PD.M.165.

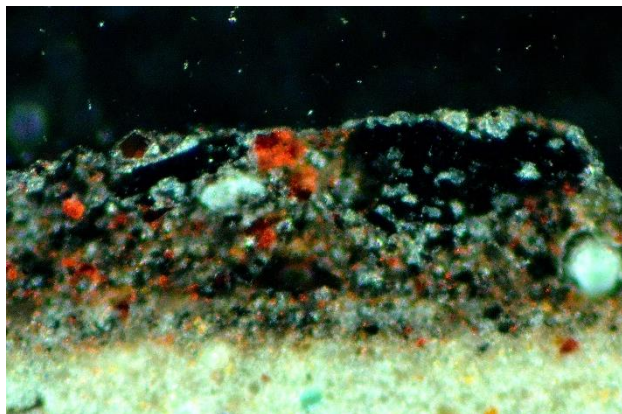
En cuanto a la policromía, la zona de las **palmetas grandes** presenta un color de fondo rojo compuesto por óxido de hierro, blanco de plomo y carbonato cálcico principalmente, sobre el que realizan las palmas con una mezcla de color ocre con la misma composición que el estrato de fondo solo que variando la proporción de los pigmentos.

Las **palmetas pequeñas** presenta el mismo color de fondo que las palmetas grandes, solo que en este caso el motivo de las palmetas se realiza con color gris conseguido con la mezcla de blanco de plomo, carbonato cálcico y trazas de ultramar junto con óxidos de hierro; color verde a base de verde de cromo, blanco de plomo, aluminosilicatos y carbonato cálcico; y finalmente negro compuesto por negro orgánico, carbonato cálcico y trazas de óxido de hierro, ultramar y rojo de plomo.

Las **piñas** se repolicroman en esta intervención con azul ultramar y blanco de plomo principalmente. En lo que respecta a la **cartela**, el perlado se mantiene igual empleando blanco de plomo y carbonato cálcico principalmente para las zonas de color blanco, y negro orgánico, blanco de plomo y carbonato cálcico para las zonas de color negro. La zona lisa de color verde de dicha cartela, se realiza en esta ocasión combinando verde de cromo, blanco de plomo, azul de Prusia, carbonato cálcico y aluminosilicatos. Los retoques más claros que presenta esta zona, a modo de detalle, se realizan aplicando una mezcla de carbonato cálcico, blanco de plomo y trazas de ultramar y óxidos de hierro.

Los diferentes emblemas heráldicos que se encuentran representados actualmente, son fruto de esta intervención, tal y como hemos podido constatar a través de la comparación con los estratos identificados en las intervenciones anteriores en esta zona.

El **escudo de la Banda** presenta el fondo del emblema a base de azul ultramar, blanco de plomo, carbonato cálcico y trazas de óxido de hierro, fondo del escudo se realizó con blanco de plomo principalmente con trazas de carbonato cálcico, y finalmente la banda y líneas de contorno con una mezcla de negro orgánico junto con óxido de plomo principalmente, carbonato cálcico y trazas de óxido de hierro y aluminosilicatos (Fig. 195).



*Figura 195. Detalle del estrato negro correspondiente a la zona de la banda, compuesta por negro de plomo, carbonato cálcico y óxidos de hierro.*

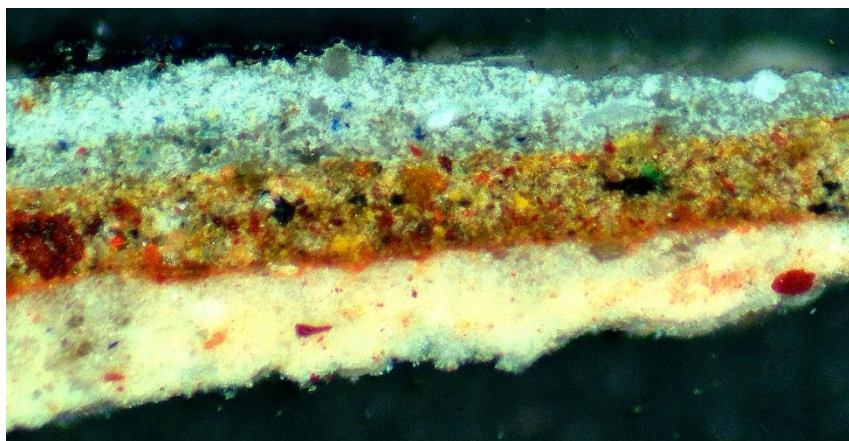
*Muestra PD.M.155. MOP 20X*

El **escudo de Castilla** presenta un color de fondo rojo preparado a partir de la mezcla de carbonato cálcico, óxido de hierro, rojo de plomo y aluminosilicatos, sobre el que se representa el castillo en tono gris conseguido a partir de la combinación de carbonato cálcico, blanco de plomo y trazas de óxido de hierro, azul ultramar y aluminosilicatos.

El **escudo de León** presenta un fondo blanco a base de blanco de plomo y carbonato cálcico y la figura del león realizada con negro de plomo descrito anteriormente junto con carbonato cálcico, óxido de hierro y aluminosilicatos.

Como indicábamos anteriormente, esta zona del friso presenta dos tipos de tablas, las posiblemente originales que acabamos de describir y unas tablas pertenecientes a una reposición. Estas tablas repuestas presentan una sola intervención que hemos atribuido a la última realizada en las tablas que presentan restos de policromía original, ya que las peculiaridades que presentan los estratos de ambos niveles son similares.

La policromía de estas **tablas repuestas** parte de una **capa de preparación** a base de carbonato cálcico, blanco de plomo, trazas de óxidos de hierro y aluminosilicatos, al igual que en las tablas originales. Sobre esta capa de preparación se identifica un estrato de color rojo aplicado sobre toda la superficie de la tabla actuando como **fondo** de la mayor parte de los elementos decorativos y sobre el mismo, se definen los motivos correspondientes a cada zona. Este estrato rojo se compone de carbonato cálcico, óxido de hierro, aluminosilicatos, rojo de plomo y trazas de amarillo de cromo (Fig. 196).



*Figura 196. Detalle del estrato rojo aplicado en las tablas repuestas de forma generalizada y sobre el que se realizan los motivos decorativos.*

*Muestra PD.M.167. MOP 20X*

En cuanto a los escudos, la composición de la policromía es prácticamente la misma que en las tablas con policromía original. El **escudo de la Banda** presenta un color azul de fondo del emblema a base de azul ultramar, blanco de plomo y carbonato cálcico; blanco de plomo para el fondo del escudo y negro de plomo junto con carbonato cálcico y aluminosilicatos para la zona de la banda y contorno del escudo.

El **escudo de Castilla** se compone de un color rojo de fondo preparado con la mezcla de rojo de plomo, óxido de hierro y aluminosilicatos. La representación de la figura del castillo se realiza con blanco de plomo y carbonato cálcico contorneado con negro de plomo, carbonato cálcico y aluminosilicatos.

Por último, el **escudo de León**, igual que en la otra tipología de tablas, presenta un fondo blanco compuesto por blanco de plomo y carbonato cálcico sobre el que se representa la figura del león por medio de una mezcla de óxidos de hierro, rojo de plomo y aluminosilicatos junto con negro de plomo para los contornos.

Otros elementos decorativos, como las palmetas pequeñas o las piñas, utilizan la capa de fondo descrito como color de fondo en su composición. En la policromía de las **piñas**, se utiliza azul ultramar, azul de Prusia, carbonato cálcico y trazas de óxido de hierro y negro de hueso. En cuanto a las **palmetas pequeñas**, utilizan la combinación de verde de cromo carbonato cálcico, óxido de hierro, aluminosilicatos, blanco de plomo y trazas de azul ultramar y bermellón para conseguir la tonalidad verde; blanco de plomo y carbonato cálcico para el blanco; y negro orgánico junto con oxido de plomo y carbonato cálcico para la tonalidad negra.

**TABLAS POSIBLEMENTE ORIGINALES**

	PALMETAS GRANDES					PALMETAS PEQUEÑAS			PIÑA	PERLADO	CARTELA LOBULADA					ESCUDO DE LA BANDA					ESCUDO DE CASTILLA		ESCUDO DE LEÓN										
	PD.M.148	PD.M.150	PD.M.151	PD.M.147	PD.M.153	PD.M.169	PD.M.166	PD.M.168	PD.M.113	PD.M.107	PD.M.108	PD.M.170	PD.M.109	PD.M.110	PD.M.112 (SUR)	PD.M.160 (SUR)	PD.M.54 (2015)	PD.M.162	PD.M.165 (SUR)	PD.M.53 (2015)	PD.M.55 (2015)	PD.M.164	PD.M.43 (2015)	PD.M.42.O (2015)	PD.M.49 (2015)	PD.M.155	PD.M.156	PD.M.50 (2015)					
	Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos + Blanco de Plomo	Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos + Blanco de Plomo	Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos + Blanco de Plomo	Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos + Blanco de Plomo + Ultramar (tr.)	Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos + Blanco de Plomo + Ultramar (tr.) + Berrmelón (tr.)			Negro orgánico + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos (tr.) + Óxido de Hierro (tr.) + Rojo de Plomo (tr.) + Ultramar (tr.)								Carbonato cálcico + Óxido de Hierro (tr.) + Aluminosilicatos + Ultramar (tr.)			Negro Orgánico + Óxido de Plomo + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos + Óxido de Hierro	Negro Orgánico + Óxido de Plomo + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos	Negro Orgánico + Óxido de Plomo + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos												
<b>3ª INTERVENCIÓN</b>			Negro orgánico			Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos + Ultramar (tr.)	Verde de Cromo + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Barita	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Óxido de Hierro (tr.)			Negro orgánico + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos				Carbonato cálcico + Óxido de Hierro (tr.) + Aluminosilicatos + Ultramar (tr.)	Blanco de Plomo			Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Aluminosilicatos	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Ultramar (tr.) + Aluminosilicatos					Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Ultramar (tr.) + Aluminosilicatos				Negro orgánico + Óxido de Hierro + Carbonato cálcico	Negro Orgánico + Óxido de Plomo + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos + Óxido de Hierro			
	Óxido de Hierro + Cuarzo + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico		Óxido de Hierro + Cuarzo + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Óxido de Hierro + Cuarzo + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico		Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Rojo de Plomo (tr.) + Aluminosilicatos	Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Rojo de Plomo (tr.) + Aluminosilicatos	Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Rojo de Plomo (tr.) + Aluminosilicatos	Ultramar + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Óxido de Hierro (tr.)	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos + Óxido de Hierro (tr.) + Negro orgánico (tr.)	Negro de hueso + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos + Barita	Verde de Cromo + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos + Prusia + Carbonato cálcico + Barita	Verde de Cromo + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos + Prusia + Carbonato cálcico + Barita	Verde de Cromo + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos + Prusia + Carbonato cálcico + Barita	Verde de Cromo + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos + Prusia + Carbonato cálcico	Ultramar + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Óxido de Hierro (tr.)	Blanco de Plomo			Ultramar + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Óxido de Hierro (tr.)	Ultramar + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Óxido de Hierro (tr.)					Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Rojo de Plomo + Aluminosilicatos	Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Rojo de Plomo + Aluminosilicatos			Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico
								Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Ultramar (tr.) + Aluminosilicatos	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Ultramar (tr.) + Aluminosilicatos	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Ultramar (tr.) + Aluminosilicatos					Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos + Rojo de Plomo + Ultramar (tr.)	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Ultramar (tr.) + Aluminosilicatos	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Ultramar (tr.) + Aluminosilicatos			Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Ultramar (tr.) + Aluminosilicatos	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Ultramar (tr.) + Aluminosilicatos					Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Ultramar (tr.) + Aluminosilicatos	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Ultramar (tr.) + Aluminosilicatos	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Ultramar (tr.) + Aluminosilicatos	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Ultramar (tr.) + Aluminosilicatos	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Ultramar (tr.) + Aluminosilicatos	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Ultramar (tr.) + Aluminosilicatos	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Ultramar (tr.) + Aluminosilicatos	
																Carbonato cálcico	Carbonato cálcico																Carbonato cálcico + Blanco de Plomo
<b>2ª INTERVENCIÓN</b>						Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Rojo de Plomo + Aluminosilicatos	Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Rojo de Plomo (tr.) + Berrmelón (tr.) + Negro de hueso (tr.)	Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Rojo de Plomo (tr.) + Ultramar (tr.) + Negro de Plomo + Óxido de Hierro (tr.)			Negro orgánico + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico				Prusia + Amarillo de Cromo + Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	Prusia + Amarillo y verde de Cromo + Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	Prusia + Amarillo de Cromo + Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Ultramar (tr.) + Aluminosilicatos	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Ultramar (tr.) + Aluminosilicatos	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Ultramar (tr.) + Aluminosilicatos	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Ultramar (tr.) + Aluminosilicatos	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Ultramar (tr.) + Aluminosilicatos					Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Rojo de Plomo (tr.) + Berrmelón (tr.) + Negro de hueso (tr.)	Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Rojo de Plomo (tr.) + Berrmelón (tr.) + Negro de hueso (tr.)	Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Rojo de Plomo (tr.) + Berrmelón (tr.) + Negro de hueso (tr.)	Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Rojo de Plomo (tr.) + Berrmelón (tr.) + Negro de hueso (tr.)	Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Rojo de Plomo (tr.) + Berrmelón (tr.) + Negro de hueso (tr.)	Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Rojo de Plomo (tr.) + Berrmelón (tr.) + Negro de hueso (tr.)	
	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo			Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo																	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	
<b>1ª INTERVENCIÓN</b>	Aceite	Aceite	Aceite						Azurita + Óxido de Hierro (tr.)																								
	Dropimente + Carbonato Cálcico	Dropimente + Carbonato Cálcico	Dropimente + Carbonato Cálcico	Dropimente + Carbonato Cálcico	Dropimente + Carbonato Cálcico + Óxido de Hierro (tr.)	Dropimente + Carbonato Cálcico + Óxido de Hierro (tr.)			Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Negro orgánico	Negro orgánico + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Negro orgánico + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico				Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Negro orgánico	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Negro orgánico																	
	Yeso	Yeso	Yeso	Yeso	Yeso				Yeso + Blanco de Plomo	Yeso + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos	Yeso + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos																						
<b>POLICROMÍA ORIGINAL</b>	Plata		Plata	Plata		Blanco de Plomo	Blanco de Plomo				Negro orgánico + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico																						
	Bol rojo			Bol rojo		Cinabrio	Cinabrio	Cinabrio																									
	Yeso con grano fino		Yeso	Yeso con grano fino	Yeso con grano fino	Yeso con grano grueso + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos	Yeso con grano grueso + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos			Yeso + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos	Yeso + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos	Yeso + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos	Yeso + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos	Yeso + Blanco de Plomo + Aluminosilicatos																			



## TABLAS REPUESTAS

	ESCUDO DE CASTILLA		ESCUDO DE LEÓN		ESCUDO DE LA BANDA			PIÑA	PALMETAS PEQUEÑAS
	Castillo	Fondo castillo	León	Fondo león	Fondo emblema	Fondo escudo	Banda		
	PD.M.61 (2015)	PD.M.60 (2015)	PD.M.65 (2015)	PD.M.64 (2015)	PD.M.66 (2015)	PD.M.67 (2015)	PD.M.68 (2015)		
<b>3ª INTERVENCIÓN</b>	Negro orgánico + Óxido de Plomo + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos + Óxido de Hierro		Negro orgánico + Óxido de Plomo + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos + Óxido de Hierro						Negro orgánico + Óxido de plomo + Carbonato cálcico + Bermellón (tr.)
	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Aluminosilicatos		Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos				Negro orgánico + Óxido de Plomo + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos + Óxido de Hierro + Ultramar (tr.)		Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Ultramar (tr.) + Óxido de Hierro (tr.)
	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Ultramar + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Óxido de Hierro (tr.)	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Carbonato cálcico + Ultramar + Prusia + Negro de hueso (tr.) + Óxido de hierro (tr.)	Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos + Blanco de Plomo + Ultramar (tr.) + Bermellón (tr.) + Verde de Cromo
	Carbonato cálcico + Óxido de hierro + Aluminosilicatos + Rojo de Plomo + Amarillo de Cromo	Carbonato cálcico + Óxido de hierro + Aluminosilicatos + Rojo de Plomo + Amarillo de Cromo	Carbonato cálcico + Óxido de hierro + Aluminosilicatos + Rojo de Plomo + Amarillo de Cromo	Carbonato cálcico + Óxido de hierro + Aluminosilicatos + Rojo de Plomo + Amarillo de Cromo	Carbonato cálcico + Óxido de hierro + Aluminosilicatos + Rojo de Plomo + Amarillo de Cromo	Carbonato cálcico + Óxido de hierro + Aluminosilicatos + Rojo de Plomo + Amarillo de Cromo	Carbonato cálcico + Óxido de hierro + Aluminosilicatos + Rojo de Plomo + Amarillo de Cromo	Carbonato cálcico + Óxido de hierro + Aluminosilicatos + Rojo de Plomo + Amarillo de Cromo	Carbonato cálcico + Óxido de hierro + Aluminosilicatos + Rojo de Plomo + Amarillo de Cromo
								Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Aluminosilicatos	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Aluminosilicatos
<b>2ª INTERVENCIÓN</b>									
<b>1ª INTERVENCIÓN</b>									
<b>POLICROMÍA ORIGINAL</b>									





TOCADURAS EN FORMA DE NACELA



TOCADURA EN NACELA VERDE CON ZIG-ZAG			
Zona de Nacela	Zona con decoración en zig-zag		
INTERVENCIÓN ÚNICA	Verde de Cromo + Ultramar + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos + Carbonato cálcico + Negro orgánico + Blanco de Bario	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	Negro orgánico + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos
	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos		
	Carbonato cálcico + Óxido de hierro + Aluminosilicatos + Bermellón (tr.)		

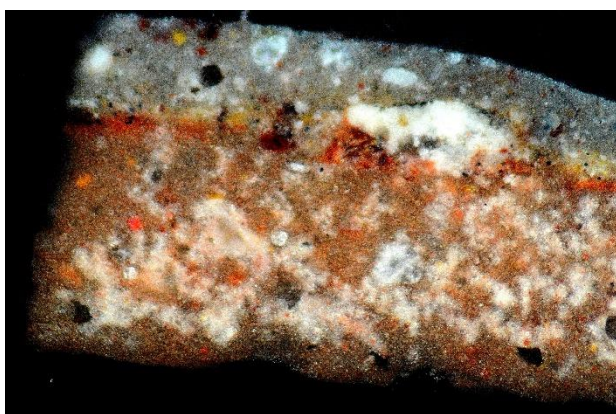


TOCADURA EN NACELA ROJA CON PUNTA DE FLECHA			
Zona de Nacela	Zona con decoración en punta de flecha		
2ª INTERVENCIÓN		Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Aluminosilicatos	Negro orgánico + Óxido de Plomo + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos
	Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Rojo de Plomo + Aluminosilicatos + Ultramar (tr.) + Negro de hueso (tr.)		
	Carbonato cálcico + Óxido de hierro + Aluminosilicatos + Ultramar (tr.) + Bermellón (tr.)		
1ª INTERVENCIÓN	Rojo de Plomo	Negro orgánico + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	
	Yeso + Blanco de Plomo		
POLICROMÍA ORIGINAL	Cinabrio + Rojo de Plomo		
	Aceite		
	Plata		
	Yeso con grano fino		
	Yeso con grano grueso		
	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos + Carbonato cálcico		

En cuanto a las dos tocaduras con forma de nacela, encontramos diferente número de intervenciones en cada una de ellas.

La tocadura situada bajo la tabla principal presenta una decoración lisa de color verde en la zona de nacela y una cenefa con decoración geométrica en forma de zig-zag en la parte superior alternando color blanco y negro. Tras el estudio de las muestras correspondientes a este elemento, se ha podido comprobar que consta de una sola policromía realizada en el siglo XIX datada por la cronología de los materiales identificados en ella. Este hecho puede deberse a que sea una tabla repuesta y policromada en este periodo; o bien porque sus policromías anteriores se hayan perdido con el paso del tiempo no quedando ningún resto.

Independientemente del motivo, está compuesta por una **capa de preparación** aplicada directamente sobre la madera a base de carbonato cálcico y blanco de plomo con trazas de óxidos de hierro, aluminosilicatos y bermellón. Seguidamente, aparece un estrato rojo que no es visible en ninguna de las zonas que forman la decoración de esta tocadura. El motivo de la existencia de este estrato posiblemente se deba a la ubicación colindante de esta tocadura con la tabla principal superior decorada con epigrafía. Recordamos que la última intervención de esta tabla consta de una preparación idéntica a la identificada en la tocadura, sobre la que se aplica una capa policroma de color rojo con las mismas características que este estrato



identificado. Esa capa que actúa de color de fondo del texto epigráfico, se aplicaría en toda la tabla. Por ello, consideramos que debió extenderse a la tocadura ya que ésta tiene un ancho relativamente pequeño por lo que no supondría un coste económico y de trabajo importante (Fig. 197).

*Figura 197. Muestra donde se aprecia el estrato rojo aplicado de forma generalizada en la tocadura. Muestra PD.M.97. MOP 20X*

Sobre el estrato rojo descrito, aparecen los correspondientes a la decoración visible actualmente. Por un lado encontramos un estrato verde equivalente a la zona con **decoración lisa en forma de nacela** que se compone por una combinación de pigmentos: el verde de cromo, blanco de bario, carbonato cálcico, óxidos de hierro, aluminosilicatos y trazas de negro orgánico y azul ultramar. En cuanto a la **zona decorada con zig-zag**, el estrato blanco está compuesto por blanco de plomo y carbonato cálcico, y el estrato negro por negro orgánico, carbonato cálcico y aluminosilicatos.

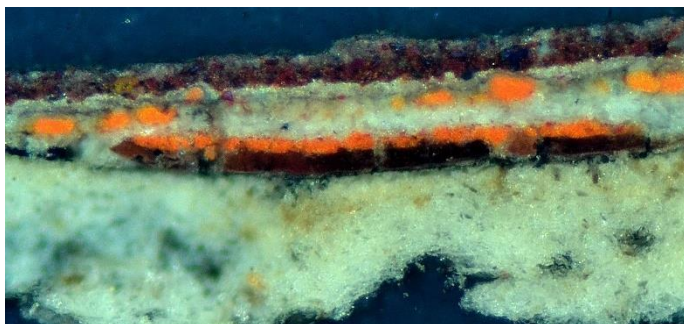
En la **tocadura** situada en la parte **inferior** de la otra tabla principal sí que encontramos restos de intervenciones anteriores así como estratos que se pueden considerar parte de la policromía original.

Se trata de una tocadura con decoración monocroma de color rojo en la zona de nacela y decoración geométrica con motivos con forma de punta de flecha alternando color blanco y negro en la zona superior de la misma.

- **Policromía original**

Como es lógico, los estratos considerados parte de la policromía original son los ubicados en la zona más profunda de las muestras. Al igual que ocurre en otras zonas del alfarje, como por ejemplo en la tabla principal con decoración epigráfica, encontramos un primer estrato compuesto por óxidos de hierro, rojo de plomo y aluminosilicatos que actúa como **preparación de la madera**, seguido de la **capa de preparación** de la policromía a base de sulfato cálcico distribuida en dos fases, una primera capa en la que el sulfato cálcico presenta mayor tamaño de grano y una segunda capa en la que el grano es mucho más pequeño y refinado.

Seguidamente aparece una capa de plata alterada por oxidación, se puede observar su coloración ennegrecida a través de microscopía óptica y la presencia de cloro y sulfuros identificado en el análisis mediante SEM-EDX, sobre la que se sitúa una capa de aceite a modo de corladura. Al identificarse este sistema de plateado tanto en la zona de nacela como bajo la zona de decoración en punta de flecha, suponemos que toda la tocadura estaría plateada. Acompañando a estos estratos, se sitúa uno último a base de cinabrio y rojo de plomo que



abarca únicamente la zona en forma de nacela (Fig. 198). Como se comentaba en casos anteriores, el uso combinado de estos dos pigmentos sin que se produzca una reacción negativa se debe al uso del aceite como aglutinante.

*Figura 198. Corte estratigráfico de la muestra PD.M.145 donde aparece plata en el conjunto de estratos más profundos. MOP 20X*

Este conjunto de estratos (plata, aceite y cinabrio con rojo de plomo) constituiría posiblemente la antigua e inicial decoración de la tocadura, a pesar de no ser común que en este tipo de elementos se utilice las capas metálicas para tal fin, pero en nuestro caso si es evidente la existencia de las mismas.

- **Primera intervención**

La intervención que se identifica posteriormente está constituida por dos estratos: una **capa de preparación** a base de blanco de plomo y sulfato cálcico, que actúa como color en los **motivos de punta de flecha**; un estrato negro compuesto por negro orgánico, blanco de plomo y carbonato cálcico que corresponde al color negro del mismo motivo; y finalmente un estrato de rojo de plomo que equivale a la **zona de la nacela**, respetando el mismo color por tanto de la policromía anterior considerada como original.

- **Segunda intervención**

Finalmente, la última intervención identificada está compuesta por una **capa de preparación** idéntica a la única presente en la otra tocadura, a base de carbonato cálcico, blanco de plomo y trazas de óxidos de hierro y aluminosilicatos que le aportan una tonalidad rosácea. Sobre ella aparece una capa generalizada de color roja compuesta por óxidos de hierro, rojo de plomo y aluminosilicatos que corresponde con el color rojo de la **nacela**. En cuanto a los estratos negro y blanco identificados, corresponden a la **decoración en forma de punta de flecha** de la zona

superior. El color blanco se consigue con el empleo de blanco de plomo con carbonato cálcico, y negro está compuesto por la mezcla de negro orgánico, aluminosilicatos, carbonato cálcico y un óxido de plomo con el fin de acelerar su secado.

	TOCADURA EN NACELA VERDE CON ZIG-ZAG					TOCADURA EN NACELA ROJA CON PUNTA DE FLECHA			
	Zona de Nacela	Zona con decoración en zig-zag				Zona de Nacela	Zona con decoración en punta de flecha		
	PD.M.102	PD.M.99	PD.M.97	PD.M.100	PD.M.101	PD.M.145	PD.M.104	PD.M.106	PD.M.14B
<b>2º INTERVENCIÓN</b>									Blanco de Plomo + Carbonato cálcico
				Negro orgánico + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos			Óxido de Plomo + Negro orgánico + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos	Óxido de Plomo + Negro orgánico + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos	Óxido de Plomo + Negro orgánico + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos
	Verde de Cromo + Ultramar + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos + Carbonato cálcico + Negro orgánico	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Ultramar (tr.)		Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro (tr.) + Aluminosilicatos		
	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Rojo de Plomo + Ultramar (tr.) + Negro de hueso (tr.)	Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Rojo de Plomo + Ultramar (tr.) + Negro de hueso (tr.)	Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Rojo de Plomo + Aluminosilicatos	Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Rojo de Plomo + Aluminosilicatos
	Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos + Ultramar (tr.)	Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Bermellón (tr.)	Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Carbonato cálcico + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo		
<b>1º INTERVENCIÓN</b>						Rojo de Plomo		Negro orgánico + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Negro hueso + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico
						Yeso + Blanco de Plomo		Yeso + Blanco de Plomo	Yeso + Blanco de Plomo
<b>POLICROMÍA ORIGINAL</b>						Cinabrio + Rojo de Plomo			
						Aceite	Aceite		
						Plata	Plata		
						Yeso + Blanco de Plomo	Yeso con grano fino	Yeso con grano fino	Yeso con grano fino
							Yeso con grano grueso	Yeso con grano grueso	Yeso con grano grueso
							Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos + Carbonato cálcico		



## VII.2.2. Techo

### ESTRUCTURA PRINCIPAL



CAPITULO VII. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE MATERIALES

	ZAFATES DE COLOR AZUL	ALMENDRILLAS TRIANGULARES	CHELLAS			PIÑA DE MOCÁRABES
	Alfardón hexagonal Sino de ocho mutilado en ángulo recto Sino de ocho mutilado		Perlado de chella	Contorno de chella	Chella	
4ª INTERVENCIÓN	Blanco de Plomo + Negro orgánico + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos		Carbonato cálcico + Blanco de Plomo		Oro + Plata + Cobre	
	Ultramar + Prusia + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Ultramar + Prusia + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Ultramar + Prusia + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Ultramar + Prusia + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Amarillo de Cromo + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	
	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos (tr.) + Ultramar (tr.) + Prusia (tr.)	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	Blanco de Zinc + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	
3ª INTERVENCIÓN	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo			Oro + Plata + Cobre	Oro
	Ultramar + Blanco de Plomo	Ultramar + Blanco de Plomo + Prusia	Ultramar + Blanco de Plomo	Ultramar + Blanco de Plomo	Amarillo de Cromo + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Amarillo de Cromo + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico
					Rojo de Plomo + Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos
2ª INTERVENCIÓN					Oro	
					Aceite	
					Óxido de hierro + Rojo de Plomo + Aluminosilicatos + Carbonato cálcico	
					Rojo de Plomo	
1ª INTERVENCIÓN	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo		Azurita + Blanco de Plomo	Azurita + Blanco de Plomo		Oro
	Azurita + Blanco de Plomo					
	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo		Bol rojo
	Negro orgánico + Blanco de Plomo	Negro orgánico + Blanco de Plomo	Negro orgánico + Blanco de Plomo	Negro orgánico + Blanco de Plomo		
	Yeso grano fino + Aluminosilicatos	Yeso grano fino + Aluminosilicatos	Yeso grano fino + Aluminosilicatos	Yeso grano fino		Yeso grano fino
Yeso grano grueso + Aluminosilicatos	Yeso grano grueso + Aluminosilicatos	Yeso grano grueso	Yeso grano grueso		Yeso grano grueso	
POLICROMÍA ORIGINAL	Cinabrio + Carbonato cálcico					
	Yeso grano fino + Aluminosilicatos					
	Yeso grano grueso + Aluminosilicatos					
	Madera					



CAPITULO VII. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE MATERIALES

	ALFARDÓN OCTOGONAL CON DECORACIÓN HERÁLDICA					ZAFATES Y ALMENDRILLAS DE COLOR VERDE
	Contorno	Fondo castillo	Castillo	León	Fondo león	Candilejo Zafate escotado Almendra sobrepueta
4ª INTERVENCIÓN				Amarillo de Cromo + Óxido de hierro + Aluminosilicatos		Verde de cromo + Blanco de Plomo + Óxido de hierro + Carbonato cálcico + Barita
				Negro orgánico + Óxido de Plomo + Carbonato cálcico		
	Verde de cromo + Bermellón (tr.) + Blanco de Plomo + Óxido de hierro + Carbonato cálcico + Barita		Amarillo de Cromo + Óxido de hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Rojo de Plomo + Barita		
		Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Rojo de Plomo + Bermellón	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Rojo de Plomo + Barita	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos	
	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos (tr.) + Ultramar (tr.) + Prusia (tr.)					
3ª INTERVENCIÓN						Prusia + Verde esmeralda + Amarillo de Cromo + Blanco de Plomo
2ª INTERVENCIÓN						Aceite
						Carbonato cálcico + Blanco de Plomo
						Malaquita + Blanco de Plomo
1ª INTERVENCIÓN						Blanco de Plomo + Carbonato cálcico
						Negro orgánico + Blanco de Plomo
						Yeso
						Aceite
POLICROMÍA ORIGINAL						Malaquita + Blanco de Plomo
						Yeso
						Madera

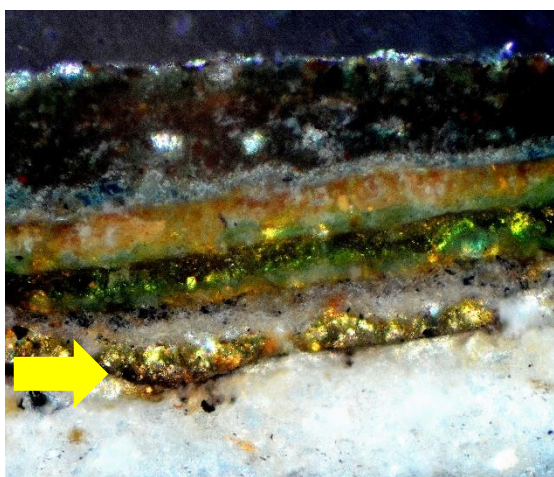
A través del estudio de las muestras procedentes de los elementos policromados que componen la estructura del alfarje, se ha podido comprobar que en la mayoría de los casos han sido objeto de diversas intervenciones de repolicromado. En total se han detectado hasta cuatro intervenciones, aplicadas sobre una policromía original atribuida a la construcción inicial del alfarje.

- **Policromía original**

Los estratos más profundos de las muestras analizadas corresponden a una **capa de preparación** realizada a base de yeso y aluminosilicatos aplicada en dos manos diferenciadas por el tamaño de grano, la capa más inferior presenta mayor tamaño y la superior un grano más fino.

Sobrepuestos a esta capa, se observa dos estratos policromos de color rojo y otro verde. El estrato rojo a base de cinabrio y carbonato cálcico principalmente, con trazas de rojo de plomo en una de las muestras (PD.M.42), corresponde con las muestras tomadas en los **alfardones hexagonales y zafates con forma de sino de ocho mutilados**. Ambos tipos de zafates están generados a través del sistema de vigas y la tablazón, quedando en un nivel más profundo con respecto a la superficie, hecho que justifica la conservación de estos estratos ya que se encuentran menos expuestos a los agentes de deterioro. Posiblemente estas localizaciones del alfarje, como indica la coloración de los estratos determinados, contasen con una policromía de color rojo de fondo sobre la que se incluiría algún motivo decorativo de otro color, sin embargo no se puede asegurar esta hipótesis podemos ya que no se ha identificado vestigios de ningún otro color superpuesto.

En cuanto al estrato de color verde, compuesto por malaquita natural y blanco de plomo, se detecta en los estratos más profundos de **almendrillas** y los **zafates con forma de candilejos**, ambos sobrepuestos. Junto a este estrato, identificamos también una capa de aceite aplicada posiblemente a modo de barniz para aportar más brillo y a su vez actuar como protector de la policromía. La aplicación de esta capa de aceite puede ser el motivo de su conservación en estas piezas.



*Figura 199. Estrato de plata identificado sobre preparación de yeso y cubierto de aceite.  
Muestra PD.M.86. MOP. 20X*

En un zafate de tipo escotado, hallamos la peculiaridad en una de las muestras (PD.M.86) tomada en un **zafate de tipo escotado**. Se trata de la identificación de plata aplicada directamente sobre el yeso junto con un estrato de aceite a modo de protector o con la intención de aportarle más brillo (Fig. 199). En otra de las muestras del mismo tipo de zafate (PD.M.83), encontramos estratos en la parte más profunda de la muestra una disposición muy similar, pero por el contrario no se ha conseguido identificar la presencia de plata en entre la capa de preparación y el estrato de aceite. Con esta información, podemos intuir a partir de la identificación de estos estratos que este elemento decorativo, en el momento inicial del alfarje presentase un aspecto plateado.

Con respecto al **resto de elementos decorativos** analizados, no se han identificado estratos correspondientes a esta intervención, posiblemente porque se hayan perdido o porque no han sido alcanzados a la hora de extraer las muestras.

- **Primera intervención**

Los estratos sucesivos a la considerada policromía original, pueden atribuirse a una primera intervención de repolicromado. Al igual que en el caso anterior, esta intervención consta de una **capa de preparación** compuesta por yeso aplicada en la mayoría de los casos en dos fases, la primera con grano más grueso y la segunda de grano más fino.

En lo referente a las capas pictóricas se identifica azurita natural mezclada con blanco de plomo para dar color a los zafates con forma de **alfardón hexagonal, sino de ocho mutilados y el contorno de las chellas**.

A este estrato azul le precede una capa formada por blanco de plomo y negro orgánico que podría actuar como dibujo preparatorio, junto con una capa de blanco de plomo y carbonato cálcico que actuaría de base o fono de la policromía. En lo que respecta a capas superpuestas al estrato azul, se identifica en una muestra (PD.M.38) un estrato blanco posiblemente perteneciente al trazo del motivo decorativo de estos elementos.

Mediante la identificación de este repolicromado de color azul se puede comprobar que el color cambia en este momento con respecto a su color inicial, ya que los estratos inferiores identificados eran de color rojo. Quizás se trate de una adaptación decorativa al gusto de la época, o bien que no quedasen restos suficientes indicativos de la decoración original y se diseñara un nuevo sistema decorativo.

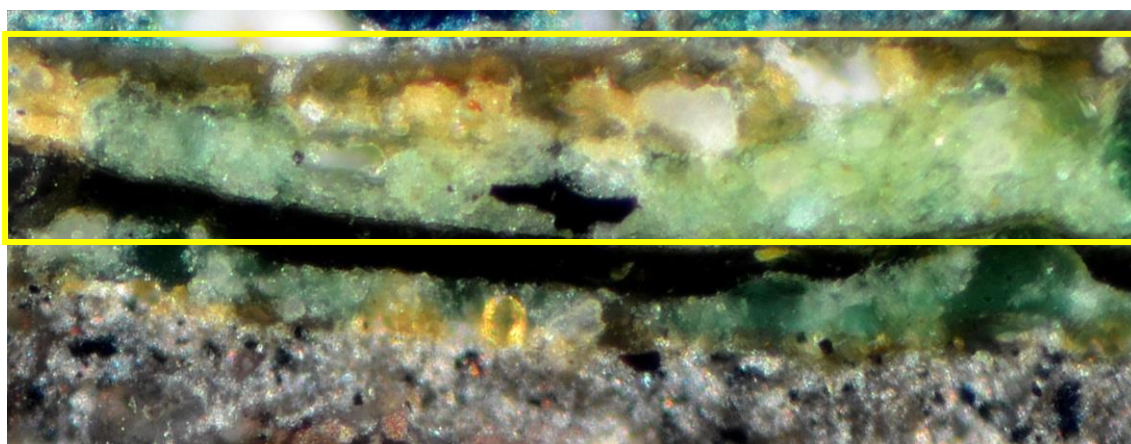
Además del empleo de azurita, identificamos malaquita natural y blanco de plomo en el repolicromado de los **zafates con forma de candilejo, escotados y almendrillas sobrepuestas**. La aplicación de esta capa sigue la misma sistemática que en la azurita descrita anteriormente: precediendo a la capa de malaquita, se observa una mezcla de negro orgánico y blanco de plomo como dibujo preparatorio sobre el que se aplica blanco de plomo y carbonato cálcico. Hay que señalar que, a diferencia de las zonas repolicromadas con azurita, en estos casos aparece una capa final de aceite culminando la intervención a modo de barniz.

Junto a los estratos policromos, se aprecia una técnica de dorado perteneciente a la zona de las **chellas**. Se trata de una técnica al agua que emplea bol rojo como base sobre la que se asienta una lámina de oro puro. En este elemento dorado, no se encuentran estratos indicativos de la existencia de otras técnicas de dorado, por lo que no se puede saber si se presentaba con este aspecto en sus inicios.

- **Segunda intervención**

La segunda intervención que identificamos hace referencia únicamente a **retoques de zonas puntuales** posiblemente por encontrarse esta en un avanzado estado de deterioro. Entre esos retoques encontramos el redorado en una de las **chellas** empleando para ello una primera capa de rojo de plomo y carbonato cálcico a modo de preparación, seguido de una capa de sisa, también denominada mixtión (Carrassón López de Letona, 2006, p.7, González y Martínez, 1997, p.87), elaborada con óxidos de hierro, aluminosilicatos, rojo de plomo y carbonato cálcico. Esta sisa presenta una cantidad de aceite considerable, formando un estrato en la parte más superficial de la misma que actúa de adhesivo de la lámina de oro puro empleada.

Otras de las zonas retocadas son algunos de los **zafates escotados y las almendrillas sobrepuestas**. Para llevar a cabo estos retoques emplean los mismos materiales que en intervenciones anteriores, con la diferencia de que en este caso aplican como preparación una capa de carbonato cálcico y blanco de plomo. Sobre esta capa, vuelven a aplicar malaquita natural mezclada con blanco de plomo para dotar de color la zona. Como ocurre en otros casos ya expuesto, encontramos en algunas de las muestras analizadas (PD.M.86, PD.M.79, PD.M.81), la presencia de un estrato de blanco de plomo y carbonato cálcico sobre el estrato de malaquita, correspondiéndose posiblemente al trazo del motivo decorativo en color blanco que presentasen estos elementos. Finalmente, concluyendo con estos retoques, se aprecia una capa de aceite aplicada probablemente con la misma intencionalidad que en otras ocasiones ya descritas (Fig. 200).



*Figura 200. Conjunto de capas que conforman la segunda intervención en zafate escotado. Primer estrato de malaquita con blanco de plomo, segundo estrato de carbonato cálcico y blanco de plomo y tercer estrato de aceite. Muestra PD.M.86. MOP. 50X*

- **Tercera intervención**

Seguidamente a la intervención anterior, se aprecia una tercera basada también en **retoques puntuales** pero esta vez más generalizados, abarcando prácticamente todos los elementos que componen la zona del techo del alfarje. Estos retoques carecen de capa de preparación, a excepción de las zonas que se han redorado, por lo que se aplica el pigmento aglutinado con aceite sobre la policromía anterior actuando ésta de base.

Todos los **zafates estudiados que presentan color azul**: alfordón hexagonal, sino de ocho mutilado en ángulo recto y sino de ocho mutilado así como las almendrillas triangulares y contorno de las chellas, se policromaron en esta intervención con una mezcla de azul ultramar y blanco de plomo. Sobre este estrato, encontramos en ocasiones (PD.M.42, PD.M.23, PD.M.32, PD.M.38, PD.M.75) otro de color blanco a base de blanco de plomo y carbonato cálcico perteneciente al dibujo realizado sobre la superficie del zafate como motivo decorativo (Fig. 201).

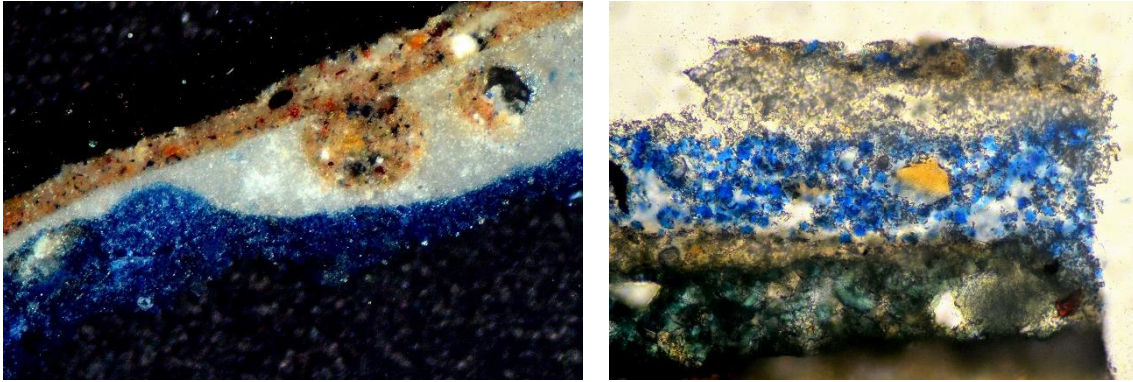


Figura 201. Blanco de plomo y carbonato cálcico aplicado sobre estrato de azul ultramar.  
Izq. Muestra PD.M.32. MOP. 20X. Drch. Muestra PD.M.38. MOP. Luz transmitida. 50X.

Por otro lado, los **zafates que presentan color verde**, como son los de tipo candilejo, escotado y almendrillas sobrepuestas, están repolicromados con una mezcla de pigmentos industriales como son azul de Prusia, amarillo de cromo, verde esmeralda y blanco de plomo principalmente, formando un único estrato (Fig. 202).

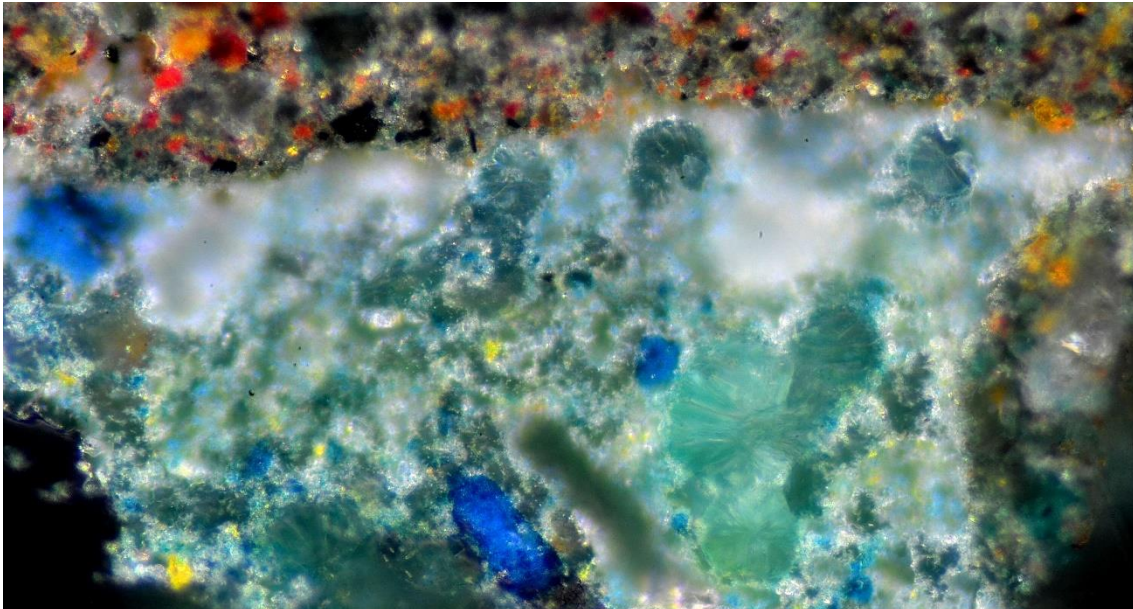
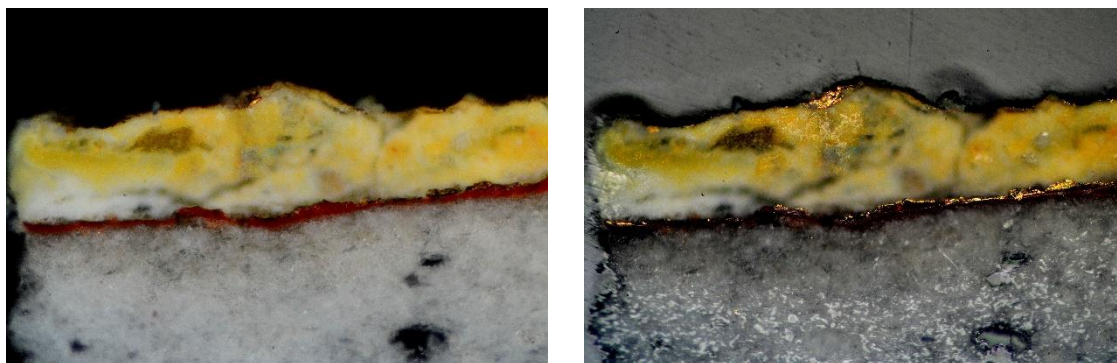


Figura 202. Detalle de mezcla de azul de Prusia, amarillo de cromo, verde esmeralda y blanco de plomo para conseguir tonalidad verde. Muestra PD.M.85. MOP 50X.

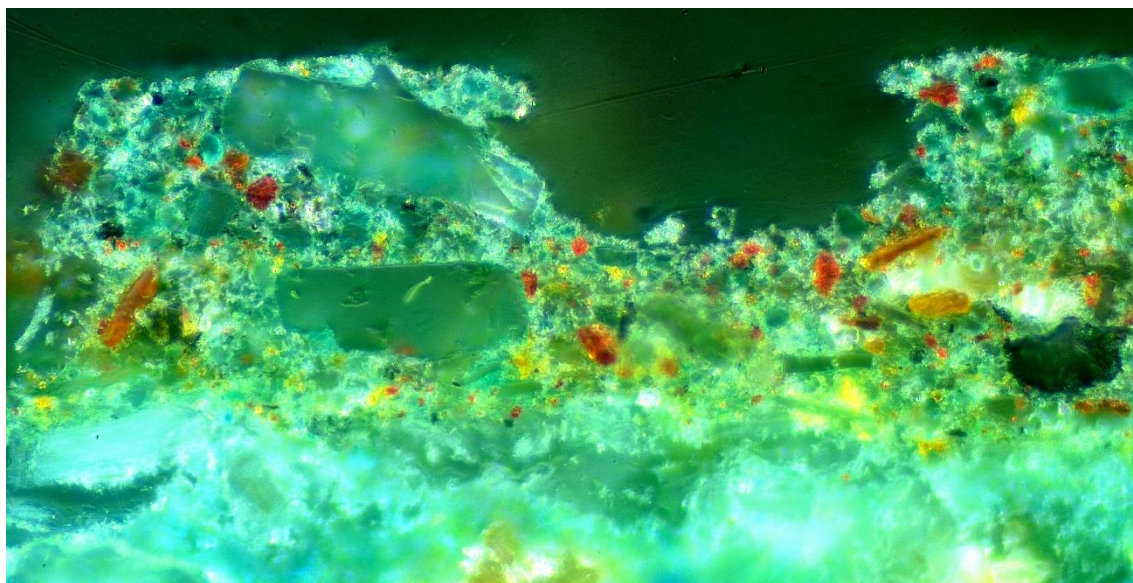
En cuanto a las técnicas de dorado empleadas para retocar las **chellas** así como la **piña de mocárabes** situada en la esquina del alfarje, se aplicó primeramente una capa de preparación de carbonato cálcico y blanco de plomo. Sobre ella, se identifica un sisa a base de amarillo de cromo, blanco de plomo y carbonato cálcico con una cantidad elevada de aceite (Fig. 203). La lámina de oro empleada en esta intervención se presenta en diferentes calidades, en algunas ocasiones encontramos oro puro (PD.M.14A y PD.M.31) y en otras, una aleación de oro con plata (PD.M.29) o esa misma aleación con la inclusión de cobre (PD.M.30).



*Figura 203. Detalle de oro aplicado sobre capa de preparación a base de blanco de plomo y carbonato cálcico y sisa compuesta por amarillo de cromo, blanco de plomo y carbonato cálcico con una cantidad elevada de aceite.*

*Muestra PD.M.31 MOP 20X. Izq. Imagen luz reflejada. Drch. Imagen luz transmitida*

Finalmente, encontramos una última intervención que en este caso sí cuenta con una **capa de preparación** compuesta por carbonato cálcico y blanco de plomo principalmente junto con trazas de óxidos de hierro, azul de Prusia y azul Ultramar. Sin embargo, en algunos elementos decorativos no detectamos la existencia de esta capa. Ejemplo de ello son los zafates de color verde de tipo candilejo, escotado y almendrillas superpuestas, que son repolicromados con la aplicación directa de una mezcla de pigmentos consistente en verde de cromo, óxidos de hierro, aluminosilicatos carbonato cálcico y barita (Fig.204).

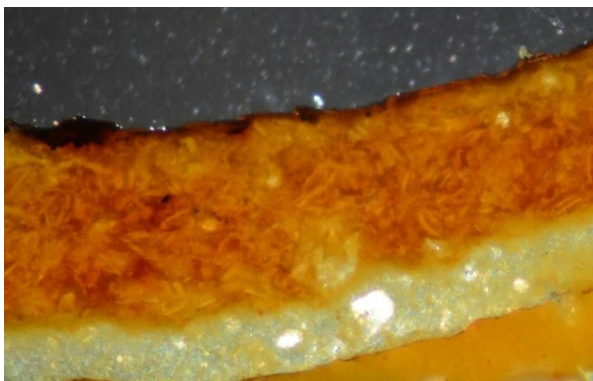


*Figura 204. Detalle de mezcla de estrato superior compuesta por verde de cromo, óxidos de hierro, aluminosilicatos, blanco de plomo y barita con la intención de conseguir tonalidad verde.*

*Muestra PD.M.80. MOP 50X.*

También hay una ausencia de aplicación de esta capa preparatoria en algunas muestras correspondientes a **zafates** con forma de alfardeón hexagonal y sino de ocho mutilado en ángulo recto (PD.M.16 y PD.M.23), así como en una de las almendrillas (PD.M.78). Independientemente de la aplicación de preparación o no, tanto en estos zafates como el contorno de las chellas, el repolicromado realizado sigue siendo azul empleando para ello pigmentos como el azul ultramar, blanco de plomo y trazas de azul de Prusia, óxidos de hierro y aluminosilicatos.

Acompañando a este estrato que actúa como color de fondo, se observan otros estratos negros y blancos que corresponden por un lado, al motivo decorativo vegetal que presenta actualmente y por otro, al perlado de estos zafates haciendo de contorno. El blanco en este caso está formado por blanco de plomo, carbonato cálcico y aluminosilicatos; y en cuanto al negro, emplean negro orgánico, mezclado con carbonado cálcico, óxido de plomo y trazas de óxido de hierro y aluminosilicatos.



*Figura 205. Técnica de dorado empleada en la última intervención. Estrato de base compuesto por blanco de zinc, blanco de plomo y carbonato cálcico. Sisa de amarillo de cromo, carbonato cálcico y blanco de plomo. Lámina de aleación de oro y plata adherida. Muestra PD.M.29. MOP 10X.*

Respecto a la técnica de dorado utilizada en las **chellas** en esta intervención, emplean como base una preparación blanca compuesta por blanco de plomo, blanco de zinc y carbonato cálcico sobre la que aplican una capa conformada por amarillo de cromo, blanco de plomo y carbonato cálcico (Fig. 205). Como en los casos anteriores, también destaca la presencia de aceite en esta capa que actúa como adhesivo de las hojas de oro. En este caso, al igual que ocurre en la intervención anterior, el oro es de diferentes calidades que van desde el oro puro (PD.M.30) hasta aleaciones con metales como la plata y el cobre (PD.M.29 y PD.M.14A).

En este último repolicromado hay que destacar los **motivos heráldicos** realizados sobre los zafates con forma de alfardeón octogonal. El estudio de las muestras tomadas de los elementos que constituyen esta decoración, se ha podido constatar que la policromía que actualmente se puede observar es resultado de esta intervención sin que haya en ninguna de las muestras presenta estratos correspondientes a intervenciones anteriores. Esto puede deberse a que no estuvieron policromados anteriormente, hecho que resulta extraño dada la costumbre de hacerlo constatada en todo el Alcázar, o bien que durante la ejecución de esta intervención se llevase a cabo un proceso de lijado de la superficie con el fin de eliminar cualquier resto de policromía anterior deteriorada, teoría que nos parece más factible.

En cualquier caso, la policromía que presentan actualmente estos zafates cuenta con una capa de preparación común empleada en el resto de elementos descritos con anterioridad, sobre la que se aplican las diferentes tonalidades de los emblemas representados. El **emblema de Castilla**, el fondo de color rojo está compuesto por rojo de plomo, óxidos de hierro y trazas de aluminosilicatos, barita y bermellón. El castillo por su parte, presenta amarillo de cromo y óxidos de hierro con el fin de conseguir una tonalidad ocre para el dibujo principal, y el empleo de negro de orgánico junto con óxido de plomo para el perfilado del mismo. El **emblema de León**, presenta un fondo compuesto por blanco de plomo, carbonato cálcico y aluminosilicatos sobre el que se dibuja la figura del león empleando rojo de plomo, óxidos de hierro y aluminosilicatos a modo general, y negro orgánico, óxido de plomo junto con tonos ocre conseguidos con amarillo de cromo y óxidos de hierro para perfilados y retoques de la misma. Ambos emblemas aparece enmarcados con una cinta de color verde a base de pigmentos verde de cromo, blanco de plomo, carbonato cálcico, barita, aluminosilicatos y trazas de óxidos de hierro.





	ZAFATES DE COLOR AZUL							ALMENDRILLAS TRIANGULARES					CHELLAS					PIÑA DE MOCÁRABES				
	Alfardón hexagonal			Sino de ocho mutilado en ángulo recto			Sino de ocho mutilado		PD.M.24	PD.M.74	PD.M.77	PD.M.75	PD.M.78	Perlado de chella	Contorno de chella	Chella	Chella	Chella	PD.M.31			
	PD.M.42	PD.M.16	PD.M.59	PD.M.18	PD.M.23	PD.M.32	PD.M.33	PD.M.38						PD.M.35	PD.M.34	PD.M.29	PD.M.30	PD.M.14(a)				
4ª INTERVENCIÓN	Negro orgánico + Ultramar (tr.) + Óxido de hierro (tr.) + Aluminosilicatos	Negro orgánico + Ultramar (tr.) + Óxido de hierro (tr.) + Aluminosilicatos	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Aluminosilicatos	Negro de orgánico + Óxido de Plomo + Óxido de hierro + Aluminosilicatos										Carbonato cálcico + Blanco de Plomo		Oro + Plata + Cobre	Oro	Oro + Plata				
	Negro orgánico + Negro de hueso + Óxido de hierro + Aluminosilicatos	Ultramar + Prusia + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Ultramar + Prusia + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Ultramar + Prusia + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Ultramar + Prusia + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Negro de orgánico + Óxido de Plomo + Óxido de hierro + Aluminosilicatos	Negro de orgánico + Óxido de Plomo + Óxido de hierro + Aluminosilicatos	Ultramar + Prusia + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Ultramar + Prusia + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Ultramar + Prusia + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Ultramar + Prusia + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Ultramar + Prusia + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Ultramar + Prusia + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Ultramar + Prusia + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Ultramar + Prusia + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Amarillo de Cromo + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Amarillo de Cromo + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Amarillo de Cromo + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico				
	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos (tr.) + Ultramar (tr.) + Prusia (tr.)		Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos (tr.) + Ultramar (tr.) + Prusia (tr.)	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos (tr.) + Ultramar (tr.) + Prusia (tr.)		Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos (tr.) + Ultramar (tr.) + Prusia (tr.)	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos (tr.) + Ultramar (tr.) + Prusia (tr.)	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos (tr.) + Ultramar (tr.) + Prusia (tr.)	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos		Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	Blanco de Zinc + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Blanco de Zinc + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico					
3ª INTERVENCIÓN	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo			Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo											Oro + Plata	Oro + Plata + Cobre	Oro	Oro			
	Ultramar + Blanco de Plomo	Ultramar + Blanco de Plomo		Ultramar + Blanco de Plomo	Ultramar + Blanco de Plomo	Ultramar + Blanco de Plomo							Ultramar + Blanco de Plomo	Ultramar + Blanco de Plomo	Ultramar + Blanco de Plomo	Ultramar + Blanco de Plomo	Ultramar + Blanco de Plomo	Ultramar + Blanco de Plomo	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Amarillo de Cromo + Aceite	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Amarillo de Cromo + Aceite	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Amarillo de Cromo + Aceite	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Amarillo de Cromo + Aceite
																Rojo de Plomo + Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro + Aluminosilicatos			
2ª INTERVENCIÓN																			Oro			
																			Aceite			
																			Óxido de hierro + Rojo de Plomo + Aluminosilicatos + Carbonato cálcico			
1ª INTERVENCIÓN								Carbonato cálcico + Blanco de Plomo												Oro		
		Azurita + Blanco de Plomo						Azurita + Blanco de Plomo							Azurita + Blanco de Plomo	Azurita + Blanco de Plomo						
		Carbonato cálcico + Blanco de Plomo											Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo						Bol rojo		
		Negro orgánico + Blanco de Plomo						Negro orgánico + Blanco de Plomo					Negro orgánico + Blanco de Plomo	Negro orgánico + Blanco de Plomo	Negro orgánico + Blanco de Plomo							
	Yeso			Yeso grano fino + Aluminosilicatos				Yeso					Yeso grano fino + Aluminosilicatos	Yeso grano fino + Aluminosilicatos	Yeso grano fino	Yeso grano fino	Yeso grano fino			Yeso grano fino		
			Yeso grano grueso + Aluminosilicatos									Yeso grano grueso + Aluminosilicatos	Yeso grano grueso	Yeso grano grueso						Yeso grano grueso		
POLICROMÍA ORIGINAL	Cinabrio + Rojo de plomo + Carbonato cálcico	Cinabrio + Carbonato cálcico						Cinabrio + Carbonato cálcico														
	Yeso grano fino	Yeso grano fino + Aluminosilicatos						Yeso grano fino														
		Yeso grano grueso + Aluminosilicatos																				
		Madera							Madera	Madera	Madera			Madera	Madera							



	ALFARDÓN OCTOGONAL CON DECORACIÓN HERÁLDICA						ZAFATES Y ALMENDRILLAS DE COLOR VERDE											
	Contorno	Contorno	Fondo castillo	Fondo castillo	Castillo	Castillo	León	Candlejo	Candlejo	Zafate escotado	Zafate escotado	Zafate escotado	Zafate escotado	Almendra sobrepuesta	Almendra sobrepuesta	Almendra sobrepuesta	Almendra sobrepuesta	Almendra sobrepuesta
	PD.M.63	PD.M.67	PD.M.64	PD.M.71	PD.M.70 A	PD.M.70 B	PD.M.68	PD.M.40	PD.M.39	PD.M.80	PD.M.86	PD.M.83	PD.M.79	PD.M.82	PD.M.20	PD.M.85	PD.M.81	PD.M.22
4ª INTERVENCIÓN							Amarillo de Cromo + Óxido de hierro + Aluminosilicatos											
							Negro de orgánico + Óxido de Plomo + Carbonato cálcico											
	Verde de cromo + Blanco de Plomo + Óxido de hierro + Carbonato cálcico + Barita + Bermellón (tr.)	Verde de cromo + Verde esmeralda + Blanco de Plomo + Óxido de hierro + Carbonato cálcico + Barita			Amarillo de Cromo + Óxido de hierro + Aluminosilicatos	Negro de orgánico + Óxido de Plomo + Carbonato cálcico	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Rojo de Plomo + Barita	Verde de cromo + Blanco de Plomo + Óxido de hierro + Aluminosilicatos + Carbonato cálcico + Barita		Verde de cromo + Blanco de Plomo + Óxido de hierro + Aluminosilicatos + Carbonato cálcico + Barita	Verde de cromo + Blanco de Plomo + Óxido de hierro + Aluminosilicatos + Carbonato cálcico + Barita	Verde de cromo + Blanco de Plomo + Óxido de hierro + Aluminosilicatos + Carbonato cálcico + Barita		Verde de cromo + Blanco de Plomo + Óxido de hierro + Aluminosilicatos + Carbonato cálcico + Barita		Verde de cromo + Blanco de Plomo + Óxido de hierro + Aluminosilicatos + Carbonato cálcico + Barita	Verde de cromo + Blanco de Plomo + Óxido de hierro + Aluminosilicatos + Carbonato cálcico + Barita	Verde de cromo + Blanco de Plomo + Óxido de hierro + Aluminosilicatos + Carbonato cálcico + Barita
	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Óxido de Hierro + Ultramar (tr.) + Prusia (tr.)	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Rojo de Plomo + Barita	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Rojo de Plomo + Barita	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Rojo de Plomo + Bermellón	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Rojo de Plomo + Barita	Rojo de Plomo + Óxido de Hierro + Rojo de Plomo + Barita	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + aluminosilicatos											
3ª INTERVENCIÓN										Prusia + Amarillo de Cromo + Blanco de Plomo + Verde esmeralda	Prusia + Amarillo de Cromo + Blanco de Plomo + Verde esmeralda	Prusia + Amarillo de Cromo + Blanco de Plomo + Verde esmeralda	Prusia + Amarillo de Cromo + Blanco de Plomo + Verde esmeralda	Prusia + Amarillo de Cromo + Blanco de Plomo + Verde esmeralda	Prusia + Amarillo de Cromo + Blanco de Plomo + Verde esmeralda	Prusia + Amarillo de Cromo + Blanco de Plomo + Verde esmeralda	Prusia + Amarillo de Cromo + Blanco de Plomo + Verde esmeralda	Prusia + Amarillo de Cromo + Blanco de Plomo + Verde esmeralda
2ª INTERVENCIÓN											Aceite		Aceite	Aceite				Aceite
										Carbonato cálcico + Blanco de Plomo			Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	Malaquita + Blanco de Plomo				Carbonato cálcico + Blanco de Plomo
										Malaquita + Blanco de Plomo			Malaquita + Blanco de Plomo					Malaquita + Blanco de Plomo
										Carbonato cálcico + Blanco de Plomo		Carbonato cálcico + Blanco de Plomo		Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	Carbonato cálcico + Blanco de Plomo			Blanco de Plomo + Carbonato cálcico
1ª INTERVENCIÓN									Aceite		Aceite	Aceite	Aceite	Aceite	Aceite			Aceite
									Malaquita + Blanco de Plomo		Malaquita + Blanco de Plomo		Malaquita + Blanco de Plomo	Malaquita + Blanco de Plomo	Malaquita + Blanco de Plomo			Malaquita + Blanco de Plomo
									Blanco de Plomo + Carbonato cálcico		Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico					
									Negro orgánico + Blanco de Plomo		Negro orgánico + Blanco de Plomo	Negro orgánico + Blanco de Plomo		Negro orgánico + Blanco de Plomo	Negro orgánico + Blanco de Plomo			Negro orgánico + Blanco de Plomo
									Yeso		Yeso	Yeso	Yeso	Yeso				Yeso
POLICROMÍA ORIGINAL									Aceite		Aceite	Aceite			Aceite			Aceite
									Malaquita + Blanco de Plomo		Plata				Malaquita + Blanco de Plomo			Malaquita + Blanco de Plomo
									Yeso		Yeso	Yeso		Yeso				Yeso
			Madera	Madera										Madera	Madera	Madera		Madera





Como se vio en el capítulo III, *La madera como elemento arquitectónico y decorativo: cubiertas y alfarjes*, la zona del techo cuenta con dos emblemas heráldicos sobrepuestos, característicos de los Reyes Católicos, quienes residieron en el Alcázar en diversas ocasiones durante su reinado.

Estos emblemas representan los escudos de Castilla y León y se sitúan, uno de ellos en el techo coincidente con la puerta de acceso al Salón del Techo de Carlos V (paramento este) y el otro, en el techo coincidente con la puerta de acceso al Salón de Embajadores o de Media Naranja (paramento sur).

En la policromía destacan los colores propios de los escudos mencionados como el rojo, azul, blanco, negro y dorado. A través de los diferentes estratos se identifica la considerada policromía original junto con otras tres intervenciones.

- **Policromía original**

Los estratos más profundos de las muestras analizadas pertenecen a la policromía que hemos atribuido como original, ya que fue llevada a cabo en el momento de la ejecución de los escudos. Se trata de una policromía cuya **preparación** se hizo a base de yeso. Sobre ella por un lado lo que es la policromía propiamente dicha y por otro lado, la aplicación de dorado y plateado.

La **técnica de dorado** en este caso consiste en un dorado al agua empleando como base bol rojo sobre la que se adhiere láminas de oro puro. Las zonas doradas corresponden con el contorno del escudo, las líneas de la bandera, castillo, la corona de del león y el casco y pico del águila coronaria.

Empleando el mismo método de dorado, identificamos zonas plateadas localizadas en los escudos del león, el águila pequeña y en los laterales del emblema situados bajos las alas.

En el caso de los **escudos del león y del águila**, se aplicó plata de forma generalizada en toda la superficie del mismo y posteriormente se contorneó con blanco de plomo contorneando los motivos figurativos mencionados. De este modo, el fondo del escudo queda blanco y las figuras del león y de águila en plata.

En la **zona lateral del emblema**, se observan los mismos estratos, plata sobre bol rojo y blanco de plomo que corresponde al motivo decorativo de esta zona. Hay que destacar además la presencia de un estrato de color gris en una de las muestras (PD.M.1) constituido por carbonato cálcico, blanco de plomo y negro orgánico, que posiblemente sea parte del dibujo preparatorio.

La inclusión de plata bajo una policromía compuesta por blanco de plomo, se realizaba de forma intencionada y es común encontrarla ya que era una técnica con la que se conseguía aportar brillantez a los estratos policromos superpuestos.



Figura 206. Estrato de cinabrio aplicado sobre yeso directamente, sin resto de bol rojo bajo el mismo.  
Muestra PD.M.3. MOP. 50X

En cuanto a parte de la policromía que no presenta láminas metálicas, encontramos las **líneas rojas de la bandera** que se alternan con líneas doradas, realizadas con cinabrio. El estudio de las muestras de ambas líneas de la bandera ha permitido comprobar que la preparación de bol no se aplicó de forma generalizada sino que se llevó a cabo únicamente en las zonas que iban a ser doradas, ya que en ningún caso se identifica bol bajo el estrato de cinabrio (Fig. 206).

- **Primera intervención**

La segunda intervención que encontramos, por lo general, no presenta capa de preparación a excepción de las **zonas doradas**. En este caso, se vuelve a dorar con oro puro las zonas que anteriormente se encontraban doradas pero empleando dorado al mixtión compuesto por rojo de plomo, óxidos de hierro y aluminosilicatos. En el caso de las líneas doradas correspondientes al escudo de la bandera, encontramos bajo este estrato de preparación una capa a base de rojo de plomo. La presencia de este estrato se puede deber a que se aplicara de forma generalizada en esta zona del emblema, actuando como base de las líneas contiguas de color rojo que preceden al estrato de cinabrio. El objetivo de la aplicación de rojo de plomo bajo una capa de cinabrio, como ya hemos explicado en otra ocasión, era la de aportarle una mayor intensidad cromática.

Encontramos peculiaridades en esta intervención como son la variación de color en tres zonas del emblema: las águilas y leones incluidos en los escudos, y la zona lateral de emblema situada bajo las alas.

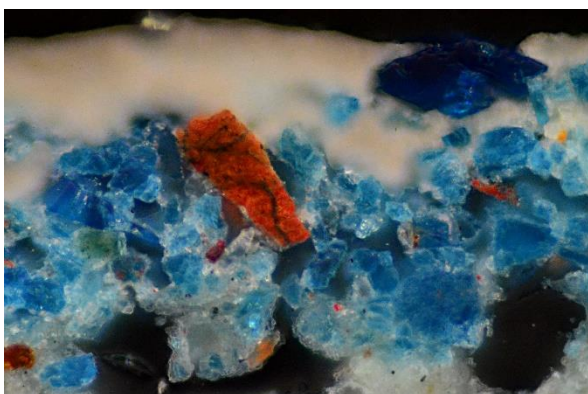
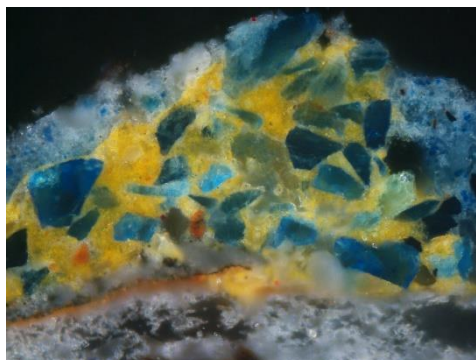


Figura 207. Detalle de azurita natural con trazas de óxido de hierro. Muestra PD.M.1. MOP 50X.

Las **zonas laterales** pasan de ser blancas a ser azules, probablemente por cambios de gusto, empleando para ello azurita natural (Fig. 207). En cuanto a las **águilas y leones**, pasan a ser de color negro mediante la utilización de una mezcla de negro orgánico junto con carbonato cálcico y cinabrio/bermellón. El cambio de color de estos puede deberse a que en el momento de la intervención, la plata con la que se realizaron se encontrase alterada, presentado un aspecto pardo por su oxidación y fuese percibida de ese modo.

En lo que respecta a las zonas blancas correspondiente a los fondos de los escudos del león y del águila, siguen siendo blancos utilizando para ello blanco de plomo mezclado con carbonato cálcico.

Finalmente, hay que destacar que en esta etapa de repolicromado, se aplica color a las ventanas del **castillo** y que no se identifican en la policromía original. Se trata de la aplicación de azurita natural para dotar al castillo de una mayor variedad cromática. Este estrato está muy entremezclado con la capa de sisa o mixtión a base de amarillo de cromo aplicada para el redorado de una de las intervenciones posteriores, debido al estado de pulverulencia en el que se encontraría en el momento de ser intervenido nuevamente (Fig. 208).

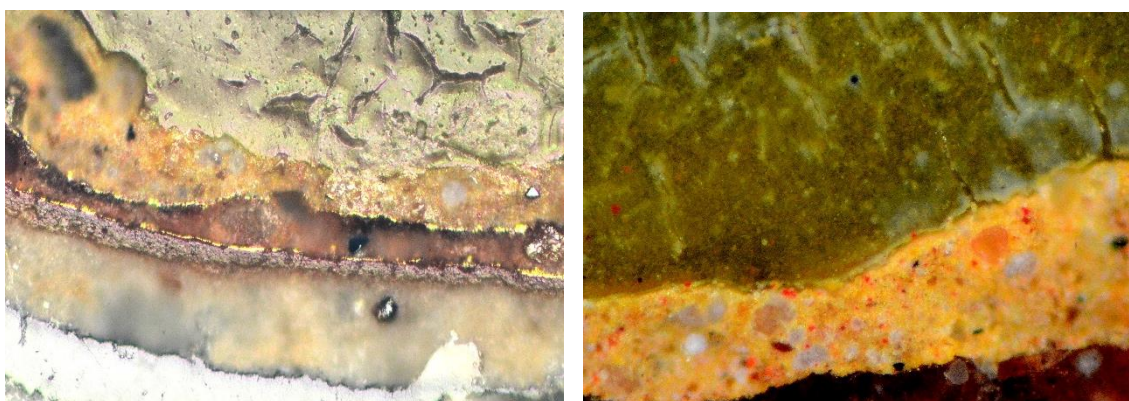


*Figura 208. Estrato de azurita natural entremezclado con sisa de intervención posterior.*

*Muestra PD.M.7A. MOP. 50X*

- **Segunda intervención**

Tras esta primera intervención de repolicromado, encontramos una segunda basada únicamente en **retoques puntuales** aplicados sobre las zonas que aparecen doradas anteriormente. El método de aplicación de dorado vuelve a variar en este caso ya que consiste en la aplicación previa de una capa de preparación a base de carbonato cálcico, rojo y blanco de plomo y trazas de aluminosilicatos, óxido de hierro y amarillo de cromo. Sobre ésta, se aplica una capa semitransparente compuesta por carbonato cálcico, amarillo de cromo y blanco de plomo con una elevada cantidad de aceite, que le aporta una tonalidad y aspecto característico al estrato. Esta capa serviría de asiento para la lámina de oro que en las muestras estudiadas no ha sido identificada, posiblemente porque se haya perdido como consecuencia del deterioro (Fig. 209).



*Figura209. Intervención puntual de dorado con base de carbonato cálcico, rojo y blanco de plomo y trazas de aluminosilicatos, óxido de hierro y amarillo de cromo. Posteriormente, capa de sisa formada por carbonato cálcico, blanco de plomo y amarillo de cromo con gran cantidad de aceite que actuaría de adhesivo de la lámina de oro, inexistente en las muestras analizadas.*

*Muestra PD.M.46. Izq. MOP con luz transmitida 50X. Drcha. MOP con luz reflejada 50X.*



- **Tercera intervención**

Como es lógico, los estratos más superficiales de esta zona, corresponde a la última intervención realizada. A través de ellos podemos observar que, a diferencia de la intervención anterior, en este caso se realizó un repolicromado de todos los elementos que componen el emblema heráldico.

En las **zonas doradas**, se utilizó una capa de preparación blanca a base de carbonato cálcico y blanco de plomo sobre la que se aplicó una veladura muy fina compuesta por amarillo de cromo, blanco de plomo y carbonato cálcico. En este caso detectamos dos tipos de láminas de oro adheridas, por una lado oro puro y por otro, una aleación de oro y plata localizada en dos de las muestras estudiadas (PD.M.46 y PD.M.6B).

Los **fondos del escudo del águila y del león**, se realizaron con blanco de plomo aplicado directamente sobre la superficie, sin capa de preparación previa. Ocorre lo mismo en las figuras que componen dichos escudos. La **figura del águila pequeña** aparece policromada con negro de hueso mezclado con blanco de plomo y carbonato cálcico. En la **figura del león** aplican una policromía roja utilizando para ello la combinación de pigmentos como son el rojo de plomo, óxido de hierro y aluminosilicatos.

Esta misma mezcla se utilizó en las líneas rojas que componen la **bandera**. Hay que destacar que en estas líneas encontramos restos de la preparación empleada en el dorado de las líneas colindantes aunque no de forma continua (Fig. 210). Esto indica que al igual que sucede en la intervención anterior, dicha preparación se aplicó exclusivamente en la zona a dorado y no de modo general en toda la superficie.



*Figura 210. Estratos de repolicromado de la línea roja de bandera donde aparece contaminación de sisa procedente de la línea dorada colindante. Muestra PD.M.3. MOP. 10X*

En el color azul, identificamos el empleo de ultramar artificial, blanco de plomo y carbonato cálcico con trazas de azurita en la zona de las ventanas. Llama la atención que preservan de dorado de la zona de las ventanas del castillo y aplican el estrato azul directamente sobre la azurita natural.

Finalmente, las **zonas laterales del emblema** situadas en la parte inferior de las alas, aparecen policromadas en esta intervención con blanco de plomo aplicado sobre una capa de preparación de carbonato cálcico y blanco de plomo. Además, presenta motivos decorativos de color azul en dos tonalidades, por un lado un azul más claro compuesto por azul ultramar artificial, blanco de plomo y Prusia; y por otro, un azul más oscuro a base de azul ultramar artificial, blanco de plomo y negro de hueso.



	PD.M.48	PD.M.1	PD.M.6A	PD.M.3	PD.M.2	PD.M.46	PD.M.6B	PD.M.41	PD.M.7B	PD.M.7A	PD.M.10	PD.M.11	PD.M.9	PD.M.4	PD.M.44	PD.M.5		
	Zona lateral	Zona lateral	Zona lateral	Línea roja bandera	Línea dorada bandera	Línea dorada bandera	Borde dorado de escudo	Castillo	Castillo	Ventana de castillo	León	Fondo de león	Fondo de león	Fondo águila	Águila	Águila		
<b>3ª INTERVENCIÓN</b>	Ultramar+ Blanco de Plomo + Negro de hueso	Blanco de Plomo	Blanco de Plomo	Rojo de Plomo + óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Oro + Plata	Oro	Oro	Oro + Plata	Oro + Plata	Ultramar + Azurita + Carbonato cálcico + Blanco de Plomo	Rojo de Plomo + óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Blanco de Plomo	Blanco de Plomo	Blanco de Plomo	Negro orgánico + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Negro orgánico + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico		
	Ultramar+ Blanco de Plomo + Prusia				Amarillo de Cromo + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Amarillo de Cromo + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Amarillo de Cromo + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Amarillo de Cromo + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Amarillo de Cromo + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico									
	Blanco de Plomo				Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico									
	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico		Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico											
<b>2ª INTERVENCIÓN</b>						Amarillo de Cromo + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Aceite	Amarillo de Cromo + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Aceite	Amarillo de Cromo + Blanco de Plomo + Carbonato cálcico + Aceite										
						Rojo de Plomo + Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + óxido de Hierro + Aluminosilicatos		Rojo de Plomo + Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + óxido de Hierro + Aluminosilicatos + Amarillo de Cromo + Bermellón										
<b>1ª INTERVENCIÓN</b>		Azurita natural	Azurita natural	Cinabrio	Oro	Oro	Oro	Oro	Oro	Azurita natural	Cinabrio (tr.) + Negro orgánico + Carbonato cálcico	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico	Blanco de Plomo + Carbonato cálcico		Cinabrio (tr.) + Negro orgánico + Carbonato cálcico		
				Rojo de Plomo + óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Oro								
				Rojo de Plomo	Rojo de Plomo	Rojo de Plomo	Rojo de Plomo + óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + óxido de Hierro + Aluminosilicatos	Rojo de Plomo + óxido de Hierro + Aluminosilicatos								
<b>POLICROMÍA ORIGINAL</b>		Blanco de Plomo	Blanco de Plomo	Cinabrio	Oro	Oro		Oro	Oro	Oro	Plata	Blanco de Plomo	Blanco de Plomo	Blanco de Plomo	Plata	Plata		
		Carbonato cálcico + Blanco de Plomo + Negro orgánico			Oro	Oro		Oro	Oro	Oro		Plata	Plata	Plata				
			Plata		Bol rojo	Bol rojo	Bol rojo		Bol rojo	Bol rojo		Bol rojo	Bol rojo	Bol rojo			Bol rojo	Bol rojo
		Yeso	Yeso		Yeso	Yeso	Yeso	Yeso	Yeso	Yeso		Yeso	Yeso	Yeso			Yeso	Yeso



### III.2.3. Atribución cronológica de las intervenciones realizadas en el alfarje.

Tras identificar cada una de las intervenciones realizadas en el sistema estructural del alfarje, se ha tratado de relacionar cada una de ellas con los datos obtenidos en la revisión bibliográfica y documental.

Según los datos recabados en esta revisión, el alfarje fue intervenido en un total de cuatro ocasiones:

1. 1477. Reyes Católicos: fecha atribuida a la construcción inicial del alfarje.
2. 1560-1572. Felipe II. Ejecución de las reparaciones necesarias en el alfarje.
3. 1848. Realización de intervenciones puntuales en el alfarje.
4. 1854-1857. Labores de restauración y repolicromado del alfarje.

Sin embargo, a través del estudio de materiales, se ha podido constatar que el conjunto líneo consta de un total de hasta cinco policromías, la policromía original realizada posiblemente en el momento inicial de su construcción y cuatro intervenciones de repolicromado sucesivas, detectándose por tanto una intervención más a las recogidas en las fuentes bibliográficas.

Siguiendo estos datos como referencia, se ha intentado atribuir cada una de las intervenciones detectadas a un periodo concreto de la historia del conjunto palaciego teniendo en cuenta las fuentes bibliográficas y documentales (Tabla XXXIX).

TABLA XXXIX.

Atribución de las intervenciones documentadas con las intervenciones detectadas a partir del estudio de materiales.

INTERVENCIÓN DOCUMENTADAS	DESCRIPCION DE LA INTERVENCIÓN
Siglo XIX: José de la Caba 1854-1857	Reparación y repolicromado del alfarje.
Siglo XIX: Valentín Cardedera, Manuel Caballero y Joaquín Bécquer 1848	Intervención puntual en la policromía del alfarje.
Siglo XVI: Felipe II 1560-1572	Intervención puntual en la policromía del alfarje.
Siglo XV: Reyes Católicos 1447	Reparación y repolicromado del alfarje. Inclusión de dos emblemas heráldicos representativos de los Reyes Católicos.
Siglo XIV: Pedro I 1356-1366	Construcción inicial del alfarje. Primeros estratos indicativos de existencia de policromía.

- **Construcción inicial del alfarje y policromía original: 1356-1366. Pedro I de Castilla.**

Según indican diversas fuentes bibliográficas, el alfarje con motivo de estudio fue construido durante la estancia de los Reyes Católicos en el Alcázar en 1477 (Gestoso, 1897, p.36; Regas et al, 2010, p.50, Chávez, 2004, p.95; Lleó, 2002). Otros autores como Marín Fidalgo (1992; 1990, p. 106), ponen de manifiesto la duda sobre el origen del mismo, indicando en su obra que estas techumbres se labraron o repararon. Contradiendo lo expuesto, nuestra teoría es que el alfarje fue realizado de forma simultánea a la construcción inicial del palacio mudéjar de la mano del rey castellano Pedro I. Las razones que nos llevan a tal conclusión son varias. Como veíamos anteriormente, la función característica de los alfarjes es la de actuar tanto de techo de una estancia como de suelo de la superior, por lo que el sistema estructural que presenta este tipo de cubiertas requiere la inclusión de elementos como son las vigas durante la construcción de los muros de la estancia a cubrir. Igualmente ocurre con el sistema de tablazón, que debe ir colocado entre los distintos materiales que conforman el suelo de la estancia superior. Realizar el alfarje con posterioridad a la construcción primitiva del palacio, resultaría prácticamente inviable ya que sería necesario llevar a cabo una obra de gran envergadura abarcando la demolición de tejados existentes sobre las galerías y partes de los muros, sin embargo no hay vestigio alguno en las fuentes documentales. De tal hecho, consideramos que el alfarje pertenecería junto con la galería baja a la construcción originaria de Pedro I, incluyéndose su estructura tanto en los muros de las estancias contiguas a las galerías como en los muros perimetrales del patio.

Por otro lado, si consideramos las dimensiones de ancho que presenta el friso, vemos que ocupa totalmente el espacio comprendido entre el techo de la galería y los paños de yeserías ubicados debajo del mismo, que son originales de la construcción (Calero, 2016). En caso de que el alfarje no hubiese sido realizado durante la construcción inicial del palacio, la inclusión de este elemento decorativo a base de yeso se habría extendido hasta el límite del muro con el techo, ocupando el espacio donde se encuentra ubicado el friso, ya que carece de sentido dejar esa zona sin decorar.

Todos estos argumentos, nos llevan a considerar que el alfarje pertenece a las obras iniciales del palacio llevadas a cabo por Pedro I entre los años 1356 y 1366 y que, por tanto los estratos más profundos identificados en el análisis de muestras pertenecerían a la policromía de la decoración que presentase en ese momento que hemos denominado en las correlaciones *policromía original*.

A pesar de que son pocos los estratos identificados, debido a que posiblemente parte de la policromía que existiese en ese momento se haya perdido o bien porque dada su profundidad no se haya alcanzado durante la toma de muestra, las características de éstos nos dan pautas sobre cómo sería la policromía inicial del alfarje.

Únicamente, a través de la identificación de los estratos, es posible determinar los materiales empleados en la policromía. Sin embargo, debido a la falta de documentación sobre el alfarje en esta época y los sucesivos repolicromados acometidos con posterioridad, resulta imposible conocer el motivo decorativo que presentarían los distintos elementos y constatar si eran similares a los que presenta actualmente.

Probablemente, se trataría de una policromía al temple con preparación compuesta por yeso sobre las que se realizó una decoración de color rojo a base de cinabrio y color verde conseguido a partir de la mezcla de malaquita natural y blanco de plomo, todo ello empleando como aglutinante cola animal. Junto con estos pigmentos, también destaca el empleo de plata aplicada

con una técnica al agua sobre base de bol rojo con el mismo aglutinante, o incluso directamente sobre el yeso.

### **Intervención documentada correspondiente a 1477. Reyes Católicos.**

Como comentábamos, son varias las fuentes que atribuyen el origen del alfarje a la época de Reyes Católicos. Los datos en los que se basa esta hipótesis son los dos grandes emblemas heráldicos referentes a estos monarcas colocados de forma sobrepuesta en la zona del alfarje coincidente con las puertas de acceso al salón del Techo de Carlos V y al salón de Embajadores.

Siguiendo los argumentos expuestos anteriormente en los que defendemos la construcción original del alfarje en los años 1356-1366, en el periodo siguiente protagonizado por los Reyes católicos se llevarían a cabo una reparación del alfarje así como la inclusión de estos emblemas representativos de su corona.

El estudio de la policromía de estos escudos, muestra una policromía original realizada con técnica al temple empleando cola animal en la que predomina el uso de acabados metálicos a base de oro fino y plata, junto con acabado de color rojo y blanco realizados a base de cinabrio y blanco de plomo respectivamente. Bajo algunos de estos acabados policromos, encontramos un estrato correspondiente a una imprimación realizada con blanco de plomo, negro orgánico y carbonato cálcico. La identificación de este estrato en la primera policromía de los escudos, originales sin duda de los Reyes Católicos por su representación iconográfica, nos ha servido de base para atribuir la primera de las intervenciones de repolicromado del resto de zonas que componen (friso y techumbre), ya que aparece en ellas un estrato idéntico en cuanto a composición, morfología y ubicación en las muestras. De modo que el resto de estratos que acompañan a esta imprimación, forman parte de esta policromía y por tanto de dicha intervención.

En cuanto a los materiales empleados destacan por ser de reconocida calidad debido al auge económico del momento (Oliva, 2007, p. 298) y las relaciones de comercio interiores y exteriores establecidas por vía marítima con otros países y continentes (Ladero, 1992, p.231). Ejemplo de ello encontramos las rutas de las especias, las piedras preciosas y las sedas realizadas por el Mediterráneo con el Lejano Oriente, en las que a través de ellas introducían gran parte de los pigmentos utilizados, destacando los naturales como la malaquita, la azurita, oropimente, bermellón, rejalgar y tierras; y artificiales como el cardenillo, el albayalde (blanco de plomo) o el minio (rojo de plomo). A nivel Europeo cobra importancia el comercio con los Países Bajos, convirtiéndose Amberes a finales del siglo XV en un centro de confluencia del mercado donde se negociaba la compra-venta de pigmentos tanto naturales como manufacturados procedentes de diferentes puntos, como el esmalte y la azurita de Alemania, el azul ultramar, las lacas rojas, el albayalde y las tierras de Italia (Bruquetas, 2012, p. 71). Dado que el comercio de Sevilla con América fue posterior a la estancia de los Reyes Católicos en el Alcázar, concretamente en 1492 con el descubrimiento del continente, podemos intuir que los materiales y pigmentos empleados en esta intervención procedían de los países mencionados.

Con la datación de la policromía original del alfarje y la de esta intervención del periodo de Reyes Católicos, se arroja información sobre las dudas expuestas por Marín Fidalgo de la realización o reparación del alfarje en estos años y a su vez, se corrobora su afirmación sobre la colocación de estos emblemas (1990, p. 106).

### **Intervención documentada correspondiente al periodo de 1560-1572. Felipe II.**

En la siguiente intervención se realizan retoques puntuales en algunos de los elementos decorativos del techo y en los escudos de los Reyes Católicos. La datación de esta intervención correspondería a la época de los Austrias en el Alcázar. La llegada de Carlos V al trono pone en marcha un gran número de obras en el recinto palaciego posibilitadas por el auge aun económico descrito anteriormente al que se le suma el gran esplendor que se vivía en el momento debido al comercio establecido con América. Entre las zonas intervenidas, destacan las obras ejecutadas en el patio de las Doncellas. En referencia al alfarje, las distintas fuentes bibliográficas consultadas indican que se repararon los daños que presentaba como consecuencia de la construcción de la galería alta del patio así como por la sustitución de columnas en la galería baja (Marín, 1990, p. 208 y p. 645). Dichas reparaciones comenzaron en el año 1560, coincidiendo ya con el reinado de Felipe II, sucesor de Carlos V, que continuó las labores iniciadas por su padre (Zolle, 2003, p.83; Marín, 1990, p. 206).

Los retoques puntuales identificados a través del estudio de muestras y la elaboración de correlaciones estratigráficas confirman estas reparaciones. Las zonas intervenidas en las que hemos detectado indicios de ello son los escudos de los Reyes Católicos, que se retocan de forma generalizada, y algunas zonas concretas de la estructura general del techo como son las chellas doradas y las almendrillas de coloración verde.

Los materiales empleados para llevar a cabo esta intervención siguen siendo de buena calidad, destacando el uso de malaquita y azurita natural, proveniente esta última posiblemente del comercio establecido entre España y América en esta altura de siglo. Junto con la azurita, otras de las mercaderías más habituales era el oro y la plata (Bruquetas, 2012, p. 73-74), por ello también encontramos el uso de oro fino en esta intervención, aplicado sobre una capa de sisa utilizando aceite y resina de coníferas como aglutinante.

En este momento, España también contaba con la producción propia de pigmentos tales como el cinabrio o bermellón, que se usa de forma notable durante esta intervención tanto individualmente como combinado con otros. El primero era extraído de las minas de mercurio de Almadén (Ciudad Real) y que, al igual que los productos adquiridos del extranjero en España, era exportado a través de las redes comerciales establecidas (Bruquetas, 2012, p.72).

Todos estos pigmentos, constituyen una capa de policromía aplicada por lo general sobre una preparación constituida por carbonato cálcico y blanco de plomo.

### **Intervención documentada correspondiente a 1848.**

Las dos últimas intervenciones que encontramos en las distintas zonas, están datadas por la cronología de los materiales empleados en el siglo XIX. Como veíamos en el capítulo I referente a la documentación histórica, existen varias referencias que describen el mal estado del alfarje en este periodo, así como las intervenciones realizadas en el mismo. A pesar de ello, la falta de recursos económicos, la situación de crisis política y el estado tan deplorable del Alcázar, durante la primera mitad de este siglo se da prioridad a la intervención de otras estancias y zonas, antes que al alfarje.

No es hasta 1832 cuando encontramos un informe en el que se detallan las reparaciones necesarias en el patio de las Doncellas, en las que se incluye la necesidad de intervenir el alfarje entre otros elementos arquitectónicos (Chávez, 2004, p.54-55). Al parecer, aun estando



colocados los andamios para llevar a cabo la intervención, no se procedió a ello debido a la falta de fondos económicos (Chávez, 2004, p.56). Tomando estos datos como referencia, se puede datar la primera de las dos intervenciones correspondientes al siglo XIX, en el año 1848. Un informe redactado en esta fecha por parte de Valentín Cardedera, expresa la necesidad de intervenir el alfarje de las galerías bajas procediendo a su restauración centrada en una limpieza y retoques puntuales (Chávez, 2004, p.95). Sin embargo, en el documento final de 1855 muestra las obras llevadas a cabo durante los años comprendidos entre 1848 y 1854, no apareciendo especificada la intervención del alfarje (Chávez, 2004, p.113). Cotejando los resultados obtenidos en el análisis de muestras junto con los datos procedentes de la documentación bibliográfica, podemos intuir que esta intervención sí fue llevada a cabo, atribuyéndola a la primera de las dos intervenciones del siglo XIX identificadas.

Como se puede ver en las correlaciones presentadas, se trata de una intervención generalizada de todos los elementos que conforman la estructura del alfarje. En ella se hacen retoques sin aplicación de capa de preparación, a excepción de las tablas originales con decoración heráldica del friso, en las que aparece una preparación a base de carbonato cálcico y blanco de plomo posiblemente como capa de nivelación de la superficie al tratarse de tablas talladas.

Los pigmentos utilizados para la ejecución de estos retoques, en comparación con los empleados con anterioridad (naturales y de una alta calidad), son en la mayoría de los casos de procedencia industrial debido a los avances tecnológicos característicos en los siglos XVIII y XIX y con una calidad inferior dada la crisis económica en la que se encuentra sumergido el Alcázar. Entre ellos, destaca el uso de azul de Prusia, azul ultramar sintético, verde esmeralda, azurita industrial y amarillo de cromo junto con otros pigmentos de carácter histórico como el blanco y rojo de plomo o el bermellón que han seguido en uso hasta hace relativamente poco tiempo. Como aglutinante para la aplicación de todos ellos, hayamos de nuevo aceite de linaza. En el caso de los retoques de oro, corroboramos el empleo de materiales más baratos y de peor calidad. En la mayoría de los casos, en lugar de utilizar oro fino como en ocasiones anteriores, encontramos el uso de aleaciones a base de cobre, plata y oro para reducir el coste del mismo, aplicadas con la técnica al mixtión o la sisa. Esta técnica presenta una capa de preparación a base de carbonato cálcico, rojo de plomo y óxidos de hierro sobre la que se aplica una base amarilla compuesta por amarillo de cromo, blanco de plomo y una elevada cantidad de aceite y resina de conífera.

### **Intervención documentada correspondiente al periodo 1854-1857.**

Los estratos de la última policromía se corresponderían con la segunda intervención del siglo XIX llevada a cabo seis años más tarde, entre 1854-1857. Según un informe recogido en la obra de Chávez, en este año se llevan a cabo un gran número de intervenciones en el Alcázar (2004, p.112-113). En lo referente al alfarje, se realiza una renovación de los aspectos decorativos saneando e introduciendo nuevas piezas, y repolicromando cada una de las zonas tratadas intentando conservar el estilo musulmán y dar la apariencia que en su día tuvieron (Chávez, 2004, p. 115).

Muestra de ello lo encontramos sobre todo en el friso. Recordemos que las tablas con decoración heráldica presentan diferencias entre ellas, por un lado se sitúan las tablas consideradas originales que presentan una decoración tallada y con varias intervenciones como hemos visto y por otro, tablas lisas sin tallado con una sola policromía en la que se imitan incluso los relieves de las talladas a través de pincladas. La colocación de estas últimas tablas descritas

corresponderían a esta última intervención, posiblemente en sustitución de algunas faltantes o muy deterioradas.

Las tablas con decoración epigráfica, el repolicromado poco acertado, tal y como lo define Amador de los Ríos (1875, p.89) y descrito con anterioridad en esta tesis, se llevó a cabo en este periodo sobre tablas ya existentes. Intuimos que estas tablas fueron retiradas posiblemente para ser saneadas o repolicromadas en un taller y vueltas a colocar, sin tener en consideración la epigrafía antigua que queda girada 180 ° como se ha podido comprobar a través de los calcos.

En la zona del techo, se sigue respetando el color de la etapa anterior y que algunas de las piezas que lo constituyen son repuestas o saneadas en este periodo, presentando una única policromía atribuidas a esta misma fecha.

El abanico de materiales empleados en esta segunda intervención del siglo XIX, es más amplio con respecto a la primera de este mismo siglo. Siguen siendo materiales de carácter industrial en los que destacan el uso de azul de Prusia, azul ultramar, verde de cromo, amarillo de cromo y blanco de zinc junto con pigmentos más comunes y antiguos como el blanco y rojo de plomo, óxidos de hierro y negros de carácter orgánico. Estos pigmentos no suelen aparecer aplicados de forma individualizada sino mezclados entre sí con el fin de conseguir diferentes tonalidades. En lo que respecta a los aglutinantes, se identifica el uso de cola animal en la capa de preparación y aceite de linaza en las capas de policromía.

La calidad de los materiales al igual que ocurre en la intervención anterior es menor, en este caso también se sustituye el oro fino por láminas doradas realizadas a base de aleaciones de cobre, plata y oro con el fin de reducir costes. La técnica empleada para el dorado sigue siendo la misma que a principios de siglo solo que utilizan una preparación más blanca a base de carbonato cálcico, blanco de zinc y blanco de plomo sobre la que se aplica la capa base compuesta por amarillo de cromo, blanco de plomo y una cantidad considerable de aceite.

CAPÍTULO VII: RESULTADO DEL ESTUDIO DE MATERIALES

TABLA XL.

Posible datación de las intervenciones identificadas en el alfarje según las distintas partes estructurales que lo componen.

	<b>DATACIÓN DE INTERVENCIONES REALIZADAS EN LAS DISTINTAS PARTES DEL ALFARJE</b>				
	<b>FRISO</b>			<b>TECHO</b>	
	<b>Tabla con decoración epigráfica</b>	<b>Tabla con decoración heráldica</b>	<b>Tocaduras</b>	<b>Estructura general</b>	<b>Escudos</b>
<b>José de la Caba: 1854-1857</b>	3º Intervención	3º Intervención	2ª Intervención	4º Intervención	3º Intervención
<b>Joaquín Béquer: 1848</b>	2ª Intervención	2ª Intervención	No se identifican indicios de intervención	3º Intervención	2ª Intervención
<b>Felipe II: 1560-1572</b>	No se identifican indicios de intervención	No se identifican indicios de intervención	No se identifican indicios de intervención	2ª Intervención	1ª Intervención
<b>Reyes Católicos: 1477</b>	1ª Intervención	1ª Intervención	1ª Intervención	1ª Intervención	Policromía original
<b>Pedro I: 1356-1366</b>	Construcción y policromía original	Construcción y policromía original	Construcción y policromía original	Construcción y policromía original	

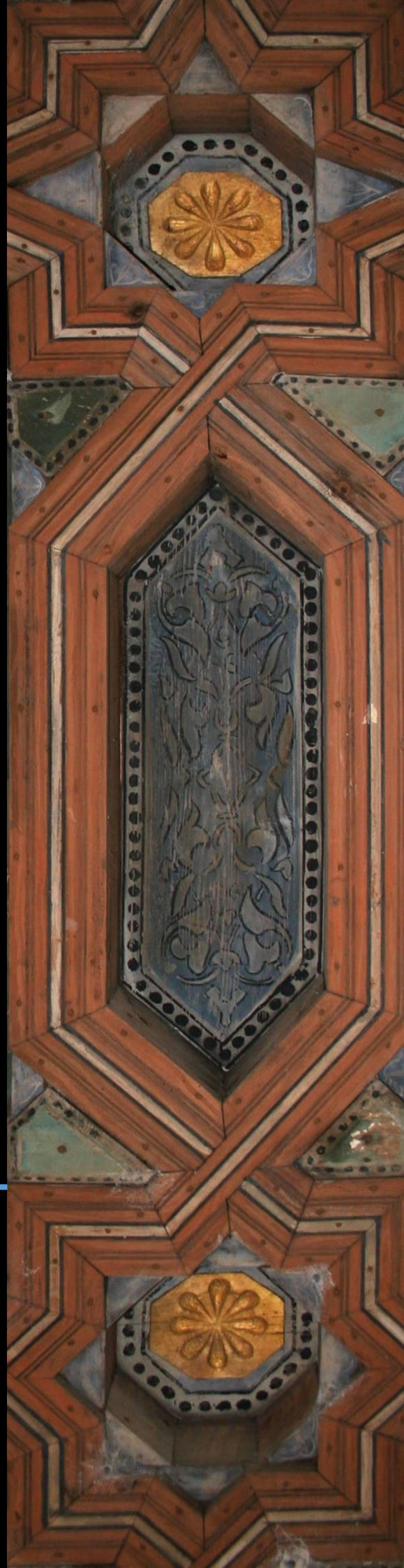






# Capítulo VIII.

Resultados de ensayo de  
envejecimiento natural







### VIII.1. PROBETAS ELABORADAS

En función de los resultados obtenidos en el estudio de muestras y la revisión de los distintos materiales y técnicas empleados en la decoración arquitectónica de tradición islámica, se han seleccionado una relación de estos para la realización de probetas de ensayo que reproducen la policromía del alfarje.

Se ha establecido una clasificación de los materiales en función de su cronología (Tabla XLI). Por un lado se encuentran los materiales pertenecientes a intervenciones realizadas posteriormente a la construcción del alfarje, siendo estos relativamente modernos y actuales, a los que hemos denominado **MATERIALES DE INTERVENCIONES RECIENTES**. Por otro lado se encuentran los materiales originales empleados inicialmente en la ejecución del alfarje o intervenciones muy tempranas anteriores a los siglos XVIII y XX, a los que hemos denominado **MATERIALES HISTÓRICOS**.

TABLA XLI.  
Relación de materiales según su cronología.

<b>MATERIALES</b>	
<b>CAPA DE PREPARACIÓN</b>	
• <b>Históricos</b>	• <b>Recientes</b>
Sulfato cálcico Cola de conejo Caolín (Arcillas)	Blanco de Pb Carbonato cálcico Aceite de linaza
<b>AGLUTINANTES</b>	
• <b>Históricos</b>	• <b>Recientes</b>
Aceite de linaza Goma arábiga Huevo	Aceite de linaza
<b>PIGMENTOS</b>	
• <b>Históricos</b>	• <b>Recientes</b>
Blanco de Pb Rojo de Plomo Cinabrio Azurita natural Malaquita Ocre amarillo	Blanco de Pb Bermellón Azurita sintética Ultramar sintético Amarillo de Pb + Fe Amarillo de cromo Azul de Prusia
<b>BARNICES</b>	
• <b>Históricos</b>	• <b>Recientes</b>
Almáciga	Colofonia
<b>DORADO</b>	
• <b>Históricos</b>	• <b>Recientes</b>
Dorado al agua (bol rojo) Dorado al mixtión (resina de almáciga)	Dorado al mixtión (resina de colofonia)

- **Determinación del número de probetas y materiales.**

Una vez seleccionados los materiales, se ha procedido a la elaboración de las probetas tal y como se ha explicado en el apartado de metodología, siguiendo el criterio de división en función de la cronología de los materiales. En las siguientes tablas se puede apreciar los materiales que componen las probetas de cada grupo (Tabla XLII y tabla XLIII):

TABLA XLII.  
Materiales históricos empleados en la elaboración de probetas.

<b>POLICROMÍA DE MATERIALES HISTÓRICOS</b>			
<b>Preparación</b>	Sulfato cálcico (yeso) + cola de conejo + arcilla (caolín)		
<b>Aglutinantes</b>	Huevo	Goma arábiga	Aceite
Blanco de Pb	•	•	•
Rojo de Plomo	•	•	•
Cinabrio	•	•	•
Azurita natural	•	•	•
Malaquita	•	•	•
Ocre amarillo	•	•	•
<b>Dorado</b>	Bol rojo Dorado al mixtión con almáciga		
<b>Barnizado</b>	Almáciga		

TABLA XLIII.  
Materiales referentes a intervenciones recientes empleados en la elaboración de probetas.

<b>POLICROMÍA DE MATERIALES DE INTERVENCIONES RECIENTES</b>	
<b>Preparación</b>	Preparación carbonato cálcico (blanco de España)+ blanco de plomo + aceite de linaza
<b>Aglutinantes</b>	Aceite de linaza
Blanco de Pb	•
Bermellón	•
Azurita sintética	•
Ultramar sintético	•
Amarillo de Pb + Sn I	•
Amarillo de Cromo	•
Azul de Prusia	•
<b>Dorado</b>	Dorado al mixtión con colofonia
<b>Barnizado</b>	Colofonia

Como ya se ha dicho, las probetas resultantes para este ensayo se han realizado por duplicado obteniendo dos agrupaciones: un grupo ha sido sometido al ciclo de envejecimiento natural y un grupo preservado en condiciones idóneas para su conservación actuando de patrón. Con este sistema se puede establecer comparaciones entre ellas, teniendo un punto de referencia sobre el estado inicial en la probeta no envejecida. Por tanto, el recuento numérico de probetas realizadas es el siguiente (Tabla XLIV y tabla XLV):

TABLA XLIV.

Número de probetas realizadas a base de materiales históricos.

PROBETAS A BASE DE MATERIALES HISTÓRICOS		
- <b>Preparación:</b> sulfato cálcico + arcilla + cola de conejo	Pigmentos + aglutinante de huevo	6
	Pigmentos + aglutinante de aceite	6
	Pigmentos + aglutinante de goma arábica	6
- <b>Barnizado:</b> almáciga	Dorado	2
	Total	20
<b>Total duplicado</b>		<b>40</b>

TABLA XLV.

Número de probetas realizadas a base de materiales referentes a intervenciones recientes.

PROBETAS A BASE DE MATERIALES DE INTERVENCIONES RECIENTES		
- <b>Preparación:</b> carbonato cálcico + aceite de linaza + blanco de plomo	Pigmentos + aglutinante de aceite	7
	Dorado	1
- <b>Barnizado:</b> colofonia	Total	8
<b>Total duplicado</b>		<b>16</b>

- **Sistema de referenciado**

Una vez clasificadas y conocido el número de probetas, se ha procedido a referenciar cada una de ellas para facilitar así su reconocimiento *in situ*, mantenerlas ordenadas y no causar confusiones entre las diferentes variantes. La referencia va en función del tipo de aglutinante, pigmento y clasificación cronológica de los materiales empleados.

Para las probetas realizadas en base a materiales históricos, se les ha asignado la sigla **(PH)**, mientras que para las probetas realizadas con materiales correspondientes a intervenciones recientes sobre el alfarje, se ha utilizado la sigla **(PIR)**.

Junto con la sigla de la clasificación de los materiales de cada probeta, se encuentra la sigla del aglutinante separadas entre sí por un punto, utilizando los siguientes términos para designar a éstos:

- **Lin:** Aceite de linaza
- **H:** Huevo
- **Ga:** Goma arábica
- **Oro.mix:** Dorado con oro al mixtión
- **Oro.bol:** Dorado con oro al agua

En cuanto a pigmentos, se le ha asignado un número a cada uno de ellos y aparecen junto con el aglutinante y separados con un punto (Tabla XLVI).

Para las probetas que van a ser expuestas a envejecimiento natural, aparece su sigla precedida de la letra **E** para su fácil identificación (Tabla XLVII).

Dado que el barniz y la preparación son los mismos en cada conjunto de probetas, se ha considerado conveniente no incluirlo en la referencia para que ésta no sea demasiado compleja.

TABLA XLVI.

Numeración asignada a cada uno de los pigmentos empleados en la realización de probetas.

<b>ENUMERACIÓN DE PIGMENTOS</b>	
<b>PROBETAS DE MATERIALES DE INTERVENCIONES RECIENTES</b>	
Blanco de Pb	<b>1</b>
Bermellón	<b>2</b>
Azurita natural	<b>3</b>
Ultramar sintético	<b>4</b>
Amarillo Pb + Sn I	<b>5</b>
Amarillo de cromo	<b>6</b>
Azul de Prusia	<b>7</b>
<b>PROBETAS DE MATERIALES HISTÓRICOS</b>	
Blanco de Pb	<b>1</b>
Malaquita natural	<b>2</b>
Cinabrio	<b>3</b>
Azurita natural	<b>4</b>
Rojo de plomo	<b>5</b>
Ocre (óxido de Fe)	<b>6</b>

TABLA XLVII.

Siglas asignadas a cada una de las probetas según el tipo de material y función de la misma.

<b>SIGLAS COMPLETAS EN PROBETAS A BASE DE MATERIALES HISTÓRICOS</b>	
Probeta para envejecimiento	E(PH)h.1
Probeta sin envejecimiento	(PH)h.1
<b>SIGLAS COMPLETAS EN PROBETAS DE MATERIALES A BASE DE INTERVENCIONES RECIENTES</b>	
Probeta para envejecimiento	E(PIR)h.1
Probeta sin envejecimiento	(PIR)h.1

- **Elección del soporte**

El soporte para la realización de las probetas ha sido la madera. El tipo de madera que hemos escogido ha sido pino, coincidiendo con el tipo que constituye la estructura del alfarje, procedente de una viga antigua obtenida en materiales de derrumbe, partiendo así de un grado de envejecimiento inicial del soporte de la probeta.

En cuanto al tamaño de las probetas presentan unas medidas correspondientes a 8 cm x 6 cm x 2 cm, siguiendo las consideraciones de la norma *Pinturas y barnices. Probetas normalizadas para ensayo* (ISO 1514: 2004) donde se indica que las probetas deben tener unas características específicas según el método de ensayo a realizar. Por este motivo se ha considerado que las medidas descritas de la probeta son suficientes para obtener una superficie que permita realizar ensayos y evaluar los resultados.

Tal y como se muestra en la fotografía (Fig. 211), la probeta de madera tiene dos caras que se pueden distinguir a simple vista. Por un lado se encuentra la madera envejecida por el paso del tiempo y por otra, la parte de la madera que junto con los cantos, pertenecen a la parte interna de la viga que queda visible al realizar el corte para la obtención de dichas probetas, siendo la parte más lisa.

En el caso que nos ocupa, toda capa pictórica se aplicó en la parte correspondiente a la cara interna de la madera, siendo la superficie más homogénea, tal y como nos indica la misma norma que rige las dimensiones de dicha probeta (ISO 1514: 2004). De este modo que podemos apreciar por la cara visible que pertenece a una madera antigua en un estado envejecido de forma inicial.



*Figura 211. Soporte de madera para la elaboración de probetas. Se muestra la cara externa e interna de la madera.*

- **Aplicación de la capa de preparación**

En todas las probetas, antes de proceder a la aplicación de cualquier capa que conforma el estrato pictórico, se han protegido los cantos de las mismas con cinta adhesiva de carroceros para evitar que caigan restos imprevistos de preparación, pigmento, suciedad por la manipulación de éstas...etc. (Fig. 212).



*Figura 212. Protección de los cantos de la probeta previamente a la aplicación de la policromía.*

PROBETAS DE MATERIALES HISTÓRICOS (PH)

El estuco o capa de preparación que se aplica en las probetas donde se reproduce la técnica de la capa pictórica original mudéjar son los siguientes y en las siguientes proporciones (Tabla XLVIII):

TABLA XLVIII.  
Componentes de la capas de preparación en probetas de materiales históricos.

COMPOSICIÓN	
<b>Cola de conejo</b>	108 gr. de cola en 135 cl. de agua.
<b>Caolín</b>	5% (75 gr.)
<b>Sulfato cálcico</b>	95% (1500 gr.)

Las cantidades de cola de conejo y de agua para su hidratación han venido regidas tomando como referencia la receta común especificada en los distintos tratados antiguos: 80 gr. de cola de conejo por litro de agua.

Una vez hidratada la cola, se ha calentado al baño maría para ponerla en estado líquido y añadir así el material de carga. En nuestro caso, tal y como se indica en la tabla, se ha añadido sulfato cálcico junto con arcillas, concretamente una proporción del 5% de caolín y 95% de sulfato cálcico, previamente tamizados ambos para eliminar impurezas. La cantidad de carga añadida a la cola ha sido hasta el nivel de saturación.

Previamente a la aplicación del estuco a la probeta se han aplicado dos capas de cola de conejo sobre ésta alternando su sentido. La intención con la que se ha realizado este paso es restarle absorción y porosidad a la madera. Cuando la capa de cola última estaba en estado mordiente, se ha pasado una escofina para hacer la superficie algo rugosa y que, a la hora de aplicar el estuco, éste se adhiriese mejor a la superficie de la probeta.

Con la superficie de la probeta ya preparada, se ha aplicado el estuco empleando para ello una brocha de pelo sintético ya que permite un resultado más homogéneo sin dejar marcas de pinceladas. Se han dado cuatro capas de estuco alternando el sentido y esperando el secado entre cada una de ellas. Finalmente una vez el estuco completamente seco, se ha lijado con el fin de eliminar cualquier imperfección que pudiese haber en la superficie de la misma.

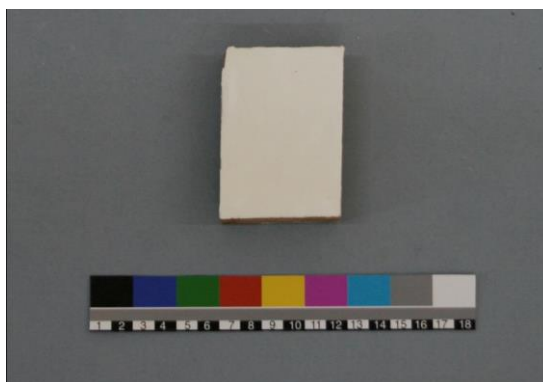


Figura 213. Capa de preparación aplicada sobre probeta.

PROBETAS DE MATERIALES RECIENTES (PIR)

En el caso de las probetas realizadas con materiales en base a intervenciones recientes, la preparación se compone de los siguientes elementos y proporciones (Tabla XLIX):

TABLA XLIX.  
Componentes de la capas de preparación en probetas de materiales referentes a intervenciones recientes.

COMPOSICION	
<b>Carbonato cálcico</b>	25% (100gr.)
<b>Blanco de plomo</b>	75% (300gr.)
<b>Aceite de linaza</b>	Diluido al 50% con esencia de trementina.

Para su preparación, se han mezclado las cantidades indicadas de blanco de plomo y carbonato cálcico y seguidamente se ha añadido al aceite de linaza diluido hasta su saturación, consiguiendo una mezcla homogénea con una densidad adecuada que permite su óptima aplicación. En cuanto al número de capas, son cuatro las aplicadas, alternando el sentido entre una y otra y esperando su secado. Finalmente se ha procedido a un lijado de la superficie para eliminar imperfecciones y obtener un acabado liso.

- **Aplicación capas de técnicas pictóricas**

A continuación se presenta una relación de los diferentes aglutinantes utilizados y su proporción junto con los pigmentos y el número de aplicadas necesarias para cubrir la superficie. El poder cubriente varía en función del tipo de aglutinante y de la naturaleza del pigmento (Tablas L, LI, LII y LIII).

En los casos en que se han tenido que aplicar más de una capa de pigmento aglutinado, se ha realizado alternando los sentidos y esperando al secado total entre una y otra. Al igual que en la aplicación de las preparaciones, se ha realizado mediante una brocha de pelo sintético.

PROBETAS DE MATERIALES HISTÓRICOS (PH)

TABLA L.  
Capas pictóricas aplicadas con aglutinante de aceite de linaza. Probetas de materiales históricos.

ACEITE DE LINAZA Y ESENCIA DE TREMENTINA: 50%		
Pigmento	Número de capas	Poder cubriente
<b>Malaquita natural</b>	2 capas	Alto
<b>Azurita natural</b>	2 capas	Alto
<b>Blanco de plomo</b>	2 capas	Alto
<b>Rojo de plomo</b>	1 capa	Muy alto
<b>Bermellón natural</b>	1 capa	Muy alto
<b>Ocre (Óxido de Fe)</b>	2 capas	Alto

TABLA LI.

Capas pictóricas aplicadas con aglutinante de huevo. Probetas de materiales históricos.

<b>TEMPLE DE HUEVO ENTERO: 1 parte de huevo y 3 partes de agua destilada</b>		
<b>Pigmento</b>	<b>Número de capas</b>	<b>Poder cubriente</b>
<b>Malaquita natural</b>	2 capas	Alto
<b>Azurita natural</b>	2 capas	Alto
<b>Blanco de plomo</b>	3 capas	Medio
<b>Rojo de plomo</b>	1 capa	Muy alto
<b>Bermellón natural</b>	1 capa	Muy alto
<b>Ocre (Óxido de Fe)</b>	6 capas	Muy bajo

TABLA LII.

Capas pictóricas aplicadas con aglutinante de goma arábica. Probetas de materiales históricos.

<b>GOMA ARÁBIGA: 10% en agua destilada</b>		
<b>Pigmento</b>	<b>Número de capas</b>	<b>Poder cubriente</b>
<b>Malaquita natural</b>	2 capas	Alto
<b>Azurita natural</b>	2 capas	Alto
<b>Blanco de plomo</b>	3 capas	Medio
<b>Rojo de plomo</b>	1 capa	Muy alto
<b>Bermellón natural</b>	1 capa	Muy alto
<b>Ocre (Óxido de Fe)</b>	1 capas	Muy alto

PROBETAS DE MATERIALES RECIENTES (PIR)

TABLA LIII

Capas pictóricas aplicadas con aglutinante de aceite de linaza, Probetas de materiales de intervenciones recientes.

<b>ACEITE DE LINAZA Y ESENCIA DE TREMENTINA: 50%</b>		
<b>Pigmento</b>	<b>Número de capas</b>	<b>Poder cubriente</b>
<b>Blanco de Pb</b>	2 capas	Alto
<b>Bermellón</b>	1 capa	Muy alto
<b>Azurita sintética</b>	2 capas	Alto
<b>Amarillo de Pb</b>	2 capas	Alto
<b>Amarillo de Cromo</b>	2 capas	Alto
<b>Ultramar sintético</b>	2 capas	Alto
<b>Azul de Prusia</b>	2 capas	Alto



- **Aplicación de dorados**

Además de encontrar capas pictóricas a base de pigmentos, también podemos apreciar dorado en el alfarje. El dorado que se ha podido analizar se corresponde con dos tipos fundamentalmente: el dorado al mixtión y el dorado al agua. En el caso del dorado al agua, una vez aplicado, se ha bruñado con una piedra de Agatha para sacarle el máximo brillo posible.

PROBETAS DE MATERIALES HISTÓRICOS (PH)

En el caso de las probetas pertenecientes a los materiales históricos, encontramos dos tipos de dorado, un dorado al agua y un dorado al mixtión (Tabla LIV).

TABLA LIV

Descripción de los dorados aplicados en probetas referentes a materiales históricos.

<b>DORADO AL MIXTIÓN</b>
<b>Hoja de oro de 18 k.</b>
<b>Capa de adhesivo</b>
Resina de almáciga (disuelta en esencia de trementina al 10%) al 50% en aceite de linaza + pigmentos ocre, amarillo de plomo (litargirio) y blanco de plomo.
<b>Preparación</b>
Carbonato cálcico (100 gr.) Blanco de plomo (300 gr.) y Minio (5gr.) Aceite de linaza diluido al 50% con esencia de trementina
<b>DORADO AL AGUA</b>
<b>Hoja de oro de 18 k.</b>
<b>Capa de adhesivo</b>
Cola de pescado (25 gr. en 400 cl.)
<b>Bol rojo</b>
<b>Preparación</b>
108 gr. de cola de conejo hidratada en 135 cl. de agua. Caolín al 5% (75 gr.) Sulfato cálcico al 95% (1500gr.)

PROBETAS DE MATERIALES RECIENTES (PIR)

El tipo de dorado en las probetas correspondientes a intervenciones recientes es al mixtión (Tabla LV).

TABLA LV

Descripción del aplicado en probetas referentes a materiales de intervenciones recientes.

<b>DORADO AL MIXTIÓN</b>
<b>Hoja de oro de 18 k.</b>
<b>Capa de adhesivo</b>
Resina de colofonia (disuelta en esencia de trementina al 10%) al 50% en aceite de linaza + pigmentos de ocre, amarillo de plomo y blanco de plomo.
<b>Preparación</b>
Carbonato cálcico (100 gr.) Blanco de plomo (300 gr.) y Minio (5gr.) Aceite de linaza diluido al 50% con esencia de trementina

- **Aplicación de barnices**

Tal y como se muestra en las tablas de clasificación de probetas, hay dos tipos de barnices en función de la cronología de los materiales. Dichos barnices no se aplican en la probeta de forma completa sino que solamente en una de sus mitades, para poder establecer así comparativas posteriormente y los efectos del mismo sobre la zona. En las probetas que reproducen las técnicas de dorado no se aplica barniz debido a que podría afectar al aspecto del oro. En los siguientes apartados se muestra el tipo de barniz aplicado y su composición.

PROBETAS DE MATERIALES HISTÓRICOS (PH)

**Resina de almáciga + esencia de trementina:** Disolución en esencia de trementina al 10%.

PROBETAS DE MATERIALES RECIENTES (PIR)

**Resina de colofonia + esencia de trementina:** Disolución en esencia de trementina al 10%.

- **Aplicación de barniz con protección ultravioleta.**

Una vez finalizadas las probetas y secadas en su totalidad, se ha aplicado en cada una de ellas el barniz con estabilizadores ultravioleta elegido, siguiendo la metodología descrita con anterioridad. De este modo conseguimos tener cuatro divisiones en las probetas:

1. Zona barnizada sin filtro UVA
2. Zona barnizada con filtro UVA
3. Zona sin barnizar sin filtro UVA
4. Zona sin barnizar con filtro UVA

Según indica la casa comercial de este producto<sup>1</sup>, las capas de aerosol son muy delgadas en comparación con las capas de pincel. La cantidad de barniz sobre la superficie está directamente relacionada con el nivel de resistencia ante la radiación UV y el grado de desvanecimiento, por ello recomienda dar múltiples capas del barniz en formato aerosol, asegurando que con seis capas se impide el cambio de color. Por ello, el número de capas aplicadas en las probetas ha sido de seis, siendo éstas las necesarias para impedir el cambio de color en este caso según el fabricante. El tiempo de secado transcurrido entre capa y capa ha sido aproximadamente 15 minutos.

---

<sup>1</sup> [http://www.goldenpaints.com/technicalinfo\\_archvarn](http://www.goldenpaints.com/technicalinfo_archvarn) (Consultada el día 6 de abril del 2015)

- **Resultado final**

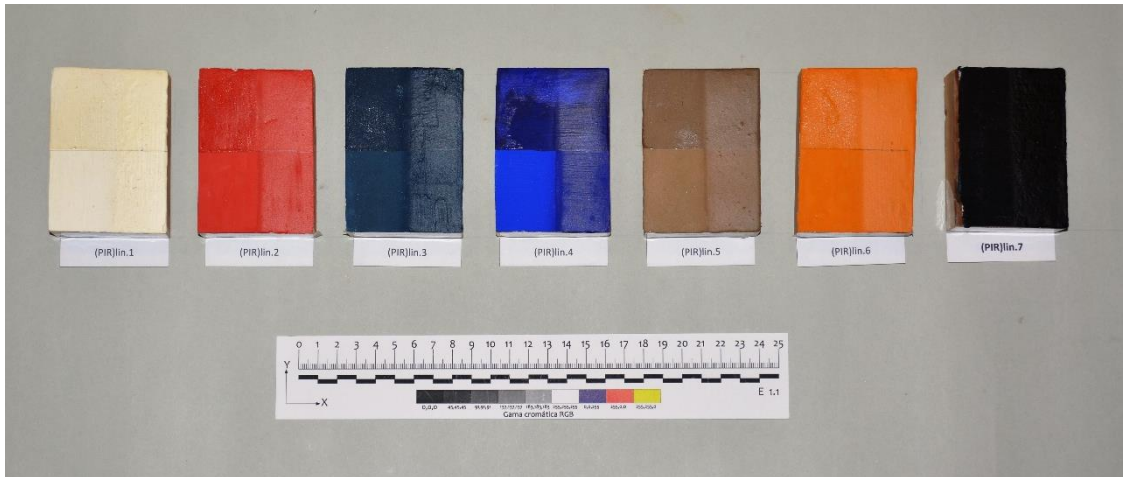


Figura 214. Probetas elaboradas con materiales correspondientes a intervenciones recientes



Figura 215. Probetas elaboradas con materiales históricos. Aglutinante de goma arábica.



Figura 216. Probetas elaboradas con materiales históricos. Aglutinante de aceite de linaza.



Figura 217. Probetas elaboradas con materiales históricos. Aglutinante de huevo.

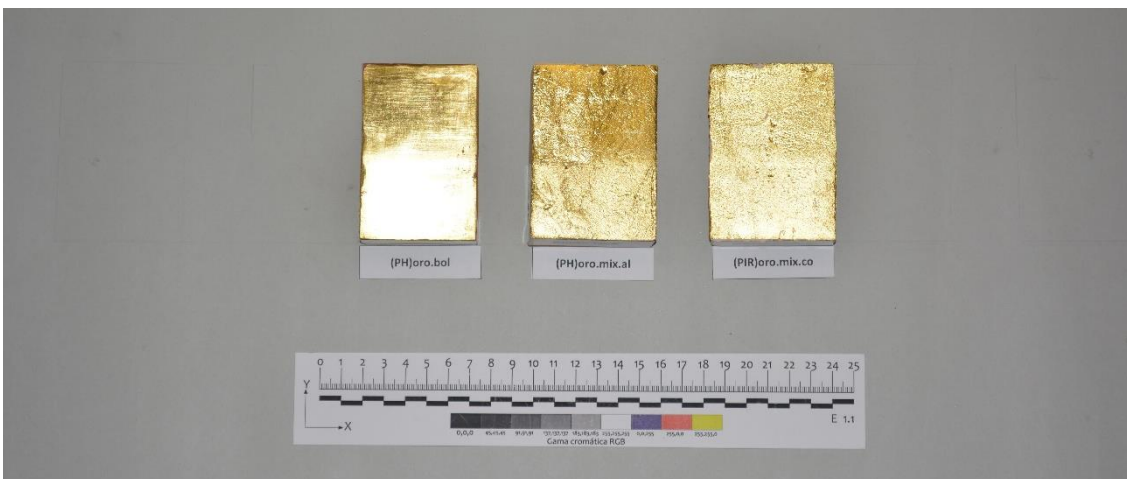


Figura 218. Probetas elaboradas con diferentes técnicas de dorado.

## VIII.2. CONDICIONES DE EXPOSICIÓN DURANTE EL CICLO DE ENVEJECIMIENTO NATURAL.

A partir de los datos recogidos por los distintos sensores que componen la estación de envejecimiento natural empleada, se ha podido comprobar la variación de diferentes parámetros meteorológicos considerados durante el ciclo completo de 12 meses de duración, comprendido entre las fechas de 1 de noviembre del 2014 al 31 de octubre del 2015. Los resultados de estos datos en formato de gráficas se exponen en el Anexo 4 para su consulta.

- **Sensores de irradiancia solar y radiación ultravioleta (Tabla LVI).**

Los datos obtenidos a través de estos sensores muestran una elevada cantidad de radiación de carácter nociva que afecta de forma directa a los acabados policromos aplicados en las probetas. El sensor de irradiancia solar indica a través de los valores recabados unas condiciones duras de exposición, siendo mayor en los meses de mayor calor debido dado que la radiación solar actúa con mayor intensidad. Por otro lado, el sensor de radiación ultravioleta muestra que el conjunto de probetas ha estado expuesto a una acusada degradación fotoquímica sobre todo, al igual que la irradiancia solar, en los meses cálidos (Calero, 2016, p.482).

TABLA LVI

Resultados de valores obtenidos con los sensores de irradiancia solar y radiación ultravioleta.

Sensor	Valor máx.		Valor mín.		Media de valores
Irradiancia solar	Valor	1229 w/m <sup>2</sup>	Valor	662,00 w/m <sup>2</sup>	± 107 w/m <sup>2</sup>
	Fecha	Mayo 2015	Fecha	Enero 2015	
Radiación ultravioleta	Valor	0,19 w/m <sup>2</sup> (Nivel 7 en índice UV)	Valor	0,04 w/m <sup>2</sup>	± 0,016 w/m <sup>2</sup>
	Fecha	Junio 2015	Fecha	Diciembre 2014	

En ambos casos, los valores que se pueden apreciar en las gráficas equivalentes a 0,0 w/m<sup>2</sup> se corresponden con los registrados durante la noche.

- **Sensor anemómetro. Velocidad y dirección del viento (Tabla LVII).**

El sensor implantado en el sistema de envejecimiento natural para la medición del viento, ha aportado información sobre sus dos magnitudes características: velocidad y dirección. En el caso de la velocidad del viento, tomando como referencia la escala de viento *Beaufort* utilizada por la doctora Calero en su estudio (2016, p.483), se ha podido comprobar que los valores mínimos se sitúan en un grado 0 y 1 equivalente según dicha escala a *Calma* y *Ventolina o brisa muy ligera* respectivamente. En cuanto al valor máximo es igual a grado 6, correspondiente a *Fresco*. Referente a la dirección del viento, se ha constatado que la procedencia del viento se corresponde con la orientación este, norte y oeste. Sin embargo, no se obtienen datos sobre viento procedentes del sur a causa de la ubicación de la estructura de envejecimiento (Calero, 2016, p.483).

TABLA LVII

Resultados de valores obtenidos con el sensor anemómetro.

Sensor	Magnitud	Valor máx.		Valor mín.		Media de valores
Anemómetro	Velocidad	Valor	49 km/h (Grado 6)	Valor	0 km/h (Grado 0)	± 3,73 km/h (Grado 1)
		Fecha	Octubre 2014	Fecha	Todos los meses	
	Dirección	73° Procedente del Este		360° Procedente del Norte		± 271° Procedente del Oeste

- **Sensor exterior de humedad y temperatura (Tabla LVIII).**

Los sensores exteriores encargados de medir la humedad y temperatura muestran una gran variabilidad de estos parámetros, evidenciando unas condiciones atmosféricas bajo las que han estado sometidas las probetas bastante extremas (Calero, 2016, p.484).

TABLA LVIII

Resultados de valores obtenidos con los sensores de temperatura y humedad exteriores.

Sensor	Valor máx.		Valor mín.		Media de valores
Temperatura exterior	Valor	47,40 °C	Valor	-5 °C	± 16 °C
	Fecha	Julio 2015	Fecha	Diciembre 2015	
Humedad exterior	Valor	100%	Valor	10,88 %	± 38%
	Fecha	Abril 2015	Fecha	Febrero 2015	

- **Sensor interior de humedad y temperatura (Tabla LIX)**

Al contrario que sucede en las condiciones exteriores, el sensor interior encargado de medir la humedad y temperatura de la zona donde se han salvaguardado las probetas que actúan de patrón, indican una relativa estabilidad de estos parámetros. Como se puede observar, existe una gran variación entre el valor máximo registrado en la temperatura y el valor mínimo debido al encendido y apagado de la aclimatación del edificio. A pesar de ello, las gráficas presentadas en el anexo indicado con anterioridad, demuestran que estos cambios son graduales y sin brusquedad (Calero, 2016, p.484).

TABLA LIX

Resultados de valores obtenidos con los sensores de temperatura y humedad interiores.

Sensor	Valor máx.		Valor mín.		Media de valores
Temperatura interior	Valor	30 °C	Valor	7 °C	± 20 °C
	Fecha	Agosto 2015	Fecha	Diciembre 2015	
Humedad interior	Valor	48,25 %	Valor	29,50 %	± 42%
	Fecha	Marzo 2015	Fecha	Julio 2015	

Si comparamos los datos obtenidos por los sensores de humedad y temperatura exteriores y los sensores de estos mismos parámetros en el interior, se puede comprobar que las probetas envejecidas han estado sometidas a condiciones mucho más agresivas e inestables que las probetas que actúan de patrón, las cuales han estado bajo unas condiciones con un alto grado de estabilidad (Calero, 2016, p.485).



### VIII.3. EVALUACIÓN DE CAMBIOS COLORIMÉTRICOS PRODUCIDOS POR EL TRATAMIENTO APLICADO.

#### PROBETAS BLANCO DE PLOMO

- RESULTADOS TRAS LA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO EN PROBETAS PATRÓN



PROBETA <sup>2</sup>	PARTICIÓN <sup>3</sup>	VALORES			
		L*	C* <sub>ab</sub>	h <sub>ab</sub>	ΔE00
(PH).ga.1	SB/SF	95,3	1,7	83,6	-
	SB/CF	90,1	6,3	89,2	5,1
	CB/SF	90	5,3	83,9	
	CB/CF	88	8,5	88,3	2,8
	<b>AVG<sup>4</sup></b>	<b>90,8</b>	<b>5,4</b>	<b>86,2</b>	<b>4,0</b>
	<b>SD</b>	<b>3,1</b>	<b>2,9</b>	<b>2,9</b>	<b>1,6</b>
(PH).h.1	SB/SF	93,3	4,5	86,5	-
	SB/CF	90,7	8	90,7	3,2
	CB/SF	91,2	5,7	86,6	-
	CB/CF	89,3	8,9	90,6	2,5
	<b>AVG</b>	<b>91,1</b>	<b>6,8</b>	<b>88,6</b>	<b>3,0</b>
	<b>SD</b>	<b>1,6</b>	<b>2,0</b>	<b>2,3</b>	<b>0,3</b>
(PH).lin.1	SB/SF	92,3	11,1	95,9	-
	SB/CF	89,8	14,7	98,6	2,8
	CB/SF	91,9	9,8	98,2	-
	CB/CF	90	13,1	98,1	2,5
	<b>AVG</b>	<b>91,0</b>	<b>12,2</b>	<b>97,7</b>	<b>2,6</b>
	<b>SD</b>	<b>1,3</b>	<b>2,1</b>	<b>1,2</b>	<b>0,2</b>
(PIR).lin.1	SB/SF	93,4	11,6	93,7	-
	SB/CF	91,3	16	94,1	3,1
	CB/SF	92	14,3	94,4	-
	CB/CF	90,8	16,2	94	1,3
	<b>AVG</b>	<b>91,9</b>	<b>14,5</b>	<b>94</b>	<b>2,2</b>
	<b>SD</b>	<b>1,1</b>	<b>2,1</b>	<b>0,3</b>	<b>1,2</b>

<sup>2</sup> (PH).ga: Aglutinante de goma arábica. (PH).h: Aglutinante de huevo. (PH).lin: Aglutinante de aceite de linaza sobre preparación de yeso y cola. (PIR).lin: Aglutinante de aceite de linaza sobre preparación de carbonato cálcico y aceite.

<sup>3</sup> SB/SF: sin barniz/sin filtro UV (tratamiento aplicado). SB/CF: sin barniz/con filtro UV (tratamiento aplicado). CB/SF: con barniz/sin filtro UV (tratamiento aplicado). CB/CF: con barniz/sin filtro UV.

<sup>4</sup> Se marcan en todos los casos, con amarillo los valores mínimos de AVG y con azul los valores máximos.

En todas las probetas realizadas con pigmento blanco de plomo y diferentes aglutinantes, tanto en las particiones barnizadas como sin barnizar, se produce tras la aplicación del tratamiento protector de UV una disminución del valor  $L^*$  y un aumento de  $C^*_{ab}$  y  $h_{ab}$ . La variación de  $L^*$  es indicativo de una reducción de la claridad por lo que vuelve más oscura la superficie. Sin embargo, el aumento de  $C^*_{ab}$  supone una mayor intensidad del color. En relación a la variación que se produce en  $h_{ab}$ , al tratarse de un aumento de los valores lo que se produce, el color blanco de la probeta tiende a virar al amarillo en el caso de la goma arábica y el huevo, y al verde en el caso de las dos probetas realizadas con aceite.

Si tenemos en cuenta el valor promedio de la probeta en general (AVG), el correspondiente a  $L^*$  en todos los casos está comprendido entre 90,8 en la probeta aglutinada con goma arábica y 91,1 en la probeta aglutinada con aceite de linaza con preparación de carbonato cálcico y blanco de plomo; siendo mínima la diferencia entre ambos valores es indicativo de una alta claridad. Sin embargo, la diferencia de los promedios máximos y mínimos de  $C^*_{ab}$  y  $h_{ab}$  es mucho más acusada. Los valores máximos en  $C^*_{ab}$  se sitúan en las probetas con aglutinante de aceite de linaza equivalente a 14,5 y 12, 2 donde la intensidad del color es mayor, y los valores mínimos en las probetas de goma arábica y huevo con 5,4 y 6,8 respectivamente, siendo por tanto la claridad menor en estos dos casos. Finalmente, en relación al promedio de  $h_{ab}$  ocurre lo mismo que el caso anterior, los valores máximos lo encontramos en las probetas realizadas con aceite de linaza correspondientes a 97,7 y 94, y los valores mínimos en las probetas con goma arábica y huevo con 86,2 y 88,6; lo que indica que con aceite el ángulo de tono se modifica hacia el verde y con goma arábica y huevo hacia el amarillo.

En cuanto a la desviación estándar (SD), se detecta que los valores más elevados se encuentran en la probeta realizada con goma arábica, por lo que la variabilidad de los distintos valores es más acusada en este caso. Seguidamente se sitúa la probeta realizada con huevo y por último, las probetas realizadas con aceite con los valores mínimos, indicativo de que la variabilidad que se produce en estos casos es menor.

• RESULTADOS DEL TRATAMIENTO EN PROBETAS ENVEJECIDAS

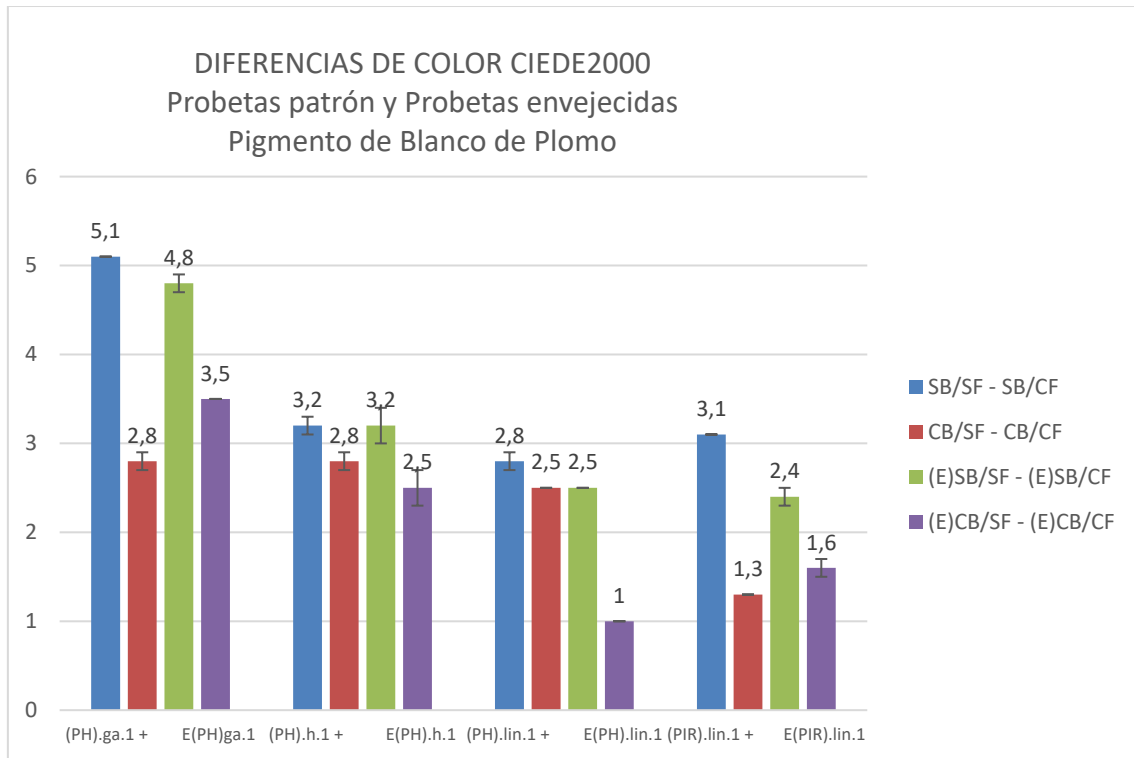


PROBETA	PARTICIÓN	VALORES			
		$L^*$	$C^*_{ab}$	$h_{ab}$	$\Delta E_{00}$
E(PH)ga.1	SB/SF	94,4	5,9	89,7	-
	SB/CF	88,7	1,9	88,5	4,8
	CB/SF	86	13,2	91,3	-
	CB/CF	86,5	8,3	86,8	3,5
	<b>AVG</b>	<b>88,9</b>	<b>7,3</b>	<b>89,1</b>	<b>4,1</b>
	<b>SD</b>	<b>3,8</b>	<b>4,7</b>	<b>1,9</b>	<b>1,0</b>
E(PH).h.1	SB/SF	94,6	3	87,6	-
	SB/CF	90,1	4,8	89,6	3,2
	CB/SF	89,7	9,7	93,1	-
	CB/CF	89,7	6,4	90,1	2,5
	<b>AVG</b>	<b>91,0</b>	<b>6,0</b>	<b>90,1</b>	<b>2,8</b>
	<b>SD</b>	<b>2,4</b>	<b>2,9</b>	<b>2,3</b>	<b>0,5</b>
E(PH).lin.1	SB/SF	93,1	4,3	91,3	-
	SB/CF	91	6,9	95,9	2,5
	CB/SF	89,5	7	93,4	-
	CB/CF	90,1	7,8	97	1
	<b>AVG</b>	<b>90,9</b>	<b>6,5</b>	<b>94,4</b>	<b>1,8</b>
	<b>SD</b>	<b>1,6</b>	<b>1,5</b>	<b>2,6</b>	<b>1,1</b>
E(PIR).lin.1	SB/SF	91,1	7	88,6	-
	SB/CF	90,5	10,1	92,1	2,4
	CB/SF	89,4	10,3	86,4	-
	CB/CF	86,8	11,3	90,7	2,1
	<b>AVG</b>	<b>89,5</b>	<b>9,7</b>	<b>89,5</b>	<b>2,3</b>
	<b>SD</b>	<b>1,9</b>	<b>1,9</b>	<b>2,5</b>	<b>0,2</b>

Las probetas sometidas a envejecimiento natural presentan en las zonas con tratamiento protector UV, al igual que las probetas patrón, una disminución del valor  $L^*$ . Sin embargo se detectan diferentes variaciones en los valores  $C^*_{ab}$  y  $h_{ab}$ . En el caso de  $L^*$ , la variación se denota en las probetas mediante una reducción de la claridad. Hay que exceptuar las particiones que presentan barniz en las probetas realizadas con goma arábica y huevo, las cuales mantienen el mismo valor de  $L^*$  con respecto a la partición sin tratamiento. En lo que respecta al valor  $C^*_{ab}$ , veíamos en las probetas patrón que en todos los casos se producía un aumento que hacía que el color presentase mayor intensidad. Sin embargo, en las probetas homólogas envejecidas, encontramos que este valor aumenta en las probetas realizadas con aceite y en la partición sin barnizar de la probeta de huevo. En la partición barnizada de este último caso y en la probeta realizada con goma arábica, se produce una disminución acusada de este valor, lo que supone una reducción en la intensidad del color. Por último, ocurre algo similar en relación al valor  $h_{ab}$ , en el caso de las probetas realizadas con aceite este valor aumenta lo que supone una variación del color posicionándose el ángulo de tono cercano al amarillo/verdoso. Sucede lo contrario en las probetas de goma arábica y huevo, en las que este valor disminuye tras el envejecimiento y trae consigo un cambio en el ángulo de tono que vira al amarillo/rojo.

Los valores promedios generales de cada probeta envejecida (AVG) indican que, en el caso de  $L^*$ , se sitúan entre 91 como valor máximo detectado de claridad en la probeta aglutinada con huevo y 88,9 como valor mínimo detectado en la probeta aglutinada con goma arábica. Como se puede apreciar, al igual que ocurría en las probetas patrón estas variaciones son mínimas. Sucede lo mismo en el caso del valor  $h_{ab}$ , donde el valor máximo lo encontramos en la probeta realizada con aceite de linaza y preparación de yeso, y el valor mínimo en la probeta de goma arábica, 94,4 y 89,1 respectivamente. Al igual que las probetas patrón, las probetas de aceite de viran hacia el verde y las de goma arábica y huevo hacia el amarillo. El valor promedio de  $C^*_{ab}$  varía poco entre las probetas envejecidas realizadas con goma arábica, huevo y aceite de linaza con preparación de yeso, sin embargo encontramos un valor máximo en la probeta realizada con aceite de linaza también pero sobre preparación de carbonato cálcico y aceite, por lo que en este caso la intensidad del color es mayor..

En cuanto a la desviación estándar (SD), si comparamos los valores obtenidos en las probetas envejecidas con las probetas patrón, ocurre la misma casuística en ambos casos. Los valores entre las probetas realizadas con aceite de linaza son similares, con poca variación entre ellos, pero en el caso de la probeta realizada con goma arabia los cambios son más acusados, lo que es indicativo de una mayor variabilidad en los diferentes parámetros colorimétricos.



Desde el punto de vista de diferencia de color  $\Delta E00$  se ha establecido una comparativa entre las particiones con tratamiento protector y las que carecen de este. Como se puede observar en todos los casos, tanto en las probetas patrón como en las probetas envejecidas, la diferencia de color en las zonas con tratamiento es mayor en las particiones que no tienen barniz (barras azules y verdes en la gráfica) y menor en las particiones que contienen barniz en la superficie (barras rojas y violetas).

Si establecemos una comparación teniendo en cuenta los aglutinantes, se puede apreciar que las diferencias de color más acusadas en todas sus particiones se encuentran en la probeta de goma arábica tanto en la que actúa de patrón como en la envejecida. En el resto de probetas realizadas con huevo y aceite de linaza, la diferencia de color es menor y más igualada a excepción de las particiones con barniz y tratamiento que tras el envejecimiento presentan una menor diferencia con respecto al resto.

- RESULTADOS DEL TRATAMIENTO EN LAS PROBETAS SOMETIDAS A ENVEJECIMIENTO CON RESPECTO A LAS PROBETAS PATRÓN.

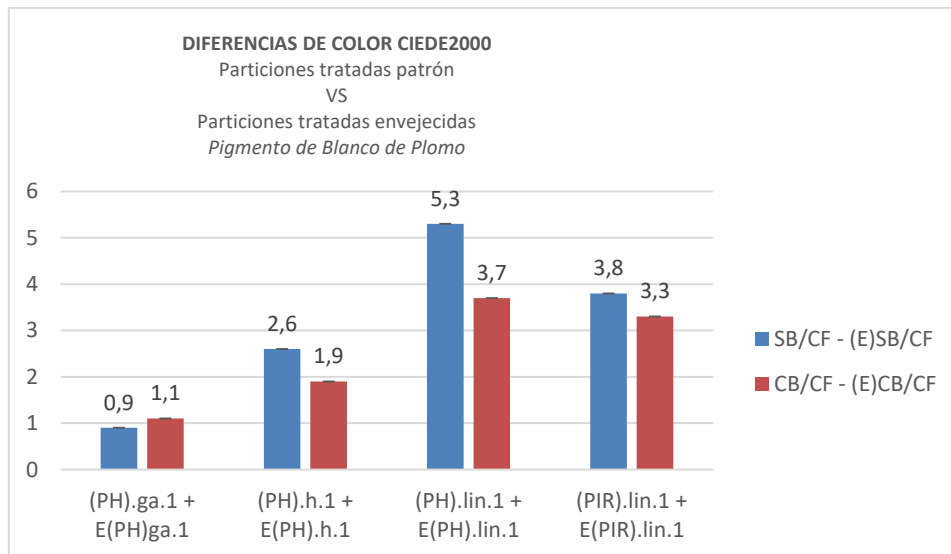
PROBETA	PARTICIÓN	VALORES			
		$L^*$	$C^*_{ab}$	$h_{ab}$	$\Delta E00$
(PH)ga.1 Vs E(PH).ga.1	SB/CF	90,1	0,1	88,1	-
	(E) SB/CF	88,7	0,2	87,5	0,9
	CB/CF	88,0	8,5	88,3	-
	(E) CB/CF	86,5	8,3	86,8	1,1
	<b>AVG</b>	<b>88,9</b>	<b>6,9</b>	<b>88,7</b>	<b>1</b>
	<b>SD</b>	<b>1,1</b>	<b>1,4</b>	<b>0,5</b>	<b>0,1</b>
(PH)h.1 Vs E(PH).h.1	SB/CF	90,7	8,0	90,7	-
	(E) SB/CF	90,1	4,8	89,6	2,6
	CB/CF	89,3	8,9	90,6	-
	(E) CB/CF	89,7	6,4	90,1	1,9
	<b>AVG</b>	<b>90,0</b>	<b>7,2</b>	<b>90,3</b>	<b>2,2</b>
	<b>SD</b>	<b>0,7</b>	<b>2,2</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>
(PH).lin.1 Vs E(PH).lin.1	SB/CF	91,0	14,7	95,9	-
	(E) SB/CF	89,8	6,9	95,9	5,3
	CB/CF	90,0	13,1	98,1	-
	(E) CB/CF	90,1	7,8	97,0	3,7
	<b>AVG</b>	<b>90,3</b>	<b>11,6</b>	<b>96,6</b>	<b>4,5</b>
	<b>SD</b>	<b>0,6</b>	<b>4,1</b>	<b>1,3</b>	<b>1,1</b>
(PIR).lin.1 Vs E(PIR).lin.1	SB/CF	91,3	16,0	94,1	-
	(E) SB/CF	90,5	10,1	92,1	3,8
	CB/CF	90,8	16,2	94,0	-
	(E) CB/CF	89,4	11,3	90,7	3,3
	<b>AVG</b>	<b>90,9</b>	<b>14,1</b>	<b>93,4</b>	<b>3,5</b>
	<b>SD</b>	<b>0,4</b>	<b>3,4</b>	<b>1,1</b>	<b>0,4</b>

Las particiones de las todas las probetas realizadas con blanco de plomo, tanto barnizadas como sin barnizar en las que se ha aplicado tratamiento protector, tras el envejecimiento muestran una reducción de los valores correspondientes a los parámetros colorimétricos. Esto se traduce en un una disminución de la claridad y del croma o intensidad del color ( $L^*$  y  $C^*_{ab}$ ), así como una nueva posición del ángulo de tono ( $h_{ab}$ ) que en todos los casos tiende al amarillo a excepción de la goma arábica que se sitúa más cercano al rojo.

Si consideramos los valores promedios (AVG), se puede apreciar que tras el envejecimiento las particiones tratadas, independientemente de aglutinante y partición, presentan valores altos de claridad y por el contrario, bajos de intensidad de color. En cuanto al ángulo de tono, el promedio indica que la probeta realizada con goma arábica tiene mayor tendencia al rojo y la realizada con huevo tiende a una tonalidad amarilla, mientras que las probetas realizadas con aceite se acercan a un tono verdoso.

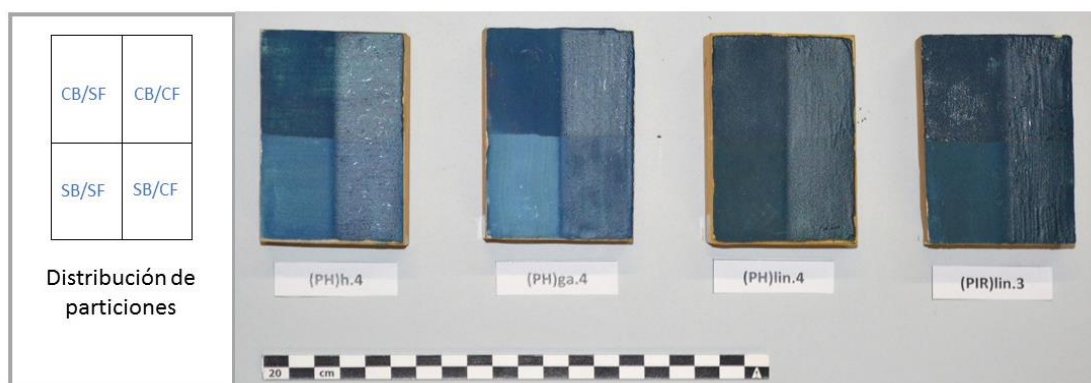
Finalmente, considerando la desviación estándar (SD), indica que la mayor variabilidad la encontramos en el valor de intensidad de color en la que los valores están comprendidos entre 1,4 y 4,1. Sin embargo, la variabilidad en los parámetros de  $L^*$  y  $h_{ab}$  es muy poco significativa, produciendo una variación en el tono muy baja.

En cuanto a los valores de diferencia de color  $\Delta E_{00}$ , en la gráfica se puede observar que estas variaciones son mayores en todos los casos en la partición tratada que no presenta barniz (barra azul), que la partición barnizada (barra roja). Si se considera como medio de clasificación los aglutinantes, se puede apreciar que las mayores diferencias de color se producen en las probetas en la que se ha utilizado aceite de linaza, y en las que menos, las probetas a base de huevo y goma arábica.



PROBETAS DE AZURITA

• RESULTADOS TRAS LA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO EN PROBETAS PATRÓN



PROBETA	PARTICIÓN	VALORES			
		$L^*$	$C^*_{ab}$	$h_{ab}$	$\Delta E00$
(PH)ga.4	SB/SF	49,0	16,6	241,9	-
	SB/CF	31,6	14,8	249,4	15,6
	CB/SF	33,1	17,3	247,6	-
	CB/CF	30,1	14,5	255	3,37
	AVG	36,0	15,9	248,5	9,5
	SD	8,8	1,4	5,4	8,6
(PH).h.4	SB/SF	34,8	16,1	244,5	-
	SB/CF	30,8	15,0	245,2	10,2
	CB/SF	42,7	20,8	246,5	-
	CB/CF	32,8	16,8	249,4	3,3
	AVG	35,3	17,2	246,4	6,7
	SD	5,2	2,5	2,2	4,9
(PH).lin.4	SB/SF	36,2	11,5	241,4	-
	SB/CF	29,5	10,4	242,6	5,5
	CB/SF	32,6	11,6	242,6	-
	CB/CF	29,5	11,4	250,3	3,0
	AVG	31,9	11,2	244,2	4,2
	SD	3,2	0,5	4,1	1,8
(PIR).lin.3	SB/SF	37,3	11,6	243,4	-
	SB/CF	30,6	9,2	244,6	3,1
	CB/SF	33,4	12,1	247,2	-
	CB/CF	32	11,7	250,3	1,3
	AVG	33,3	11,1	246,4	2,2
	SD	2,9	1,3	3,1	1,2

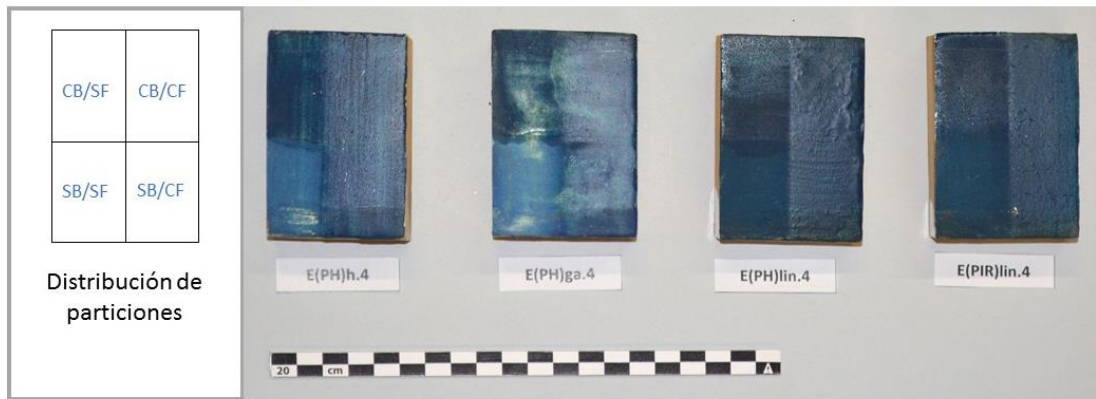


Las probetas elaboradas con azurita natural, presentan variaciones en los valores de  $L^*$  caracterizadas por una disminución en todas sus particiones tras la aplicación del tratamiento protector UV, que se ve reflejada en la apariencia de la superficie mediante un oscurecimiento de la misma. Ocurre lo mismo con los valores de  $C^*_{ab}$ , que mantienen igual o disminuyen, implicando una reducción en la intensidad de color. En lo que respecta al valor  $h_{ab}$ , se puede apreciar que aumenta en todos los casos o se mantiene igual con la aplicación del tratamiento provocando una tonalidad más azul.

Si nos centramos en los valores promedios obtenidos entre todas las particiones que componen las probetas (AVG), podemos observar que los correspondientes a  $L^*$  se sitúan en todos los casos en valores en torno a 30, lo que demuestra que presenta un nivel bajo de claridad. El promedio general de  $C^*_{ab}$  comprende valores entre 11 y 17, siendo el valor más bajo en las probetas realizada con aceite de linaza, los valores intermedios a la probeta con aglutinante de goma arábica y aceite de linaza sobre preparación de carbonato cálcico y el valor máximo a la probeta realizada con huevo. A pesar de esta diferencia, estos valores son muy bajos en todos los casos, lo que indica que el color presenta poca intensidad. Finalmente, el promedio de  $h_{ab}$ , indica que todas las probetas presenta un mismo tono similar situado en todos los casos entre 244 y 248.

Otro de los valores a tener en cuenta en las variaciones, es la desviación estándar (SD). Encontramos que los valores más acusados por lo general se sitúan en la probeta realizada con goma arábica, seguido de la probeta realizada con huevo como aglutinante y finalmente, las probetas a base de aceite de linaza. Como resultado de estos valores, se puede constatar que existe una elevada variabilidad de color en todos los casos de probetas.

• RESULTADOS DEL TRATAMIENTO EN PROBETAS ENVEJECIDAS

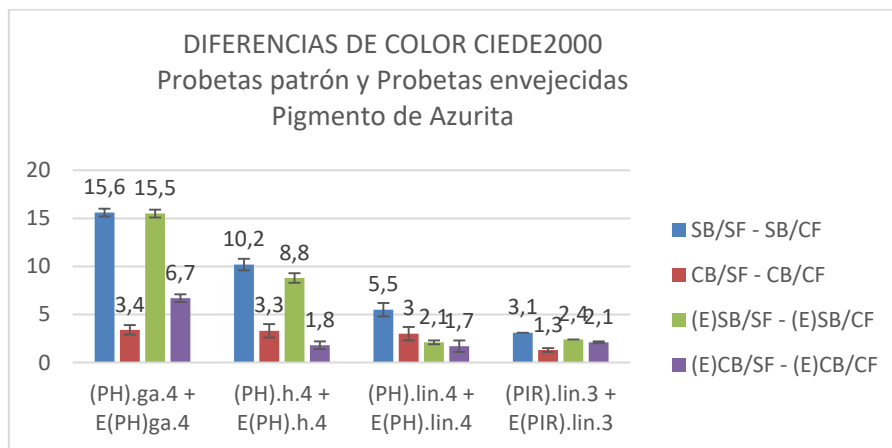


PROBETA	PARTICIÓN	VALORES			
		$L^*$	$C^*_{ab}$	$h_{ab}$	$\Delta E00$
E(PH)ga.4	SB/SF	49,8	18,2	234,3	-
	SB/CF	33,3	16,1	250,1	15,5
	CB/SF	48,2	17,4	243	-
	CB/CF	32,1	16,1	245,7	6,7
	<b>AVG</b>	<b>40,9</b>	<b>17</b>	<b>243,3</b>	<b>11,1</b>
	<b>SD</b>	<b>9,4</b>	<b>1</b>	<b>6,7</b>	<b>6,2</b>
E(PH).h.4	SB/SF	42,7	20,8	246,5	-
	SB/CF	32,8	16,8	249,4	8,8
	CB/SF	32,6	16,8	243,3	-
	CB/CF	31,8	15,1	247,1	1,8
	<b>AVG</b>	<b>35,0</b>	<b>17,4</b>	<b>246,6</b>	<b>5,3</b>
	<b>SD</b>	<b>5,2</b>	<b>2,4</b>	<b>2,5</b>	<b>5,0</b>
E(PH).lin.4	SB/SF	32,5	15,1	241,1	-
	SB/CF	31,2	13,1	241,2	2,1
	CB/SF	31,6	11,1	246,4	-
	CB/CF	29,1	11,1	249,6	1,7
	<b>AVG</b>	<b>31,1</b>	<b>12,6</b>	<b>244,5</b>	<b>1,9</b>
	<b>SD</b>	<b>1,4</b>	<b>1,9</b>	<b>4,2</b>	<b>0,3</b>
E(PIR).lin.3	SB/SF	33,6	14,6	242,5	-
	SB/CF	31,4	10,1	243,6	2,4
	CB/SF	34,7	13,2	246,2	-
	CB/CF	33,1	11,3	248,3	2,1
	<b>AVG</b>	<b>33,2</b>	<b>12,3</b>	<b>245,2</b>	<b>2,3</b>
	<b>SD</b>	<b>1,4</b>	<b>2</b>	<b>2,6</b>	<b>0,2</b>

En las probetas que han sido sometidas a envejecimiento, se muestran las mismas variaciones de color en su superficie que las producidas en las probetas patrón. Se puede apreciar que en todas las particiones, tanto con barniz como sin barniz, con aplicación de tratamiento protector, se produce una reducción de la claridad ( $L^*$ ) incluso con el envejecimiento. En el caso del valor  $C^*_{ab}$  se denota como disminuye en todos los casos donde hay aplicado tratamiento lo que significa un color menos intenso. Por último, los valores correspondientes a  $h_{ab}$ , se corresponden con un aumento de los mismos o permanecen iguales traduciéndose esta variación en un ángulo de tono más azulado.

En cuanto a los valores promedios (AVG), los correspondientes a  $L^*$  en las probetas envejecidas están comprendidos entre valores de 31 y 40, indicativo de un grado de claridad medio en todos los casos. En cuanto al valor promedio de  $C^*_{ab}$  se sitúa entre 12 y 17, indicando una intensidad muy baja del color. Finalmente, el valor promedio correspondiente a  $h_{ab}$ , al igual que ocurre en las probetas patrón, se sitúa entre 243 y 246, valor que posiciona al ángulo de tono muy cercano al azul.

En relación a la desviación estándar que presentan las probetas envejecidas (SD), tal y como sucede en las probetas patrón, los valores más elevados se presentan en la probeta realizada con goma arábiga y los de menor variación en las probetas realizadas con huevo y aceite. Aun así, hay una gran variedad de desviación estándar entre todas las probetas, lo que indica una elevada variabilidad del color en ellas.



En lo que se refiere a diferencia de color  $\Delta E_{00}$  entre las probetas patrón y las probetas, se puede comprobar que las particiones que no presentan barniz, al aplicar el tratamiento protector experimentan una mayor diferencia de color (barras azules y verdes en la gráfica). Esta casuística sucede tanto en las probetas envejecidas como en las probetas que actúan de patrón. Sin embargo, las particiones que cuentan con barnizado, tras la aplicación del tratamiento protector y tras el envejecimiento, experimentan menor diferencia de color (barras rojas y violetas).

Teniendo en cuenta el aglutinante empleado, las probetas realizadas con goma arábiga presentan mayor diferencia de color en contradicción con las probetas realizadas con aceite de linaza en las que esta diferencia es considerablemente menor.

Si se comparan las probetas que actúan de patrón con las probetas homologas que han sido envejecidas, se aprecia que las probetas envejecidas presentan menos variaciones de color con respecto a las patrones, a excepción de la probeta de goma arábiga, que como indicábamos presenta un nivel mayor de diferencia colorimétrica.

- RESULTADOS DEL TRATAMIENTO EN LAS PROBETAS SOMETIDAS A ENVEJECIMIENTO CON RESPECTO A LAS PROBETAS PATRÓN.

PROBETA	PARTICIÓN	VALORES			
		$L^*$	$C^*_{ab}$	$h_{ab}$	$\Delta E00$
(PH)ga.4 Vs E(PH).ga.4	SB/CF	31,6	14,9	249,4	-
	(E) SB/CF	33,3	16,2	250,1	1,6
	CB/CF	30,2	14,5	247,6	-
	(E) CB/CF	32,1	16,2	243,0	2,3
	<b>AVG</b>	<b>31,7</b>	<b>15,2</b>	<b>249,1</b>	<b>1,9</b>
	<b>SD</b>	<b>1,6</b>	<b>0,9</b>	<b>1,3</b>	<b>0,5</b>
(PH)h.4 Vs E(PH).h.4	SB/CF	30,8	15,0	244,5	-
	(E) SB/CF	32,8	16,8	249,4	0,9
	CB/CF	30,8	15,0	244,5	-
	(E) CB/CF	32,6	15,1	247,1	1,6
	<b>AVG</b>	<b>31,5</b>	<b>15,6</b>	<b>246,1</b>	<b>1,3</b>
	<b>SD</b>	<b>1,2</b>	<b>1,0</b>	<b>2,8</b>	<b>0,5</b>
(PH).lin.4 Vs E(PH).lin.4	SB/CF	29,5	10,4	242,6	-
	(E) SB/CF	31,2	13,1	241,2	0,9
	CB/CF	29,5	11,1	242,6	-
	(E) CB/CF	29,1	11,4	249,6	1,6
	<b>AVG</b>	<b>30,0</b>	<b>11,6</b>	<b>242,1</b>	<b>1,3</b>
	<b>SD</b>	<b>1,0</b>	<b>1,4</b>	<b>0,8</b>	<b>0,5</b>
(PIR).lin.3 Vs E(PIR).lin.3	SB/CF	30,6	9,2	243,6	-
	(E) SB/CF	31,4	10,1	244,6	2,4
	CB/CF	32	11,3	248,3	-
	(E) CB/CF	33,1	11,7	250,3	1,8
	<b>AVG</b>	<b>31,8</b>	<b>10,6</b>	<b>246,7</b>	<b>2,1</b>
	<b>SD</b>	<b>1,0</b>	<b>1,1</b>	<b>3,1</b>	<b>1,2</b>

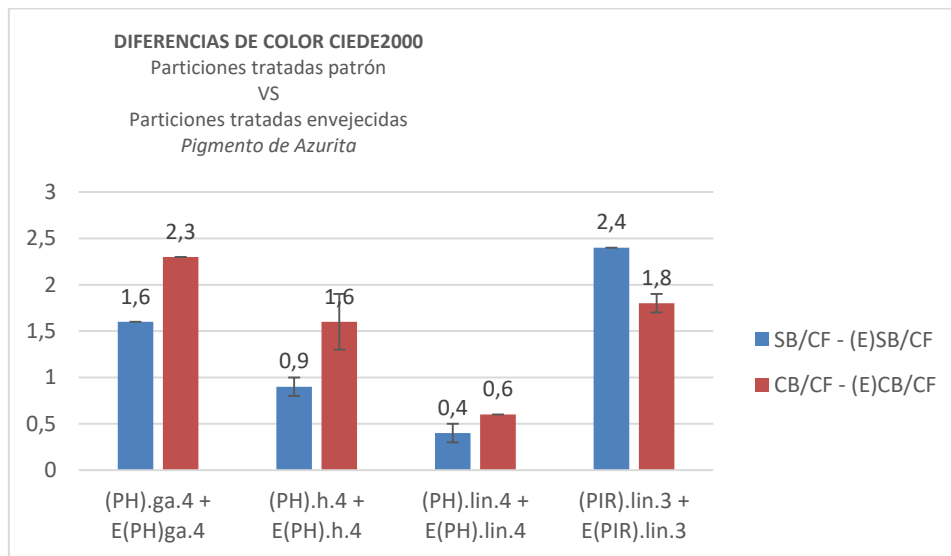
Al contrario que sucede en las probetas realizadas con blanco de plomo, las particiones tratadas correspondientes a las probetas de azurita experimentan un aumento de los valores cromáticos tras el envejecimiento. Esto significa que se produce un aumento de la claridad y de la intensidad del color en todas ellas, independientemente del aglutinante y de la presencia o ausencia de barniz, y una modificación en el ángulo de tono, que al tratarse de un incremento del valor, adquiere una tonalidad más rojiza.

En cuanto al valor promedio (AVG) de cada parámetro colorimétrico se puede observar que  $L^*$  se sitúa en torno a 30, indicativo de un grado de claridad media/baja. En cuanto a  $C^*_{ab}$ , los valores comprendidos entre 10 y 15 hacen referencia a una intensidad de color muy baja y finalmente, el valor promedio de  $h_{ab}$  se sitúa entre un máximo registrado en la probeta aglutinada con goma arábica equivalente a 249,1 y un mínimo de 242, 1 en la probeta realizada con aceite sobre capa de preparación de yeso. Los valores más altos sitúan al color de probeta en un ángulo de tono cercano al azul, pero los más bajos se corresponden con un ángulo de tono más verdoso.

Por último, los valores de la desviación estándar (SD), en todos los casos se encuentran alrededor de 1, lo que significa una leve variabilidad de color. Hay que exceptuar los valores de  $h_{ab}$  correspondientes a las probetas de aceite de linaza y huevo donde estos valores son cercanos al 3, indicativo de una mayor variación en este parámetro.

Si atendemos a la diferencia de color  $\Delta E_{00}$  establecida en las particiones tratadas después del envejecimiento, observamos que esta diferencia es mayor en los casos de la partición barnizada (barra roja) que en la partición que se encuentra sin barnizar (barra azul). Hay que exceptuar el caso de la probeta aglutinada con aceite de linaza sobre capa de preparación de carbonato cálcico en la que ocurre lo contrario.

Considerando los aglutinantes empleados en cada probeta, se puede apreciar que la mayor diferencia de color se encuentra en la probeta de goma arábica y aceite de linaza sobre preparación de carbonato cálcico, y las que menos en la de huevo y aceite de linaza sobre preparación de yeso.



PROBETAS DE CINABRIO

• RESULTADOS TRAS LA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO EN PROBETAS PATRÓN



PROBETA	PARTICIÓN	VALORES			
		$L^*$	$C^*_{ab}$	$h_{ab}$	$\Delta E00$
(PH)ga.3	SB/SF	48,7	32,3	27,3	-
	SB/CF	38,4	37,9	27,5	9,8
	CB/SF	41,1	34,3	27,1	-
	CB/CF	37,2	36,4	26,4	3,5
	<b>AVG</b>	<b>41,3</b>	<b>35,2</b>	<b>27,1</b>	<b>6,7</b>
	<b>SD</b>	<b>5,2</b>	<b>2,4</b>	<b>0,5</b>	<b>4,5</b>
(PH).h.3	SB/SF	44,5	35,8	28,6	-
	SB/CF	38,6	36,9	29,1	5,3
	CB/SF	39,4	37,2	28,1	-
	CB/CF	37,8	37,9	29,1	1,5
	<b>AVG</b>	<b>40,1</b>	<b>36,9</b>	<b>28,7</b>	<b>3,4</b>
	<b>SD</b>	<b>3,0</b>	<b>0,9</b>	<b>0,5</b>	<b>2,7</b>
(PH).lin.3	SB/SF	43,1	32,0	28,9	-
	SB/CF	38,7	37,4	29,4	4,5
	CB/SF	41,4	36,6	29,2	-
	CB/CF	39,0	39,2	29,6	2,3
	<b>AVG</b>	<b>40,6</b>	<b>36,3</b>	<b>29,3</b>	<b>3,4</b>
	<b>SD</b>	<b>2,1</b>	<b>3,1</b>	<b>0,3</b>	<b>1,5</b>
(PIR).lin.2	SB/SF	47,1	44,8	29,6	-
	SB/CF	42,2	47,3	29,9	4,7
	CB/SF	41,2	49,3	31,3	-
	CB/CF	42,1	50,3	31,1	2,2
	<b>AVG</b>	<b>43,1</b>	<b>47,9</b>	<b>30,5</b>	<b>3,5</b>
	<b>SD</b>	<b>2,7</b>	<b>2,4</b>	<b>0,9</b>	<b>1,7</b>

Las probetas patrón realizadas con pigmento de cinabrio y diferentes aglutinantes, presentan un comportamiento común en todas las casuísticas tras la aplicación del tratamiento protector UV. Se trata por lo general de una disminución del valor  $L^*$  y una tendencia a permanecer igual o aumentarse los valores  $C^*_{ab}$  y  $h_{ab}$ . La disminución de los valores de  $L^*$  implica, al igual que en los casos anteriores, un oscurecimiento de la superficie, y un aumento de  $C^*_{ab}$  significa un aporte de intensidad al color de la probeta. Por otro lado las variaciones correspondientes a  $h_{ab}$  se refieren a un cambio en el ángulo de tono, en este caso los cambios entre los valores de las particiones y la comparación entre estas son mínimos, por lo que son cambios prácticamente inapreciables en la superficie de la probeta.

Considerando los valores promedios (AVG) de cada probeta se puede ver que todas las probetas presentan valores similares en los parámetros de color aplicados. En el caso de los valores promedios de  $L^*$  se comprende entre 40 y 43, presentando por tanto una claridad similar en todas las probetas, los de  $C^*_{ab}$  sitúan entre 35 y 36 a excepción de la probeta realizada con aceite de linaza sobre preparación de carbonato cálcico que presenta un valor de intensidad del color más acusado equivalente a 47,9, y finalmente el valor de  $h_{ab}$  que se sitúa entre 27 y 30, valores correspondientes a un ángulo de tono rojo.

Por último, si se tiene en cuenta la desviación estándar (SD) en cada caso, se puede apreciar que al igual que ocurría en casos anteriores, la probeta realizada con aglutinante de goma arábiga presenta unos valores de desviación estándar mayores que el resto, sobre todo en lo que concierne a  $L^*$  y  $C^*_{ab}$ , lo que quiere decir que este aglutinante hay mayor variabilidad de color.

• RESULTADOS DEL TRATAMIENTO EN PROBETAS ENVEJECIDAS



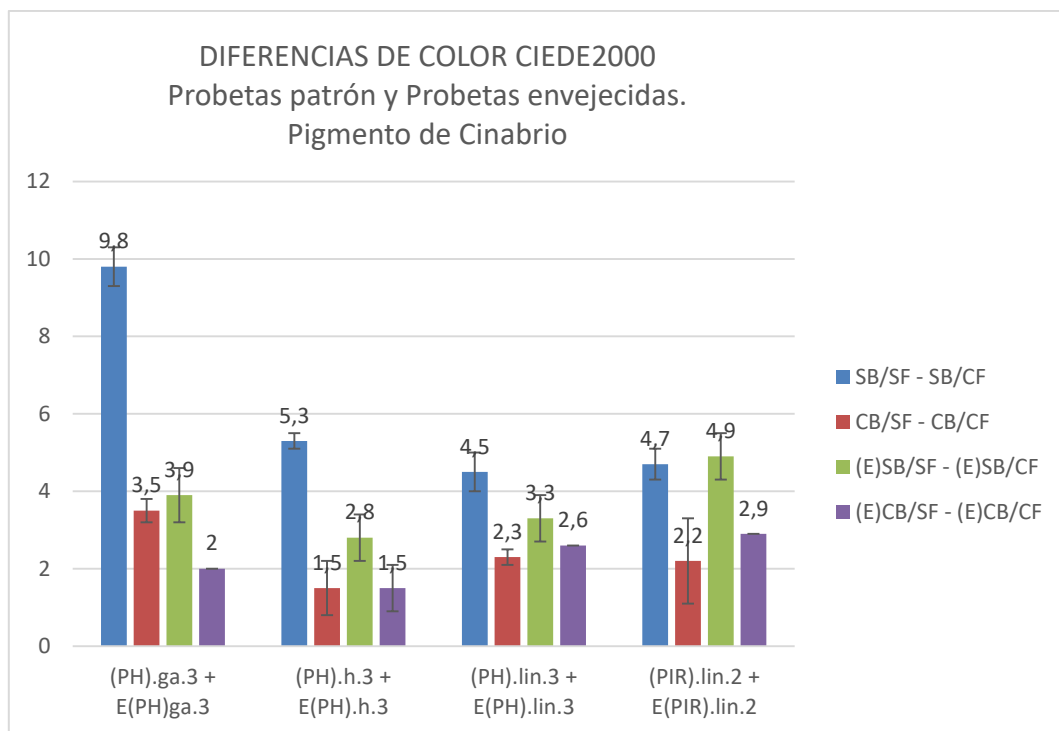
PROBETA	PARTICIÓN	VALORES			
		$L^*$	$C^*_{ab}$	$h_{ab}$	$\Delta E00$
E(PH).ga.3	SB/SF	42,6	40,1	25,3	-
	SB/CF	38,2	40,4	26,1	3,9
	CB/SF	38,1	35,3	26,7	-
	CB/CF	37,5	40,5	27,1	2,0
	<b>AVG</b>	<b>39,1</b>	<b>39,1</b>	<b>26,3</b>	<b>3,0</b>
	<b>SD</b>	<b>2,3</b>	<b>2,5</b>	<b>0,8</b>	<b>1,3</b>
E(PH).h.3	SB/SF	41,7	39,5	26,6	-
	SB/CF	38,5	39,3	27,9	2,8
	CB/SF	39,6	38,5	26,8	-
	CB/CF	37,9	38,5	27,4	1,5
	<b>AVG</b>	<b>39,4</b>	<b>39,0</b>	<b>27,2</b>	<b>2,2</b>
	<b>SD</b>	<b>1,7</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,9</b>
E(PH).lin.3	SB/SF	42,0	38,7	27,9	-
	SB/CF	38,3	38,2	28,3	3,3
	CB/SF	40,9	38,8	29,6	-
	CB/CF	38,3	42,0	30,2	2,6
	<b>AVG</b>	<b>39,8</b>	<b>39,4</b>	<b>29,0</b>	<b>2,9</b>
	<b>SD</b>	<b>1,9</b>	<b>1,8</b>	<b>1,1</b>	<b>0,5</b>
E(PIR).lin.2	SB/SF	46,0	40,4	26,8	-
	SB/CF	41,0	42,7	30,0	4,9
	CB/SF	42,2	42,8	29,2	-
	CB/CF	40,3	42,1	29,8	2,9
	<b>AVG</b>	<b>42,4</b>	<b>42,0</b>	<b>28,9</b>	<b>3,9</b>
	<b>SD</b>	<b>2,5</b>	<b>1,1</b>	<b>1,5</b>	<b>1,4</b>



Las probetas referentes a este pigmento que han sido envejecidas, los resultados obtenidos son similares a los efectos producidos en la probeta patrón tras la aplicación del tratamiento protector en las particiones tanto con barniz como sin barniz. En este caso, las probetas experimentan también una reducción de  $L^*$  en las particiones con tratamiento y un aumento poco considerable o estabilidad en los valores correspondientes a  $C^*_{ab}$  y  $h_{ab}$ .

Los valores promedios obtenidos (AVG) de estos parámetros indican que en general todas las probetas presentan un valor de claridad e intensidad de color ( $L^*$  y  $C^*_{ab}$ ) similar comprendidos entre 39 y 42, y un valor de  $h_{ab}$  situado entre 26 y 29, indicativo del tono rojo que presenta la superficie de la probeta.

Finalmente, los valores de desviación estándar (SD), siguen siendo más elevados en la probeta realizada con aglutinante de goma arábica, indicativo de mayor variabilidad del color, y más igualados en el resto de probetas realizadas con huevo y aceite de linaza.



Si se establece una comparación entre particiones de probetas envejecidas y probetas patrón, se puede apreciar que hay mayor diferencia de color  $\Delta E_{00}$  en las particiones que no tienen barniz con respecto a las particiones barnizadas (barras azules y verdes). Entre las particiones barnizadas y con filtro UV, se observa que en la mayoría de los casos la diferencia de color es igual o mayor en las probetas patrón que en las envejecidas, a excepción de la probeta (PIR).lin.3 en la que la partición tras el envejecimiento presenta una diferencia algo mayor pero poco reveladora.

Tomando como referencia los aglutinantes empleados, vemos que las diferencias de color son más acusadas en el caso de las probetas realizadas con goma arábica. Las que menor diferencia presenta son las realizadas con aceite de linaza sobre preparación de yeso y las aglutinadas con huevo.

Comparando las probetas patrón con las probetas envejecidas, se puede ver que por lo general, las probetas envejecidas presentan menor diferencia de color una vez concluido el envejecimiento.

- RESULTADOS DEL TRATAMIENTO EN LAS PROBETAS SOMETIDAS A ENVEJECIMIENTO CON RESPECTO A LAS PROBETAS PATRÓN.

PROBETA	PARTICIÓN	VALORES			
		$L^*$	$C^*_{ab}$	$h_{ab}$	$\Delta E00$
(PH)ga.3 Vs E(PH).ga.3	SB/CF	38,4	37,9	27,5	-
	(E) SB/CF	38,2	40,4	26,1	1,1
	CB/CF	38,1	36,4	27,1	-
	(E) CB/CF	37,2	40,5	26,7	1,7
	<b>AVG</b>	<b>37,9</b>	<b>38,2</b>	<b>26,9</b>	<b>1,4</b>
	<b>SD</b>	<b>0,7</b>	<b>2,0</b>	<b>0,7</b>	<b>0,4</b>
(PH)h.3 Vs E(PH).h.3	SB/CF	38,6	36,9	28,6	-
	(E) SB/CF	38,5	39,3	27,9	1
	CB/CF	37,9	37,9	29,1	-
	(E) CB/CF	37,8	38,5	27,4	0,8
	<b>AVG</b>	<b>38,3</b>	<b>38,0</b>	<b>28,5</b>	<b>0,9</b>
	<b>SD</b>	<b>0,4</b>	<b>1,2</b>	<b>0,6</b>	<b>0,1</b>
(PH).lin.3 Vs E(PH).lin.3	SB/CF	38,7	37,4	29,4	-
	(E) SB/CF	38,3	38,2	28,3	1
	CB/CF	39,0	38,8	29,6	-
	(E) CB/CF	38,3	39,2	29,6	0,8
	<b>AVG</b>	<b>38,7</b>	<b>38,3</b>	<b>29,1</b>	<b>0,9</b>
	<b>SD</b>	<b>0,4</b>	<b>0,9</b>	<b>0,7</b>	<b>0,1</b>
(PIR).lin.2 Vs E(PIR).lin.2	SB/CF	42,2	47,3	30,0	-
	(E) SB/CF	41,0	42,7	29,9	2,4
	CB/CF	42,1	49,3	31,1	-
	(E) CB/CF	40,3	42,0	29,8	1,6
	<b>AVG</b>	<b>41,8</b>	<b>46,5</b>	<b>30,3</b>	<b>2</b>
	<b>SD</b>	<b>0,6</b>	<b>3,4</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>

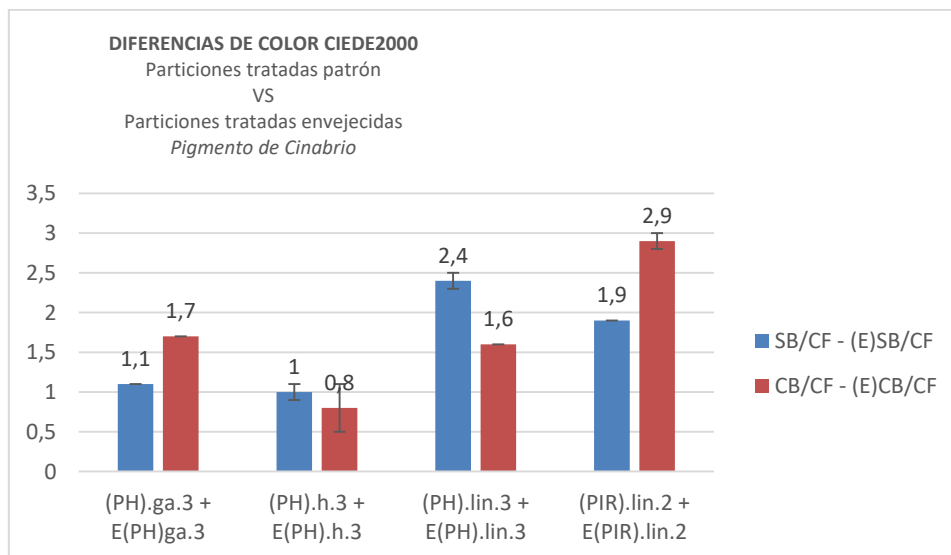
Las probetas realizadas con pigmento de cinabrio, tras aplicar el tratamiento en la parte barnizada y sin barnizar y someterlas a envejecimiento, se producen variación en todos los parámetros de color. Entre estas variaciones se encuentra una reducción de la claridad y ángulo de tono ( $L^*$  y  $h_{ab}$ ) en todos los casos de aglutinantes empleados a excepción del valor de intensidad de color  $C^*_{ab}$ , que aumenta en los aglutinantes de goma arábica, huevo y aceite sobre preparación de yeso, y disminuye en el caso del aceite sobre preparación de carbonato cálcico.

Considerando los valores promedios (AVG), se puede apreciar que los valores de  $L^*$  y  $C^*_{ab}$  se sitúan entre 37 y 46, correspondiéndose con un nivel medio/bajo de claridad e intensidad de color. Finalmente, encontramos que los promedios de  $h_{ab}$  se sitúan ente 26,9 en el caso de la goma arábica, y el máximo de 30,3 en el caso del aceite de linaza sobre preparación de carbonato cálcico. Esto es indicativo de que el tono en los valores más bajos es más cercano al azul y en los más altos, tiende a una tonalidad más rojiza.

Por último, los valores de desviación estándar (SD) indican que la variabilidad más alta la encontramos en el parámetro de intensidad de color  $C^*_{ab}$  comprendidos entre 1 y 3,4. Sin embargo en los casos de  $L^*$  y  $h_{ab}$  esta variabilidad no supera el valor de 1 en ninguna ocasión, lo que indica que esas modificaciones en el color son mínimas.

Con respecto a las diferencias de color  $\Delta E_{00}$ , se puede aprecia en este caso que las particiones sin barnizar y tratadas una vez envejecidas presentan menor diferencia de color (barras azules) cuando el aglutinante empleado es goma arábica y aceite sobre preparación de carbonato cálcico. Sin embargo, las probetas realizadas con huevo y aceite de linaza sobre preparación de yeso, la diferencia en esta partición es mayor. Por consiguiente, ocurre lo contrario en cada caso con respecto a las particiones barnizadas y tratadas tras el envejecimiento (barras rojas).

Finalmente, haciendo balance en función del aglutinante empleado, se puede ver que las mayores variaciones de color las encontramos en las probetas realizadas con aceite de linaza y las menores, en las probetas realizadas con goma arábica y huevo.



PROBETAS DE ROJO DE PLOMO

• RESULTADOS TRAS LA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO EN PROBETAS PATRÓN



PROBETA	PARTICIÓN	VALORES			
		$L^*$	$C^*_{ab}$	$h_{ab}$	$\Delta E_{00}$
(PH)ga.5	SB/SF	62,9	75,7	46,7	-
	SB/CF	58,4	77,6	46,2	4,0
	CB/SF	59,0	72,5	44,6	-
	CB/CF	57,6	77,3	46,4	2,2
	<b>AVG</b>	<b>59,5</b>	<b>75,8</b>	<b>46,0</b>	<b>3,1</b>
	<b>SD</b>	<b>2,4</b>	<b>2,4</b>	<b>1,0</b>	<b>1,3</b>
(PH).h.5	SB/SF	61,7	78,1	46,8	-
	SB/CF	57,6	77,0	47,3	3,7
	CB/SF	57,5	79,6	46,9	-
	CB/CF	57,8	78,2	46,8	1,5
	<b>AVG</b>	<b>58,7</b>	<b>78,2</b>	<b>46,9</b>	<b>2,6</b>
	<b>SD</b>	<b>2,0</b>	<b>1,1</b>	<b>0,2</b>	<b>1,6</b>
(PH).lin.5	SB/SF	59,2	72,5	44,9	-
	SB/CF	58,0	77,7	46,8	2,1
	CB/SF	58,1	75,9	46,8	-
	CB/CF	57,3	76,4	47,0	1,0
	<b>AVG</b>	<b>58,1</b>	<b>75,6</b>	<b>46,4</b>	<b>1,6</b>
	<b>SD</b>	<b>0,8</b>	<b>2,2</b>	<b>1,0</b>	<b>0,8</b>

El grupo de probetas realizadas con pigmento de rojo de plomo presenta variaciones similares a los casos anteriores centradas principalmente en una reducción del valor  $L^*$  y un aumento de  $C^*_{ab}$  y  $h_{ab}$ . En el caso de  $L^*$  la reducción se produce en todas las particiones de las probetas donde se ha aplicado el tratamiento protector, independientemente del aglutinante empleado, lo que trae consigo una disminución de claridad. En el valor  $C^*_{ab}$  se detecta que se produce un aumento de los valores en todos los casos a excepción de la probeta realizada con aglutinante de huevo, donde ocurre lo contrario. Las variaciones producidas en este valor a causa de la aplicación del tratamiento se reflejan en la superficie de la probeta mediante un aumento de la intensidad del color rojo producido por este pigmento, y una reducción en el caso excepcional del aglutinante de huevo. En cuanto al valor de  $h_{ab}$  se aprecia por lo general que los valores permanecen estables o experimentan un mínimo aumento tras la aplicación del tratamiento. Esto significa que el ángulo de tono apenas varía, situándose en las coordenadas propias de localización del rojo en el sistema CIECCM.

Teniendo en cuenta los valores promedios (AVG) de cada probeta, sin considerar las particiones de forma individualizada, se puede apreciar que en todos los casos el valor promedio de claridad  $L^*$  es similar, situándose entre 58 y 59. En lo referente al valor promedio de  $C^*_{ab}$  y  $h_{ab}$ , ocurre lo mismo, encontrando valores comprendidos entre 75 y 78 en el primer caso lo que indica una intensidad de color alta y similar en todas las probetas, y en torno a 46 en el segundo lo que sitúa al ángulo de tono en el rojo.

Finalmente, la desviación estándar (SD) detectada en todos los casos es similar, aunque los valores más altos los encontramos en la probeta realizada con aglutinante de goma arábica, por lo que en este caso hay mayor variabilidad de color.

• RESULTADOS DEL TRATAMIENTO EN PROBETAS ENVEJECIDAS



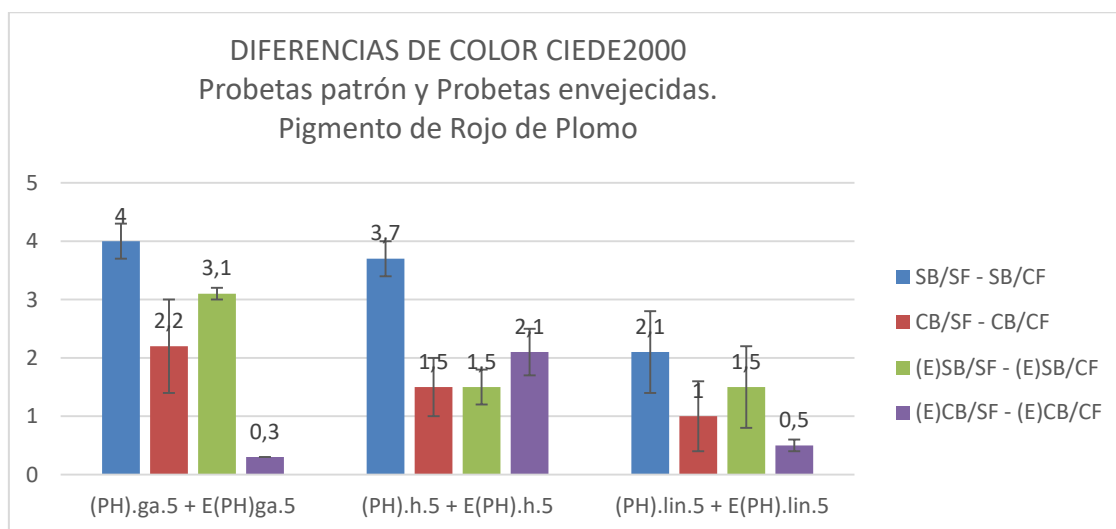
PROBETA	PARTICIÓN	VALORES			
		$L^*$	$C^*_{ab}$	$h_{ab}$	$\Delta E_{00}$
E(PH)ga.5	SB/SF	61,2	77,2	48,2	-
	SB/CF	58,1	77,6	46,5	3,1
	CB/SF	57,8	75,7	46,3	-
	CB/CF	57,9	76,3	46,3	0,3
	AVG	58,8	76,7	46,8	1,7
	SD	1,6	0,9	0,9	2,0
E(PH).h.5	SB/SF	59,5	81,0	49,5	-
	SB/CF	58,8	78,3	48,1	1,5
	CB/SF	58,3	79,7	48,9	-
	CB/CF	57,2	76,8	47,1	2,1
	AVG	58,5	78,9	48,4	1,8
	SD	1,0	1,8	1,1	0,4
E(PH).lin.5	SB/SF	59,1	75,6	46,0	-
	SB/CF	57,7	77,2	47,0	1,5
	CB/SF	56,5	74,9	46,9	-
	CB/CF	56,6	75,8	47,0	0,5
	AVG	57,5	75,9	46,8	1,0
	SD	1,2	1,0	0,5	0,7

Los resultados obtenidos tras el envejecimiento del grupo de probetas realizadas con pigmento rojo de plomo demuestran que ocurre las mismas variaciones en los valores cromáticos de las zonas con tratamiento tras concluir el envejecimiento, a excepción de  $h_{ab}$ . En el valor  $L^*$  se denota una reducción en todos los casos, lo que trae consigo un oscurecimiento de la superficie policroma. En el valor  $C^*_{ab}$  en las probetas realizadas con goma arábiga y aceite los valores permanecen igual o presentan un leve aumento, y una disminución en el caso de la probeta realizada con aglutinante de huevo. Sin embargo, en el valor de  $h_{ab}$  ocurre lo contrario que en las probetas patrón, en todas las probetas realizadas los valores se mantienen iguales o presentan una mínima reducción por lo que no hay variación en el ángulo de tono. Hay que exceptuar en este caso la partición sin barniz de la probeta realizada con aceite de

linaza en la que aumenta levemente este último parámetro pero sin suponer una gran diferencia de ángulo de tono.

En cuanto a los valores promedios obtenidos (AVG) por probeta envejecida, también son similares a los de sus probetas homologas que actúan de patrón.  $L^*$  se sitúa en valores comprendidos entre 57 y 58 por lo que la claridad es similar en todos los casos, ocurre lo mismo con  $C^*_{ab}$  cuyos valores se sitúan entre 75 y 79, y en cuanto a  $h_{ab}$  presenta valores propios del ángulo de tono rojo situados entre 46 y 48.

Finalmente, los valores correspondientes a la desviación estándar (SD) son similares en todas las probetas envejecidas, presentando muy poca variación entre ellas, situándose en valores en torno a 1. Este hecho demuestra que la variabilidad en los distintos parámetros de color es baja.



Teniendo en cuenta la diferencia de color  $\Delta E_{00}$  producida entre las particiones con y sin tratamiento aplicado, se puede apreciar que en el caso de las probetas patrón y las probetas envejecidas, la partición que no presenta barnizado tras la aplicación del tratamiento sufre una mayor diferencia de color (barras azules y verdes). Sin embargo, la diferencia de color producida entre las particiones que si contienen barnizado en su superficie, una vez aplicado el tratamiento protector de UV experimentan una menor diferencia de color tanto en las probetas patrón como en las envejecidas (barras rojas y violetas). Hay que exceptuar en este caso, la partición barnizada con tratamiento de la probeta de huevo, en la que si hay mayor diferencia de color tras el envejecimiento, aunque si observamos los valores con respecto a la patrón esta diferencia es mínima (0,6).

Desde el punto de vista del aglutinante empleado, se aprecia que la diferencia de color es más acusada en las probetas realizadas con goma arábica, tanto patrón como envejecida. Sin embargo la que menor diferencia de color presenta son las realizadas con aceite de linaza. Las probetas en las que se ha empleado aglutinante de huevo se sitúan en un grado intermedio de diferencia de color entre las dos anteriores.

Si se comparan las probetas que actúan de patrón con las probetas envejecidas, se puede denotar que las envejecidas presentan una menor diferencia de color en las zonas con tratamiento tras concluir el envejecimiento.

- RESULTADOS DEL TRATAMIENTO EN LAS PROBETAS SOMETIDAS A ENVEJECIMIENTO CON RESPECTO A LAS PROBETAS PATRÓN.

PROBETA	PARTICIÓN	VALORES			
		$L^*$	$C^*_{ab}$	$h_{ab}$	$\Delta E00$
(PH)ga.5 Vs E(PH).ga.5	SB/CF	58,4	77,6	46,2	-
	(E) SB/CF	58,1	77,6	46,5	0,5
	CB/CF	57,9	77,3	46,3	-
	(E) CB/CF	57,6	76,3	46,4	0,4
	<b>AVG</b>	<b>58,0</b>	<b>77,5</b>	<b>46,4</b>	<b>0,5</b>
	<b>SD</b>	<b>0,4</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>
(PH)h.5 Vs E(PH).h.5	SB/CF	57,6	78,1	46,8	-
	(E) SB/CF	58,8	78,3	48,1	1,5
	CB/CF	57,8	78,2	46,8	-
	(E) CB/CF	58,3	76,8	47,1	0,6
	<b>AVG</b>	<b>58,1</b>	<b>78,2</b>	<b>47,2</b>	<b>1,1</b>
	<b>SD</b>	<b>0,6</b>	<b>0,1</b>	<b>0,8</b>	<b>0,6</b>
(PH).lin.5 Vs E(PH).lin.5	SB/CF	58,0	77,7	46,8	-
	(E) SB/CF	57,7	77,2	47,0	0,6
	CB/CF	57,3	76,4	47,0	-
	(E) CB/CF	56,6	75,8	47,0	0,5
	<b>AVG</b>	<b>57,6</b>	<b>77,1</b>	<b>46,9</b>	<b>0,5</b>
	<b>SD</b>	<b>0,3</b>	<b>0,7</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>

Los resultados colorimétricos obtenidos en las particiones tratadas en las probetas realizadas con rojo de plomo, demuestran que tras el envejecimiento se produce una reducción de los valor  $C^*_{ab}$  en todos los casos, indicativo de una reducción de la intensidad del color. En cuanto al valor  $h_{ab}$  ocurre lo contrario, tiende a permanecer igual o aumentar en todas las probetas lo que quiere decir que el ángulo de tono se modifica y adquiere una tonalidad levemente más amarilla. Finalmente, la claridad varía en cada caso. En las probetas realizadas con goma arábica y aceite, este valor disminuye lo que trae consigo una reducción de la claridad, sin embargo aumenta en la probeta realizada con huevo.

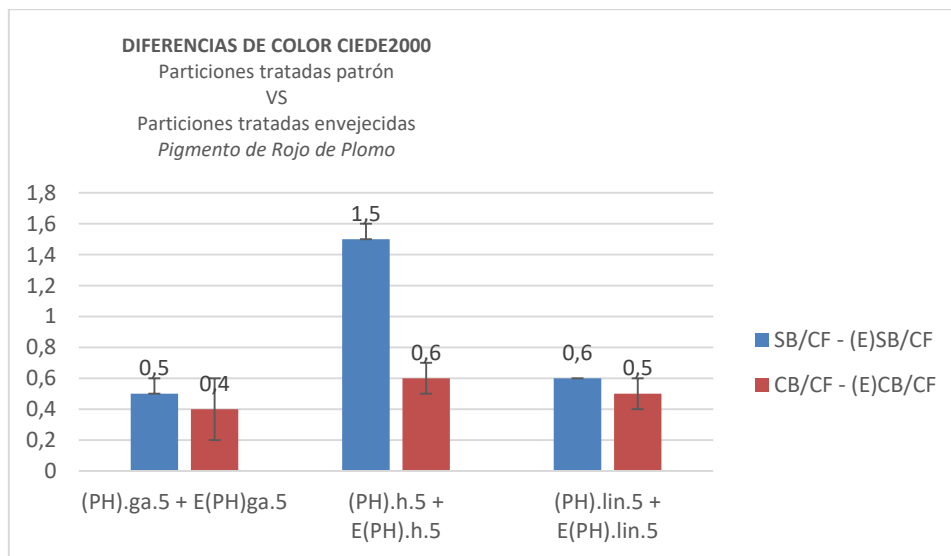
Considerando los valores promedios (AVG), se puede apreciar que los correspondientes a  $L^*$  se sitúan en torno a 57 y 58, indicativo de un nivel de claridad medio. En cuando a los de  $C^*_{ab}$ , se sitúan entrono a 77 y 78 por lo que la intensidad del color en estos casos es media/alta. Finalmente, el valor promedio de  $h_{ab}$  se comprende entre un mínimo de 46,4 y un máximo de



47, 2, situándose ambos en un ángulo de tono muy cercano al rojo y con poca diferencia entre ellos.

En lo que respecta a la desviación estándar (SD), se puede ver que en ninguno de los parámetros se supera el valor de 1, lo que quiere decir que la variabilidad de color tras concluir el envejecimiento en cada caso es mínima.

Atendiendo a los valores de diferencia de color  $\Delta E_{00}$ , se puede comprobar que las particiones barnizadas y sin barnizar, una vez tratadas y envejecidas, presentan una diferencia entre ellas similar. De forma excepcional, la probeta en la que se ha empleado huevo como aglutinante presenta mayor diferencia de color en la partición sin barnizar. En general, las tres probetas realizadas presentan una baja diferencia de color, siendo esta menor en los aglutinantes de goma arabia y aceite de linaza y levemente mayor en la probeta de huevo.



PROBETAS DE MALAQUITA

• RESULTADOS TRAS LA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO EN PROBETAS PATRÓN



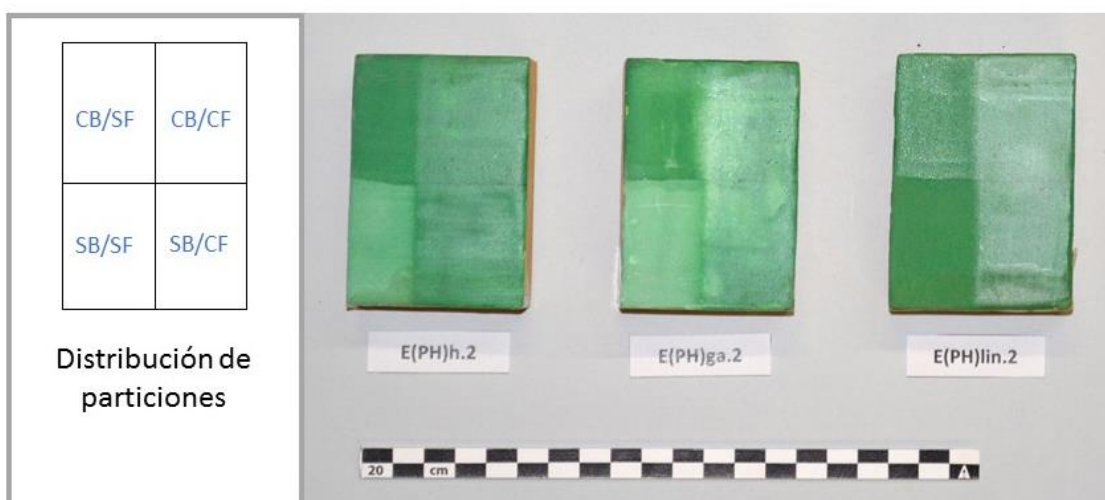
PROBETA	PARTICIÓN	VALORES			
		$L^*$	$C^*_{ab}$	$h_{ab}$	$\Delta E00$
(PH)ga.2	SB/SF	69,1	21,4	159,5	-
	SB/CF	53,8	28,0	160,1	13,6
	CB/SF	54,0	25,3	159,9	-
	CB/CF	50,6	26,2	160,7	3,4
	<b>AVG</b>	<b>56,9</b>	<b>25,2</b>	<b>160,0</b>	<b>8,5</b>
	<b>SD</b>	<b>8,3</b>	<b>2,8</b>	<b>0,5</b>	<b>7,2</b>
(PH).h.2	SB/SF	63,3	24,9	159,6	-
	SB/CF	52,5	28,3	160,0	9,9
	CB/SF	51,1	25,8	159,2	-
	CB/CF	50,8	28,3	161,4	1,4
	<b>AVG</b>	<b>54,5</b>	<b>26,8</b>	<b>160,0</b>	<b>5,7</b>
	<b>SD</b>	<b>6,0</b>	<b>1,8</b>	<b>0,9</b>	<b>6,0</b>
(PH).lin.2	SB/SF	52,2	24,0	156,0	-
	SB/CF	49,2	26,1	155,4	3,2
	CB/SF	51,0	24,7	156,5	-
	CB/CF	50,3	26,3	158,3	1,2
	<b>AVG</b>	<b>50,7</b>	<b>25,3</b>	<b>156,6</b>	<b>2,2</b>
	<b>SD</b>	<b>1,3</b>	<b>1,1</b>	<b>1,3</b>	<b>1,4</b>

Las probetas patrón protagonizadas por el uso de pigmento de malaquita, experimentan tras la aplicación del tratamiento protector UV una reducción de los valores de  $L^*$  y un aumento de los valores de  $C^*_{ab}$  y  $h_{ab}$ . La reducción de  $L^*$ , igual que en casos anteriores es indicativa de un oscurecimiento de la superficie policroma. Dado que los valores de  $C^*_{ab}$  por el contrario aumentan, implica un aumento de la intensidad del color. Por otro lado, también se aprecia un aumento en  $h_{ab}$  aunque es mínimo, por lo que los cambios de ángulo de tono con los valores tan bajos de diferencia son prácticamente inapreciables.

Por otro lado, si se consideran los valores promedios (AVG) de cada uno de los parámetros de cromaticidad, se puede comprobar que todos ellos son similares en las diferentes probetas realizadas con distinto aglutinante. El valor promedio de  $L^*$  se sitúa entre 50 y 56, siendo el más alto en la probeta de goma arábica. En el caso de  $C^*_{ab}$  se sitúa entre 25 y 26, presentando por tanto una intensidad de color similar todas las probetas. Y finalmente en  $h_{ab}$ , los valores son 156 y 160, presentando las probetas de goma arábica y huevo el mismo valor y la de aceite el más bajo. Este hecho proporciona a las probetas de goma arábica y huevo un tono más verdoso y las de aceite más amarillento.

Finalmente, tomando como referencia la desviación estándar (SD) en cada probeta, los valores en todos los casos se sitúan en torno a 1 y 2, indicativo de una baja variabilidad de color. Sin embargo los valores de desviación estándar correspondientes a  $L^*$  en las probetas de goma arábica y huevo, equivalen a 8 y 6 respectivamente lo que significa que la variabilidad en la claridad es mayor.

• RESULTADOS DEL TRATAMIENTO EN PROBETAS ENVEJECIDAS

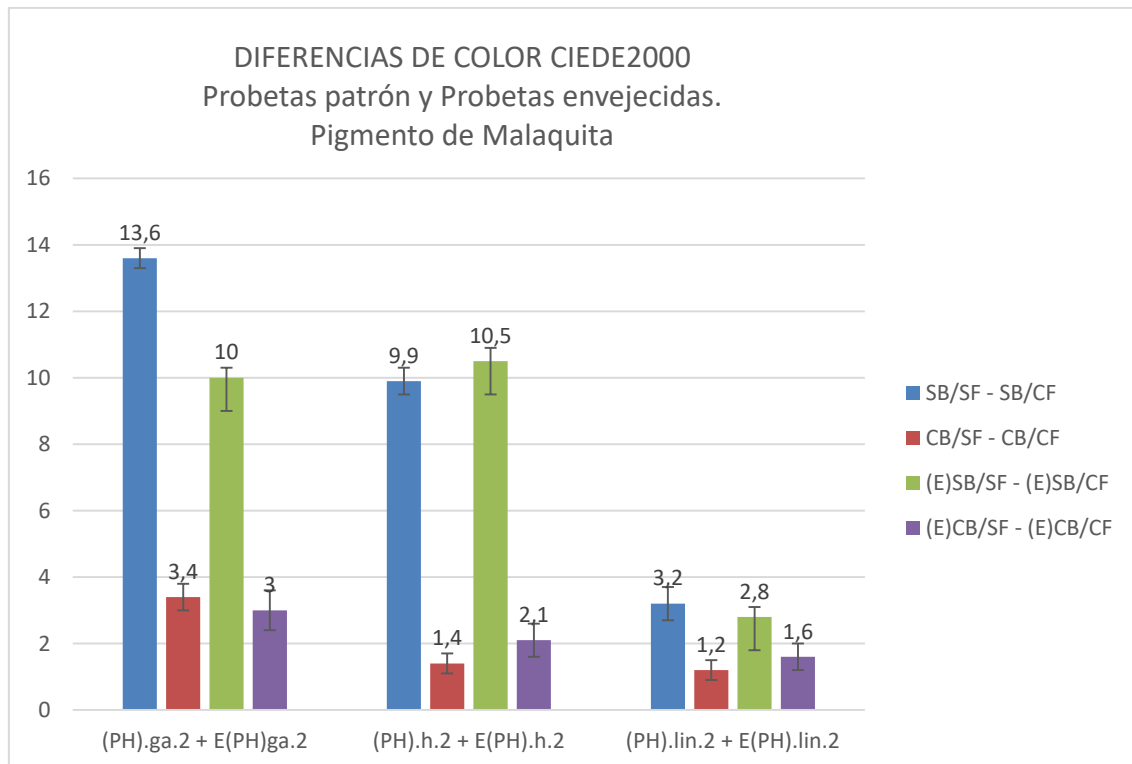


PROBETA	PARTICIÓN	VALORES			
		$L^*$	$C^*_{ab}$	$h_{ab}$	$\Delta E_{00}$
E(PH)ga.2	SB/SF	66,5	25,1	158,6	-
	SB/CF	55,4	30,8	157,8	10,0
	CB/SF	53,7	30,8	154,7	-
	CB/CF	56,9	31,6	154,4	3,0
	<b>AVG</b>	<b>58,1</b>	<b>29,6</b>	<b>156,4</b>	<b>6,5</b>
	<b>SD</b>	<b>5,8</b>	<b>3,0</b>	<b>2,1</b>	<b>4,9</b>
E(PH).h.2	SB/SF	63,3	28,3	159,9	-
	SB/CF	51,8	27,9	159,9	10,5
	CB/SF	52,1	27,4	159,1	-
	CB/CF	50,0	27,0	159,6	2,1
	<b>AVG</b>	<b>54,3</b>	<b>27,6</b>	<b>159,6</b>	<b>6,3</b>
	<b>SD</b>	<b>6,1</b>	<b>0,6</b>	<b>0,4</b>	<b>5,9</b>
E(PH).lin.2	SB/SF	49,9	27,3	154,6	-
	SB/CF	47,6	24,0	156,6	2,8
	CB/SF	49,9	25,9	157,5	-
	CB/CF	48,4	24,7	157,7	1,6
	<b>AVG</b>	<b>49,0</b>	<b>25,5</b>	<b>156,6</b>	<b>2,2</b>
	<b>SD</b>	<b>1,1</b>	<b>1,5</b>	<b>1,4</b>	<b>0,9</b>

Las probetas que han sido envejecidas de forma natural, presentan variaciones en las particiones con tratamiento aplicados similares a las producidas en las probetas patrón. Una vez concluido el envejecimiento, los resultados colorimétricos demuestran que en todos los casos se produce una reducción de  $L^*$ , lo que implica una disminución de la claridad del color de la partición. En cuanto a  $C^*_{ab}$ , los valores en muchos casos se mantienen igual o aumentan, lo que significa que el color presenta la misma intensidad o incluso la incrementa. Ocurre lo mismo con los valores de  $h_{ab}$ , en los que en la mayoría de los casos se mantienen iguales o sufren un aumento leve que no supone diferencias de ángulo de tono considerables en el color que presenta la probeta.

Los valores promedios (AVG), al igual que en las probetas patrón, son similares en todos los casos con poca variación entre ellas, aunque los valores promedios más altos de  $L^*$  y  $C^*_{ab}$  los encontramos en la probeta realizada con aglutinante de goma arábiga (58,1 y 29,6 respectivamente), indicativo de una mayor claridad e intensidad de color. Los valores más altos de  $h_{ab}$  se sitúan en la probeta realizada con aglutinante de huevo, lo que indica que en este caso presenta una tonalidad más verdosa que las probetas realizadas con goma arábiga y aceite.

Por último, los valores representativos de la desviación estándar (SD) se sitúan en todos los casos entre 1 y 2 a excepción de la desviación estándar de  $L^*$  en la probeta de goma arábiga y huevo tal y como sucede en las probetas patrón, solo que en este caso se encuentra en torno a 6. Esto supone poca variabilidad en cuanto a intensidad y tono en todos los casos, y una mayor variabilidad en la claridad en los aglutinantes de goma arábiga y huevo.



Si se compara primeramente las distintas particiones que componen las probetas, tras aplicar el tratamiento con estabilizador UV, se puede apreciar que tanto en las probetas patrón como en probetas envejecidas hay una diferencia de color  $\Delta E_{00}$  mayor en las particiones sin barnizar (barras azules y verdes) con respecto a las barnizadas (barras rojas y violetas), donde la diferencia es mucho menor. Sin embargo, en la partición barnizada con tratamiento de la

CAPÍTULO VIII. RESULTADOS DE ENSAYO DE ENVEJECIMIENTO NATURAL

probeta de huevo, se puede apreciar que tanto en la probeta patrón como en la envejecida, en la zona donde se ha aplicado el tratamiento la diferencia de color es levemente mayor, pero con muy poca diferencia (la diferencia es igual 0,4 en ambos casos).

Tal y como ocurre en casos anteriores, en función del aglutinante empleado, esta diferencia es más acusada en las probetas realizadas con aglutinante de goma arábica y huevo, y menor en las realizadas con aceite de linaza.

Finalmente, estableciendo una comparación entre las probetas patrón y las probetas envejecidas, se puede apreciar que estas últimas presentan por lo general una menor diferencia de color con respecto a las probetas patrón en todas las zonas con tratamiento tras concluir el envejecimiento.

- **RESULTADOS DEL TRATAMIENTO EN LAS PROBETAS SOMETIDAS A ENVEJECIMIENTO CON RESPECTO A LAS PROBETAS PATRÓN.**

PROBETA	PARTICIÓN	VALORES			
		$L^*$	$C^*_{ab}$	$h_{ab}$	$\Delta E_{00}$
(PH)ga.2 Vs E(PH).ga.2	SB/CF	53,8	28,0	160,1	-
	(E) SB/CF	55,4	30,8	157,8	2,1
	CB/CF	50,6	26,2	159,9	-
	(E) CB/CF	56,9	31,6	154,4	6,7
	<b>AVG</b>	<b>53,3</b>	<b>28,3</b>	<b>159,3</b>	<b>4,4</b>
	<b>SD</b>	<b>2,4</b>	<b>2,4</b>	<b>1,2</b>	<b>3,3</b>
(PH)h.2 Vs E(PH).h.2	SB/CF	52,5	28,3	160,0	-
	(E) SB/CF	51,8	27,9	159,9	0,8
	CB/CF	50,8	28,3	159,6	-
	(E) CB/CF	50,0	27,0	159,2	1
	<b>AVG</b>	<b>51,7</b>	<b>28,2</b>	<b>159,7</b>	<b>0,9</b>
	<b>SD</b>	<b>0,9</b>	<b>0,2</b>	<b>0,4</b>	<b>0,2</b>
(PH).lin.2 Vs E(PH).lin.2	SB/CF	49,2	26,1	156,6	-
	(E) SB/CF	47,6	24,0	155,4	0,7
	CB/CF	50,3	26,3	157,7	-
	(E) CB/CF	48,4	24,7	156,5	0,7
	<b>AVG</b>	<b>49,0</b>	<b>25,5</b>	<b>156,2</b>	<b>0,7</b>
	<b>SD</b>	<b>1,3</b>	<b>1,3</b>	<b>0,7</b>	<b>0</b>

En el caso de las probetas realizadas con pigmento de malaquita, las particiones tratadas una vez concluido el envejecimiento, presentan una disminución en todos los parámetros colorimétricos a excepción la probeta realizada con goma arábica en la que hay mayor variedad.

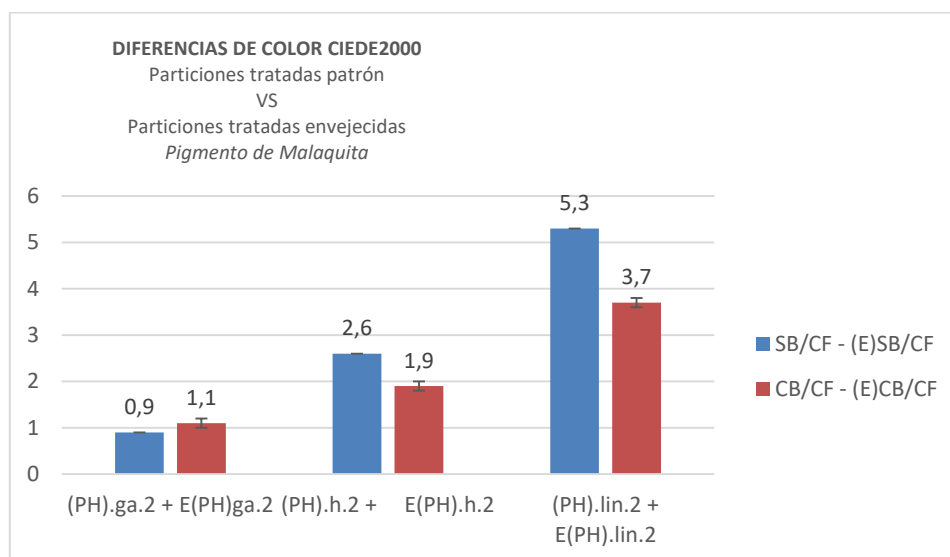
El valor de la claridad presenta una reducción en la probeta realizada con huevo y aceite en ambas particiones, sin embargo, en la probeta en la que el aglutinante empleado es goma arábica, este valor de  $L^*$  aumenta lo que quiere decir que presenta mayor claridad. Sucede lo mismo con el valor de  $C^*_{ab}$ , en el caso de huevo y aceite la intensidad del color disminuye y en el caso de la goma arábica, aumenta. Finalmente, el ángulo de tono ( $h_{ab}$ ) disminuye en todos los casos, lo que significa que adquiere una tonalidad más amarillenta.

Los valores promedios (AVG) obtenidos en cada parámetro son indicativos de que la claridad ( $L^*$ ) se sitúa entre 49 y 53, por lo que se puede considerar de nivel medio. En cuanto a  $C^*_{ab}$ , se sitúa entre 25 y 28, considerado por tanto un nivel bajo de intensidad de color. En lo que respecta al ángulo de tono, se sitúa entre 156, 2 del aceite y 159 de la goma arábica y el huevo, lo que define un tono más azulado en estos dos últimos casos.

En cuanto a la desviación estándar (SD) se puede comprobar que los valores más altos se sitúan en la probeta realizada con goma arábica (min. 1,2 en  $h_{ab}$  y máx. 2,4 en  $L^*$  y  $C^*_{ab}$ ), por lo que presenta mayor variabilidad de color. Seguidamente se sitúa la probeta de aceite de linaza y por último la realizada con huevo, donde los valores de desviación estándar no superan al 1.

Referente a los valores de diferencia de color  $\Delta E_{00}$  que se obtienen, se puede apreciar como por lo general, las particiones que no presentan barniz (barras azules), al aplicarse el tratamiento y envejecerse presentan mayor diferencia de color que las particiones barnizadas (barras rojas).

Si se hace una distinción por el tipo de aglutinante, se comprueba que las mayores variaciones de color se producen en ambas particiones de la probeta realizada con aceite de linaza, seguida de la probeta aglutinada con huevo y finalmente, la probeta realizada con goma arábica, en la que la diferencia de color esta igualada en ambas particiones y es relativamente menor.



PROBETAS DE ÓXIDO DE HIERRO

• RESULTADOS TRAS LA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO EN PROBETAS PATRÓN



PROBETA	PARTICIÓN	VALORES			
		$L^*$	$C^*_{ab}$	$h_{ab}$	$\Delta E_{00}$
(PH)ga.6	SB/SF	50,7	32,4	65,2	-
	SB/CF	42,4	26,8	60,9	8,6
	CB/SF	43,4	25,9	61,5	-
	CB/CF	39,6	24,0	59,5	3,6
	<b>AVG</b>	<b>44,0</b>	<b>27,3</b>	<b>61,8</b>	<b>6,1</b>
	<b>SD</b>	<b>4,7</b>	<b>3,6</b>	<b>2,4</b>	<b>3,5</b>
(PH).h.6	SB/SF	50,5	32,1	64,5	-
	SB/CF	41,6	27,1	58,9	9,1
	CB/SF	42,0	25,5	59,3	-
	CB/CF	40,0	25,4	58,2	1,9
	<b>AVG</b>	<b>43,5</b>	<b>27,5</b>	<b>60,2</b>	<b>5,5</b>
	<b>SD</b>	<b>4,7</b>	<b>3,2</b>	<b>2,9</b>	<b>5,2</b>
(PH).lin.6	SB/SF	44,2	22,3	60,9	-
	SB/CF	39,1	23,6	59,2	4,7
	CB/SF	42,1	23,6	59,9	-
	CB/CF	39,1	22,5	59,1	2,7
	<b>AVG</b>	<b>41,1</b>	<b>23,0</b>	<b>59,8</b>	<b>3,7</b>
	<b>SD</b>	<b>2,5</b>	<b>0,7</b>	<b>0,8</b>	<b>1,4</b>



A diferencia de lo que ocurre con las probetas patrón que hemos visto hasta ahora, en el caso del grupo realizadas con pigmento de óxido de hierro, cuando se aplica el tratamiento protector UV en las particiones tanto barnizadas como sin barnizar, se produce una disminución de todos los valores cromáticos:  $L^*$ ,  $C^*_{ab}$  y  $h_{ab}$ . Todo ello supone por un lado una reducción tanto de la claridad como de la intensidad del color, y una variación en el ángulo de tono. Este último caso, la variación entre los valores es poco acusada por lo que no modifica la apariencia del color de la probeta.

Los valores promedios (AVG) de estos parámetros colorimétricos, son muy similares en todas las probetas aun empleando diferentes aglutinantes. En el caso de  $L^*$ , el valor promedio se sitúa entre 41 en la probeta de aceite de linaza, presentando ésta mayor claridad, y 44 en la de goma arábica, siendo en este caso menor la claridad. En lo que respecta a  $C^*_{ab}$ , encontramos el valor de intensidad de color más bajo, equivalente a 23, en la probeta realizada con aceite de linaza y en torno a 27 en las probetas correspondientes a huevo y goma arábica. Por último, en  $h_{ab}$ , en todos los casos se sitúa en torno a 60, hallándose el valor más alto en la probeta realizada con goma arábica con 61,8, lo que significa que por lo general todas las probetas presentan un ángulo de tono correspondiente a un rojo cercano al amarillo.

Si se considera los valores de desviación estándar (SD) que se obtienen, se puede comprobar que las probetas en las que se ha empleado goma arábica y huevo como aglutinantes presentan los valores de desviación más altos y por tanto mayor variabilidad de color, y la probeta realizada con aceite de linaza los más bajos, equivaliendo estos casi a la mitad de los valores de ambos casos anteriores. En este último caso, los valores tan bajos de desviación estándar demuestran que la variabilidad de color es mucho menor.

• RESULTADOS DEL TRATAMIENTO EN PROBETAS ENVEJECIDAS

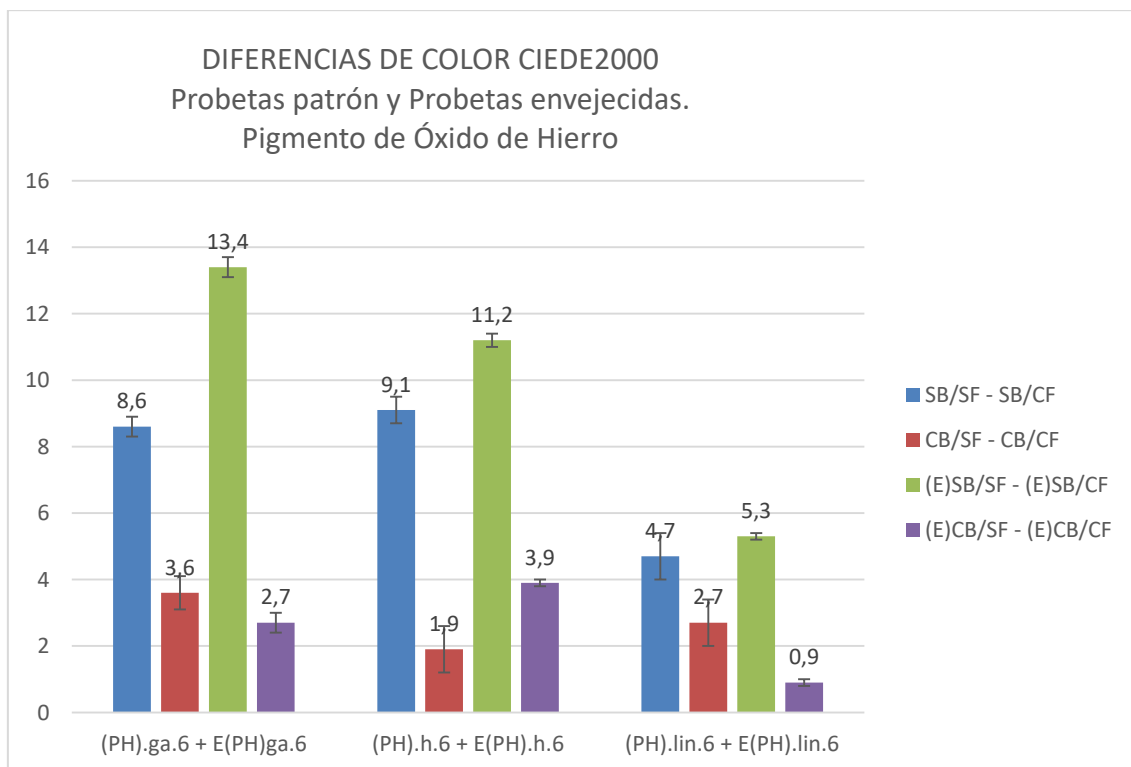


PROBETA	PARTICIÓN	VALORES			
		$L^*$	$C^*_{ab}$	$h_{ab}$	$\Delta E00$
E(PH)ga.6	SB/SF	54,1	36,4	66,7	-
	SB/CF	41,7	26,6	58,0	13,4
	CB/SF	42,2	26,7	61,2	-
	CB/CF	39,8	23,9	58,8	2,7
	<b>AVG</b>	<b>44,4</b>	<b>28,4</b>	<b>61,2</b>	<b>8,1</b>
	<b>SD</b>	<b>6,5</b>	<b>5,5</b>	<b>3,9</b>	<b>7,6</b>
E(PH).h.6	SB/SF	51,7	35,2	65,6	-
	SB/CF	41,5	24,6	59,5	11,2
	CB/SF	43,2	29,1	61,7	-
	CB/CF	40,3	23,3	59,4	3,9
	<b>AVG</b>	<b>44,2</b>	<b>28,1</b>	<b>61,5</b>	<b>7,6</b>
	<b>SD</b>	<b>5,2</b>	<b>5,4</b>	<b>2,9</b>	<b>5,2</b>
E(PH).lin.6	SB/SF	43,6	31,9	63,7	-
	SB/CF	39,7	24,0	59,6	5,3
	CB/SF	39,9	22,9	58,6	-
	CB/CF	39,1	21,8	58,9	0,9
	<b>AVG</b>	<b>40,6</b>	<b>25,2</b>	<b>60,2</b>	<b>3,1</b>
	<b>SD</b>	<b>2,1</b>	<b>4,6</b>	<b>2,4</b>	<b>3,1</b>

En el caso de las probetas realizadas con óxido de hierro y distintos aglutinantes que han sido sometidas al ciclo de envejecimiento natural, se puede comprobar que las variaciones producidas en las particiones en las que se ha aplicado el tratamiento protector UV son las mismas a las producidas tras su aplicación en las probetas patrón. En ambos casos se produce una reducción de los valores de  $L^*$ ,  $C^*_{ab}$  y  $h_{ab}$ , siendo en el último caso poco acusado y por tanto no modifican notablemente el tono de la probeta.

En cuanto a los valores promedios (AVG) obtenidos, sucede lo mismo, todos ellos son similares tanto con respecto a las probetas patrón como en los tres tipos de aglutinantes empleados. En  $L^*$  los valores promedios se sitúan entre 40 correspondiente a la probeta de aceite de linaza y 44 en las probetas de huevo y goma arábica, lo que indica una leve mayor claridad en estos dos últimos casos.  $C^*_{ab}$  se sitúa en torno a 28 en el caso del huevo y la goma arábica y un poco más bajo en el caso del aceite con un 25 y por tanto menor intensidad de color. Finalmente,  $h_{ab}$ , presenta valores similares alrededor de 61, que al igual que las probetas patrón, se corresponden con un ángulo de tono rojo cercano al amarillo.

En los que respecta a la desviación estándar (SD), se aprecia que los valores más altos se encuentran en la probeta realizada con goma arábica, seguida de la realizada con aglutinante de huevo que presenta valores intermedios y finalmente, la probeta de aceite de linaza que al igual que en el caso de las probetas patrón presenta los valores de desviación estándar más bajos. Por consiguiente, las mayores variaciones de color se registran en las probetas realizadas con goma arábica y la que menos, se corresponde con la probeta de aceite.



A partir de la gráfica generada de diferencia de color  $\Delta E_{00}$  entre las particiones de las probetas envejecidas y las probetas patrón, se puede comprobar que la diferencia de color es mayor en las particiones sin barnizar tras aplicar el tratamiento (barras azules) que en las particiones barnizadas (barras rojas). Esta diferencia ocurre tanto en las probetas patrón como en las probetas envejecidas (barras verdes y violetas). Si comparamos cada partición con su homóloga envejecida, al contrario de lo que sucede en casos anteriores, cuando concluye el envejecimiento las particiones que no tienen barniz presentan una mayor diferencia de color (barras verdes con respecto a las azules). Sin embargo, las particiones barnizadas, una vez concluido el envejecimiento presenta menos diferencia de color a excepción de la probeta realizada con huevo que sucede lo contrario (barras violetas con respecto a las rojas).

Si centramos la interpretación de la gráfica en los aglutinantes, se puede apreciar que las probetas que más diferencias de color presentan son las realizadas con goma arábica y con huevo, siendo las variaciones menos pronunciadas en la probeta realizada con aceite de linaza.

Finalmente, si comparamos la diferencia de color de las probetas patrón con la diferencia de color de las probetas envejecidas, se puede comprobar que en el caso de la probeta realizada con huevo las variaciones de color son mayor una vez concluido el envejecimiento. En el caso de las probetas realizadas con goma arábica y aceite de linaza, una vez envejecidas, ambas presentan mayor diferencia de color en las zonas sin barnizar con respecto a las probetas patrón, y menor diferencia de color en las zonas barnizadas.

- RESULTADOS DEL TRATAMIENTO EN LAS PROBETAS SOMETIDAS A ENVEJECIMIENTO CON RESPECTO A LAS PROBETAS PATRÓN.

PROBETA	PARTICIÓN	VALORES			
		$L^*$	$C^*_{ab}$	$h_{ab}$	$\Delta E00$
(PH)ga.6 Vs E(PH).ga.6	SB/CF	42,4	26,8	60,9	-
	(E) SB/CF	41,7	26,6	58,0	1,3
	CB/CF	39,8	24,0	59,5	-
	(E) CB/CF	39,6	23,9	58,8	0,3
	<b>AVG</b>	<b>41,2</b>	<b>25,8</b>	<b>59,4</b>	<b>0,8</b>
	<b>SD</b>	<b>1,4</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>0,7</b>
(PH)h.6 Vs E(PH).h.6	SB/CF	41,6	27,1	58,9	-
	(E) SB/CF	41,5	24,6	59,5	1,3
	CB/CF	40,3	25,4	58,2	-
	(E) CB/CF	40,0	23,3	59,4	1,2
	<b>AVG</b>	<b>41,1</b>	<b>25,7</b>	<b>58,8</b>	<b>1,2</b>
	<b>SD</b>	<b>0,9</b>	<b>1,3</b>	<b>0,6</b>	<b>0</b>
(PH).lin.6 Vs E(PH).lin.6	SB/CF	39,7	24,0	59,6	-
	(E) SB/CF	39,1	23,6	59,2	3,8
	CB/CF	39,1	23,6	59,9	-
	(E) CB/CF	39,1	22,9	58,9	3,3
	<b>AVG</b>	<b>39,3</b>	<b>23,7</b>	<b>59,5</b>	<b>3,5</b>
	<b>SD</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>

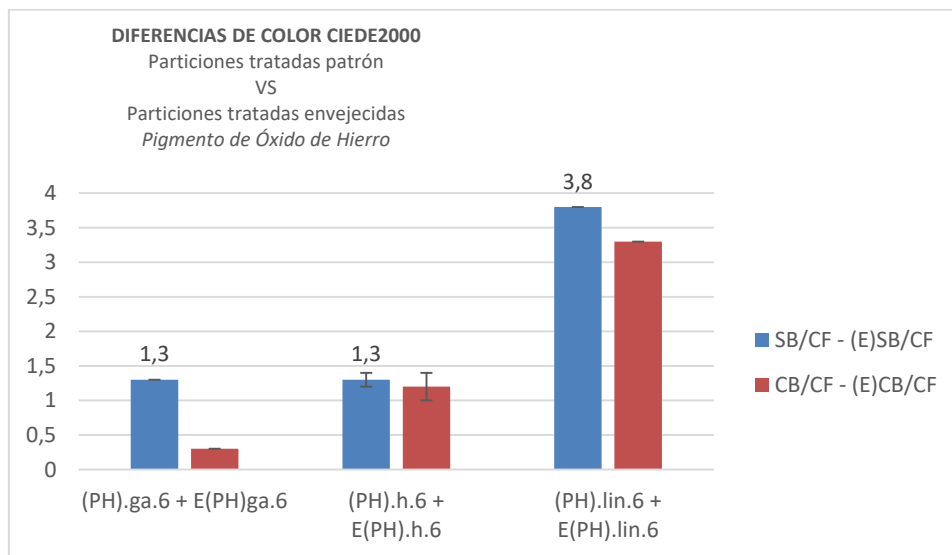
Las probetas realizadas con pigmento de óxido de hierro, todas sus particiones tratadas una vez finalizado el envejecimiento, denotan una reducción en los  $L^*$  y  $C^*_{ab}$  lo que se traduce por una reducción de la claridad y la intensidad de color. En lo que respecta al ángulo de tono, se puede comprobar que en el caso de la probeta aglutinada con goma arábiga y aceite se produce una reducción de su valor, significando una variación tonal más rojiza. Sin embargo, en la probeta aglutinada con huevo sucede lo contrario, que aumenta, por lo que el tono que adquiere vira más al amarillo.

Los valores promedios (AVG) de cada uno de estos parámetros, son indicativos de la cantidad que se puede establecer en cada uno de ellos. Referente a la claridad, observamos que en todos los casos presenta un valor situado entre 39 y 41, lo que puede clasificarse como un nivel medio. En lo que confiere a  $C^*_{ab}$ , los valores promedios son más bajos, en torno a 23 y 25. Finalmente, si atendemos al máximo (59,5) y mínimo (58,8) del valor promedio de  $h_{ab}$  se puede

comprobar que la diferencia entre ellos es poco considerable por lo que no modifica de forma acusada el tono de la superficie de la probeta.

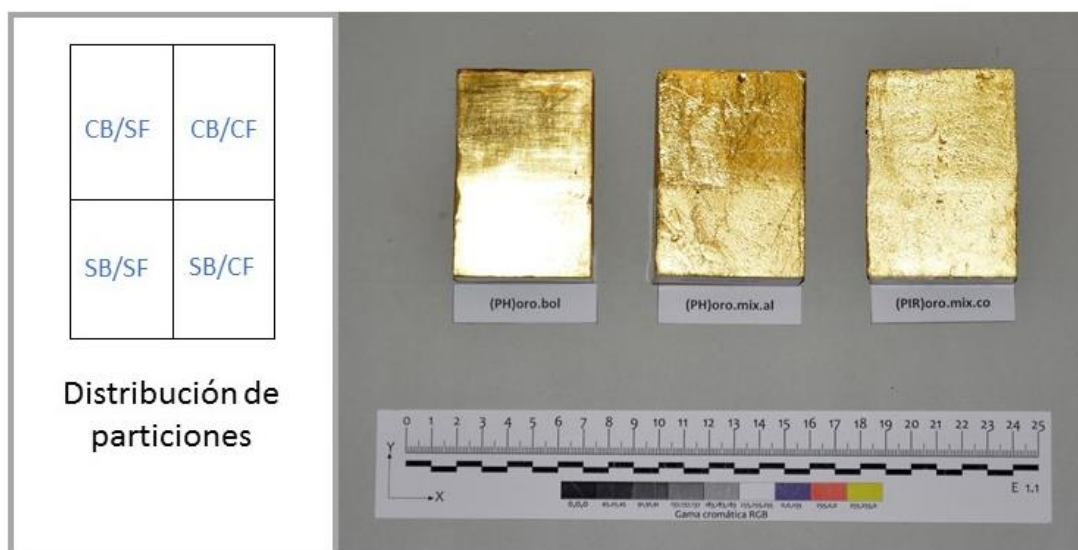
Referente a la desviación estándar (SD), los valores más altos se sitúan en la probeta realizada con goma arábica y los más bajos en la probeta de aceite de linaza. Con valores intermedios se encuentra la probeta realizada con huevo. Por tanto, las mayores variaciones de color se registran en las probetas realizadas con goma arábica y la que menos, se corresponde con la probeta de aceite.

La diferenciación de color  $\Delta E_{00}$  reflejada en la gráfica de cada una de las particiones una vez tratadas y envejecidas, indica que las particiones que no presentan barniz (barras azules) presentan mayor diferencia de color que las particiones barnizadas (barras rojas). Si la observación de la gráfica se hace atendiendo a los aglutinantes empleados, se puede apreciar que las probetas realizadas con aceite de linaza presentan mayor diferencia de color que las probetas realizadas con goma arábica y huevo donde el valor de diferencia es similar.



PROBETAS DE ORO

• RESULTADOS TRAS LA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO EN PROBETAS PATRÓN



PROBETA	PARTICIÓN	VALORES			
		$L^*$	$C^*_{ab}$	$h_{ab}$	$\Delta E_{00}$
(PH)oro.bol	SF	69,9	33,8	82,7	-
	CF	78,3	38,8	86,5	10,5
	AVG	74,1	36,3	84,6	10,5
	SD	6,0	3,5	2,7	0
(PH)oro.mix.al	SF	83,1	34,0	87,3	-
	CF	87,1	42,3	87,1	5,4
	AVG	85,1	38,1	87,2	5,4
	SD	2,8	5,9	0,1	0
(PH)oro.mix.co	SF	83,4	41,1	87,9	-
	CF	88,7	44,0	88,1	3,7
	AVG	86,1	42,5	88,0	3,7
	SD	3,7	2,0	0,1	0

A diferencia de las probetas policromadas que se han expuesto a lo largo de este capítulo, también se han realizado probetas con acabado metálico aplicado con diversas técnicas. El oro, al ser un material con brillo metálico, presenta “goniocromatismo”, término que se refiere al fenómeno por el que una muestra cambia de color según el ángulo de iluminación y observación. Lo ideal, para analizar colorimétricamente este tipo de probetas, es utilizar medidas goniocolorimétricas obtenidas a través de un espectrofotómetro multiángulo o goniospectrofotómetro que funciona considerando una iluminación de la muestra en una dirección dada y una detección en varios ángulos con respecto a una dirección de referencia. Dado que no disponemos de este tipo de equipo, se ha realizado las mediciones colorimétricas con el espectrofotómetro que contamos descrito en la metodología, teniendo en cuenta en todo momento que los resultados obtenidos hacen más compleja la especificación del color en este tipo de materiales ya que a cada ángulo de detección correspondería una medida de color

distinto. Aun así, se ha considerado oportuno realizar el estudio de este tipo de material con el fin de aproximarnos a las variaciones que puede presentar tras la aplicación del tratamiento.

En este caso, las probetas cuentan con dos particiones a comparar únicamente, por un lado la partición con el acabado metálico y por otra, la partición en la que se ha aplicado el tratamiento.

Si se observa la gráfica se puede apreciar que en todos los casos se produce un aumento en todos los parámetros colorimétricos empleados, en los que suponen en  $L^*$  y  $C^*_{ab}$  un aumento de la claridad e intensidad en la percepción del dorado. En el caso de  $h_{ab}$  este aumento se produce mayoritariamente en la probeta realizada con la técnica de bol, ya que en las otras dos probetas realizadas al mixtión pero con diferente resina, este valor permanece igual. Este aumento hace que el ángulo de tono que con el que se percibe la lámina de oro vire al amarillo.

En cuanto a los valores promedios (AVG) obtenidos, se aprecia que son mayores los obtenidos en las dos probetas en el que el dorado se ha aplicado al mixtión, presentando valores muy similares entre ellas. Esto es indicativo de que en ambos casos, el oro es percibido con mayor claridad e intensidad de color, presentando un ángulo de tono muy cercano al amarillo. Sin embargo los valores promedios que presenta la probeta realizada con bol en cuanto a claridad, intensidad de color y ángulo de tono son inferiores, aunque la diferencia entre ellas no es muy elevada.

Finalmente, la desviación estándar (SD) calculada para cada caso, indica que la mayor variación de  $L^*$ , y por tanto la mayor variabilidad de claridad, la encontramos en la probeta de oro realizada con la técnica de bol, y las menores en las probetas realizadas al mixtión. En cuanto a  $C^*_{ab}$  y  $h_{ab}$ , ocurre lo contrario, los valores promedios más elevados los encontramos en las probetas realizadas al mixtión representando éstos una mayor variabilidad de color, y los más bajos en la realizado con bol rojo.



• RESULTADOS DEL TRATAMIENTO EN PROBETAS ENVEJECIDAS

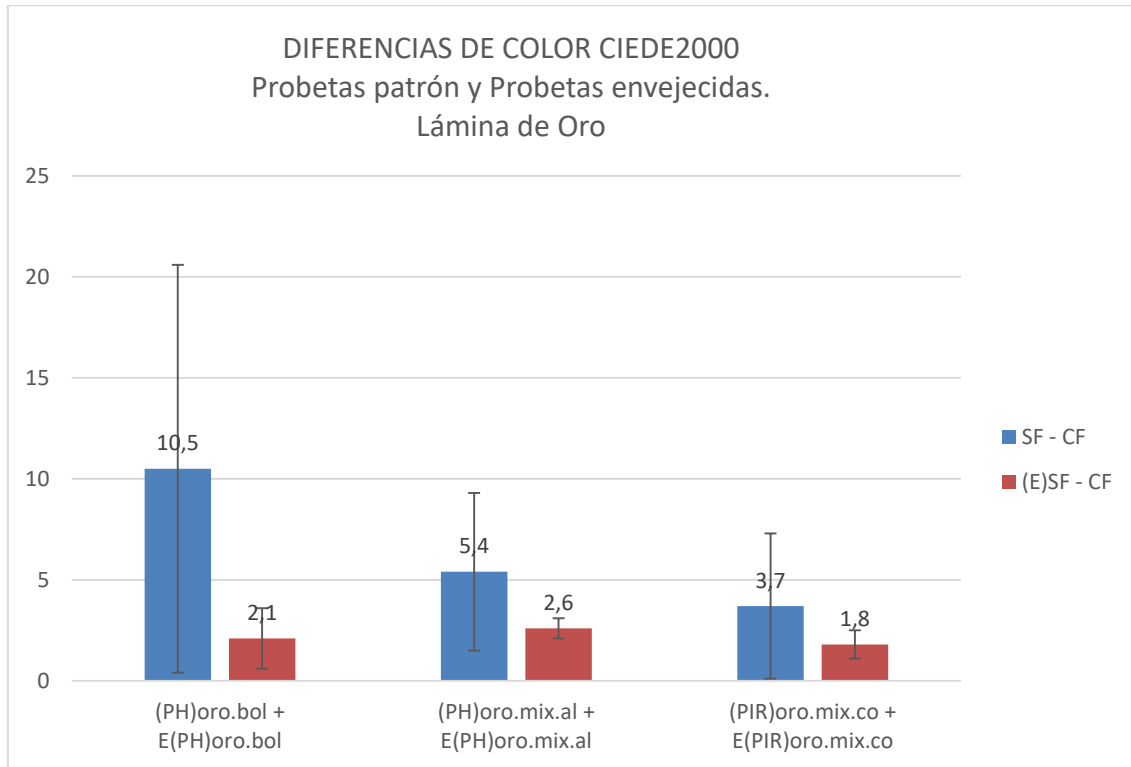


PROBETA	PARTICIÓN	VALORES			
		$L^*$	$C^*_{ab}$	$h_{ab}$	$\Delta E_{00}$
E(PH)oro.bol	SF	78,6	37,9	86,2	-
	CF	77,1	36,6	84,9	2,1
	AVG	77,8	37,3	85,5	2,1
	SD	1,1	0,9	1,0	0
E(PH)oro.mix.al	SF	85,4	43,1	86,4	-
	CF	82,2	38,7	85,7	2,6
	AVG	83,8	40,9	86,0	2,6
	SD	2,2	0,2	3,1	0
E(PH)oro.mix.co	SF	85,9	44,3	87,4	-
	CF	84,2	40,4	86,8	1,8
	AVG	85,0	42,3	87,1	1,8
	SD	1,2	2,8	0,4	0

Las probetas homologas a las patrón, una vez envejecidas, experimentan cambios a la inversa. Si en las probetas patrón la mayoría de los valores se aplicaban al incrementar el tratamiento, en las probetas envejecidas se produce una reducción en todos los casos. Esto supone que disminuye el grado de claridad y de intensidad con el que se percibe la superficie dorada, y una variación en el ángulo de tono hacia el rojo.

Los valores promedios (AVG) que resultan en todos los casos, siguen las mismas pautas que las resultantes en las probetas patrón. Los valores promedios más altos de  $L^*$ ,  $C^*_{ab}$  y  $h_{ab}$  se sitúan en las probetas realizadas con la técnica de mixtión, por lo que presentan mayor claridad e intensidad de color con un ángulo de tono muy cercano al amarillo, y los más bajos en las probetas de dorado con bol, en las que disminuye la claridad e intensidad del color y el ángulo de tono se sitúa más cercano al rojo, posiblemente por el color rojo del bol empleado en su preparación.

Finalmente el valor obtenido en la desviación estándar (SD), en todos los casos se sitúa entre 1 y 3, correspondiéndose los valores más altos con la probeta realizada dorado al mixtión empleando almáciga, indicativo de una mayor variabilidad en el color percibido.



Los valores de diferencia de color  $\Delta E_{00}$  representados en la gráfica son indicativos en que todos los casos el valor mayor se obtiene en las probetas patrón tras aplicar el tratamiento. Sin embargo, en las probetas envejecidas la diferencia de color es menor.

Si tenemos en cuenta las técnicas empleadas, se puede apreciar que las diferencias son menores en el caso de las probetas en las que el oro se ha aplicado mediante la técnica de mixtión y sin embargo, mayor en la probeta en la que se ha aplicado mediante bol.

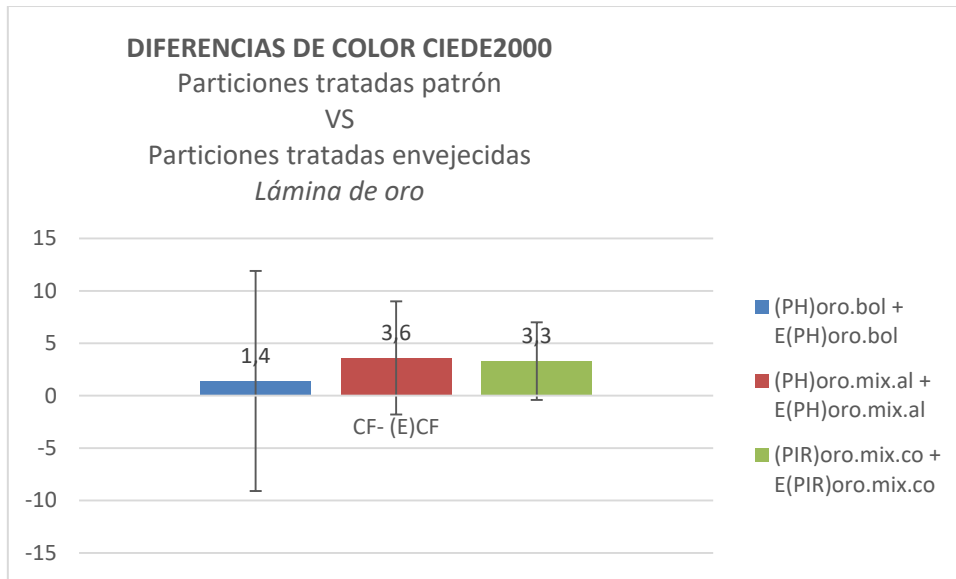
- **RESULTADOS DEL TRATAMIENTO EN LAS PROBETAS SOMETIDAS A ENVEJECIMIENTO CON RESPECTO A LAS PROBETAS PATRÓN.**

PROBETA	PARTICIÓN	VALORES			
		$L^*$	$C^*_{ab}$	$h_{ab}$	$\Delta E_{00}$
(PH)oro.bol Vs E(PH)oro.bol	CF	78,3	38,8	86,5	-
	(E)CF	77,1	36,6	84,9	1,4
	AVG	77,7	37,7	85,7	1,4
	SD	0,8	1,5	1,2	0
(PH)oro.mix.al Vs E(PH)oro.mix.al	CF	87,1	42,3	87,1	-
	(E)CF	82,2	38,7	85,7	3,6
	AVG	84,7	40,5	86,4	3,6
	SD	3,5	2,5	1,0	0
(PH)oro.mix.co Vs E(PH)oro.mix.co	CF	88,7	44,0	88,1	-
	(E)CF	84,2	40,4	86,8	3,3
	AVG	86,5	42,2	87,5	3,3
	SD	3,2	2,5	0,9	0

Tras concluir el ciclo de envejecimiento de las probetas realizadas con láminas de oro, la partición que ha sido tratada con el protector UV muestra un decrecimiento en todos los valores cromáticos. La disminución de  $L^*$  implica una pérdida de claridad, en el caso de  $C^*_{ab}$  una pérdida de intensidad del color y finalmente, el valor de  $h_{ab}$  indica un cambio en el ángulo de tono que se posiciona más cercano al rojo.

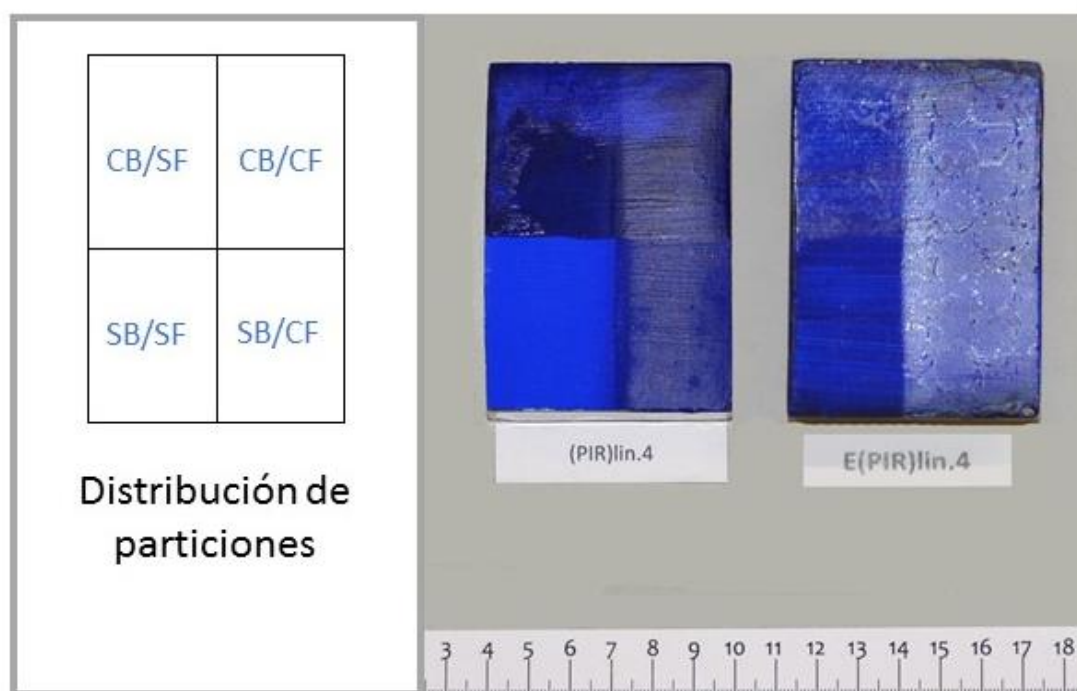
Si centramos la atención en los valores promedios (AVG), se puede comprobar que los valores de  $L^*$  se sitúan entre 77 y 86, lo que se traduce por un nivel alto de claridad en la superficie dorada de la probeta. En cuanto a intensidad del color, el mínimo se encuentra en 37,7 y el máximo en 42 con dos, por lo que se puede considerar un grado medio-bajo. Finalmente, en ángulo de tono promediado se sitúa entrono a 85 y 87, valores que se sitúan muy cercanos al amarillo en ambos casos.

Por último, los valores de desviación estándar (SD) indicativos de la variabilidad del color, demuestran que esta variación no es muy alta, encontrando los datos más altos de los parámetros colorimétricos en las probetas realizadas al mixtión y los más bajos en la probeta realizada con bol rojo. A pesar de ello, estos valores no superan el valor de 3,5 por lo que podemos considerar la variabilidad de color de carácter leve.



La superficie de las probetas doradas, a diferencias del resto de probetas y como ya se explicó en la metodología, dadas las características de las técnicas de dorado únicamente cuenta con dos particiones en su superficie: una con tratamiento y otra sin tratamiento aplicado. Si se comparan las particiones tratadas en cada probeta con su homóloga envejecida, se puede comprobar que la probeta que sufre menor diferencia de color  $\Delta E_{00}$  es la realizada con bol rojo (barra azul), y las que mayor diferencia presentan son las realizadas al mixtión con almaciga y colofonia (barra roja y barra verde respectivamente), presentando ambas valores casi idénticos.

## PROBETAS DE ULTRAMAR



- RESULTADOS TRAS LA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO EN PROBETAS PATRÓN

PROBETA	PARTICIÓN	VALORES			
		$L^*$	$C^*_{ab}$	$h_{ab}$	$\Delta E_{00}$
(PIR)lin.4	SB/SF	37,0	65,1	288,2	-
	SB/CF	26,4	39,2	293,7	13,5
	CB/SF	27,9	53,8	294,1	-
	CB/CF	24,7	30,1	295,0	8,5
	AVG	29,0	47,1	292,7	11,0
	SD	5,5	1,5	3,1	3,6

La probeta realizada con azul ultramar, al tratarse de un material relativamente moderno, se ha utilizado únicamente con aglutinante de aceite sobre preparación de carbonato cálcico y aceite, obviando los aglutinantes históricos que se han utilizado anteriormente al no identificarse su uso con este pigmento. Este caso, se repite con los pigmentos que veremos a continuación como el amarillo de plomo, el amarillo de cromo y el azul de Prusia.

Las variaciones que se producen tras la aplicación del tratamiento protector sobre la capa policroma generada con este pigmento y el aglutinante de aceite de linaza, se caracterizan por una reducción de los valores de  $L^*$  y  $C^*_{ab}$  en las particiones tanto barnizadas como sin barniz, siendo muy notable en el último caso. Esto supone una disminución de la claridad y de la intensidad del color. Por el contrario, en lo que respecta a los valores de  $h_{ab}$ , se puede observar que en ambas particiones este valor aumenta tras la aplicación del tratamiento, situándose el ángulo de tono más cercano a valores rojizos.

En cuanto a los valores promedios (AVG), los correspondientes a  $L^*$  hacen referencia a un grado de claridad bajo (29) y un grado medio en el caso de la intensidad del color ( $C^*_{ab}$ : 47,1).

Respecto al ángulo de tono, se sitúa justamente el promedio en 292,7 lo que se traduce por una tonalidad azul que vira hacia el verde.

En cuanto a desviación estándar (SD), la variabilidad más baja la encontramos en la intensidad de color ( $C^*_{ab}$ : 1,5) lo que significa una variación de la intensidad de color relativamente baja. Lo mismo ocurre con el ángulo de tono ( $h_{ab}$ ) cuya variación es igual a 3,1. La mayor variabilidad la encontramos en la claridad ( $L^*$ ), con un valor de 5,5.

- **RESULTADOS DEL TRATAMIENTO EN PROBETAS ENVEJECIDAS**

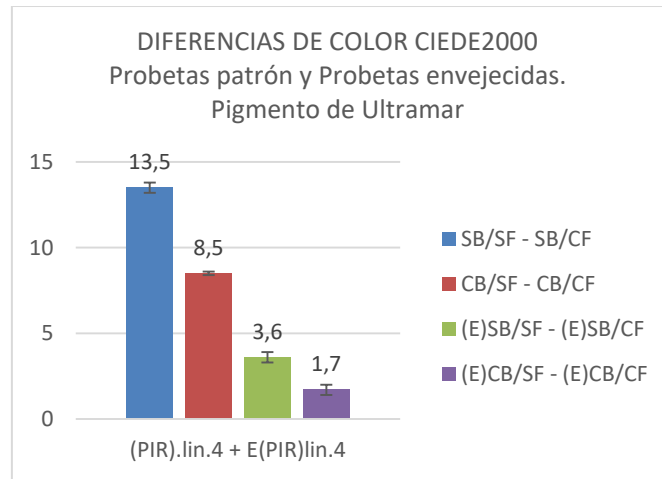
PROBETA	PARTICIÓN	VALORES			
		$L^*$	$C^*_{ab}$	$h_{ab}$	$\Delta E_{00}$
E(PIR)lin.4	SB/SF	33,4	14,8	236,3	-
	SB/CF	30,5	12,3	243,7	3,6
	CB/SF	30,5	11,5	242,6	-
	CB/CF	30,3	10,4	248,3	1,7
	AVG	31,2	12,2	242,7	2,6
	SD	1,5	1,9	4,9	1,4

Si observamos los valores de la probeta homologa envejecida, se puede comprobar que suceden las mismas variaciones en las particiones tanto con barniz como sin barniz en la que se ha aplicado el tratamiento protector. Concluido el ciclo de envejecimiento, la probeta presenta una reducción de  $L^*$  sobretodo en la partición que no presenta barniz, ya que la partición barnizada mantiene el mismo valor previo a la aplicación del tratamiento. En el caso de  $C^*_{ab}$ , también se puede apreciar también una disminución de sus valores en ambas particiones pero menos notable que en el caso de la probeta patrón. Finalmente, el valor de  $h_{ab}$  varía de la misma forma que la probeta no envejecida, en la que la aplicación del tratamiento ha supuesto un aumento del ángulo de tono en ambas particiones, virando hacia el rojo.

Referente a los valores promedios (AVG), se puede apreciar que en el caso de  $L^*$  presenta un valor atribuido a un grado de claridad medio/bajo, y por el contrario  $C^*_{ab}$  muestra un valor de intensidad de color baja. En cuanto al ángulo de tono, se sitúa en valor promedio de 242,7, valor muy cercano al azul coordenadas del sistema colorimétrico CIECCM.

Por último, los valores de desviación estándar (SD) más bajos se encuentra en  $L^*$  y  $C^*_{ab}$  lo que indican menor variabilidad de color. Por el contrario,  $h_{ab}$  presenta el valor más alto, lo que significa una mayor variación del color.

Si atendemos a los valores de diferencia de color  $\Delta E_{00}$  que se representa en la gráfica, se puede apreciar que la diferencia de color es más acusada en la probeta patrón que en la probeta envejecida. Si se compara las particiones con barniz y sin barniz en la que se ha aplicado el tratamiento, tanto en el caso de la probeta patrón como en el caso de la envejecida, las particiones barnizadas presentan menor diferencia de color que la partición que carece de éste.



- **RESULTADOS DEL TRATAMIENTO EN LAS PROBETAS SOMETIDAS A ENVEJECIMIENTO CON RESPECTO A LAS PROBETAS PATRÓN.**

PROBETA	PARTICIÓN	VALORES			
		$L^*$	$C^*_{ab}$	$h_{ab}$	$\Delta E00$
(PIR)lin.4 Vs E(PIR)lin.4	SB/CF	26,4	39,2	293,7	-
	(E) SB/CF	30,5	12,3	243,7	5,1
	CB/CF	24,7	30,1	295	-
	(E) CB/CF	30,3	10,4	248,3	2,6
	<b>AVG</b>	<b>28</b>	<b>23</b>	<b>270,2</b>	<b>3,8</b>
	<b>SD</b>	<b>2,9</b>	<b>14</b>	<b>28</b>	<b>2,4</b>

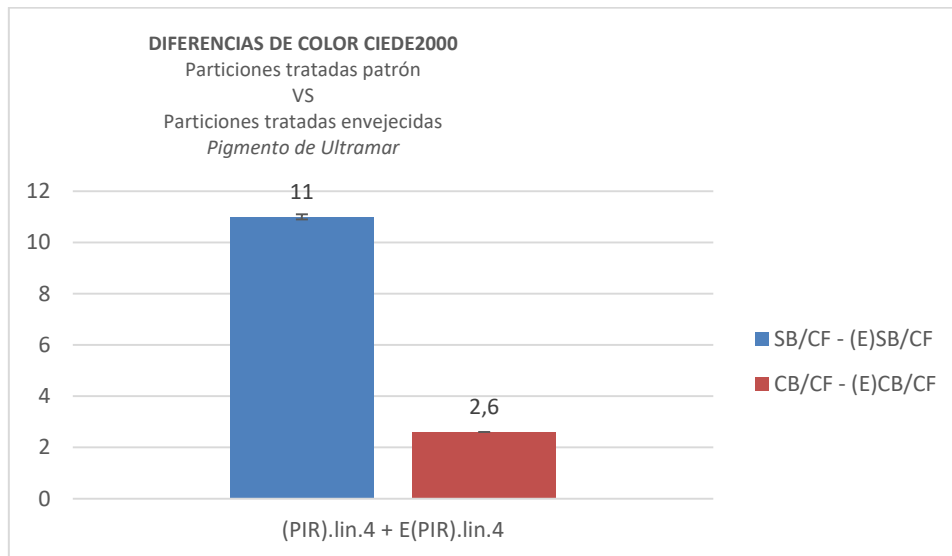
Las particiones con barniz y sin barniz sobre las que se ha aplicado el tratamiento protector UV, tras ser sometidas a envejecimiento natural, se puede comprobar que los valores de  $L^*$  aumentan en ambos casos lo que suponen un aumento de la claridad. Sin embargo, ocurre al contrario con los valores de  $C^*_{ab}$  y  $h_{ab}$ , en los que los valores disminuyen. En el primer caso esta reducción se traduce en una pérdida de la intensidad del color y en el segundo, una variación en el ángulo de tono, virando tras el envejecimiento hacia el verde en ambas particiones.

Los valores promedios (AVG) de  $L^*$  y  $C^*_{ab}$  situados entre 28 y 23 respectivamente, indican una claridad e intensidad de color baja. En cuando al ángulo de tono, se sitúa justamente el promedio en 270, valor propio del tono azul.

En cuanto a desviación estándar (SD), la variabilidad más alta la encontramos en la intensidad de color ( $C^*_{ab}$ : 14) y en el ángulo de tono ( $h_{ab}$ : 28), lo que es indicativo de una variación considerable en ambos parámetros cromáticos.

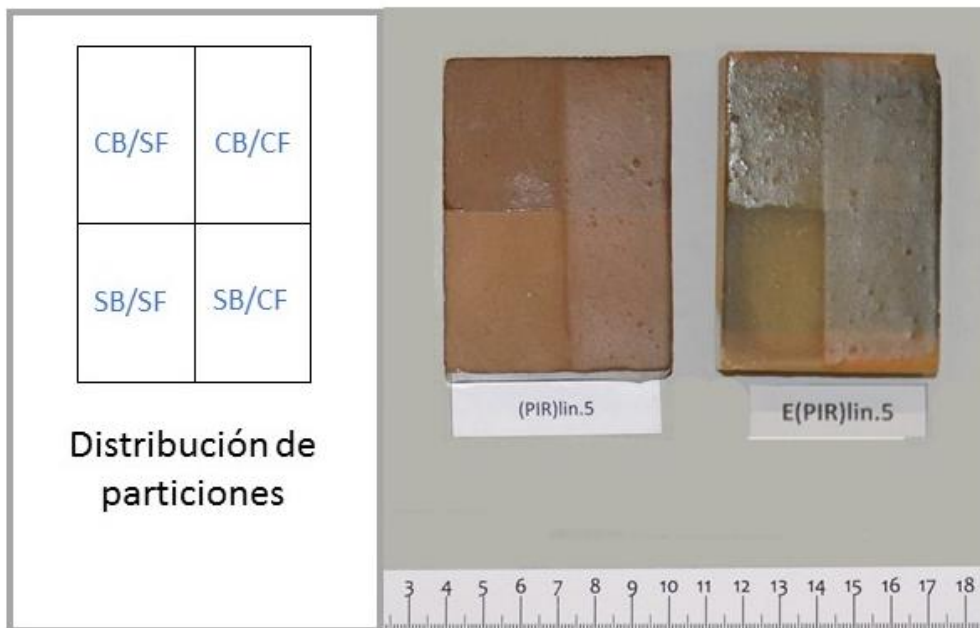
Si atendemos a los resultados de diferencias de color  $\Delta E00$  obtenidos tras el envejecimiento con respecto a la probeta patrón, se puede comprobar que la variación de color es mucho más

considerable en la partición que no presenta barniz en su superficie y con tratamiento aplicado (barra azul) que la partición barnizada y tratada (barra roja).





## PROBETAS DE AMARILLO DE PLOMO



- RESULTADOS TRAS LA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO EN PROBETAS PATRÓN

PROBETA	PARTICIÓN	VALORES			
		$L^*$	$C^*_{ab}$	$h_{ab}$	$\Delta E_{00}$
(PIR)lin.5	SB/SF	56,3	21,3	82,9	-
	SB/CF	50,4	21,6	73,6	6,8
	CB/SF	50,9	19,3	76,1	-
	CB/CF	47,7	19,7	76,9	3,1
	AVG	51,3	20,5	77,4	5,0
	SD	3,6	1,1	3,9	2,6

En el caso de la probeta realizada con amarillo de plomo, los cambios producidos tras la aplicación del tratamiento protector se centran en una reducción del valor de  $L^*$  en todas sus particiones, lo que supone una reducción de la claridad. Sin embargo los valores de  $C^*_{ab}$  permanecen estables, lo que no introduce ninguna modificación en la intensidad del color. Finalmente, los valores de  $h_{ab}$  se ven modificados negativamente en el caso de la partición sin barnizar adquiriendo un ángulo de tono cercano más cercano al rojo, mientras que la partición barnizada, al igual que ocurre con  $C^*_{ab}$ , permanece estable.

Los valores promedios (AVG) muestran que  $L^*$  presenta un valor equivalente a 51,3 y puede considerarse como un grado medio de claridad. En cuanto a  $C^*_{ab}$ , el grado sería bajo ya que su valor es igual a 20,5. Por último, el valor intermedio de  $h_{ab}$  se sitúa en 77,4 lo que se corresponde con un amarillo cercano al eje del rojo en el sistema CIECCM.

En cuanto a la desviación estándar (SD), el valor más bajo se corresponde con la variabilidad de  $C^*_{ab}$  lo que indica una baja modificación en la intensidad del color. Sin embargo, la desviación estándar de los valores  $L^*$  y sobre todo de  $h_{ab}$  son más altos y similares, lo que indica mayor variabilidad en estos casos.

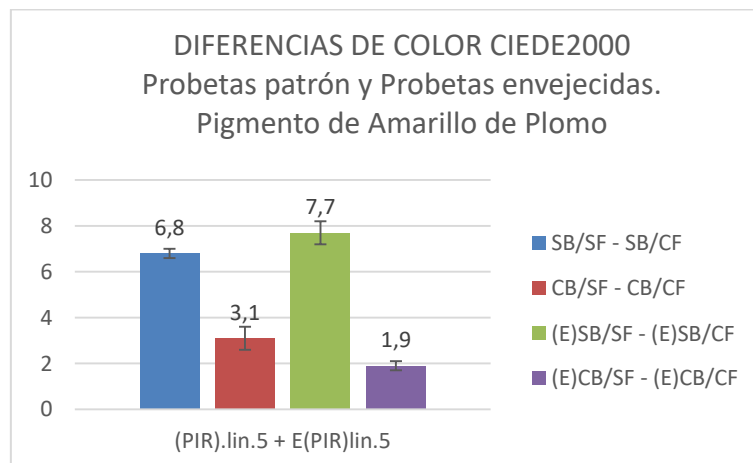
• RESULTADOS DEL TRATAMIENTO EN PROBETAS ENVEJECIDAS

PROBETA	PARTICIÓN	VALORES			
		$L^*$	$C^*_{ab}$	$h_{ab}$	$\Delta E_{00}$
E(PIR)lin.5	SB/SF	50,8	16,9	88,7	-
	SB/CF	43,2	13,6	85,7	7,7
	CB/SF	39,7	9,6	89,2	-
	CB/CF	37,7	8,6	87,1	1,9
	AVG	42,9	12,2	87,7	4,8
	SD	5,7	3,8	1,6	4,1

En el caso de la probeta sometida a envejecimiento tras la aplicación del tratamiento, los resultados indican no solo una reducción de la claridad representada con  $L^*$  en sus particiones sino que también una reducción de  $C^*_{ab}$ , lo que implica que disminuye la intensidad del color. También  $h_{ab}$  experimenta una disminución de su valor adquiriendo un valor que se acerca al ángulo de tono más rojizo.

Si se observan los valores promedios (AVG) de cada uno de los parámetros, se puede distinguir que el valor de  $L^*$  se corresponde con un grado medio de claridad. En lo que respecta al grado de intensidad del color ( $C^*_{ab}$ ) se puede considerar de carácter bajo ya que el valor resultante es de 12,2. En cuanto al ángulo de tono, el promedio indica un valor equivalente a 87,7, lo que sitúa al color de la probeta muy cercano al amarillo.

A pesar de estos cambios, teniendo en cuenta la desviación estándar (SD), se comprueba que la variación de los parámetros de  $L^*$  y  $h_{ab}$  es mayor. Sin embargo, la menor variación la encontramos en el ángulo de tono, donde la desviación estándar equivale a 1,6.



Si se comparan las diferencias de color  $\Delta E_{00}$  obtenidas en cada una de las particiones de las probetas tanto patrón como envejecidas, se puede apreciar que las particiones que no tienen barniz tras la aplicación del tratamiento presentan mayor diferencia de color (barra azul y verde). Sin embargo, las particiones barnizadas, esta diferencia es mucho menor (barra roja y violeta). Por otro lado, si se compara la diferencia de color entre la probeta patrón y la probeta envejecida en general, se comprueba que estas diferencias son levemente mayor en el caso de la probeta envejecida, presentando en este caso mayor diferencia en el caso de la partición sin barnizar y menor diferencia en la partición barnizada.

- **RESULTADOS DEL TRATAMIENTO EN LAS PROBETAS SOMETIDAS A ENVEJECIMIENTO CON RESPECTO A LAS PROBETAS PATRÓN.**

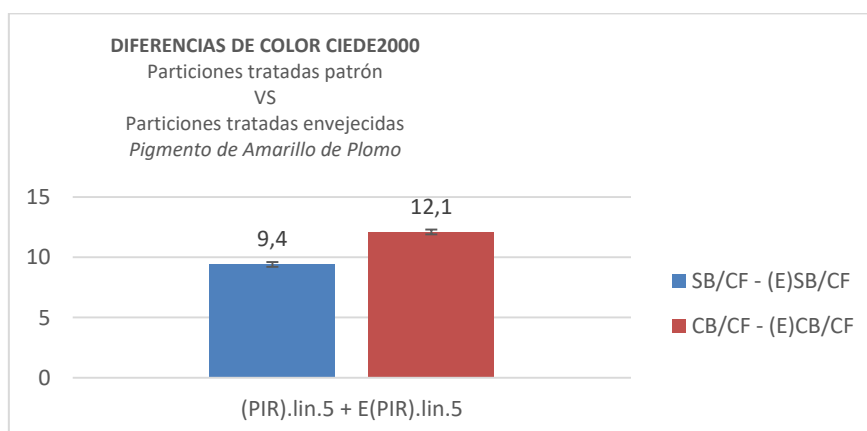
PROBETA	PARTICIÓN	VALORES			
		$L^*$	$C^*_{ab}$	$h_{ab}$	$\Delta E00$
(PIR)lin.5 Vs E(PIR)lin.5	SB/CF	50,4	21,6	73,6	-
	(E) SB/CF	43,2	13,6	85,7	9,4
	CB/CF	47,7	19,7	76,9	-
	(E) CB/CF	37,7	8,6	89,2	12,1
	AVG	47,1	18,3	78,7	10,7
	SD	3,6	4,2	6,2	1,9

La probeta realizada con amarillo de plomo aglutinado con aceite de linaza presenta variaciones tras el envejecimiento centradas en la reducción de claridad e intensidad de color ( $L^*$  y  $C^*_{ab}$ ) en las particiones donde se ha aplicado el tratamiento. Sin embargo, el valor  $h_{ab}$  aumenta en ambos tipos de particiones (barnizada y sin barnizar), lo que implica que una variación tonal hacia el amarillo.

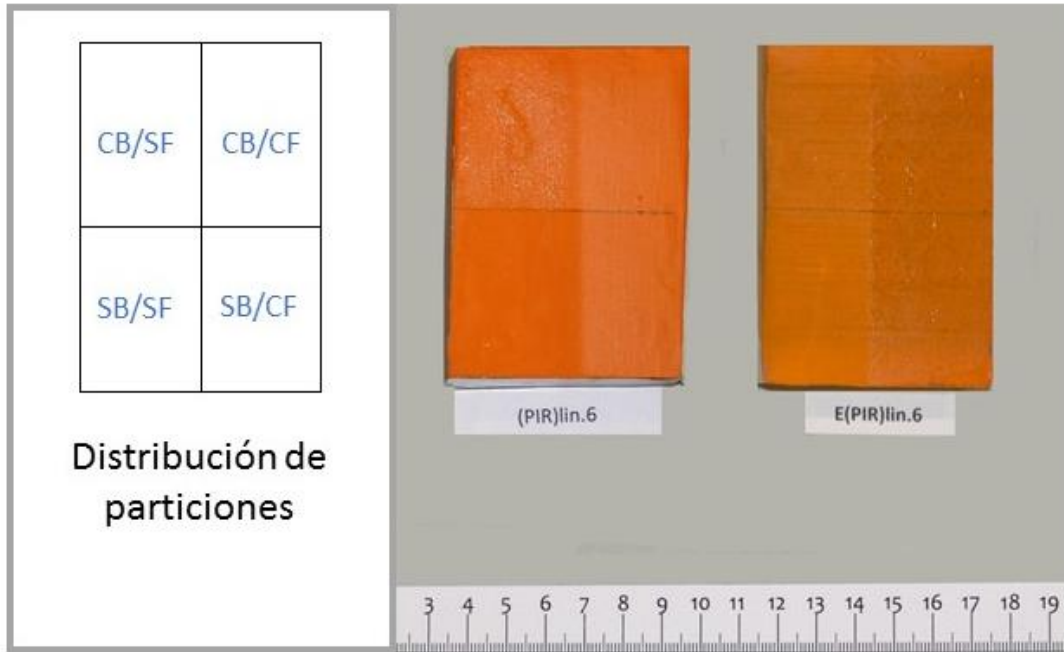
Si se observan los valores promedios (AVG), se puede apreciar que en el caso de  $L^*$  presenta un grado de claridad medio y sin embargo  $C^*_{ab}$  muestra una intensidad de color baja. En cuanto al ángulo de tono, se sitúa en 78,7, valor muy cercano al amarillo en las coordenadas del sistema colorimétrico CIECCM.

En cuanto a los valores de desviación estándar (SD), los más bajos se encuentra en  $L^*$  y  $C^*_{ab}$  lo que indican menor variabilidad de color. Por el contrario,  $h_{ab}$  presenta el valor más alto, lo que se traduce por una mayor variación del color.

Finalmente, referente a la diferencia de color  $\Delta E00$ , se puede apreciar que la partición sin barniz envejecida en esta ocasión presenta menor diferencia con respecto a la patrón (barra azul) que la partición barnizada (barra roja), presentando el valor de diferencia de color más alto.



PROBETAS DE AMARILLO DE CROMO



• RESULTADOS TRAS LA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO EN PROBETAS PATRÓN

PROBETA	PARTICIÓN	VALORES			
		$L^*$	$C^*_{ab}$	$h_{ab}$	$\Delta E_{00}$
(PIR)lin.6	SB/SF	61,3	64,5	63,8	-
	SB/CF	58,2	61,4	63,1	2,9
	CB/SF	60,4	61,3	62,2	-
	CB/CF	58,8	63,2	63,5	1,8
	AVG	59,7	62,6	63,2	2,3
	SD	1,4	1,5	0,7	0,8

La probeta realizada con amarillo de cromo y aceite de linaza como aglutinante, experimenta una reducción de los valores  $L^*$  y  $C^*_{ab}$  tras la aplicación del tratamiento en las zonas barnizadas y sin barnizar, que se traduce en una disminución de claridad y de intensidad del color. En cambio, los valores  $h_{ab}$ , se mantienen iguales en la partición sin barnizado y se incrementa levemente en la partición barnizada, adquiriendo un ángulo de tono más cercano al amarillo.

Los valores promedios (AVG) obtenidos en los parámetros de  $L^*$  y  $C^*_{ab}$  pueden considerarse de un grado medio (59,7 y 62,6 respectivamente). En cuanto al ángulo de tono promedio ( $h_{ab}$ : 63,2), se puede comprobar que se corresponde con un amarillo cercano a la tonalidad roja.

En cuanto a desviación estándar (SD), la variabilidad más alta la encontramos en la claridad y la intensidad de color, siendo valores muy similares ( $L^*$ : 1,4.  $C^*_{ab}$ : 1,5). Referente al ángulo de tono ( $h_{ab}$ ), el valor es inferior a 1 lo que es indicativo de una variación muy poco apreciable.

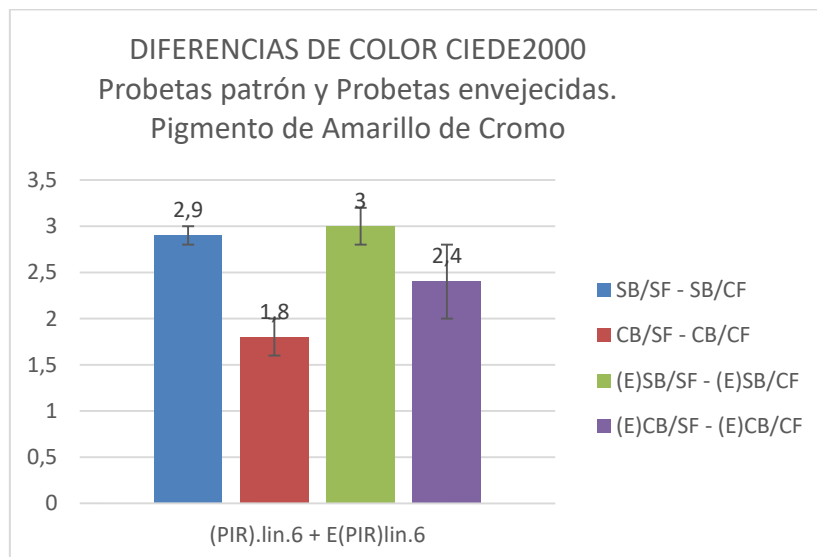
• RESULTADOS DEL TRATAMIENTO EN PROBETAS ENVEJECIDAS

PROBETA	PARTICIÓN	VALORES			
		$L^*$	$C^*_{ab}$	$h_{ab}$	$\Delta E_{00}$
E(PIR)lin.6	SB/SF	56,2	58,5	63,0	-
	SB/CF	53,6	53,1	62,6	3,0
	CB/SF	55,1	53,2	62,5	-
	CB/CF	52,7	51,6	62,5	2,4
	AVG	54,4	54,1	62,6	2,7
	SD	1,5	3,0	0,3	0,4

En la probeta homologa envejecida ocurre la misma casuística, tras concluir el envejecimiento las particiones experimentan en las zonas donde se ha aplicado el tratamiento una disminución de la claridad y la intensidad del color,  $L^*$  y  $C^*_{ab}$  respectivamente. Sin embargo, el valor de  $h_{ab}$  se mantiene estable por lo que el ángulo de tono del color de la probeta no sufre ninguna modificación.

Si se consideran los valores promedios de cada parámetro (AVG), los resultantes en  $L^*$  y  $C^*_{ab}$  son similares entre sí, equivaliendo a 54,4 y 54,1 en cada caso. Esto indica que el grado de claridad e intensidad de color es medio. En cuanto al ángulo de tono, el promedio se sitúa en 62,6, lo que se corresponde con un amarillo con tonalidad rojiza.

Finalmente, en cuanto a desviación estándar (SD), la variabilidad más alta la encontramos en la intensidad de color ( $C^*_{ab}$ : 3). Seguidamente se sitúa el valor de  $L^*$  de 1,5, indicativo de una variación menor. Y finalmente, la desviación estándar obtenida en el ángulo de tono ( $h_{ab}$ ) es de 0,3, lo que se puede interpretar como inapreciable en el color de la superficie de la probeta.



La representación de las diferencias de color  $\Delta E_{00}$  en la gráfica indica que las particiones sin barnizar (barra azul y verde) presentan mayor diferencia que la partición barnizada (barras roja y violeta), tanto si se trata de la probeta patrón como de la probeta envejecida. Por el contrario, si establecemos una comparación entre la probeta patrón y la probeta envejecida, se puede apreciar que las diferencias de color son similares en ambos casos, aunque levemente más acusada en las particiones de la probeta envejecida (barras verde y morada).

- RESULTADOS DEL TRATAMIENTO EN LAS PROBETAS SOMETIDAS A ENVEJECIMIENTO CON RESPECTO A LAS PROBETAS PATRÓN.

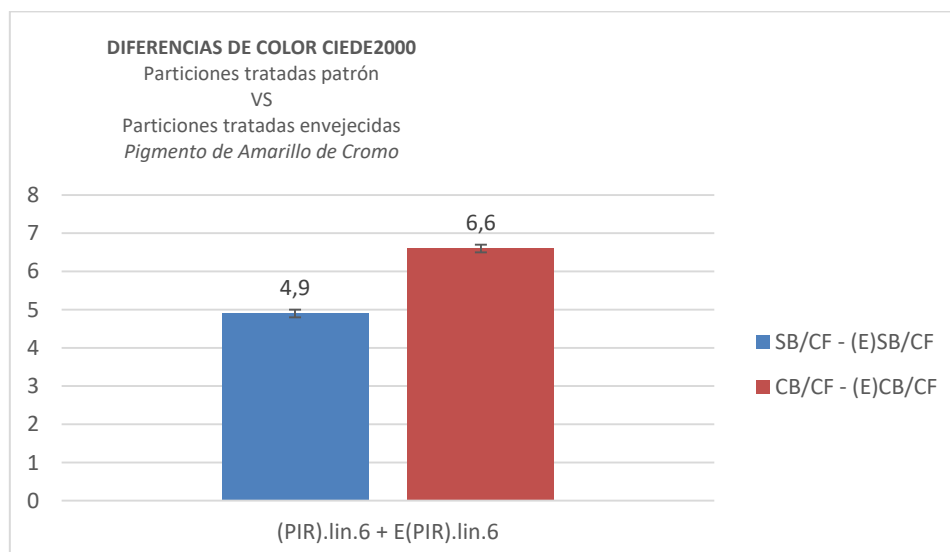
PROBETA	PARTICIÓN	VALORES			
		$L^*$	$C^*_{ab}$	$h_{ab}$	$\Delta E00$
(PIR)lin.6 Vs E(PIR)lin.6	SB/CF	58,2	61,4	63,1	-
	(E) SB/CF	53,6	53,1	62,6	4,9
	CB/CF	58,8	63,2	63,5	-
	(E) CB/CF	52,7	51,6	62,5	6,6
	AVG	56,9	59,2	63,1	5,8
	SD	2,9	5,4	0,5	1,2

Las particiones de la probeta realizada con amarillo de cromo y aceite, tanto barnizadas como sin barnizar que han sido tratadas, experimentan tras el envejecimiento una reducción de los valores de  $L^*$  y  $C^*_{ab}$  lo que se traduce en una disminución de claridad e intensidad de color respectivamente. El ángulo de tono ( $h_{ab}$ ) también presenta una reducción en su valor, lo que hace que se modifique hacia el rojo.

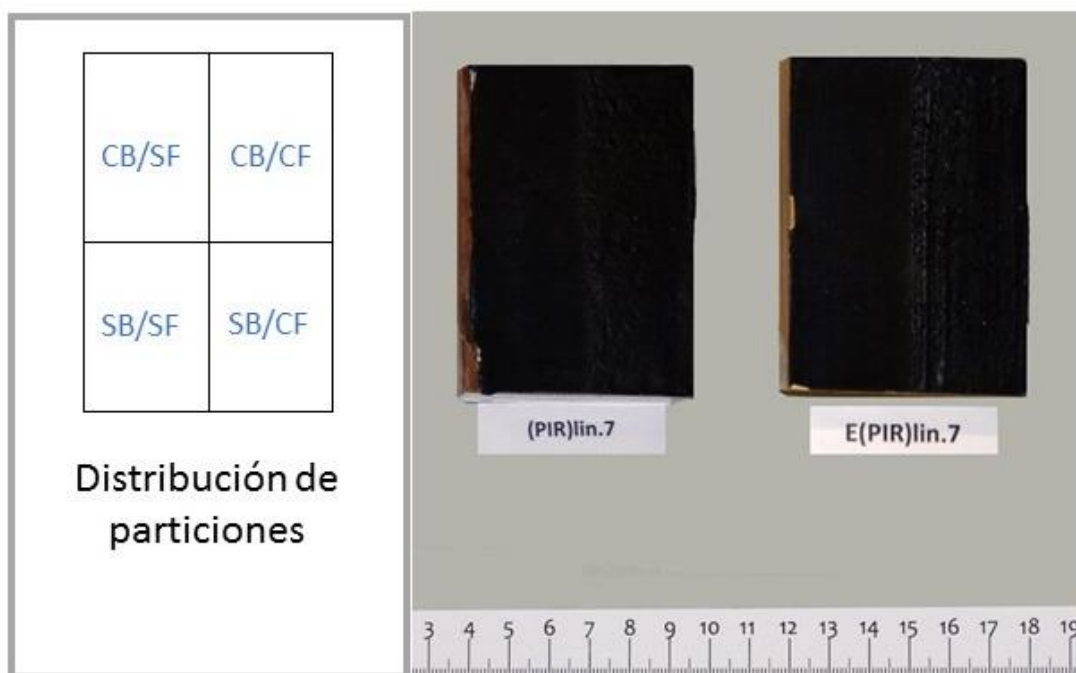
Centrando la atención en los valores promedios (AVG), se puede comprobar que en el caso de  $L^*$  y  $C^*_{ab}$  estos valores son similares y pueden considerarse como un grado medio de claridad e intensidad de color. En cuanto a  $h_{ab}$  el valor intermedio se sitúa en 63,1 lo que se corresponde con un amarillo cercano al eje del rojo en el sistema CIECCM.

En cuanto a la desviación estándar (SD), el valor más bajo se corresponde con la variabilidad del ángulo de tono la cual resulta inapreciable en la superficie dado que es inferior a 1. Sin embargo, la desviación estándar de los valores  $L^*$  y sobre todo de  $C^*_{ab}$  son más altos, lo que indica mayor variabilidad en estos casos.

Finalmente, la diferencia de color  $\Delta E00$  en esta probeta, la partición sin barnizar tratada, tras el envejecimiento presenta menor diferencia de color (barra azul) que la probeta barnizada (barra roja). A pesar de ello, la diferencia entre ambos tipos de particiones, no es elevada.



## PROBETAS DE AZUL DE PRUSIA



- RESULTADOS TRAS LA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO EN PROBETAS PATRÓN

PROBETA	PARTICIÓN	VALORES			
		$L^*$	$C^*_{ab}$	$h_{ab}$	$\Delta E00$
(PIR)lin.7	SB/SF	18,6	2,0	267,2	-
	SB/CF	23,1	1,1	294,8	3,4
	CB/SF	21,0	1,1	283,6	-
	CB/CF	23,3	0,7	323,2	1,8
	AVG	21,5	1,2	292,2	2,6
	SD	2,2	0,6	23,6	1,1

Las probetas realizadas con azul de Prusia y aglutinante de aceite de linaza presentan variaciones en las que aumentan los valores de  $L^*$  y  $h_{ab}$ , y disminuye  $C^*_{ab}$ . Las variaciones de  $L^*$  indica un aumento de la claridad sin embargo, con  $C^*_{ab}$  la intensidad de color se ve reducida. En cuanto a  $h_{ab}$ , el aumento de sus valores se traduce en un ángulo de tono más cercano al rojo.

Los valores promedios (AVG) obtenidos indican que una claridad ( $L^*$ ) baja correspondiéndose con un valor de 21,5. El promedio es más bajo aun en el parámetro de  $C^*_{ab}$  que define la intensidad de color, equivalente en este caso a 1,2. Finalmente, el valor de  $h_{ab}$  medio sitúa al color de la probeta en un ángulo de tono azul con cierta tendencia al rojo.

Considerando los valores de desviación estándar (SD), se puede apreciar que la variación más baja se sitúa en el valor  $C^*_{ab}$ , siendo este de 0,6. Seguidamente se encuentra el valor de  $L^*$ , equivalente a 2,2. En ambos parámetros se puede considerar una variabilidad baja, sin embargo el mayor valor de desviación se encuentra en  $h_{ab}$  (23,6) lo que indica que en este caso si se produce una variación considerable en el ángulo de tono.

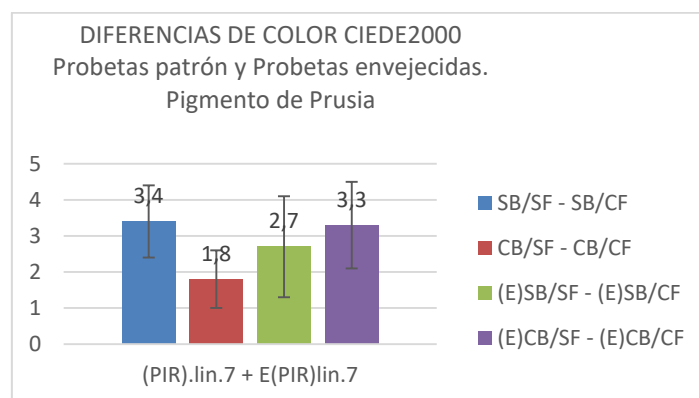
• RESULTADOS DEL TRATAMIENTO EN PROBETAS ENVEJECIDAS

PROBETA	PARTICIÓN	VALORES			
		$L^*$	$C^*_{ab}$	$h_{ab}$	$\Delta E_{00}$
E(PIR)lin.7	SB/SF	19,4	1,8	290,7	-
	SB/CF	22,8	0,8	315,0	2,7
	CB/SF	18,7	1,6	281,2	-
	CB/CF	23,3	1,4	294,5	3,3
	AVG	21,0	1,4	295,3	3,0
	SD	2,3	0,4	14,2	0,4

Los cambios producidos en la probeta envejecida referente al pigmento azul de Prusia, son similares a los producidos en la probeta patrón. Finalizado el ciclo de envejecimiento, en las zonas donde se había aplicado el tratamiento puede apreciarse también un aumento de los valores de claridad ( $L^*$ ) y de  $h_{ab}$ , lo que significa este último un ángulo de tono más cercano al rojo. En cuanto a la reducción del valor de  $C^*_{ab}$ , trae consigo que la intensidad del color que presenta la probeta disminuya.

En este caso, los valores promedios (AVG) obtenidos indican por un lado, una claridad ( $L^*$ ) baja con un valor de 21 y de igual forma que en la patrón, un valor aún más bajo en el parámetro de  $C^*_{ab}$  que define la intensidad de color (1,4). Por último, el valor promedio de  $h_{ab}$  sitúa al color que presenta la probeta en un ángulo de tono azul con proximidad al rojo.

Finalmente, teniendo en cuenta los valores de desviación estándar (SD), se puede comprobar que la variación más baja se sitúa en el valor  $C^*_{ab}$ , siendo este de 0,4, seguido del valor de  $L^*$ , equivalente a 2,3 lo que lleva a considerarlos como una variabilidad baja. Por el contrario, el mayor valor de desviación se encuentra en  $h_{ab}$  (23,6) lo que indica que en este caso si se produce una variación acusada en el ángulo de tono.



La diferencia de color  $\Delta E_{00}$  entre las distintas particiones de las probetas indican que la partición de sin barniz de la probeta patrón presenta mayor diferencia con respecto a la partición barnizada de esta misma probeta (barra azul y roja). Sin embargo, en la probeta envejecida sucede lo contrario, la partición sin barnizar presenta menor diferencia de color que la barnizada. Si consideramos la interpretación de la gráfica comparando la probeta patrón (barra azul y roja) con la envejecida (barra verde y violeta), vemos que las diferencias de color entre ambas son similares solo que ocurren a la inversa en las particiones tal y como se ha explicado anterior mente.



- RESULTADOS DEL TRATAMIENTO EN LAS PROBETAS SOMETIDAS A ENVEJECIMIENTO CON RESPECTO A LAS PROBETAS PATRÓN.

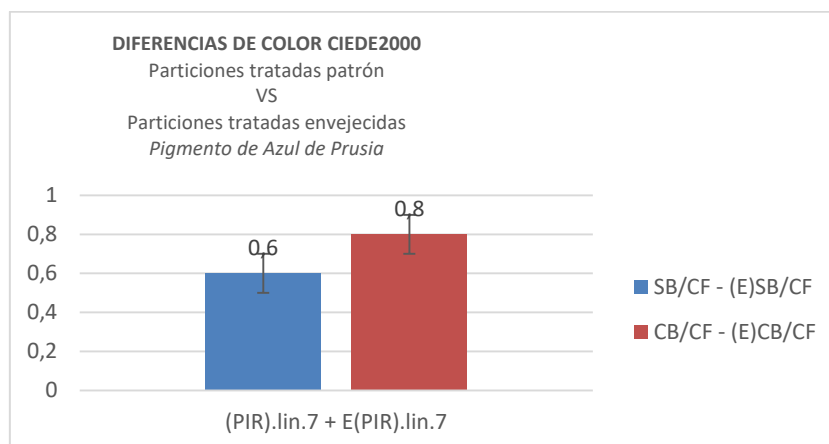
PROBETA	PARTICIÓN	VALORES			
		$L^*$	$C^*_{ab}$	$h_{ab}$	$\Delta E00$
(PIR)lin.7 Vs E(PIR)lin.7	SB/CF	23,1	1,1	315,0	-
	(E) SB/CF	22,8	0,8	294,8	0,6
	CB/CF	23,3	1,4	323,2	-
	(E) CB/CF	23,3	0,7	294,5	0,8
	AVG	23,1	0,9	311,0	0,7
	SD	0,3	0,2	14,6	0,1

En el caso de la probeta realizada con azul de Prusia y aceite de linaza, se puede comprobar que los valores de los distintos parámetros cromáticos, tras el envejecimiento, disminuyen tanto en las particiones barnizadas como sin barnizar sobre las que se ha aplicado el tratamiento. Esto se traduce por una reducción de la claridad ( $L^*$ ), intensidad de color ( $C^*_{ab}$ ) y ángulo de tono ( $h_{ab}$ ), adquiriendo una tonalidad más azulada.

Si se observan los valores promedios de cada uno de los parámetros (AVG), se puede distinguir que el valor de  $L^*$  se corresponde con un grado bajo de claridad al igual que ocurre con la intensidad del color ( $C^*_{ab}$ ). En cuanto al ángulo de tono, el promedio indica un valor equivalente a 311, lo que sitúa al azul de la probeta en un tono rojizo.

A pesar de estos cambios, teniendo en cuenta la desviación estándar (SD), se comprueba que la variación de los parámetros de  $L^*$  y  $C^*_{ab}$  es mínima entre las particiones patrón y envejecidas. Sin embargo, la mayor variación la encontramos en el ángulo de tono, donde la desviación estándar equivale a 14,6.

Por último, atendiendo a las diferencias de color  $\Delta E00$ , se puede comprobar que en la partición sin barnizar tratada (barra azul), la diferencia que presenta con respecto a su patrón es menor que la partición barnizada (barra roja). Si se observa el valor de cada una, se puede comprobar que la diferencia entre ellas es mínima y que a su vez, también los es la diferencia de color en cada caso, no alcanzado el valor de 1.



### VIII.4. EVALUACIÓN DE CAMBIOS DE BRILLO PRODUCIDOS POR EL TRATAMIENTO APLICADO.

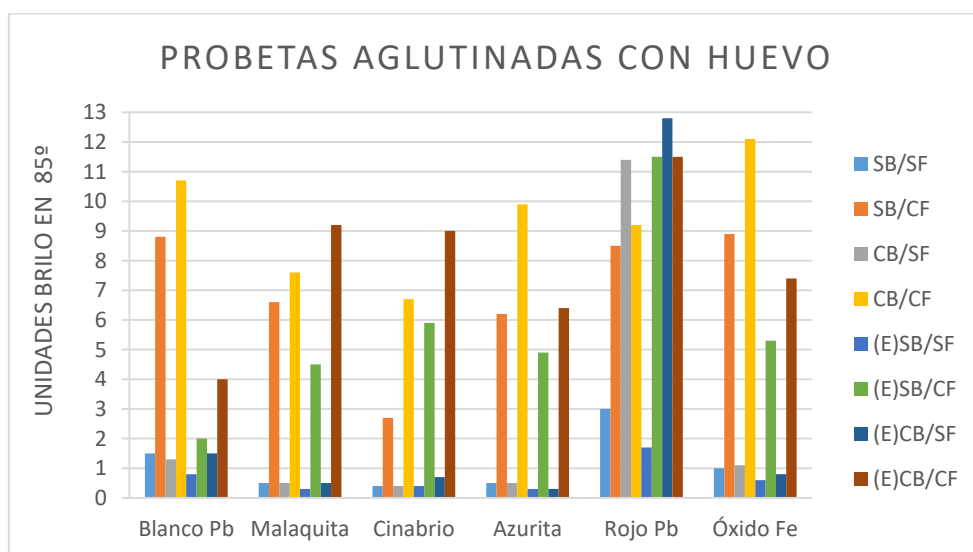
Los resultados obtenidos en cada una de las comparativas, aparecen reflejados en el Anexo 5.

#### PROBETAS AGLUTINADAS CON HUEVO

Tanto en las probetas patrones como las probetas envejecidas, se comprueba que en las particiones con aplicación de filtro ultravioleta, se produce un aumento de brillo en todos los casos, siendo más acusado este aumento en la partición con aplicación de barniz. Hay que exceptuar la probeta realizada con pigmento azurita natural ya que presenta una disminución del brillo en la partición con barniz con valor de 2,2 UB<sup>5</sup> en probeta patrón y 1,3 UB en probeta envejecida.

Cuando se comparan las distintas particiones de la probeta patrón con su idéntica en la probeta envejecida se constata que:

- En la partición SB/SF, tras envejecer, el brillo tiende a permanecer igual o disminuir, girando entrono 0-1,3 UB dicha disminución.
- En la partición CB/SF, ocurre lo mismo que en la partición SB/SF solo que también encontramos variaciones que tienden a ir en aumento, aunque son de carácter leve situándose entre 0-1,4 UB.
- En la partición SB/CF, en la probeta envejecida se aprecia una disminución del brillo en las probetas realizadas con malaquita, azurita, óxido de hierro y blanco de plomo, siendo más acusado en este último con 6,8 UB de diferencia. Ocurre lo contrario en el caso de las probetas elaboradas con cinabrio y rojo de plomo, donde el brillo aumenta con valor de 3,2 y 3 UB respectivamente.
- En la partición CB/CF, se produce las mismas variaciones que en la partición SB/CF. En las probetas envejecidas el brillo disminuye en las realizadas con azurita, óxido de hierro y blanco de plomo en torno a 3,5 y 6,7 UB, correspondiéndose el valor más alto al blanco de plomo. Sin embargo aumenta en aquellas realizadas con malaquita, rojo de plomo y cinabrio con valores comprendidos entre 1,6 y 2,3 UB.



<sup>5</sup> UB: Unidades de Brillo.

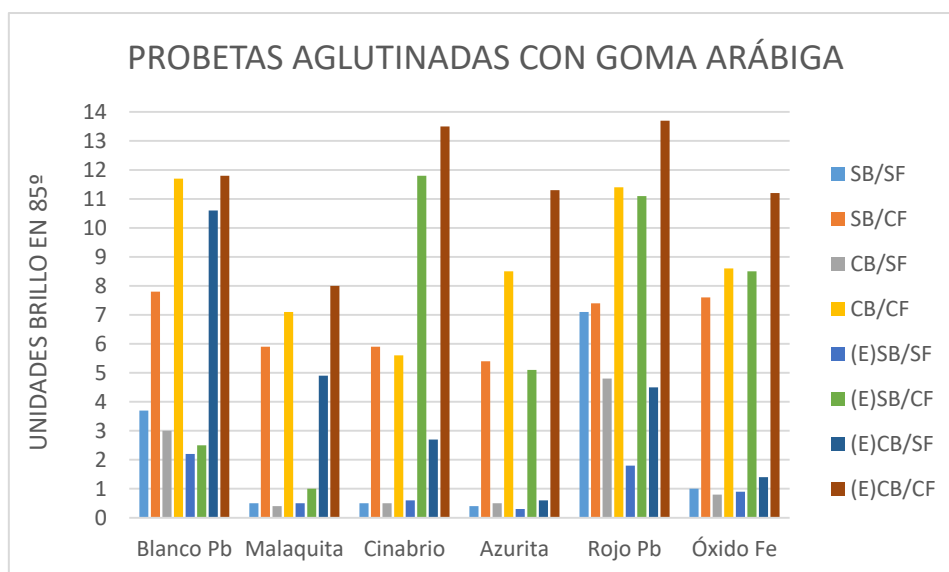
## PROBETAS AGLUTINADAS CON GOMA ARÁBIGA

En las probetas patrón aglutinadas con goma arábica, al aplicar el filtro con ultravioleta tanto en la zona con barniz como sin barniz, se produce un aumento de brillo, siendo más pronunciado en la zona con barniz.

En el caso de las probetas envejecidas, al comparar las distintas particiones entre sí, se aprecia que el brillo permanece igual o se incrementa en todos los casos, coincidiendo los valores más altos en la partición con presencia de barniz.

Si se compara las particiones de carácter patrón con las particiones idénticas de las probetas envejecidas, se comprueba que:

- En la partición SB/SF, por lo general el brillo en esta partición tras el envejecimiento permanece igual o varía con valor de 0,1 UB en todos los caso excepto en las probetas realizadas con azurita y blanco de plomo, donde la variación se corresponde con una disminución de brillo de 5,3 y 1,5 UB respectivamente.
- En la partición con barniz se comprueba que, al envejecer, el brillo aumenta en cada una de las probetas, siendo más elevado en el caso de las probetas a base de blanco de plomo (7,6 UB), malaquita (4,5 UB) y cinabrio (2,2 UB). En el resto de probetas la variación de brillo es mínima, situándose entre 0,1 y 0,6 UB.
- En la partición SB/CF: tras el envejecimiento, se aprecia una disminución de brillo en las probetas realizadas con blanco de plomo, malaquita y azurita, siendo más acusado en los dos primeros casos (5,3 y 4,9 UB). En las probetas realizadas con cinabrio, rojo de plomo y óxido de hierro, el brillo aumenta entre 0,9 y 6,1 UB.
- En la partición CB/CF, mismo caso que el anterior pero con la inclusión de barniz, ocurre un aumento de brillo en todas las probetas. El aumento más pronunciado se corresponde al cinabrio (7,9 UB), las probetas realizadas con azurita, rojo de plomo y óxido de hierro presentan valores intermedio (entre 2,3 y 2,8 UB) y las referentes a blanco de plomo y malaquita, presentan variaciones mínimas (entre 0,1 y 0,9 UB).



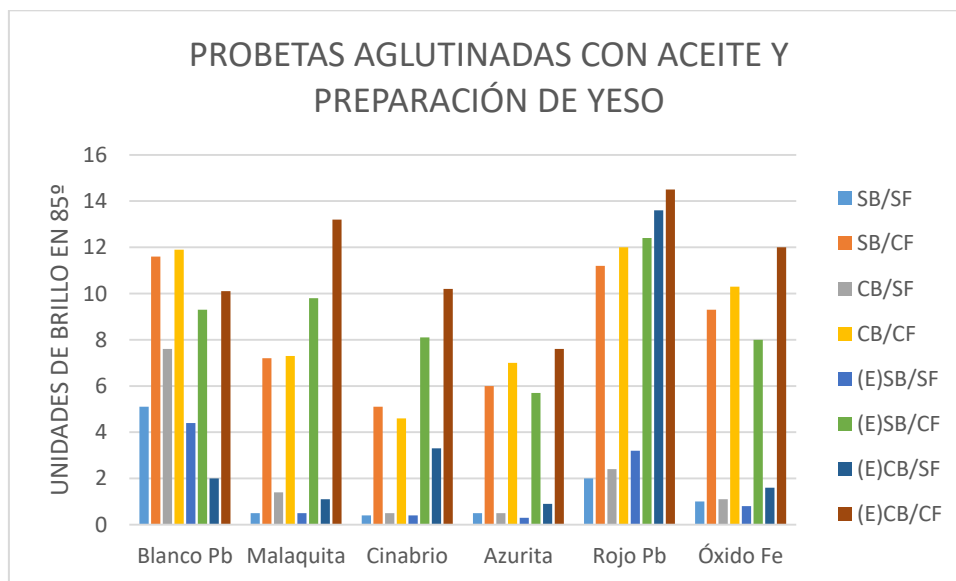
## PROBETAS AGLUTINADAS CON ACEITE Y PREPARACIÓN DE YESO

En las probetas patrón realizadas con aglutinante de aceite de linaza, comprobamos que el brillo aumenta tras aplicar el filtro en todas ellas, tanto en la partición con barniz como en la partición sin barniz. Los valores de aumento de brillo en ambos casos son similares exceptuando la probeta de óxido de hierro donde el aumento de brillo es mucho más acusado en la partición con barniz que sin barniz.

En cuanto a las probetas envejecidas ocurre exactamente igual, el brillo aumenta tras el envejecimiento en las particiones con filtro aplicado, tanto con barniz como sin barniz.

Si comparamos cada una de las particiones de cada probeta patrón con su homóloga en la probeta envejecida, observamos que tras el envejecimiento ocurre lo siguiente:

- En la partición SB/SF, tras el envejecimiento, el valor de brillo es similar con variaciones que no llegan a 1 UB salvo en la probeta de rojo de plomo que llega a 1,2 UB.
- En la partición CB/SF se comprueba que si hay variaciones considerables. En el caso de las probetas de blanco de plomo hay una disminución de brillo con valor de 5,6 UB. Sin embargo en la probeta de cinabrio y rojo de plomo, el brillo aumenta con valor de 2,8 y 11,2 UB respectivamente. En el resto de las probetas, las variaciones no llegan a 1 UB por lo que no aportan cambios importantes sobre el brillo.
- En la partición SB/CF se aprecia que hay una disminución del brillo en las probetas de blanco de plomo y óxido de hierro (1,3-2,3 UB). Por el contrario, el brillo aumenta en las probetas de malaquita, cinabrio y rojo de plomo, con valores comprendidos entre 1,2 y 3 UB. En el caso de la probeta realizada con pigmento azurita, apenas hay variación de brillo (0,3 UB).
- En la partición CB/CF, todas las probetas presentan un aumento de brillo siendo más acusado en las probetas de malaquita y cinabrio. Tan solo se aprecia una disminución del brillo en la probeta de blanco de plomo.



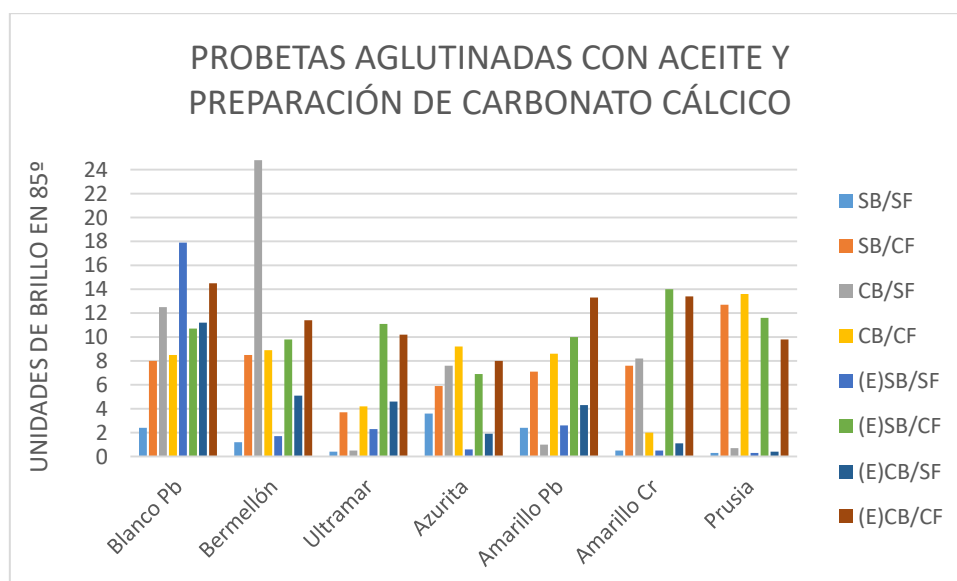
## PROBETAS AGLUTINADAS CON ACEITE Y PREPARACIÓN DE CARBONATO CÁLCICO

Si comparamos las particiones con barniz y sin barniz de las probetas patrones con sus correspondientes con filtro UV aplicado, se constata que en el caso de las particiones sin barniz, tras aplicar el filtro UV, se produce un aumento de brillo. Sin embargo, en la partición con barniz añadido tras aplicar el filtro ultravioleta, se produce un aumento de brillo en las probetas con pigmento ultramar artificial, azurita, amarillo de plomo y azul de Prusia, y una disminución en el las probetas con pigmento amarillo de cromo, blanco de plomo y bermellón.

En el caso de las probetas envejecidas, el brillo aumenta en las particiones con filtro ultravioleta, siendo valores de diferencia elevada (3,3 y 13,5 UB). A excepción, en la probeta de blanco de plomo, el brillo disminuye 7,2 UB en la zona sin barniz y con filtro tras concluir el envejecimiento.

Al establecer diferencias entre las particiones de la probeta patrón y las particiones correspondientes a éstas en la probeta envejecida, ocurre lo siguiente.

- En la partición SB/SF, tras el envejecimiento, aumenta el brillo en los casos de blanco de plomo, siendo este el más elevado con 15,5 UB y en el caso de azul ultramar con valor de 1,9 UB. En la probeta realizada con azurita, el brillo se reduce 3 UB. En el resto de probetas el valor de brillo se mantiene o varía muy levemente sin llegar al 1 UB.
- En la partición CB/SF se observa un aumento de brillo en las probetas elaboradas con azul ultramar y amarillo de plomo con valores similares, 4,1 y 3,3 UB respectivamente. En el resto de probetas, el valor de brillo disminuye, destacando la probeta realizada con bermellón desde el brillo se reduce 19,7 UB.
- En la partición SB/CF, se comprueba que el brillo aumenta en todas las probetas excepto en la probeta realizada con azul de Prusia, donde disminuye 1,1 UB.
- En la partición CB/CF, el brillo aumenta en todos los caso tras el envejecimiento, siendo más elevado en la probeta de amarillo de cromo. Sin embargo, en el caso de las probetas de azurita y azul de Prusia, el brillo disminuye.



## VIII.5. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

- **DISCUSION DE LOS RESULTADOS COLORIMÉTRICOS OBTENIDOS TRAS LA APLICACIÓN DEL TRATAMIENTO EN PROBETAS PATRÓN Y ENVEJECIDAS**

Si se observa el mapeo realizado donde se reflejan las variaciones que experimenta la superficie policroma de la probetas patrón tras aplicar el tratamiento protector con estabilizadores UV (Tabla LXII), se puede apreciar que, en lo que respecta al parámetro  $L^*$ , en todos los casos se produce una reducción de la claridad, excepto en la probeta realizada con azul de Prusia ((PIR)lin.7) en la que se produce un aumento. En cuanto al valor  $C^*_{ab}$  referente a la intensidad de color, hay una mayor variedad de casuísticas. Este valor aumenta en las probetas realizadas con blanco de plomo, cinabrio y malaquita, indistintamente del aglutinante empleado y de la partición (con barniz y sin barniz) excepto la probeta de rojo de plomo que únicamente aumenta en los aglutinantes de goma arábica y aceite. Sin embargo disminuye en el resto (óxido de hierro, oro, rojo de plomo aglutinado con huevo, amarillo de plomo, amarillo de cromo, ultramar y Prusia). Finalmente, considerando el ángulo de tono ( $h_{ab}$ ), se caracteriza por permanecer igual o variar el valor en la mayoría de los casos a partir de un incremento del mismo a excepción de las probetas realizadas con óxido de hierro, ultramar en la partición barnizada, oro y amarillo de plomo en la partición sin barnizar, independientemente de los aglutinantes empleados, en la que la tendencia es reducir este valor.

Aunque aparentemente el tratamiento produce gran variedad de cambios, si se consideran los valores de desviación estándar indicativos de las variabilidad de color producida (Tabla LX), éstos demuestran que los cambios que se efectúan no son muy elevados. En la tabla donde figuran los valores máximos y mínimos se puede comprobar que por lo general, todos los parámetros están comprendidos entre 0 y 4, superándose este valor en muy pocas ocasiones. Excepcionalmente, los valores con mayor diferencia y que presentan un valor máximo destacable ocasiones (Máx  $L^*$  8,9; Máx  $C^*_{ab}$  5,9; Máx.  $h_{ab}$  23,6), se registran en las probetas de azurita y de azul de Prusia.

TABLA LX

Valores de desviación estándar de los parámetros colorimétricos  $L^*$ ,  $C^*_{ab}$  y  $h_{ab}$  en probetas patrón.

	DESVIACIÓN ESTANDAR (SD) PROBETAS PATRÓN				
	Valor <sup>6</sup>	$L^*$	$C^*_{ab}$	$h_{ab}$	$\Delta E_{00}$
PROBETAS BLANCO DE PLOMO	Máximo	3,1	2,9	2,9	1,6
	Mínimo	1,1	2,1	0,3	0,2
PROBETAS AZURITA	Máximo	8,8	2,5	5,4	8,6
	Mínimo	1,1	0,5	0,3	1,2
PROBETAS CINABRIO	Máximo	5,2	3,1	0,9	4,5
	Mínimo	2,1	0,9	0,3	1,5
PROBETAS ROJO DE PLOMO	Máximo	2,4	2,4	1	1,6
	Mínimo	0,8	1,1	0,2	1,3
PROBETAS MALAQUITA	Máximo	8,3	2,8	1,3	7,2
	Mínimo	1,3	1,1	0,5	1,4
PROBETAS OXIDO DE HIERRO	Máximo	4,7	3,6	2,9	5,2
	Mínimo	2,5	0,7	0,8	1,4
PROBETAS ULTRAMAR	Máximo	5,5	1,5	3,1	3,6
	Mínimo	5,5	1,5	3,1	3,6
PROBETAS AMARILLO DE PLOMO	Máximo	3,6	1,1	3,9	2,6
	Mínimo	3,6	1,1	3,9	2,6
PROBETAS AMARILLO DE CROMO	Máximo	1,4	1,5	0,7	0,8
	Mínimo	1,4	1,5	0,7	0,8
PROBETAS AZUL DE PRUSIA	Máximo	2,2	0,6	23,6	1,1
	Mínimo	2,2	0,6	23,6	1,1
PROBETAS ORO	Máximo	6	5,9	2,7	
	Mínimo	2,8	2	0,1	

En el caso de las probetas envejecidas se dan casuísticas similares a las probetas patrón (Tabla LXII). Los valores de claridad ( $L^*$ ) suelen experimentar una disminución a excepción del azul de Prusia como sucede en las probetas patrón, y esta vez también en las todas las probetas realizadas con oro. En cuanto a  $C^*_{ab}$ , parámetro que indica la intensidad de color, suceden el mismo tipo de variaciones solo que el valor en las probetas de oro envejecidas también aumentan y las realizadas con blanco de plomo aglutinado con huevo y goma arábiga disminuye. Por último, el ángulo de tono ( $h_{ab}$ ) tiende a permanecer igual o sufrir un aumento en el valor a excepción de las probetas realizadas con rojo de plomo y blanco de plomo aglutinado con huevo y goma arábiga, amarillo de plomo en aceite y óxido de hierro en todos los aglutinantes empleados. En todos estos casos el valor de  $h_{ab}$  disminuye.

Al igual que en las probetas patrón, los valores de desviación estándar que indican la variabilidad de estos cambios, están comprendidos entre cifras bajas situadas por lo general entre 0 y 4 en la mayoría de los casos. Excepcionalmente a esta generalidad, los valores más altos identificados en los distintos parámetros se identifican en las probetas de azurita ( $L^*$ : 9,4) y azul de Prusia ( $h_{ab}$ : 14) (Tabla LXI).

<sup>6</sup> En azul los valores máximos de cada parámetro. En amarillo el valor mínimo de cada parámetro.

TABLA LXI

Valores de desviación estándar de los parámetros colorimétricos  $L^*$ ,  $C^*_{ab}$  y  $h_{ab}$  en probetas envejecidas.

	DESVIACIÓN ESTANDAR (SD) PROBETAS ENVEJECIDAS				
	Valor	$L^*$	$C^*_{ab}$	$h_{ab}$	$\Delta E_{00}$
PROBETAS BLANCO DE PLOMO	Máximo	3,8	4,7	2,6	1,1
	Mínimo	1,6	1,5	1,9	0,2
PROBETAS AZURITA	Máximo	9,4	2,4	6,7	6,2
	Mínimo	1,4	1	2,5	0,2
PROBETAS CINABRIO	Máximo	2,5	2,5	1,5	1,4
	Mínimo	1,7	0,5	0,6	0,5
PROBETAS ROJO DE PLOMO	Máximo	1,6	1,8	1,1	2
	Mínimo	1	0,9	0,5	0,4
PROBETAS MALAQUITA	Máximo	6,1	3	2,1	5,9
	Mínimo	1,1	0,6	0,4	0,9
PROBETAS OXIDO DE HIERRO	Máximo	6,5	5,5	3,9	7,6
	Mínimo	2,1	4,6	2,4	3,1
PROBETAS ULTRAMAR	Máximo	1,5	1,9	4,9	1,4
	Mínimo	1,5	1,9	4,9	1,4
PROBETAS AMARILLO DE PLOMO	Máximo	5,7	3,8	1,6	4,1
	Mínimo	5,7	3,8	1,6	4,1
PROBETAS AMARILLO DE CROMO	Máximo	1,5	3	0,3	0,4
	Mínimo	1,5	3	0,3	0,4
PROBETAS AZUL DE PRUSIA	Máximo	2,3	0,4	14,2	0,4
	Mínimo	2,3	0,4	14,2	0,4
PROBETAS ORO	Máximo	2,,3	2,8	3,1	
	Mínimo	1,1	0,2	0,4	



TABLA LXII

Variaciones producidas en los parámetros colorimétricos  $L^*$ ,  $C^*_{ab}$  y  $h_{ab}$  en las distintas particiones de las probetas patrón y envejecidas tras la aplicación del tratamiento.

Probeta	Partición	$L^*$	$C^*_{ab}$	$h_{ab}$
(PH).ga.1	SB/CF	-	+	+
	CB/CF	-	+	+
(PH).h.1	SB/CF	-	+	+
	CB/CF	-	+	+
(PH).lin.1	SB/CF	-	+	+
	CB/CF	-	+	=
(PIR).lin.1	SB/CF	-	+	+
	CB/CF	-	+	=
(PH).ga.4	SB/CF	-	-	+
	CB/CF	-	-	+
(PH).h.4	SB/CF	-	-	=
	CB/CF	-	-	+
(PH).lin.4	SB/CF	-	-	+
	CB/CF	-	=	+
(PIR).lin.3	SB/CF	-	-	+
	CB/CF	-	-	=
(PH).ga.3	SB/CF	-	+	=
	CB/CF	-	+	+
(PH).h.3	SB/CF	-	+	+
	CB/CF	-	+	+
(PH).lin.3	SB/CF	-	+	=
	CB/CF	-	+	=
(PIR).lin.2	SB/CF	-	+	=
	CB/CF	-	+	=
(PH).ga.5	SB/CF	-	+	=
	CB/CF	-	+	+
(PH).h.5	SB/CF	-	-	+
	CB/CF	=	-	=
(PH).lin.5	SB/CF	-	+	+
	CB/CF	-	+	=
(PH).ga.2	SB/CF	-	+	+
	CB/CF	-	+	+
(PH).h.2	SB/CF	-	+	+
	CB/CF	-	+	+
(PH).lin.2	SB/CF	-	+	+
	CB/CF	-	+	+
(PH).ga.6	SB/CF	-	-	-
	CB/CF	-	-	-
(PH).h.6	SB/CF	-	-	-
	CB/CF	-	=	-
(PH).lin.6	SB/CF	-	-	-
	CB/CF	-	-	=
(PH).oro.bol	CF	-	-	-
(PH).oro.mix.al	CF	-	-	-
(PIR)oro.mix.co	CF	-	-	-
(PIR).lin.4	SB/CF	-	-	+
	CB/CF	-	-	-
(PIR).lin.5	SB/CF	-	=	-
	CB/CF	-	=	=
(PIR).lin.6	SB/CF	-	-	=
	CB/CF	-	-	+
(PIR).lin.7	SB/CF	+	-	+
	CB/CF	+	-	+

Probeta	Partición	$L^*$	$C^*_{ab}$	$h_{ab}$
E(PH).ga.1	SB/CF	-	-	-
	CB/CF	=	-	-
E(PH).h.1	SB/CF	-	+	+
	CB/CF	=	-	-
E(PH).lin.1	SB/CF	-	+	+
	CB/CF	-	+	+
E(PIR).lin.1	SB/CF	-	+	+
	CB/CF	-	+	+
E(PH).ga.4	SB/CF	-	-	+
	CB/CF	-	-	+
E(PH).h.4	SB/CF	-	-	+
	CB/CF	-	-	+
E(PH).lin.4	SB/CF	-	-	=
	CB/CF	-	=	+
E(PIR).lin.3	SB/CF	-	-	+
	CB/CF	-	-	+
E(PH).ga.3	SB/CF	-	=	+
	CB/CF	-	+	=
E(PH).h.3	SB/CF	-	=	+
	CB/CF	-	=	+
E(PH).lin.3	SB/CF	-	=	+
	CB/CF	-	+	=
E(PIR).lin.2	SB/CF	-	+	+
	CB/CF	-	=	=
E(PH).ga.5	SB/CF	-	=	-
	CB/CF	=	+	=
E(PH).h.5	SB/CF	-	-	-
	CB/CF	-	-	-
E(PH).lin.5	SB/CF	-	+	+
	CB/CF	=	+	=
E(PH).ga.2	SB/CF	-	+	+
	CB/CF	-	+	=
E(PH).h.2	SB/CF	-	=	=
	CB/CF	-	=	=
E(PH).lin.2	SB/CF	-	+	+
	CB/CF	-	+	=
E(PH).ga.6	SB/CF	-	-	-
	CB/CF	-	-	-
E(PH).h.6	SB/CF	-	-	-
	CB/CF	-	-	-
E(PH).lin.6	SB/CF	-	-	-
	CB/CF	-	-	=
E(PH).oro.bol	CF	+	+	+
E(PH).oro.mix.al	CF	+	+	=
E(PIR).oro.mix.co	CF	+	+	=
E(PIR).lin.4	SB/CF	-	-	+
	CB/CF	=	-	-
E(PIR).lin.5	SB/CF	-	-	-
	CB/CF	-	-	-
E(PIR).lin.6	SB/CF	-	-	=
	CB/CF	-	-	=
E(PIR).lin.7	SB/CF	+	-	+
	CB/CF	+	-	+

- **DISCUSION DE LOS RESULTADOS COLORIMÉTRICOS OBTENIDOS SOBRE EL COMPORTAMIENTO DEL TRATAMIENTO TRAS EL ENVEJECIMIENTO CON RESPECTO A LAS PROBETAS PATRÓN**

El mapeo generado con las variaciones que presentan las particiones con barniz y sin barniz tratadas con el protector con estabilizador UV (Tabla LXIV), demuestran que tras el envejecimiento la tendencia general de actuación del tratamiento es la de reducir los valores de los parámetros de color  $L^*$ ,  $C^*_{ab}$  y  $h_{ab}$  en la mayoría de los casos. Excepcionalmente encontramos que las probetas realizadas con azurita, independientemente del aglutinante y de la partición, tras el envejecimiento los valores aumentan. Además de la azurita, encontramos también un aumento de algunos de los parámetros en diferentes pigmentos y aglutinantes. Ejemplo de ello es el cinabrio aglutinado con goma arábica, huevo y aceite sobre capa de preparación de yeso, o la malaquita aglutinada con goma arábica, en los que  $C^*_{ab}$  aumenta tanto en la partición barnizada y sin barnizar. Referente a  $L^*$ , se detecta también como se produce un aumento de su valor en las probetas realizada con rojo de plomo y huevo, malaquita con goma arábica y Ultramar con aceite. Por último, también se incrementa el valor de  $h_{ab}$  en las probetas de rojo de plomo, ocre aglutinado con huevo y amarillo de plomo aglutinado con aceite.

Considerando los valores de desviación estándar calculados a partir de las mediciones tomadas (Tabla LXIII), se puede comprobar que la variabilidad de color por lo general es baja. En el caso de  $L^*$  encontramos valores que oscilan entre 0 y 3, detectando un valor máximo en la probeta de amarillo de plomo. En cuanto a  $C^*_{ab}$ , los valores suelen situarse entre 0 y 5 a excepción de la probeta de ultramar en la que se detecta el mayor valor equivalente a 14. Ocurre lo mismo con  $h_{ab}$  donde el registro más alto se sitúa en la probeta de ultramar y Prusia (28 y 14, respectivamente), situándose el resto entre 0 y 6. Finalmente, la desviación estándar referida a diferencia de color, se puede observar que en muy pocos casos supera el valor de 1, salvo la probeta de malaquita y ultramar, donde se alcanza valores de 3,3 y 2,4 respectivamente.

TABLA LXIII

Valores de desviación estándar de los parámetros colorimétricos  $L^*$ ,  $C^*_{ab}$  y  $h_{ab}$  en particiones con tratamiento tras el envejecimiento con respecto a su partición patrón.

	DESVIACIÓN ESTANDAR (SD) PROBETAS ENVEJECIDAS				
	Valor	$L^*$	$C^*_{ab}$	$h_{ab}$	$\Delta E_{00}$
PROBETAS BLANCO DE PLOMO	Máximo	1,1	4,1	1,1	1,1
	Mínimo	0,4	1,4	0,5	0,1
PROBETAS AZURITA	Máximo	1,6	1,4	3,1	1,2
	Mínimo	1	0,9	0,8	0,2
PROBETAS CINABRIO	Máximo	0,7	3,4	0,7	0,7
	Mínimo	0,4	0,9	0,6	0,1
PROBETAS ROJO DE PLOMO	Máximo	0,6	0,7	0,8	0,6
	Mínimo	0,3	0,1	0,1	0,1
PROBETAS MALAQUITA	Máximo	2,4	2,4	1,2	3,3
	Mínimo	0,9	0,2	0,4	0
PROBETAS OXIDO DE HIERRO	Máximo	1,4	1,5	1,5	0,7
	Mínimo	0,3	0,3	0,3	0
PROBETAS ULTRAMAR	Máximo	2,9	14	28	2,4
	Mínimo	2,9	14	28	2,4
PROBETAS AMARILLO DE PLOMO	Máximo	3,6	4,2	6,2	1,9
	Mínimo	3,6	4,2	6,2	1,9
PROBETAS AMARILLO DE CROMO	Máximo	2,9	5,4	0,5	1,2
	Mínimo	2,9	5,4	0,5	1,2
PROBETAS AZUL DE PRUSIA	Máximo	0,3	0,2	14,6	0,1
	Mínimo	0,3	0,2	14,6	0,1
PROBETAS ORO	Máximo	3,5	2,5	1,2	
	Mínimo	0,8	1,5	0,9	

TABLA LXIV

Variaciones producidas en los parámetros colorimétricos  $L^*$ ,  $C^*_{ab}$  y  $h_{ab}$  en las particiones con tratamiento tras el envejecimiento con respecto a su partición patrón.

Probeta	Partición	$L^*$	$C^*_{ab}$	$H_{ab}$
E(PH).ga.1	SB/CF	-	-	-
	CB/CF	-	-	-
E(PH).h.1	SB/CF	-	-	-
	CB/CF	-	-	-
E(PH).lin.1	SB/CF	-	-	=
	CB/CF	-	-	-
E(PIR).lin.1	SB/CF	-	-	-
	CB/CF	-	-	-
E(PH).ga.4	SB/CF	+	+	+
	CB/CF	+	+	+
E(PH).h.4	SB/CF	+	+	+
	CB/CF	+	+	+
E(PH).lin.4	SB/CF	+	+	+
	CB/CF	+	+	+
E(PIR).lin.3	SB/CF	+	+	+
	CB/CF	+	+	+
E(PH).ga.3	SB/CF	-	+	-
	CB/CF	-	+	-
E(PH).h.3	SB/CF	-	+	-
	CB/CF	-	+	-
E(PH).lin.3	SB/CF	-	+	-
	CB/CF	-	+	=
E(PIR).lin.2	SB/CF	-	-	-
	CB/CF	-	-	-
E(PH).ga.5	SB/CF	-	=	+
	CB/CF	-	=	+
E(PH).h.5	SB/CF	+	=	+
	CB/CF	+	-	+
E(PH).lin.5	SB/CF	-	-	+
	CB/CF	-	-	=
E(PH).ga.2	SB/CF	+	+	-
	CB/CF	+	+	-
E(PH).h.2	SB/CF	-	-	-
	CB/CF	-	-	-
E(PH).lin.2	SB/CF	-	-	-
	CB/CF	-	-	-
E(PH).ga.6	SB/CF	-	-	-
	CB/CF	-	-	-
E(PH).h.6	SB/CF	-	-	+
	CB/CF	-	-	+
E(PH).lin.6	SB/CF	-	-	-
	CB/CF	=	-	-
E(PH).oro.bol	CF	-	-	-
E(PH).oro.mix.al	CF	-	-	-
E(PIR).oro.mix.co	CF	-	-	-
E(PIR).lin.4	SB/CF	+	-	-
	CB/CF	+	-	-
E(PIR).lin.5	SB/CF	-	-	+
	CB/CF	-	-	+
E(PIR).lin.6	SB/CF	-	-	-
	CB/CF	-	-	-
E(PIR).lin.7	SB/CF	-	-	-
	CB/CF	=	-	-

- DISCUSION DE LOS RESULTADOS DE BRILLO OBTENIDOS SOBRE EL COMPORTAMIENTO DEL TRATAMIENTO TRAS SU APLICACIÓN EN PROBETAS PATRON Y ENVEJECIDAS.

TABLA LXV.

Tabla resumen de cambios de brillo producidos en probetas en función de la partición

PROBETAS CON AGLUTINANTE GOMA ARÁBIGA								
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
	SB/SF VS. SB/CF	CB/SF VS. CB/CF	(E)SB/SF VS. (E)CB/CF	(E)CB/SF VS. (E)CB/CF	SB/SF VS. (E)SB/SF	SB/CF VS. (E)SB/CF	CB/SF VS. (E)CB/SF	CB/CF VS. (E)CB/CF
+	Blanco Pb Malaquita Cinabrio Azurita Óxido Fe	Blanco Pb Malaquita Cinabrio Azurita Rojo Pb Óxido Fe	Cinabrio Azurita Rojo Pb Óxido Fe	Blanco Pb Malaquita Cinabrio Azurita Rojo Pb Óxido Fe		Cinabrio Rojo Pb	Blanco Pb Malaquita Cinabrio	Cinabrio Azurita Rojo Pb Óxido Fe
-					Blanco Pb Rojo Pb	Blanco Pb Malaquita		
=	Rojo Pb		Blanco Pb Malaquita		Malaquita Cinabrio Azurita Óxido Fe	Azurita Óxido Fe	Azurita Rojo Pb Óxido Fe	Blanco Pb Malaquita
PROBETAS CON AGLUTINANTE HUEVO								
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
	SB/SF VS. SB/CF	CB/SF VS. CB/CF	(E)SB/SF VS. (E)CB/CF	(E)CB/SF VS. (E)CB/CF	SB/SF VS. (E)SB/SF	SB/CF VS. (E)SB/CF	CB/SF VS. (E)CB/SF	CB/CF VS. (E)CB/CF
+	Blanco Pb Malaquita Cinabrio Azurita Rojo Pb Óxido Fe	Blanco Pb Malaquita Cinabrio Azurita Óxido Fe	Blanco Pb Malaquita Cinabrio Azurita Rojo Pb Óxido Fe	Blanco Pb Malaquita Cinabrio Azurita Óxido Fe		Cinabrio Rojo Pb	Rojo Pb	Malaquita Cinabrio Rojo Pb
-		Rojo Pb		Rojo Pb	Rojo Pb	Blanco Pb Malaquita Azurita Óxido Fe		Blanco Pb Azurita Óxido Fe
=					Blanco Pb Malaquita Cinabrio Azurita Óxido Fe		Blanco Pb Malaquita Cinabrio Azurita Óxido Fe	
PROBETAS CON AGLUTINANTE ACEITE + PREPARACIÓN DE YESO								
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
	SB/SF VS. SB/CF	CB/SF VS. CB/CF	(E)SB/SF VS. (E)CB/CF	(E)CB/SF VS. (E)CB/CF	SB/SF VS. (E)SB/SF	SB/CF VS. (E)SB/CF	CB/SF VS. (E)CB/SF	CB/CF VS. (E)CB/CF
+	Blanco Pb Malaquita Cinabrio Azurita Rojo Pb Óxido Fe	Blanco Pb Malaquita Cinabrio Azurita Rojo Pb Óxido Fe	Blanco Pb Malaquita Cinabrio Azurita Rojo Pb Óxido Fe	Blanco Pb Malaquita Cinabrio Azurita Óxido Fe	Rojo Pb	Malaquita Cinabrio Rojo Pb	Cinabrio Rojo Pb	Malaquita Cinabrio Rojo Pb Óxido Fe
-						Blanco Pb Óxido Fe	Blanco Pb	Blanco Pb
=				Rojo Pb	Blanco Pb Malaquita Cinabrio Azurita Óxido Fe	Azurita	Malaquita Azurita Óxido Fe	Azurita

PROBETAS CON AGLUTINANTE ACEITE + PREPARACIÓN DE CARBONATO CÁLCICO								
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
	SB/SF VS. SB/CF	CB/SF VS. CB/CF	(E)SB/SF VS. (E)CB/CF	(E)CB/SF VS. (E)CB/CF	SB/SF VS. (E)SB/SF	SB/CF VS. (E)SB/CF	CB/SF VS. (E)CB/SF	CB/CF VS. (E)CB/CF
+	Blanco Pb Bermellón Ultramar Azurita Amarillo Pb Amarillo Cr Prusia	Ultramar Azurita Amarillo Pb Prusia	Bermellón Ultramar Azurita Amarillo Pb Amarillo Cr Prusia	Blanco Pb Bermellón Ultramar Azurita Amarillo Pb Amarillo Cr Prusia	Blanco Pb Ultramar	Blanco Pb Bermellón Ultramar Azurita Amarillo Pb Amarillo Cr	Ultramar Amarillo Pb	Blanco Pb Bermellón Ultramar Amarillo Pb Amarillo Cr
-		Blanco Pb Bermellón Amarillo Cr	Blanco Pb		Azurita	Prusia	Blanco Pb Bermellón Azurita Amarillo Cr	Azurita Prusia
=					Bermellón Amarillo Pb Amarillo Cr Prusia		Prusia	

Las probetas de carácter patrón, tras aplicar el filtro UV, el brillo aumenta tanto en las particiones con barniz como sin barniz (comparativa 1 y 2), a excepción de los siguientes casos donde el brillo disminuye:

- Probeta de rojo de plomo aglutinada con huevo en la partición con barniz.
- Probetas de blanco de plomo, bermellón y amarillo de cromo aglutinadas con aceite sobre preparación de carbonato cálcico en la partición con barniz.

Las probetas destinadas a envejecimiento natural, una vez concluido el ciclo, se comprueba que el brillo permanece igual o aumenta en las particiones tanto con barniz como sin barniz con filtro UV aplicado (comparativa 3 y 4), a excepción de los siguientes casos donde el brillo disminuye:

- Probeta de rojo de plomo aglutinada con huevo en la partición con barniz.
- Probeta de blanco de plomo aglutinada con aceite sobre preparación de carbonato cálcico en partición sin barniz.

Desde el punto de vista individual de cada partición que compone la probeta, las particiones que no presentan barniz ni filtro UV (SB/SF) (comparativa 5), al concluir el envejecimiento, tienden a mantener el brillo a excepción de los siguientes casos:

- El brillo disminuye en las probetas de blanco de plomo y rojo de plomo aglutinadas con goma arábica, probeta de rojo de plomo aglutinada con huevo y probeta de azurita aglutinada con aceite de linaza sobre preparación de carbonato cálcico.
- El brillo aumenta en las probetas de blanco de plomo y azul ultramar aglutinadas con aceite sobre preparación de carbonato cálcico y probeta de rojo de plomo aglutinada con aceite sobre preparación de yeso.

En las particiones con barniz y sin filtro UV (CB/SF) se comprueba que tras el envejecimiento, el brillo permanece o aumenta de forma generalizada a excepción de los siguientes casos donde el brillo disminuye:

## CAPÍTULO VIII. RESULTADOS DE ENSAYO DE ENVEJECIMIENTO NATURAL

- Probeta de blanco de plomo aglutinada con aceite sobre preparación de yeso.
- Probeta de blanco de plomo, bermellón, azurita y amarillo de cromo aglutinada con aceite sobre preparación de carbonato cálcico.

En las particiones sin barniz con aplicación de filtro (SB/CF) (comparativa 6), tras el envejecimiento se comprueba que el brillo tiende a permanecer igual o incrementarse a excepción de:

- Probeta de azul de Prusia aglutinada con aceite sobre preparación de carbonato cálcico.
- Probetas de blanco de plomo y óxido de hierro aglutinadas con aceite sobre preparación de yeso.
- Probetas de blanco de plomo y malaquita aglutinada con goma arábica.
- Probetas de blanco de plomo, malaquita, azurita y óxido de hierro aglutinadas con huevo.

En las particiones con barniz y filtro UV (CB/CF) (comparativa 8), se comprueba que tras el envejecimiento, el brillo tiende a permanecer igual o aumentar excepto en los siguientes casos que disminuye:

- Probetas de blanco de plomo, azurita y óxido de hierro aglutinadas con huevo.
- Probetas de blanco de plomo aglutinadas con aceite sobre preparación de yeso.
- Probetas de azurita y azul de Prusia aglutinadas con aceite sobre preparación de carbonato cálcico.

Por tanto, el tratamiento protector con estabilizador UV aplicado, por lo general produce un aumento de brillo a pesar de su carácter satinado tanto en las particiones barnizadas como sin barnizar que compone la probeta patrón. En cuanto a las probetas expuestas a la intemperie, el brillo tras el ciclo de envejecimiento tienen a mantenerse o incluso a incrementar su valor. En ambos casos, probetas patrón y probetas envejecidas, el mantenimiento y/o aumento del brillo en la zona de aplicación del tratamiento hace que el color de la probeta se muestra más intensificado.

Desde el punto de vista del pigmento empleado, las probetas con aplicación de filtro que se ven afectadas de forma negativa tras el envejecimiento presentando una disminución de brillo, son aquellas realizadas con los pigmentos de blanco de plomo, malaquita, azurita, óxido de hierro y azul de Prusia. Sin embargo, el filtro presenta mejores cualidades tras el envejecimiento, en cuanto a brillo, en probetas con pigmentos de rojo de plomo, cinabrio, amarillo de plomo, amarillo de cromo y bermellón, ya que el brillo aumenta o se mantiene en estos casos.

Si por el contrario, se considera el aglutinante empleado, las probetas aglutinadas con huevo, tras el envejecimiento, presenta un mayor número de probetas con disminución de brillo en las particiones con filtro UV aplicado (4 probetas de 6). En el caso de las probetas aglutinadas con goma arábica y aceite de linaza, tan solo dos probetas de cada grupo presentan disminución de brillo en las particiones con filtro UV tras el envejecimiento.

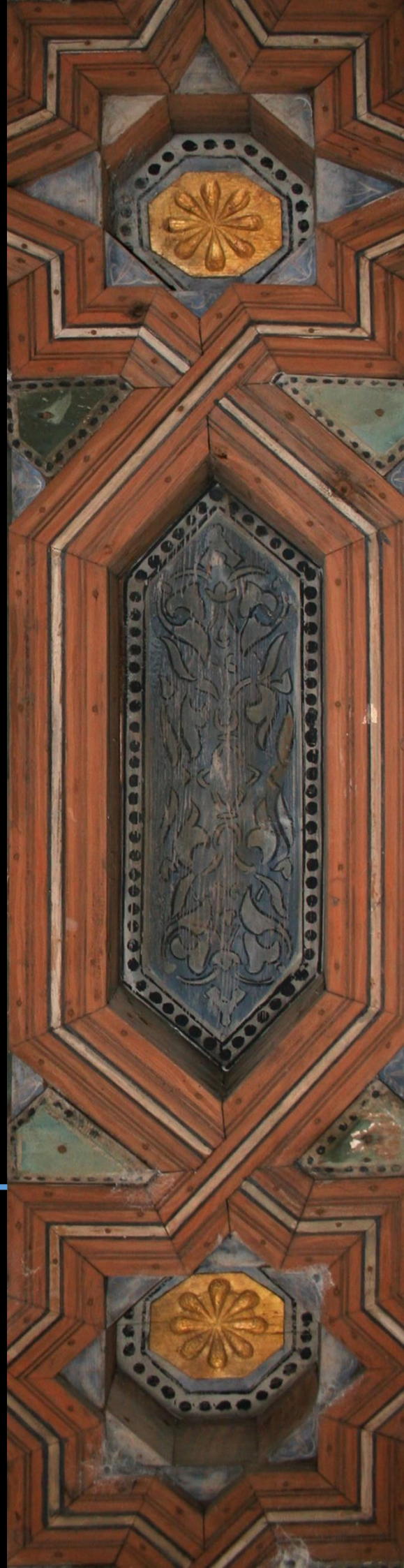






# Capítulo IX.

Resultados de ensayo de  
biodeterioro





## IX.1. ESPECIES DE HONGOS IDENTIFICADAS

A partir de las muestras indicadas y según la metodología expuesta en los correspondientes apartados anteriores se han aislado 16 estirpes de hongos. Se trata de tres especies de *Cladosporium*, cuatro especies de *Alternaria*, una especie de *Penicillium*, una especie de *Trichoderma* y dos especies no identificadas por carecer de estructuras reproductoras reconocibles. Como puede observarse, *Cladosporium* y *Alternaria* están presentes en todas las muestras, las mismas o diferentes especies. Sin embargo, *Penicillium* y *Trichoderma* aparecen únicamente en las muestras 2 y 3 respectivamente (Tabla LXVI y tabla LXVII).

Las especies aisladas en este estudio, son hongos que se encuentran con frecuencia no sólo en madera, sino también en otros materiales de construcción dañados por la humedad. (Anderson *et. al* 2011). También en el aire, de donde inicialmente proceden las esporas que contaminan la madera. Se trata de hongos con una gran capacidad de tolerar condiciones fluctuantes y el estrés ambiental y nutricional (Pasanen *et. al* 2000).


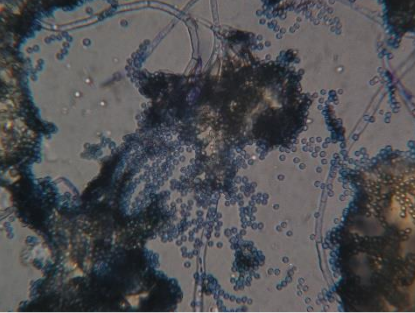

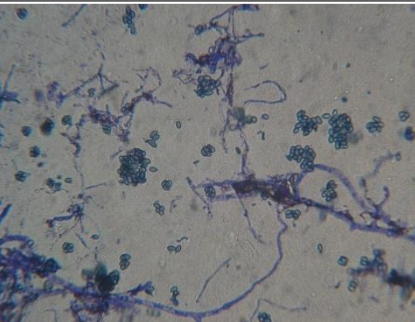

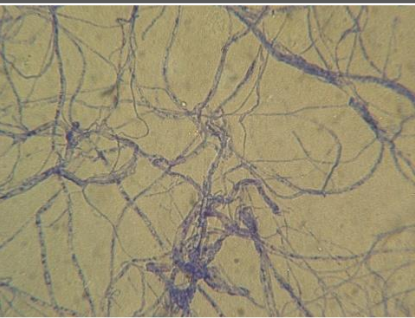

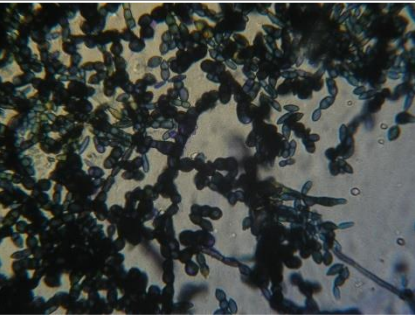

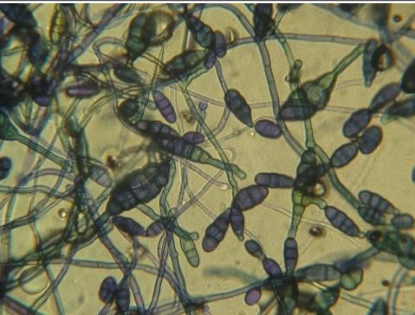
TABLA LXVI

Hongos aislados e identificados en cada una de las muestras tomadas en el alfarje in situ.

MUESTRAS	HONGOS AISLADOS
PD.M.hon.1	<i>Cladosporium sp1</i> <i>Alternaria sp1</i> Hongo no identificado
PD.M.hon.2	<i>Penicillium sp1</i> <i>Cladosporium sp1</i> <i>Alternaria sp2</i>
PD.M.hon.3	<i>Trichoderma sp1</i> <i>Cladosporium sp2</i> <i>Alternaria sp3</i>
PD.M.hon.4	<i>Cladosporium sp1</i> <i>Alternaria sp2</i>
PD.M.hon.5	<i>Cladosporium sp1</i> <i>Alternaria sp2</i>
PD.M.hon.6	Hongo no identificado <i>Cladosporium sp3</i> <i>Alternaria sp4</i>

TABLA LXVI

Imágenes macro y microscópicas de colonias en cultivos puros e hifas y esporas de algunas de las especies aisladas respectivamente. Tinción con azul de metileno (60X).

ESPECIE	IMAGEN MACROSCOPICA	IMAGEN MISCROSCÓPICA
<i>Penicillium sp1</i>		
<i>Trichoderma sp1</i>		
<i>Hongo no identificado en muestra 6</i>		
<i>Cladosporium sp 1</i>		
<i>Alternaria sp3</i>		

## IX.2. PROBETAS ELABORADAS

- **Determinación del número de probetas y materiales**

Las probetas policromas para llevar a cabo el ensayo de biodeterioro se han realizado siguiendo la misma metodología, materiales, técnicas y proporciones que las probetas realizadas para someterlas a ensayo de envejecimiento natural. También se ha seguido el criterio de clasificación en función de la cronología de los materiales, quedando divididos en dos grupos: probetas a base de **MATERIALES HISTÓRICOS** y probetas a base de **MATERIALES DE INTERVENCIONES RECIENTES**. La única diferencia es que se han introducido azurita sintética y amarillo de litargirio para comprobar el efecto del biodeterioro en todas las casuísticas posibles. En las siguientes tablas se indica los materiales empleados para la elaboración de estas probetas (Tablas LXVII y LXVIII).

TABLA LXVII

Relación de materiales históricos empleados para la elaboración de probetas.

<b>POLICROMÍA DE MATERIALES HISTÓRICOS</b>			
<b>Preparación</b>	Sulfato cálcico + cola de conejo + arcilla (caolín)		
<b>Aglutinantes</b>	Huevo	Goma arábiga	Aceite
Blanco de Pb	•	•	•
Minio rojo	•	•	•
Cinabrio	•	•	•
Azurita natural	•	•	•
Azurita sintética	•	•	•
Malaquita	•	•	•
Ocre (Óxido de Fe)	•	•	•
<b>Dorado</b>	Bol rojo Dorado al mixtión con almáciga		
<b>Barnizado</b>	Almáciga		

TABLA LXVIII

Relación de materiales referentes a intervenciones recientes empleados para la elaboración de probetas.

<b>POLICROMÍA DE MATERIALES DE INTERVENCIONES RECIENTES</b>	
<b>Preparación</b>	Carbonato cálcico + blanco de plomo + aceite de linaza
<b>Aglutinantes</b>	Aceite de linaza
Blanco de Pb	•
Bermellón	•
Azurita natural	•
Azurita sintética	•
Ultramar sintético	•
Amarillo de Pb + Sn I	•
Litargirio (Óxido de Pb)	•
Amarillo de Cromo	•
Azul de Prusia	•
<b>Dorado</b>	Dorado al mixtión con colofonia
<b>Barnizado</b>	Colofonia

Al igual que en el ensayo de envejecimiento natural, las probetas se han realizado por duplicado, de modo que en uno de los grupos se han inoculado las especies de microorganismos identificados y el otro grupo actúa de probetas patrón.

En este caso, no se han realizado probetas individualizadas sino que sobre un soporte de madera con unas dimensiones de 15 cm x 39,5 cm x 3 cm, se han realizado bandas de un ancho de 2,6 cm donde se han aplicado los distintos pigmentos aglutinados sobre su preparación correspondiente. Cada una de estas bandas, al aplicar el barniz y el filtro ultravioleta siguiendo la misma sistemática que en las probetas de ensayo anteriores, quedan divididas en cuatro zonas:

1. Zona barnizada sin filtro UVA
2. Zona barnizada con filtro UVA
3. Zona sin barnizar sin filtro UVA
4. Zona sin barnizar con filtro UVA

En el caso del dorado, se han aplicado en un soporte de madera individual que cuenta con unas medidas correspondientes a 15 cm x 5 cm x 3 cm. Las distintas técnicas de dorado han sido aplicadas sobre este soporte en bandas de 5 cm x 5 cm, dichas bandas se han dividido en dos para aplicar el filtro con estabilizador UV.

Por tanto, la sumatoria es la siguiente (Tabla LXIX y tabla LXX):

TABLA LXIX

Número de bandas realizadas a base de materiales históricos

<b>BANDAS A BASE DE MATERIALES HISTÓRICOS</b>		
- <b>Preparación:</b> sulfato cálcico + arcilla + cola de conejo	Pigmentos + aglutinante de huevo	7
	Pigmentos + aglutinante de aceite	7
	Pigmentos + aglutinante de goma arábica	7
- <b>Barnizado:</b> almáciga	Dorado	2
	Total	23
<b>Total duplicado</b>		<b>46</b>

TABLA LXX

Número de bandas realizadas a base de materiales referentes a intervenciones recientes

<b>BANDAS A BASE DE MATERIALES DE INTERVENCIONES RECIENTES</b>		
- <b>Preparación:</b> carbonato cálcico + aceite de linaza + blanco de plomo	Pigmentos + aglutinante de aceite	9
	Dorado	1
- <b>Barnizado:</b> colofonia	Total	10
<b>Total duplicado</b>		<b>20</b>

- **Sistema de referenciado**

El sistema de referenciado utilizado para la identificación de las probetas, sigue las mismas pautas que el sistema empleado en las probetas para ensayo de envejecimiento. La única diferencia es que se introducen las siglas **Hon** para indicar cuales son las probetas con inóculos. De modo que quedan de la siguiente manera (Tabla LXXI):

TABLA LXXI

Siglas asignadas a cada una de las probetas según el tipo de material y función de la misma.

<b>SIGLAS COMPLETAS EN PROBETAS A BASE DE MATERIALES HISTÓRICOS</b>	
Probeta con inoculación	Hon(PH)h.1
Probeta patrón sin inoculación	(PH)h.1
<b>SIGLAS COMPLETAS EN PROBETAS DE MATERIALES A BASE DE INTERVENCIONES RECIENTES</b>	
Probeta con inoculación	Hon(PIR)h.1
Probeta patrón sin inoculación	(PIR)h.1

Dado que se han ampliado el número de pigmentos empleados en la elaboración de estas probetas, el número asignado a cada uno de ellos es el siguiente (Tabla LXXII):

TABLA LXXII

Numeración asignada a cada uno de los pigmentos empleados en la realización de probetas.

<b>ENUMERACIÓN DE PIGMENTOS</b>	
<b>PROBETAS DE MATERIALES DE INTERVENCIONES RECIENTES</b>	
Blanco de Pb	<b>1</b>
Bermellón	<b>2</b>
Azurita natural	<b>3</b>
Azurita sintética	<b>4</b>
Ultramar sintético	<b>5</b>
Amarillo Pb + Sn I	<b>6</b>
Amarillo de Cromo	<b>7</b>
Litargirio	<b>8</b>
Azul de Prusia	<b>9</b>
<b>PROBETAS DE MATERIALES HISTÓRICOS</b>	
Blanco de Pb	<b>1</b>
Malaquita natural	<b>2</b>
Cinabrio	<b>3</b>
Azurita natural	<b>4</b>
Azurita sintética	<b>5</b>
Rojo de plomo (minio)	<b>6</b>
Ocre (óxido de Fe)	<b>7</b>



- Resultado final

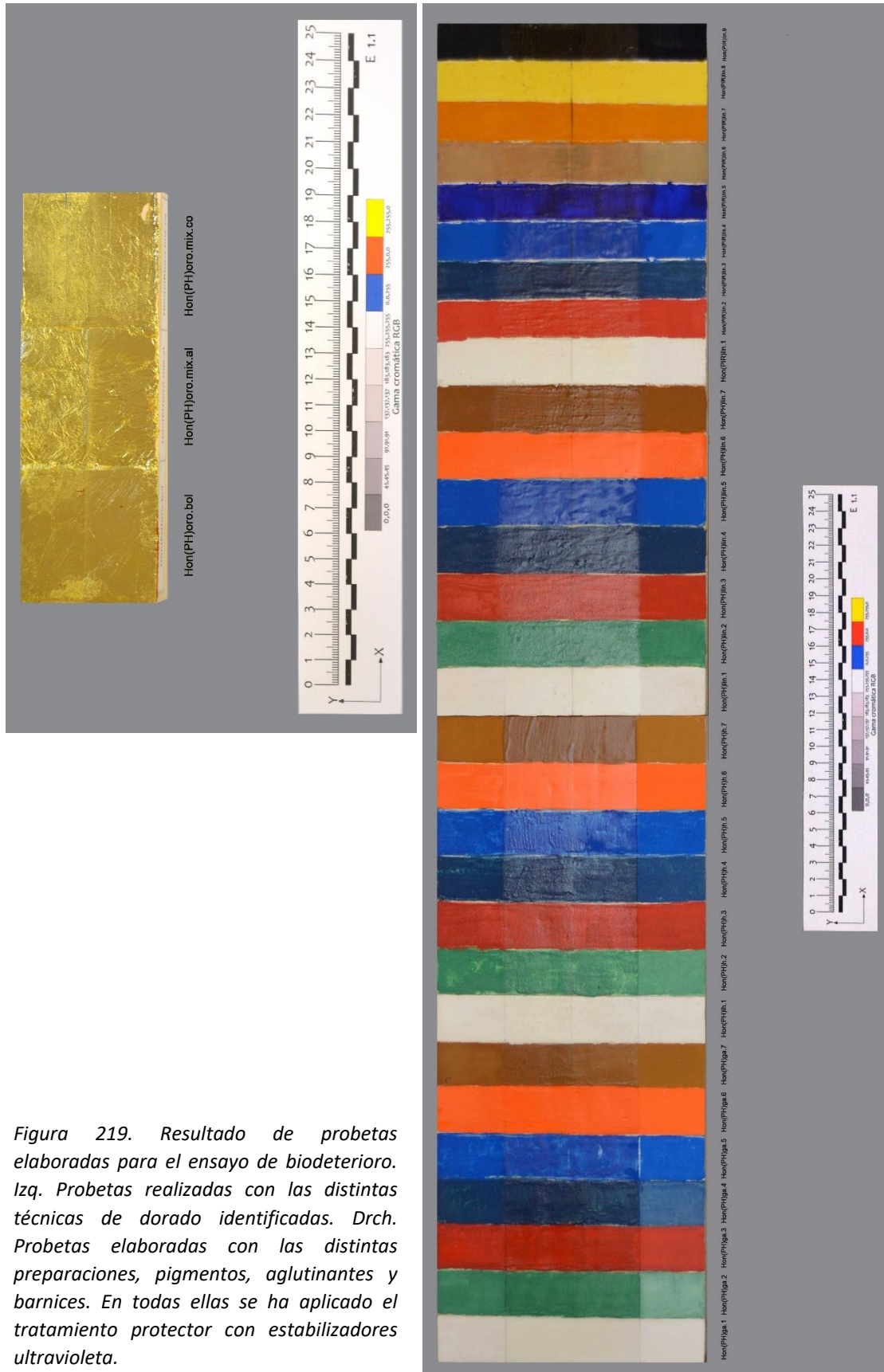


Figura 219. Resultado de probetas elaboradas para el ensayo de biodeterioro. Izq. Probetas realizadas con las distintas técnicas de dorado identificadas. Drch. Probetas elaboradas con las distintas preparaciones, pigmentos, aglutinantes y barnices. En todas ellas se ha aplicado el tratamiento protector con estabilizadores ultravioleta.

• **Resultados del proceso de inoculación**

Se ha realizado la inoculación, mediante micropipeta de 20 microlitros, de tres de las especies detectadas en el análisis microbiológico descrito con anterioridad. Se trata de inóculos de *Penicillium*, *Trichoderma* y *Cladosporium*, por ser las que intervienen con más frecuencia en el biodeterioro, preparados en suspensión de esporas en una concentración de  $10^6$  esporas /ml. En lo que respecta a las probetas policromas, la inoculación se ha llevado a cabo en cada una de las particiones resultantes tras la aplicación de barnices y filtro UV sobre las bandas que componen la superficie de la probeta. (Fig. 220). Referente a los portaobjetos preparados con los aglutinantes identificados, se ha inoculado cada una de las especies citadas de forma individualizada (un portaobjeto por especie y aglutinante), con las mismas condiciones.

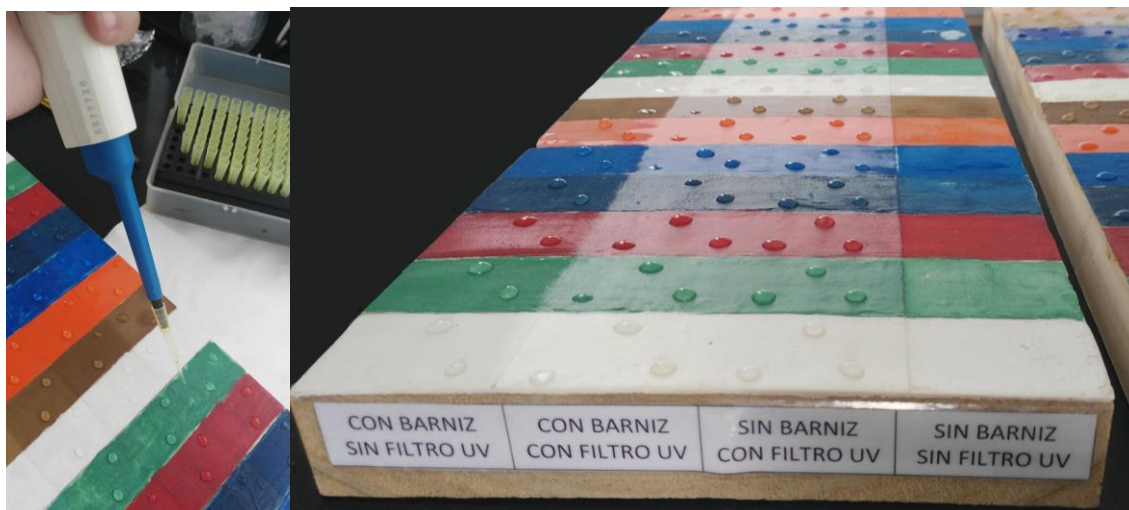
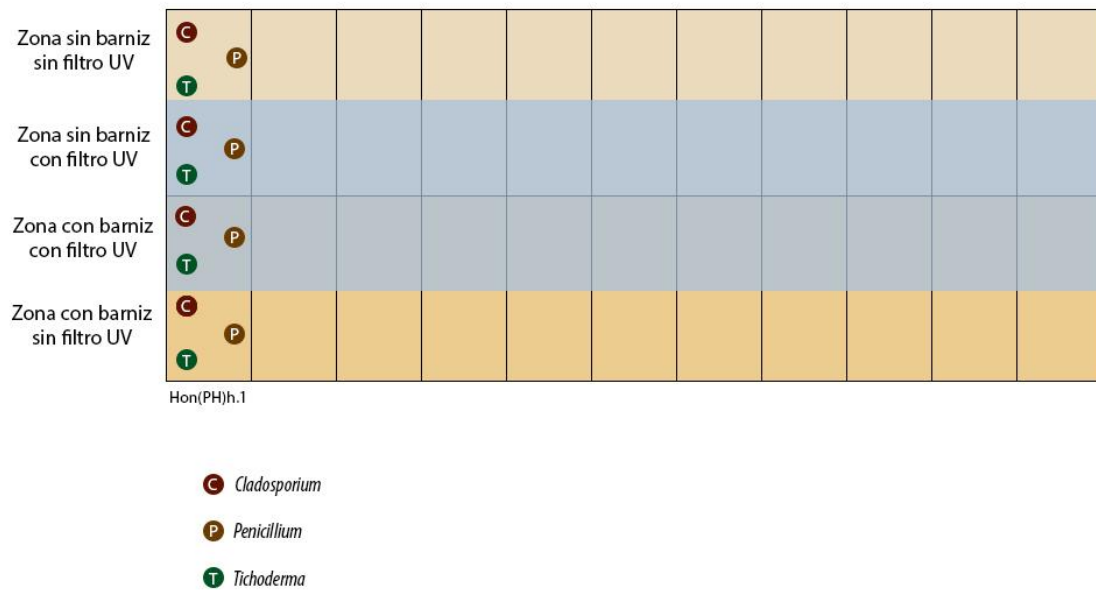


Figura 220. Sistema y proceso de inoculación de probetas policromadas

### IX.3. EVALUACIÓN DE LA ACCIÓN DE HONGOS SOBRE LOS MATERIALES EMPLEADOS.

#### IX.3.1. Cambios producidos sobre el tratamiento protector con estabilizadores ultravioleta

Tras realizar la inoculación en las distintas particiones que componen las probetas elaboradas, se ha podido constatar visualmente que en aquellas donde se ha aplicado el tratamiento protector que tenemos como motivo de estudio, no se ha producido crecimiento alguno de las especies (Fig. 221 y 222). Este hecho significa por tanto, que el tratamiento aplicado es resistente ante el ataque fúngico, o al menos ralentiza de forma considerable el crecimiento de hongos ya que en el tiempo de cultivo transcurrido no hay indicio alguno de desarrollo en las particiones, en comparación con lo que sucede en el resto (Fig. 223).



*Figura 221. Izq. Particiones con tratamiento protector aplicado de probeta policromada realizada con aglutinante de huevo. Drch. Particiones con tratamiento protector aplicado de probeta policromada realizada con aglutinante de goma arábica. En ambos casos se puede apreciar visualmente que no hay crecimiento de las especies inoculadas.*



*Figura 222. Particiones con tratamiento protector aplicado de probeta policromada realizada con aglutinante de aceite. Igualmente, se puede apreciar de forma visual que no hay crecimiento de las especies inoculadas.*

*Figura 223. Detalle de partición sin tratamiento en la que se ha producido crecimiento de las especies microbiológicas inoculada, junto con la partición tratada. Se puede apreciar como el filtro actúa de delimitador entre una partición y otra e inhibe la expansión del crecimiento.*



### IX.3.2. Cambios producidos en los aglutinantes empleados

Al contrario que sucede en las particiones donde se ha aplicado tratamiento, se ha podido constatar que las especies inoculadas se desarrollan en las particiones sin tratar. Dentro de esta localización en las probetas policromadas, desde el punto de vista del aglutinante empleado, el crecimiento se ha producido principalmente en las particiones sin barnizar de la probeta realizada a base de huevo con agua destilada en proporción 1:3 en la capa polícroma, y a base de cola de conejo en la capa de preparación (Fig. 224). Dada la localización y la apariencia que presentan los hongos, se ha comprobado también que las especies que presentan mayor crecimiento son las de *Trichoderma* y *Penicillium*, mientras que *Cladosporium* no presenta desarrollo alguno.

Por el contrario, el crecimiento en el aglutinante de aceite de linaza y goma arábica es nulo hasta el momento en todas sus particiones sin tratar, pero no se descarta que la proliferación se produzca posteriormente debido a que presenten un desarrollo más retardado ante este tipo de aglutinantes.

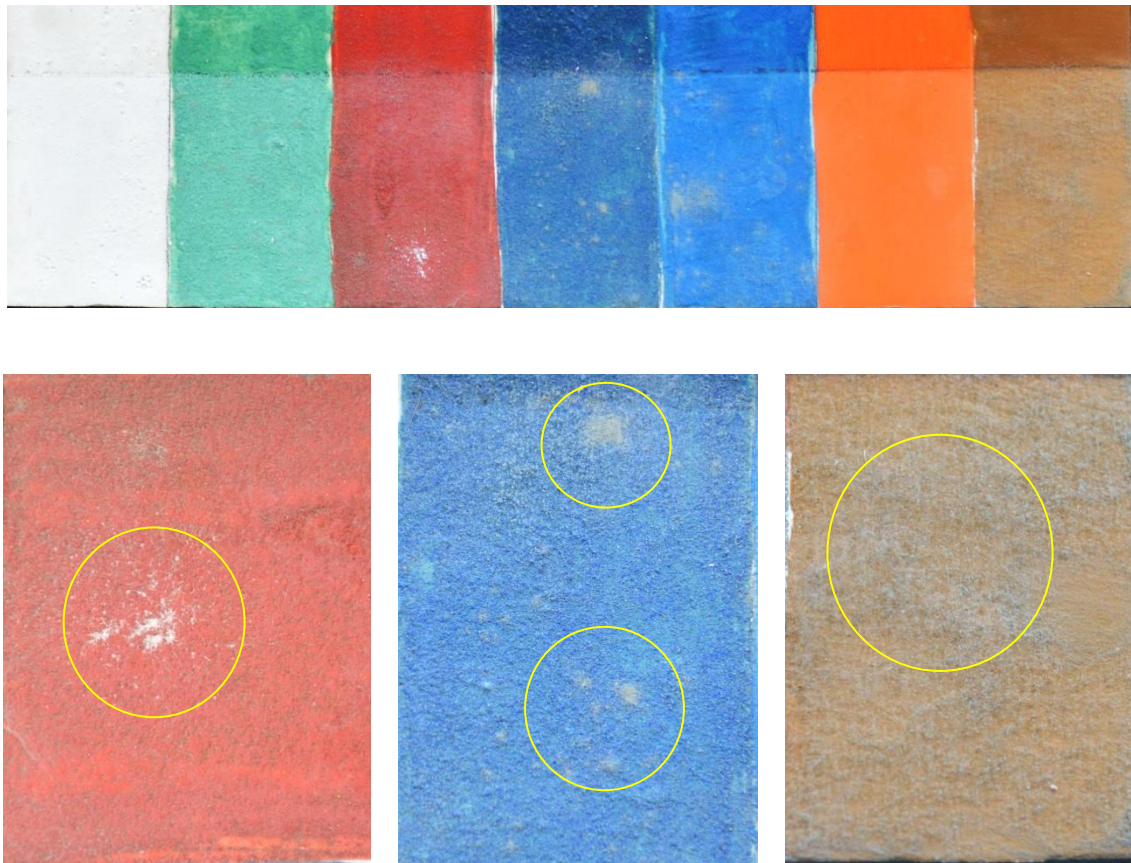


Figura 224. Sup. Particiones sin barnizar de probeta policroma realizada con huevo donde se ha producido crecimiento de las especies inoculadas. Inf. Izq. Detalle de crecimiento en partición de cinabrio. Izf. Centro. Detalle de crecimiento en partición de Azurita natural. Inf. Drch. Detalle de crecimiento en partición de óxido de hierro.

Para comprobar los cambios producidos en el aglutinante de huevo y cola de conejo empleado en la capa policroma y de preparación tras el crecimiento de las especies de *Trichoderma* y *Penicillium*, se han analizado 26 muestras distribuidas de la siguiente manera (Tabla LXXIII):

TABLA LXXIII.

Distribución y número de muestras tomadas en probetas de ensayo de biodeterioro.

Capa policroma (Aglutinante: huevo)		Capa de preparación (Aglutinante: cola de conejo)	
Patrón	Inoculada	Patrón	Inoculada
5 muestras (una muestra por pigmento empleado)	<b>Con <i>Trichoderma</i></b>	1 (una muestra por una única capa de preparación)	<b>Con <i>Trichoderma</i></b>
	5 muestras		5
	<b>Con <i>Penicillium</i></b>		<b>Con <i>Penicillium</i></b>
	5 muestras		5

Debido a la amplia variedad de pigmentos empleados, se han obtenido resultados de elevada extensión y complejidad de los que no se han podido extraer conclusiones fiables hasta el momento. El trabajo, en esta fase, requiere de un estudio más exhaustivo y detallado complementado con otras técnicas de análisis instrumentales con el fin de comprobar si la composición y características de los pigmentos interfieren en el crecimiento de estos, y realizar así una mejor gestión de los resultados ya obtenidos.

Sin embargo, en los inóculos realizados de forma complementaria en estos mismos aglutinantes de cola de conejo y huevo aplicados sobre portaobjetos, si han permitido obtener resultados sobre el comportamiento de las especies de *Trichoderma* y *Penicillium* ante estos dos materiales orgánicos.

En total, se han realizado seis probetas portaobjetos. Tres de ellas se corresponden con el aglutinante de huevo y las otras tres con aglutinante de cola de conejo. En ambos casos, una de ellas actúa de patrón, otra ha sido inoculada con *Trichoderma* y otra con *Penicillium* (Fig. 225 y 226).



Figura 225. Portaobjetos con aglutinante de huevo, contenidos en cajas de Petri, inoculados previamente con esporas ( $10^6$  esporas /ml) de *Trichoderma* y *Penicillium*.

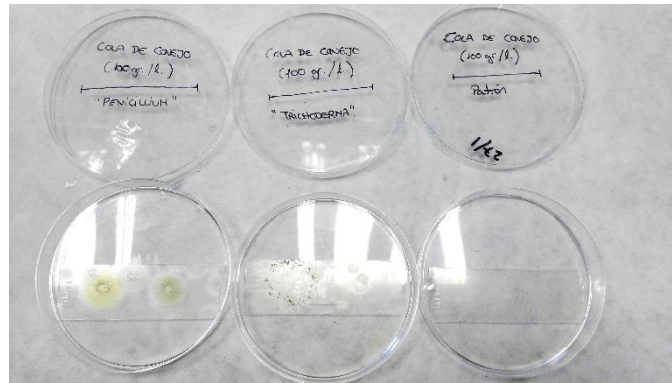


Figura 226. Portaobjetos con aglutinante de cola de conejo, contenidos en cajas de Petri, inoculados previamente con esporas ( $10^6$  esporas /ml) de *Trichoderma* y *Penicillium*.

De cada una de los portaobjetos, se ha tomado una muestra y se ha analizado posteriormente mediante las técnicas de Espectroscopía IR por transformada de Fourier y Cromatografía en fase gaseosa, tal y como se especifica en la metodología (Tabla LXXIV).

TABLA LXXIV

Relación de muestras tomadas de aglutinantes patrón y e inoculados, aplicados sobre portaobjetos.

RELACIÓN DE MUESTRAS	
MUESTRA 1	PATRÓN DE COLA DE CONEJO
MUESTRA 2	COLA DE CONEJO + TRICHODERMA
MUESTRA 3	COLA DE CONEJO + PENICILLIUM
MUESTRA 4	PATRÓN DE HUEVO
MUESTRA 5	HUEVO + TRICHODERMA
MUESTRA 6	HUEVO + PENICILLIUM

Los resultados obtenidos se especifican a continuación en función del aglutinante empleado.

- Aglutinante de cola de conejo

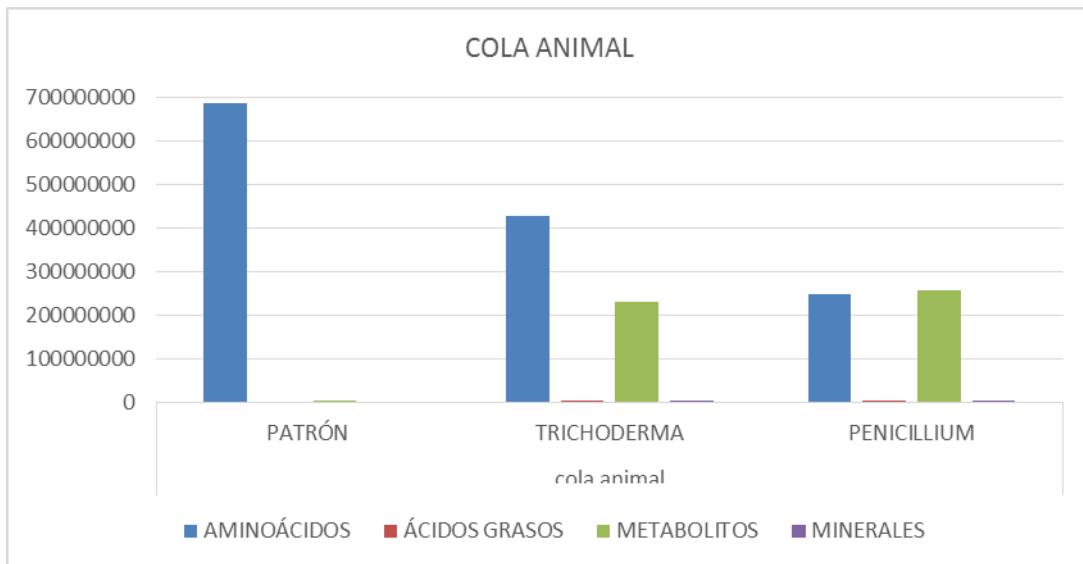
Los resultados cuantitativos obtenidos tras el análisis de la muestra patrón de aglutinante de cola de conejo (Tabla LXXV), indican su composición principal basada en aminoácidos (99,62%) dado que se trata de un material proteico con un alto grado de pureza. De forma conjunta a los aminoácidos resultantes, aparecen una cantidad minoritaria de metabolitos (0,38%). La causa de ello es que posiblemente la cola empleada en el ensayo, al tratarse de un material orgánico natural, contuviese una leve alteración biológica en su composición.

La muestra de cola de conejo que ha sido inoculada con el hongo *Trichoderma Sp.* presenta una serie de cambios en su composición. Como se puede apreciar, el nivel de aminoácidos disminuye (64,84 %) y crece la cantidad de metabolitos (34,84%). Esto significa que esta especie de hongo, en su proceso de crecimiento y metabólico, utiliza aminoácidos concretos de la cola y como consecuencia genera una serie de sustancias nuevas denominadas metabolitos. A parte de la producción de sustancias metabólicas, esta especie microbiana también es capaz de generar ácidos grasos y minerales aunque en proporciones muy bajas (0,21% y 0,12% respectivamente).

La especie de *Penicillium*, presenta un comportamiento similar al de *Trichoderma*. Como se puede apreciar en la gráfica cuantitativa, con respecto a la muestra patrón, se produce una reducción de los aminoácidos y un crecimiento considerable de metabolitos. Esto se debe a que esta especie utiliza parte de los aminoácidos constituyentes de la cola de conejo para su desarrollo en ella y genera sustancias en su proceso metabólico. Sin embargo, en comparación con la muestra inoculada con *Trichoderma*, la reducción de aminoácidos es mayor (49,2%) y por consiguiente, la cantidad de metabolitos más alta (50,7%). De igual modo, también se generan ácidos grasos y minerales en proporciones poco significativas (0,03% en ambos casos).

TABLA LXXV.  
Resultados cuantitativos de probetas realizadas con cola animal.

	COLA ANIMAL		
	PATRÓN	TRICHODERMA	PENICILLIUM
<b>AMINOÁCIDOS</b>	686.232.975 <b>99,62%</b>	426.284.785 <b>64,84%</b>	249.191.256 <b>49,2%</b>
<b>ÁCIDOS GRASOS</b>	0	1.422.921 <b>0,21%</b>	165.158 <b>0,03%</b>
<b>METABOLITOS</b>	2.632.054 <b>0,38%</b>	229.006.054 <b>34,83%</b>	257.093.022 <b>50,7%</b>
<b>MINERALES</b>	0	674.776 <b>0,12%</b>	175.006 <b>0,03%</b>
<b>TOTAL DE COMPONENTES</b>	688.865.029 <b>100%</b>	657.388.536 <b>100%</b>	506.624.442 <b>100%</b>



Desde el punto de vista cualitativo, los ácidos grasos generados por la especie de *Trichoderma* son principalmente ácido tetradecanoico, octadecanoico, hexadecanoico y adípico; y como mineral solo ácido fosfórico. En lo que respecta a los aminoácidos, se ha comprobado que a pesar de que muchos de estos desaparecen de forma completa y otros se reducen, esta especie microbiana también es capaz de generar nuevas moléculas (Tabla LXXVI).

TABLA LXXVI

Relación y comportamiento de aminoácidos en cola animal tras la inoculación de *Trichoderma*.

<b>RELACIÓN DE AMINOÁCIDOS SP. TRICHODERMA EN COLA ANIMAL</b>			
<b>Aminoácidos que permanecen intactos.</b>	<b>Aminoácidos que disminuyen.</b>	<b>Aminoácidos que aumentan.</b>	<b>Aminoácidos que genera.</b>
Hydroxyproline Threonine L-Homoserine L-Norleucine	L-Alanine Glycine L-Valine Glycyl-L-Proline Hystidine Glycine-N-acetyl	L-Leucine L-Proline L-Serine L-Phenylalanine L-Aspartic acid L-Glutamic acid L-Tyrosine Lysina	L-Threonine Glycyl-L-Norleucine L-Alanyl-L-Norleucine N-Acetyl-L-Aspartic acid

En el caso de la especie de *Penicillium*, únicamente genera un tipo de ácido graso, en este caso ácido octadecanoico, y ácido fosfórico en los que respecta a minerales. Al igual que sucede con los aminoácidos en la muestra con *Trichoderma*, parte de ellos se ven reducidos o desaparecen y se generan nuevas moléculas por parte de la especie. Entre estas nuevas moléculas, ambas especies son capaces de generar N-Acetyl, composición principal del ácido acético y cuya producción puede estar ligada con el deterioro del aglutinante (Tabla LXXVII y tabla LXXVIII).

TABLA LXXVII

Relación y comportamiento de aminoácidos en cola animal tras la inoculación de *Penicillium*.

<b>RELACIÓN DE AMINOÁCIDOS SP. PENICILLIUM EN COLA ANIMAL</b>			
<b>Aminoácidos que permanecen intactos.</b>	<b>Aminoácidos que disminuyen.</b>	<b>Aminoácidos que aumentan.</b>	<b>Aminoácidos que genera.</b>
Glycine-N-acetyl Hydroxyproline Threonine L-Homoserine L-Norleucine	Glycine L-Valine Glycyl-L-Proline Hystidine	L-Alanine L-Leucine L-Proline L-Serine L-Phenylalanine L-Aspartic acid L-Glutamic acid L-Tyrosine Lysina	L-Threonine Glycyl-L-Norleucine L-Alanyl-L-Norleucine N-Acetyl-L-Aspartic acid L-Isoleucine L-Hydroxylysine

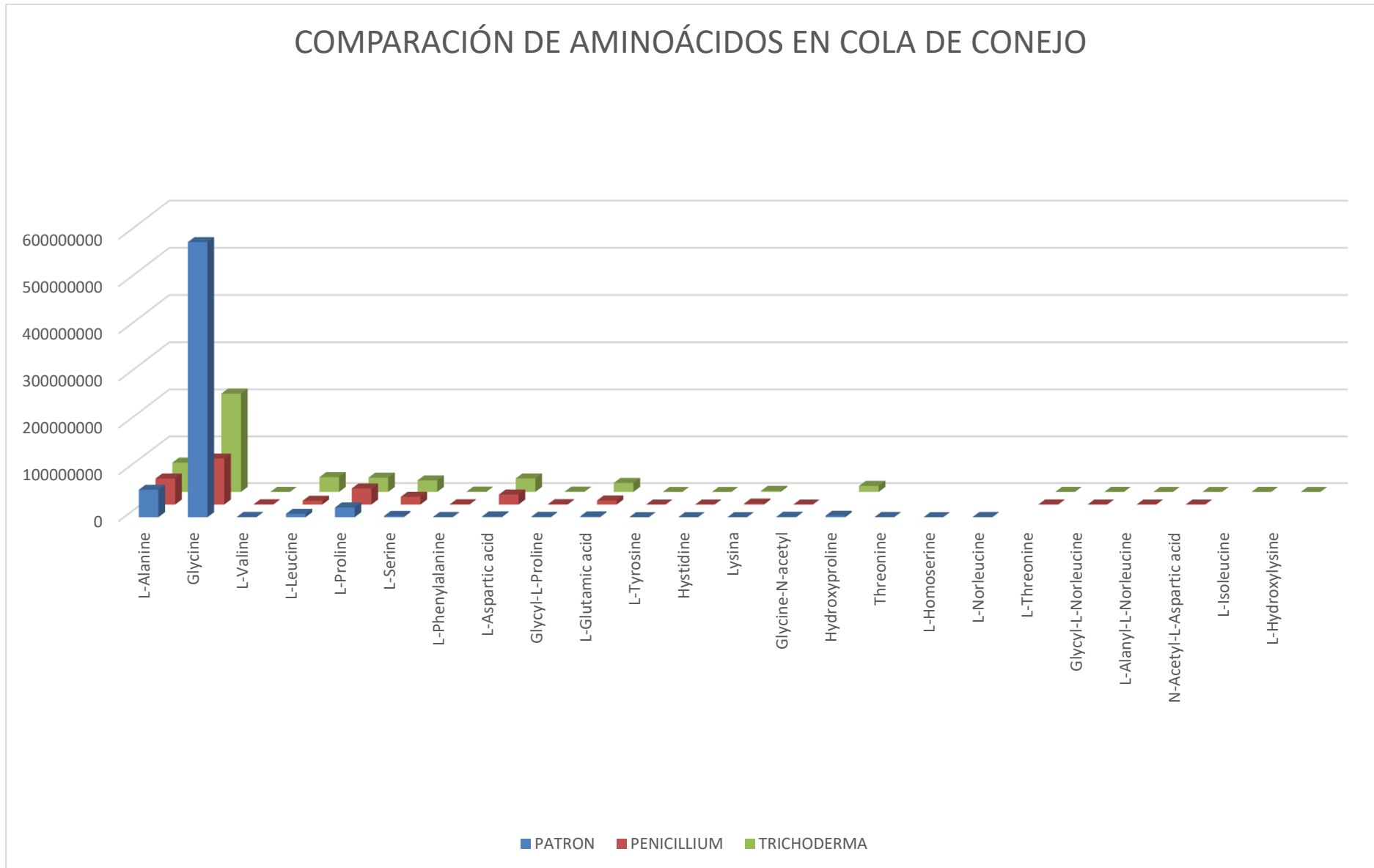


TABLA LXXVIII

Cantidad de aminoácidos concretos en cola animal tras la inoculación de *Trichoderma* y *Penicillium*.

CANTIDAD DE AMINOÁCIDOS PRESENTES EN LAS MUESTRAS DE COLA DE CONEJO			
TIPO DE AMINOÁCIDOS	PATRON	TRICHODERMA	PENICILLIUM
L-Alanine	58.666.540	55.835.041	62.729.152
Glycine	584.956.197	98.555.732	210.045.406
L-Valine	742.892	664.712	243.736
L-Leucine	7.239.456	8.198.353	31.758.829
L-Proline	20.902.912	34.484.775	30.615.308
L-Serine	2.697.428	16.659.240	24.666.701
L-Phenylalanine	607.006	693.102	765.465
L-Aspartic acid	1.775.655	21.529.536	28.916.016
Glycyl-L-Proline	896.532	842.940	814.803
L-Glutamic acid	1.867.915	8.755.031	19.311.430
L-Tyrosine	54.938	68.525	72.805
Hystidine	168.300	17.100	27.887
Lysina	169.200	2.154.120	2.339.083
Glycine-N-acetyl	1.037.323	61.165	
Hydroxyproline	3.231.540		12.951.342
Threonine	559.575		
L-Homoserine	147.626		
L-Norleucine	511.931		
L-Threonine		325.104	170.871
Glycyl-L-Norleucine		84.482	139.982
L-Alanyl-L-Norleucine		35.833	60.885
N-Acetyl-L-Aspartic acid		87.510	71.891
L-Isoleucine			123.484
L-Hydroxylysine			84.876

### COMPARACIÓN DE AMINOÁCIDOS EN COLA DE CONEJO



- Aglutinante de huevo + agua destilada (1:3)

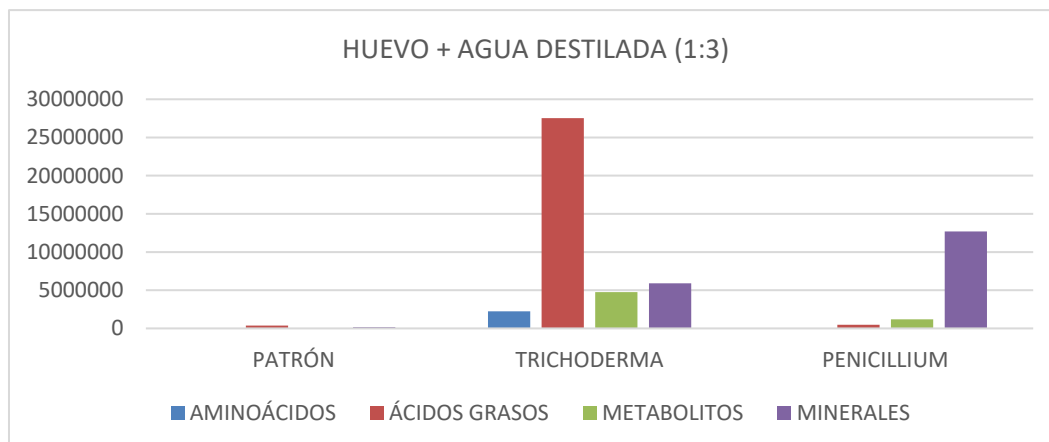
La muestra patrón de aglutinante de huevo, tras ser analizada, indica la composición elemental del mismo basada en un alto contenido de ácidos grasos (67,8%) y minerales (28,8%), así como aminoácidos pero en menor proporción (2,9%). Tal y como sucede con el aglutinante de cola de conejo, al tratarse de un material orgánico natural, aparecen una cantidad muy poco significativa de metabolitos (0,5%).

Cuando este aglutinante es inoculado con el hongo *Trichoderma*, se producen variaciones muy considerables en su composición. Esta especie, en su desarrollo y proceso metabólico produce tanto sustancias metabólicas como un incremento de aminoácidos (140 veces más cantidad aprox. con respecto a la muestra patrón), ácidos grasos (75 veces más cantidad aprox. con respecto a la muestra patrón) y del mineral ácido fosfórico único (39 veces más cantidad aprox. de ácido fosfórico).

El comportamiento de la especie de *Penicillium*, por el contrario, es muy distinto. Esta especie microbiana utiliza los aminoácidos por completo presentes en el huevo para su desarrollo. Como consecuencia, en los resultados de la muestra inoculada analizada, no aparecen aminoácidos algunos y se produce un aumento considerable, con respecto a la muestra patrón, de sustancias metabólicas (406 veces más cantidad aprox.) y mineral de ácido fosfórico (83 veces más cantidad aprox.), al igual que de ácidos grasos pero estos últimos en menor medida (1,3 veces más cantidad aprox.).

TABLA LXXIX.  
Resultados cuantitativos de probetas realizadas con huevo.

	HUEVO + AGUA DESTILADA (1:3)		
	PATRÓN	TRICHODERMA	PENICILLIUM
<b>AMINOÁCIDOS</b>	15.951 <b>2,9%</b>	2.244.910 <b>5,5%</b>	0 <b>0%</b>
<b>ÁCIDOS GRASOS</b>	363.258 <b>67,8%</b>	27.530.865 <b>68,1%</b>	481.261 <b>3,3%</b>
<b>METABOLITOS</b>	2.932 <b>0,5%</b>	4.742.949 <b>11,7%</b>	1.192.589 <b>8,3%</b>
<b>MINERALES</b>	153.114 <b>28,8%</b>	5.902.978 <b>14,7%</b>	12.703.774 <b>88,4%</b>
<b>TOTAL DE COMPONENTES</b>	535.255 <b>100%</b>	14.377.624 <b>100%</b>	40.421.702 <b>100%</b>



Desde el punto de vista cualitativo, la especie de *Trichoderma* a pesar de incrementar la cantidad de todos los componentes básicos del huevo y generar metabolitos, utiliza parte de los ácidos grasos para su desarrollo. Se trata concretamente del ácido nonanodioico el cual metaboliza de forma completa no apareciendo resto alguno en los resultados de la muestra inoculada (Tabla LXXX).

TABLA LXXX.

Relación y comportamiento de ácidos grasos en huevo tras la inoculación de *Trichoderma*

RELACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS <i>SP. TRICHODERMA</i> EN HUEVO			
Ácidos grasos que permanecen intactos.	Ácidos grasos que disminuyen.	Ácidos grasos que aumentan.	Ácidos grasos que genera.
-	Nonanedioic acid	Octadecanoic acid Hexadecanoic acid	Tetradecanoic acid Pentadecanoic acid Trans-Vaccenic acid Arachidonic acid Cholesterol Decanoic acid

Como indicábamos anteriormente, este hongo también produce cambios en los aminoácidos. En la siguiente tabla se puede apreciar que no utiliza ningún tipo de aminoácido para su desarrollo, sin embargo produce un aumento de los ya existentes en el huevo e incluso genera nuevas moléculas (Tabla LXXXI).

TABLA LXXXI.

Relación y comportamiento de aminoácidos en huevo tras la inoculación de *Trichoderma*

RELACIÓN DE AMINOÁCIDOS <i>SP. TRICHODERMA</i> EN HUEVO			
Aminoácidos que permanecen intactos.	Aminoácidos que disminuyen.	Aminoácidos que aumentan.	Aminoácidos que genera.
-	-	Alanine Glycine L-Leucine L-Proline Serina	L-Glutamic acid Tyrosina Valina L-Isoleucina Metionina L-Threonine L-Norleucine L-Phenylalanine

En lo que respecta a la especie de *Penicillium*, su desarrollo se debe principalmente al consumo de aminoácidos propios del huevo. A pesar de ello, también utiliza parte de los ácidos grasos, concretamente el ácido nonanedioico, tal y como hace *Trichoderma*, pero únicamente reduciendo parte de su cantidad sin eliminarlo completamente. Por otro lado, también experimenta un aumento del resto de ácidos grasos presentes y genera nuevos productos (Tabla LXXXII, tabla LXXXIII y tabla LXXXIV).

TABLA LXXXII.

Relación y comportamiento de ácidos grasos en huevo tras la inoculación de *Penicillium*

<b>RELACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS SP. <i>PENICILLIUM</i> EN HUEVO</b>			
<b>Ácidos grasos que permanecen intactos.</b>	<b>Ácidos grasos que disminuyen.</b>	<b>Ácidos grasos que aumentan.</b>	<b>Ácidos grasos que genera.</b>
	Nonanedioic acid	Octadecanoic acid Hexadecanoic acid	Tetradecanoic acid Pentadecanoic acid Trans-Vaccenic acid

TABLA LXXXIII

Cantidad de aminoácidos concretos en huevo tras la inoculación de *Trichoderma* y *Penicillium*.

CANTIDAD DE AMINOÁCIDOS PRESENTES EN LAS MUESTRAS DE HUEVO + AGUA DESTILADA (1:3)			
TIPO DE AMINOÁCIDO	PATRÓN	PENICILLIUM	TRICHODERMA
Alanine	1.868	0	814.519
Glycine	778	0	678.511
L-Leucine	2.294	0	265.001
L-Proline	1.871	0	188.598
Serina	6.117	0	366.448
L-Aspartic acid	3.019	0	435.828
L-Glutamic acid		0	100.121
Tyrosina		0	11.323
Valina		0	49.090
L-Isoleucina		0	93.633
Metionina		0	7.802
L-Threonine		0	12.560
L-Norleucine		0	10.942
L-Phenylalanine		0	25.035

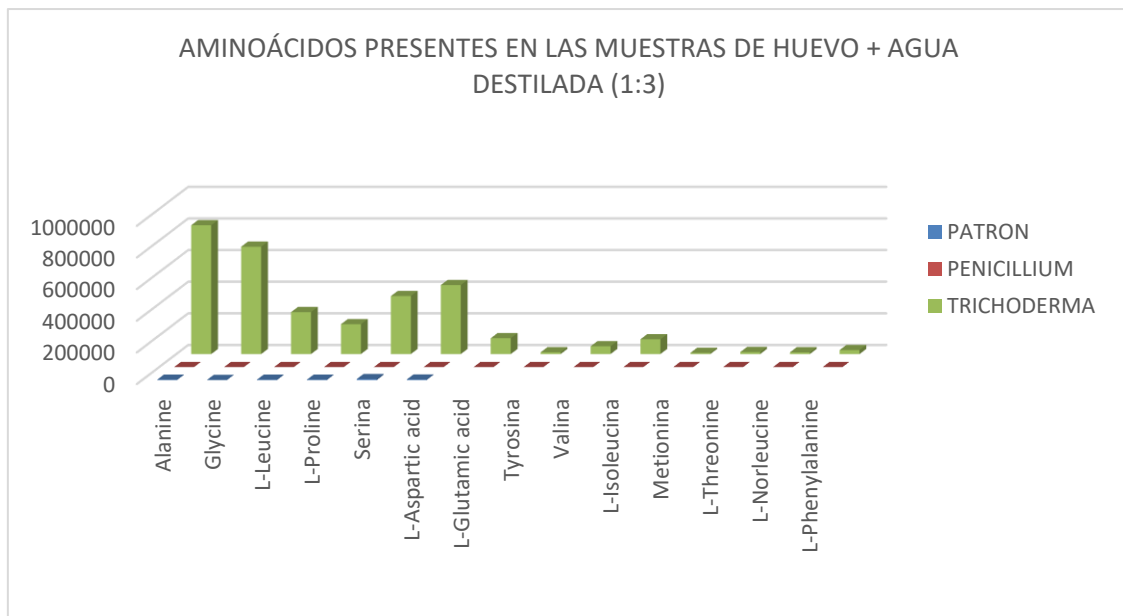
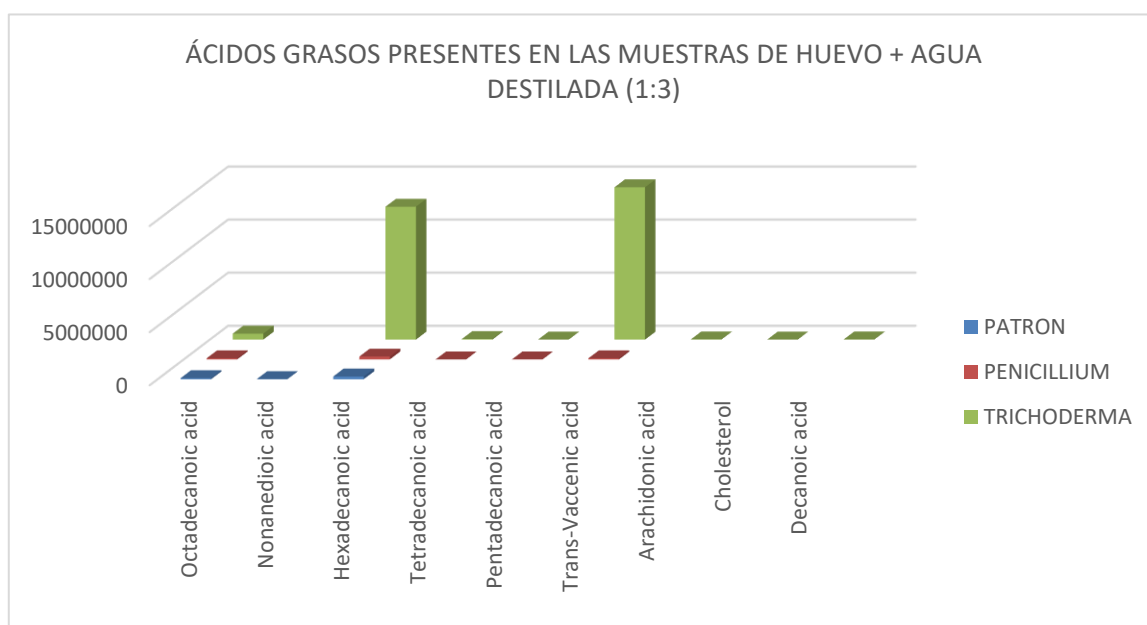


TABLA LXXXIV

Cantidad de ácidos grasos concretos en huevo tras la inoculación de *Trichoderma* y *Penicillium*

CANTIDAD DE ÁCIDOS GRASOS PRESENTES EN LAS MUESTRAS DE HUEVO + AGUA DESTILADA (1:3)			
TIPO DE ÁCIDO GRASO	PATRÓN	TRICHODERMA	PENICILLIUM
Octadecanoic acid	93.894	103.477	561.534
Nonanedioic acid	12.713		
Hexadecanoic acid	256.649	265.138	12.517.158
Tetradecanoic acid		3.366	54.363
Pentadecanoic acid		4.886	5.445
Trans-Vaccenic acid		104.391	14.350.564
Arachidonic acid			21.354
Cholesterol			5.477
Decanoic acid			14.967



#### IX.4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Las especies de *Penicillium* y *Trichoderma* inoculadas en los aglutinantes de cola de conejo y huevo generan nuevas sustancias, metabolitos, como consecuencia de la utilización de los componentes orgánicos presentes en los mismos. De igual forma, durante ese proceso también son capaces de generar nuevos lípidos, proteínas y minerales, así como aumentar los ya existentes en la composición del aglutinante.

En el caso concreto de la cola de conejo, ambas especies producen ácido fosfórico, siendo mayor la cantidad en *Penicillium* que en *Trichoderma*. Sin embargo, en lo que respecta a ácidos grasos, *Trichoderma* genera una mayor variedad. En cuanto a aminoácidos, se reduce más la cantidad inicial en el caso de *Penicillium* y por consiguiente, se generan más cantidad de metabolitos.

En el caso del huevo, la especie de *Trichoderma* genera un aumento en todos los compuestos y consume únicamente de ácidos grasos. Por el contrario *Penicillium*, afecta principalmente a los aminoácidos reduciendo su contenido a 0. En el caso de los metabolitos generados por ambas especies en este aglutinante, estos son más elevados en el caso de *Trichoderma* que en *Penicillium* pero ocurre lo contrario con el ácido fosfórico, en el que *Penicillium* es capaz de generar mayor cantidad.

Si se establece una diferenciación de actuación entre ambas especies, según los resultados obtenidos, se puede apreciar que *Penicillium* tiene mayor poder de degradación de los aminoácidos que de los ácidos grasos. Esta capacidad es mucho más acusada en la proteína del aglutinante de huevo que en la proteína del aglutinante de cola. Este hecho se debe posiblemente a que la cantidad de proteína del huevo es mucho menor que la presente en la composición de la cola y por tanto, la especie no requiera de la totalidad de esta última para su desarrollo o bien que se trate de un material más difícil de degradar.

Por otro lado, ambas especies en la cola animal, generan ácido acético tras su crecimiento y proceso de metabolismo. Este hecho resulta de especial interés dado que puede ser una de las causas de degradación del aglutinante e interferir en su función en una capa policroma, afectando al resto de componentes.

Desde el punto de vista cuantitativo, el sistema de comparación no debe apreciarse como un sistema cerrado y exhaustivo con las mismas cantidades de partida, ya que cada muestra tiene una abundancia de proteína y grasa diferente. Únicamente deben tenerse en cuenta como cantidades globales que sirven de referencia para comprobar las modificaciones de los componentes con respecto a un mismo patrón.



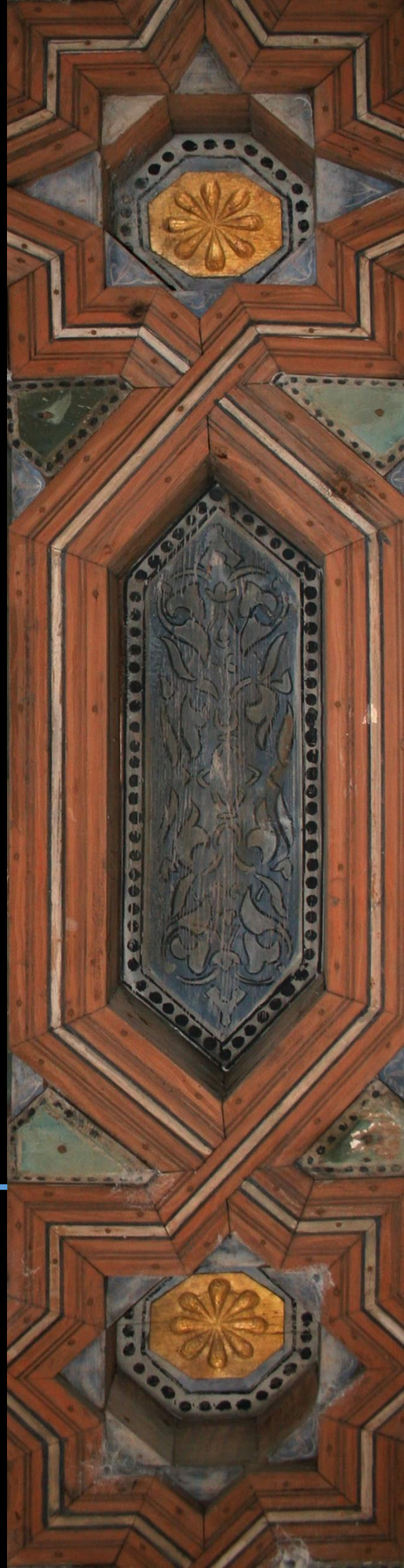






# Capítulo X.

Conclusiones obtenidas en el  
trabajo desarrollado





Con el desarrollo de esta tesis doctoral se ha constatado la validez y eficacia de una metodología, aplicada en trabajos anteriores por nuestro equipo de investigación y adaptada a los objetivos específicos de esta. Los objetivos generales han relacionado por un lado, la información recabada en la revisión bibliográfica y documental con los resultados obtenidos en el estudio de materiales, y por otro, contemplan la efectividad del empleo de materiales protectores en la policromía del alfarje.

A partir de la revisión de documentación histórica se ha podido obtener información sobre las distintas intervenciones realizadas a lo largo de su historia con motivo de restauraciones o adaptaciones al gusto de la época.

El trabajo de campo y la documentación obtenida sobre aspectos estructurales y decorativos empleados en cubiertas, han hecho posible la elaboración de gráficos en los que representar de forma exhaustiva las características del alfarje, así como la identificación de elementos añadidos posteriormente a su ejecución. Se trata de un alfarje apeinado cuya decoración se compone de elementos vegetales, epigráficos, geométricos y heráldicos, acompañado de un friso compuesto de dos tablas principales y dos tocaduras, decoradas todas ellas con la misma temática que el techo.

Los resultados obtenidos a través del análisis de muestras indican la existencia de una amplia variedad de materiales usados en la ejecución de la policromía. Entre ellos destacan materiales de considerable calidad y de uso histórico, situados en los estratos más profundos de los que en algunas zonas no se conservan restos; y materiales de época industrial con diferentes calidades empleados en las últimas intervenciones que ocultan la policromía original.

El carácter vivo que presenta el conjunto palaciego del Alcázar ha contribuido a su conservación desde sus inicios pero como consecuencia, que haya sido muy intervenido a lo largo de su historia, así lo demuestra los resultados de las muestras estudiadas. En total se han identificado hasta cuatro intervenciones aplicadas sobre la policromía original, datada esta en la fecha de construcción del Patio de las Doncellas. A pesar de que muchos autores atribuyen la realización del alfarje a años posteriores al origen del patio, a partir del estudio realizado se ha podido confirmar que el alfarje tanto por sus características técnicas y estructurales, como por su decoración correspondería con el proyecto constructivo inicial elaborado durante el reinado de Pedro I en los años 1356-1366.

La antigüedad que presenta este primer nivel de policromía y su deterioro, hacen que sean muy escasos los estratos identificados correspondientes a esta primera policromía. La falta de documentación sobre el alfarje en esta época así como las intervenciones posteriores, han dificultado conocer el motivo decorativo que presentaba en origen y su semejanza con el actual, pero sin embargo si se han podido identificar parte de los materiales empleados. Se trata de una policromía realizada al temple de cola con una preparación de yeso sobre la que se aplicaron estratos polícromos con materiales de calidad como el cinabrio, la malaquita natural o la plata.

La segunda intervención que identificada se puede atribuir a las obras de reparación documentadas, realizadas durante la estancia de los Reyes Católicos en 1477. Durante la misma se lleva a cabo un repolicromado general en el alfarje junto con la inclusión de dos grandes emblemas representativos de estos monarcas. Las evidentes semejanzas de los resultados obtenidos en el estudio de la policromía original de estos escudos, con los obtenidos en el segundo nivel de intervención en el resto del alfarje, han permitido datarla y relacionarla con la información documentada. Al igual que en el caso anterior, se trata de una policromía realizada con temple de cola aplicada sobre una capa de preparación a base de yeso sobre la que se aplica

la policromía empleando materiales de extraordinaria calidad. Entre ellos destaca el uso de azurita natural, cinabrio y oro fino.

Según la documentación, con la llegada de los Austrias al Alcázar se llevan a cabo obras en el Patio de las Doncellas. Como consecuencia de las mismas, en 1560 se lleva a cabo la reparación de los daños sufridos en el alfarje. Los resultados del estudio de muestras, han permitido constatar que se trataron de retoques en zonas concretas del alfarje, posiblemente por ser las que mayor deterioro presentasen. Los materiales utilizados para ello se caracterizan por continuar siendo de alta calidad, destacando el uso de cinabrio o malaquita y la azurita natural como pigmentos, y el oro fino aplicado a la sisa aplicada con aglutinantes oleo-resinosos.

Basándonos en la cronología de los materiales empleados en las dos siguientes y últimas intervenciones identificadas, estas se pueden datar en el siglo XIX. Entre los materiales detectados se encuentran el amarillo de cromo, azul de Prusia, azul ultramar sintético, verde de cromo o verde esmeralda. La primera de ellas se ha atribuido a 1848, algunos informes documentales de la época indican la necesidad de intervenir el alfarje, sin embargo no hay indicios de que se llevaran a cabo. Los resultados obtenidos en el análisis de muestras han permitido atribuir la penúltima intervención a esta fecha, consistente en retoques de pintura generalizados sin aplicación de capa de preparación previa. La calidad de los materiales en este siglo se ve reducida en comparación con la de intervenciones anteriores, ejemplo de ello es el uso de aleaciones a base de cobre, plata y oro para reducir el coste del mismo. En cuanto a aglutinantes, destaca el uso de las técnicas oleo-resinosas tanto en la capa policroma como en las técnicas de dorado.

La última intervención identificada correspondiente al siglo XIX, se atribuye a los años comprendidos entre 1854 y 1857. En ella se acometen reparaciones en su estructura y repolicromados con el fin de renovar los aspectos decorativos que parecen tener poco que ver con el aspecto original. Entre esas reparaciones estructurales, destaca la sustitución de tablas talladas con decoración heráldica en el friso, por tablas lisas decoradas con los mismos motivos. En cuanto a repintados, cobra importancia los realizados sobre las tablas con decoración epigráfica que componen el mismo friso. Se ha podido comprobar a través de la realización de calcos y catas junto con el estudio epigráfico, que el texto actual carece de sentido y no guarda relación en cuanto a contenido y aspecto formal con el existente anteriormente. Se trata de una intervención poco cuidada en la que se emplea, al igual que en la precedente, pigmentos industriales de baja calidad aglutinados con aceites y resinas diterpénicas junto con técnicas de dorado al mixtión en la que la lámina de oro está realizado a base de aleaciones con otros metales con el fin de abaratar su coste.

Las correlaciones estratigráficas realizadas indican que las intervenciones descritas fueron llevadas a cabo de forma general en toda la superficie del mismo salvo en el friso, en el que en algunas ocasiones no se identifica indicios de intervención. En lo que respecta a los posibles cambios de color, las correlaciones demuestran que por lo general se respetó el color de su policromía aunque empleando distintos materiales para ello en el siglo XIX. La coincidencia de estos resultados con los obtenidos en la fachada del Palacio de Pedro I y en las yeserías del Patio de las Doncellas, hacen suponer que dicho respeto fue una de las pautas a seguir a la hora de intervenir elementos arquitectónicos decorativos en el conjunto.

En lo que respecta al estado de conservación que presenta el alfarje, las condiciones en las que se encuentra ubicado, caracterizadas por una localización exterior con vegetación, presencia de humedad, temperaturas variables y radiación solar, hacen que presente alteraciones en su

policromía en las que destacan pérdidas, descohesión y alteraciones cromáticas producidas por todos estos factores adversos.

Los ensayos realizados sobre las probetas han permitido evaluar la eficacia del tratamiento protector seleccionado ante los principales agentes de deterioro. El considerable número de probetas realizadas con un amplio abanico de materiales, han permitido extraer conclusiones de interés que puede garantizar su uso en la obra real. Entre ellas, destacan las siguientes:

*Conclusión de la evaluación colorimétrica y de brillo*

La aplicación de cualquier producto de restauración sobre una superficie policroma puede llevar consigo cambios en su aspecto o percepción. En el caso del tratamiento protector seleccionado tras ser aplicado sobre las probetas patrón, se evaluaron los cambios producidos en los parámetros colorimétricos de luminosidad, intensidad de color y ángulo de tono. Sucede lo mismo en las probetas que han sido sometidas a envejecimiento natural que, tras concluir el ciclo, presentan variaciones similares en dichos parámetros. Teniendo en cuenta la desviación estándar, indicativa de la variabilidad de color producida, muestra que en ambos casos los cambios producidos en los valores de cada parámetro son bajos y no supone una modificación relevante en su aspecto. Estos cambios incluso pueden atribuirse a la irregularidad del color de la muestra o a la precisión del instrumento. Sin embargo, hay que exceptuar las probetas realizadas con pigmento azul de Prusia y azurita, en las que las variaciones cromáticas son considerables. Dado que en estos dos últimos casos, los resultados no son concluyentes, se propone seguir con la investigación para definir con mayor claridad estos cambios.

Los resultados obtenidos de la comparación entre las probetas en las que se ha aplicado el tratamiento protector y su homologas envejecidas, indican que a pesar de que en general se producen cambios sobre los valores colorimétricos de luminosidad, intensidad de color y ángulo de tono, éstas son de carácter leve. Este hecho confirma un comportamiento eficaz del tratamiento ante las condiciones de envejecimiento natural a las que han sido expuestas las probetas. Al igual que sucede en el caso anterior, hay excepciones en las que los cambios producidos son más acusados como son el azul ultramar y el azul de Prusia. Estos casos dejan abiertas nuevas líneas de investigación que permitan explicar el comportamiento y los cambios producidos en ellas.

En lo que respecta a los cambios de brillo, se puede concluir que el tratamiento aplicado a pesar de su carácter satinado, por lo general, produce variaciones en este parámetro óptico en las probetas patrón y envejecidas. En las probetas patrón, estas variaciones se traducen en un aumento del brillo, mientras que en las envejecidas estos cambios están relacionadas con la gama cromática empleada. Se produce una reducción de brillo sobre las realizadas con pigmentos de tonalidad fría (azules, verdes, blancos) y un aumento o tendencia a mantenerse en las de tonalidad cálida (amarillos, rojos, tierras). Si se tiene en cuenta el aglutinante, se puede concluir que el filtro presenta mejores cualidades tras el envejecimiento, desde el punto de vista de brillo, en las probetas aglutinadas con aceite y goma arábiga que en las probetas aglutinadas con huevo.

En resumen, se puede concluir que tanto a nivel colorimétrico como de brillo, el tratamiento produce variaciones en la superficie de la probeta, sin embargo consideradas en ambos casos como leves, prevalece la eficacia del tratamiento sobre la policromía ante el envejecimiento natural.



*Conclusiones del ensayo de biodeterioro.*

Se han podido identificar las especies de hongos que intervienen en el biodeterioro de la policromía del alfarje, siendo estas *Penicillium*, *Trichoderma* y *Cladosporium* principalmente. El ensayo de inoculación de estas especies sobre probetas policromadas demuestra que el tratamiento protector empleado es capaz de inhibir o ralentizar su crecimiento sobre la policromía, lo que es indicativo de la eficacia del tratamiento ante este tipo de agente de deterioro.

Por el contrario, en las zonas de las probetas donde no ha sido aplicado el tratamiento, se produce un desarrollo de las especies de *Penicillium* y *Trichoderma*. Este crecimiento es muy acusado en las bandas policromas realizadas con distintos pigmentos aglutinados con huevo y preparación de yeso y cola de conejo. La complejidad de los resultados obtenidos en este tipo de probetas requiere de nuevos análisis y estudios complementarios para obtener conclusiones fiables, que podrán ser llevados a cabo posteriormente al desarrollo de esta tesis.

Sin embargo, los ensayos realizados basados en la inoculación de los aglutinantes de forma individualizada han permitido conocer la incidencia de estas dos especies en la composición química del huevo y la cola de conejo. Los resultados obtenidos permiten constatar que ambas especies utilizan componentes orgánicos presentes en estos aglutinantes para su desarrollo, generando a consecuencia de ello nuevas sustancias denominadas metabolitos así como nuevos lípidos, proteínas y minerales, e incluso incrementando los ya existentes.

Con respecto a los componentes orgánicos utilizados, se ha podido comprobar que en ambos aglutinantes, *Penicillium* utiliza mayoritariamente los aminoácidos para su desarrollo y *Trichoderma* los ácidos grasos. En cuanto a los metabolitos generados, destaca el ácido acético en el aglutinante de cola de conejo por ambas especies, que puede interferir negativamente en su funcionalidad.

Finalmente, los resultados obtenidos con el desarrollo de esta tesis doctoral ponen de manifiesto la importancia y necesidad de realizar investigaciones en este campo, permitiendo evaluar la eficacia de los tratamientos de restauración, comprobar su comportamiento y elegir el método y productos con mayores garantías.

Con la realización de este trabajo se contribuye al conocimiento y puesta en valor del alfarje del Patio de las Doncellas y a su futura preservación y mantenimiento. Pero además, los resultados pueden hacerse extensivos a otras decoraciones constituidas por materiales similares tanto en el conjunto del Real Alcázar de Sevilla como en otras de características y problemáticas parecidas.

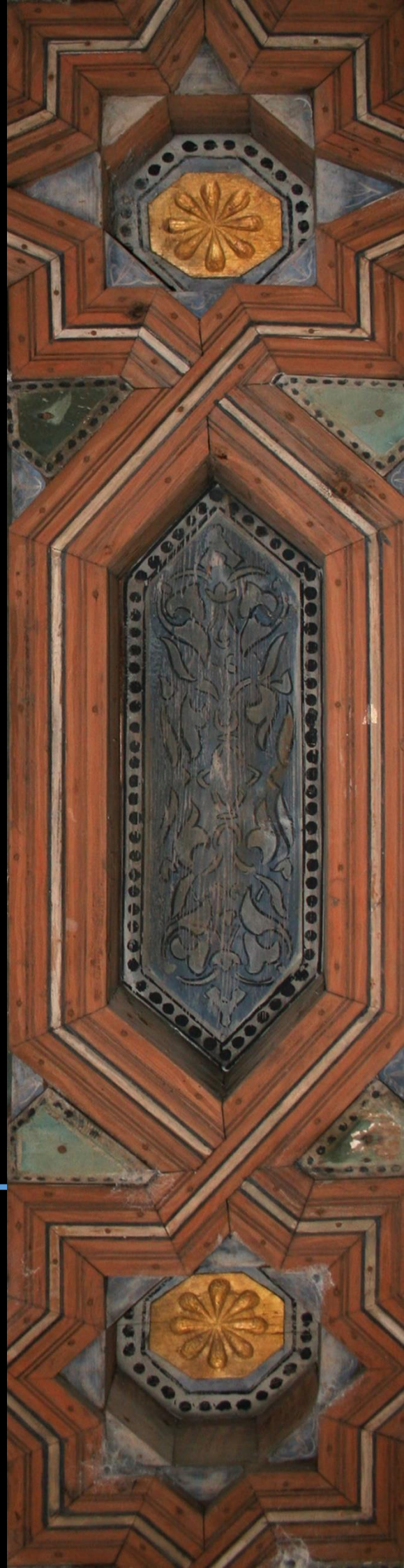
Aun habiendo obtenido resultados concluyentes, este estudio deja líneas de investigación abiertas que podrán mejorar la conservación de policromías tanto de tradición islámica como de otros periodos y avanzar en su conocimiento.







# Bibliografía





# BIBLIOGRAFÍA

Las presentes referencias bibliográficas se han redactado siguiendo la sexta edición de la normativa APA (*American Psychological Association*).

- Aljazairi López, G. (2011). El trazado geométrico de la puerta de la qubba mayor (puerta de Dos Hermanas). *Pieza del mes en el Museo de la Alhambra*. Recuperado de: [http://www.alhambra-patronato.es/fileadmin/PAG/conoce\\_alhambra/pieza\\_mes/2011\\_enero\\_Trazado\\_decorativo\\_Puerta\\_Qubba\\_Mayor.pdf](http://www.alhambra-patronato.es/fileadmin/PAG/conoce_alhambra/pieza_mes/2011_enero_Trazado_decorativo_Puerta_Qubba_Mayor.pdf)
- Aljazairi López, G. (2009). *El alfarje: teoría y práctica (Reproducción de once alfarjes granadinos)*. En Fernández Puertas, A. y Marinetto Sánchez, P. (Coords.) *Arte y Cultura. Patrimonio Hispanomusulmán en Al-Ándalus* (Pp. 293-348). Granada: Universidad de Granada.
- Aljazairi López, G. (2012). *El orden interno de los trazados geométricos y su aplicación a los nuevos diseños: el patrón, el módulo, el canon, la proporción y los cartabones*. Granada: Fundación Robles Pozo, Escuela de Arte de Granada.
- Aljazairi López, G., Fernández Puertas, A. & Marinetto Sánchez, P. (2010). *Carpintería de lo blanco, teoría, traza y reproducción: las cubiertas de lazo del Convento de la Merced de Granada* (Tesis doctoral). Universidad de Granada: Granada.
- Almagro Gorbea, A. (2002). El análisis arqueológico como base de dos propuestas: El cuarto Real de Santo Domingo (Granada) y el Patio del Crucero (Alcázar de Sevilla). *Arqueología de la Arquitectura*, (1), 175-192. Doi: 10.3989/arq.arqt.2002.14
- Almagro Gorbea, A. (2003). Planimetría del Alcázar de Sevilla. *Loggia, Arquitectura y Restauración*, (14-15), 156-161. Doi: 10.4995/loggia.2003.3563
- Almagro Gorbea, A. (2005). La recuperación del jardín medieval del patio de las Doncellas. *Apuntes del Alcázar de Sevilla*, (6), 44-67. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10261/10194>
- Almagro Gorbea, A. (2006). *El Alcázar de Sevilla en el siglo XIV*. En Viguera M. J. (Ed.) *El Mediterráneo en el siglo XIV. Auge y declive de los imperios* (Pp. 398-403). Sevilla: Ibn Jaldún. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10261/22643>
- Almagro Gorbea, A. (2007a). Los Reales Alcázares de Sevilla. *Artigrama*, (22), 155-185. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10261/10105>
- Almagro Gorbea, A. (2007b). Los palacios de tradición andalusí en la Corona de Castilla: Las empresas de Pedro I. En *Actas de Legado de Al-Ándalus. El arte andalusí en los reinos de León y Castilla durante la Edad Media*. Comunicación llevada a cabo en el Simposio Internacional, Valladolid: Fundación del Patrimonio Histórico de Castilla y León, 245-281. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10261/20347>
- Almagro Gorbea, A. (2009a). El Alcázar de Sevilla. Un palacio musulmán para un rey cristiano. En *Actas de cristianos y musulmanes en la Península Ibérica: la guerra, la frontera y la convivencia*. Comunicación llevada a cabo en el XI Congreso de Estudios Medievales, León, 331-365. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10261/16693>

- Almagro Gorbea, A. (2009b). El alero de la fachada del palacio de Pedro I en el Alcázar de Sevilla. Análisis de su estructura. En *Actas de VI Congreso Nacional de Historia de la Construcción*. Valencia, 35-44. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10261/19814>
- Almagro Gorbea, A. (2013). Planimetría de los monumentos del patrimonio mundial en Sevilla. *Apuntes del Alcázar*, (14), 72-92. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10261/123364>
- Almagro Gorbea, A., García Bueno, A., López Cruz, O. y Medina Flórez, V.J. (2010). Restauración de la fachada del palacio de Pedro I. Segunda fase, lateral derecho. *Apuntes del Alcázar de Sevilla*, (11), pp. 8-37. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10261/29535>
- Almagro Gorbea, A., García Bueno, A., López Cruz, O. y Medina Flórez, V.J. (2011). Restauración de la fachada del Palacio de Pedro I. Tercera fase, lateral izquierdo. *Apuntes del Alcázar de Sevilla*, (12), 18-25. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10261/57517>
- Almagro, A., Medina, V., García, A., Fort, R., Varas, M. J., Vázquez, M. C.,... Ariño, X. (2009c). La portada del palacio de Pedro I. Investigación y restauración. *Apuntes del Alcázar de Sevilla*, (10), 6-49. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10261/85205>
- Alves-Prado, H.F., Pavezzi, F.C., Leite, V.M., Sette, L.D. y Silva, R. (2010). Screening and production study of microbial xylanase producers from Brazilian Cerrado. *Applied Biochem. Biotechnol*, (161), 333-346.
- Baez Macías, E. (1969). *Obras de Fray Andrés de San Miguel*. Méjico: Instituto de Investigaciones estéticas, Universidad de Méjico.
- Berrie, B. (1997). Prussian blue. *Artists' pigments*. En Elisabeth West Fitzhugh (Ed.) *A handbook of their history and characteristics* (Vol. 3, 191-214). Washington: National Gallery of Art.
- Borrás Gualís, G. M. (1990a). *El Islam. De Córdoba al mudéjar*. Madrid: Silex Ediciones.
- Borrás Gualís, G. M. (1990b). *El arte mudéjar*. Teruel: Instituto de Estudios Turolenses. Excma. Diputación Provincial de Teruel.
- Borrás Gualís, G. M. (2014). *Arte Andalusí*. Madrid: Silex Ediciones.
- Bruquetas Galán, R. (2012a). Colores de artificio: comercio y producción en España hasta 1800. En *Fatto d'Archimia. Los pigmentos artificiales en las técnicas pictóricas* (69-81). Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Subdirección General de Documentación y Publicaciones.
- Bruquetas Galán, R. (2012b). El bermellón de Almadén: de Plinio a Goya. En *Fatto d'Archimia. Los pigmentos artificiales en las técnicas pictóricas* (171-181). Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Subdirección General de Documentación y Publicaciones.
- Cabeza, J.M. (2013). El Alcázar Contemporáneo. *Apuntes del Alcázar*, (14), 155-174. Recuperado de: <http://www.alcazarsevilla.org/wp-content/uploads/2014/01/Apuntes-14.pdf>
- Calero Castillo, A. I., García Bueno, A. & Medina Flórez, V. (2016). *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* (Tesis doctoral). Universidad de Granada: Granada.



- Calero Castillo, A.I., Coba Peña, A. C., Collado Montero, F.J.; Medina Flórez, V.J. (2015). 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. Días., J. Mirao (Eds.) *Actas XI Congreso Ibérico de Arqueometría*, Évora: Laboratório Hercules, 104.
- Cano Ávila, P. y Fernández Aguilera, S. (Noviembre de 2015). La epigrafía árabe en el contexto histórico del Real Alcázar. En *Actas de IV Jornadas de Investigación y Restauración en el Real Alcázar de Sevilla*. Conferencia llevada a cabo en el Ciclo de Investigación y Restauración, Sevilla. Recuperado de: [http://www.alcazarsevilla.org/wp-content/uploads/2016/05/conferencia\\_epigrafias\\_presentacion.pdf](http://www.alcazarsevilla.org/wp-content/uploads/2016/05/conferencia_epigrafias_presentacion.pdf)
- Cano Ávila, P. y Mohamed Essawi, A. T. (2004) Estudio epigráfico-histórico de las inscripciones árabes de las ventanas y portalones del Patio de las Doncellas del Palacio de Pedro I en el Real Alcázar de Sevilla. *Apuntes del Alcázar*, (5), 59-79.
- Cañas Palop, C. (Octubre de 2009). Descubriendo el Palacio Alto de Pedro I a través de sus armaduras de cubiertas y camaranchones. En S. Huerta Fernández (coord.) *Actas de Sexto Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, Valencia, 301-308. Recuperado de: [http://www.sedhc.es/biblioteca/actas/CNHC6\\_%20%2829%29.pdf](http://www.sedhc.es/biblioteca/actas/CNHC6_%20%2829%29.pdf)
- Capilla, P., Artigas, J.M. y Pujol, J. (2002). *Fundamentos de colorimetría*. Valencia: Universitat de Valencia.
- Capuz Lladró, R. (2005). *Materiales orgánicos: Maderas*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia UPV.
- Carrassón López de Letona, A. (2006). Preparaciones, dorados y policromía de los retablos en madera. En Grupo Español del IIC (Ed.) *Los retablos: Técnicas, materiales y procedimientos* (8) Recuperado de: [http://ge-iic.com/files/Curso%20retablos%202004/AnaC\\_Policromia.pdf](http://ge-iic.com/files/Curso%20retablos%202004/AnaC_Policromia.pdf)
- Chávez González, M.R. (2004). *El Alcázar de Sevilla en el siglo XIX*. Sevilla: Ed. Patronato del Real Alcázar de Sevilla.
- Clévenot, D. y Degeorge, G. (2000). *Ornamentación del Islam*. París, Ediciones Encuentro.
- Coba Peña, A. C., Calero Castillo, A.I, Collado Montero, F.J. y Medina Flórez, V.J. (Noviembre de 2015). 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 *Actas de Congreso Nacional Estudio y Conservación del Patrimonio Cultural*, Málaga: Universidad de Málaga, 13-17.
- Coba Peña, A.C.; Calero Castillo, A.I.; Collado Montero, F.J.; Hernández Pablos, A.; Medina Flórez, V. (2016). Reconstrucción virtual del color sobre la policromía del alfarje y yeserías del patio de las Doncellas. *PH Investigación*, 7.
- Coba Peña, A.C., García Bueno, A., López Cruz, O., Medina Flórez, V.J. (Octubre de 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 *Actas del X Congreso Ibérico de Arqueometría*. Castellón, 95-97.

- Coba Peña, A.C., García Bueno, A., López Cruz, O., Collado Montero, F.J., Medina Flórez, V.J. (Junio de 2013). Propuesta de ensayos de envejecimiento para la identificación de alteraciones de color en la policromía del alfarje del patio de las Doncellas, Real Alcázar de Sevilla. En actas del *X Congreso Nacional del Color. Universidad Politécnica de Valencia Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, Expresión gráfica Arquitectónica*, Sedeóptica Sociedad Española de Óptica y Forum Unesco. Universidad y Patrimonio. Valencia: Universidad de Valencia, 279-292.
- Coba Peña, A.C., García Bueno, A., Martín Sánchez, I., Medina Flórez, V.J. (Mayo de 2013). Ensayos de envejecimiento de aglutinantes y barnices, basado en los materiales identificados en la policromía del alfarje del Patio de las Doncellas, Real Alcázar de Sevilla. En actas de las *Jornadas de Innovación Científica en Adhesión. Universidad Politécnica de Valencia. Sociedad de Adhesión-Grupo Iberoamericano de Adhesión (SAGIA) y el Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio (IRP) de la Universidad Politécnica de Valencia*. Valencia: Universidad politécnica de Valencia, 77-81.
- Collado Montero, F. J., Hernández Pablos, A., Fernández Navarro, E., López Cruz, O. y Medina Flórez, V. J. (Noviembre de 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 *Actas del XVIII Congreso Internacional. Conservación y restauración de Bienes Culturales*, Granada: Universidad de Granada, 38-41.
- Collado Montero, F.J., Calero Castillo, A. I., Coba Peña, A.C. y 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.J., Melgosa, M., Fernández Navarro, E., Coba Peña A.C. y Medina Flórez, V.J. (Noviembre de 2014). Estudio colorimétrico de los azulejos del Patio de las Doncellas del Real Alcázar de Sevilla. En Actas de *LIV Congreso de Sociedad Española de cerámica y vidrio*. Badajoz: *Universidad de Extremadura*, 19-22.
- Cómez, R. (1996). *El Alcázar del Rey Don Pedro*. Sevilla: Ed. Diputación Provincial de Sevilla. Sevilla
- Cómez, R. (2013). El Alcázar bajomedieval. *Apuntes del Alcázar*, nº14, pp.119-138. Recuperado de: <http://www.alcazarsevilla.org/wp-content/uploads/2014/01/Apuntes-14.pdf>
- Comisión Internacional de Iluminación (CIE). Publicación CIE 15:2004. Colorimetry, 3rd Edition. CIE Central Bureau, Vienna, 2014.*
- Contreras, R. (1885). *La Alhambra, el Alcázar y la Gran Mezquita de Occidente*. Madrid: Imp. R. Fe.
- De los Ríos, R. A. (1875). *Inscripciones árabes de Sevilla. Prólogo de Rafael Valencia*. Sevilla: Área de cultura. Ayuntamiento de Sevilla. Patronato del Real Alcázar. Colección Alcázar.
- De los Ríos, R. A. (1844). *Sevilla pintoresca o descripción de sus más celebres monumentos*. Sevilla: Francisco Álvarez

- Díez Jorge, M. (2001). *El arte mudéjar: expresión artística de una convivencia*. Granada: Eirene. Instituto de la Paz y Conflictos. Universidad de Granada.
- Doerner, M. (1986). *Los materiales de pintura y su empleo en el arte*. Barcelona: Reverte S.A.
- Estaugh, N., Walsh, V., Chaplin, T. y Siddall, R. (2004). *The pigment compendium: a dictionary of historical pigments*. Amsterdam: Elsevier.
- Feller, R. L. (1986). Barium sulfate: natural and synthetic. En Robert L. Feller (Ed.) *Artists' pigments. A handbook of their history and characteristics* (Vol.1, 47-64). Washington: National Gallery of Art.
- Fernández Aguilera, S. (2015). Origen del palacio de Pedro I en el Alcázar de Sevilla: el mirador hoy llamado de los Reyes Católicos. *Archivo español de arte*, (352), 331-348. Doi: 10.3989/aearte.2015.21
- Fernández Olmos, A., García De La Fuente, C., Saéz Nieto, J.A. y Valdezate Ramos, S. (2010). Métodos de identificación bacteriana en el laboratorio de microbiología. *Sociedad Española de enfermedades infecciosas y microbiología clínica*, (37). Recuperado de: <https://www.seimc.org/contenidos/documentoscientificos/procedimientosmicrobiologia/seimc-procedimientomicrobiologia37.pdf>
- Fernández Puertas, A. (1972). Tabla epigráfica almohade, en *Miscelánea de Estudios Árabes y Hebraicos*, (21). Recuperado de: <http://www.alhambra-patronato.es/ria/handle/10514/5244?show=full>
- Fernández Puertas, A. (1975). El lazo de ocho occidental o Andaluz. *Al-Andalus: Revista de la Escuela de Estudios Árabes de Madrid y Granada*, 40(1), 199-203.
- Fernández Puertas, A. (1997). *The Alhambra: from the ninth century to Yüsuf I (1354)*. Londres: Saqi Books, Vol.1.
- Fiedler, I. y Bayard, M. A. (1997). Emerald green and Sheele's Green. En Elisabeth West Fitzhugh (Ed.) *Artists' pigments. A handbook of their history and characteristics* (Vol.3, 219-272). Washington: National Gallery of Art.
- Garay, R.M. (2009). Efectos de dos protectores superficiales en las propiedades de tableros de madera después de un año de exposición a la intemperie. *Información Tecnológica*, 20, 123-130.
- Garmendia, I. (2003). Mecanismos de Degradación y Sistemas de Protección en Barnices y Pinturas Frente a Agentes Externos. *PROTECMA*, 5. Recuperado de: [www.esinal.es](http://www.esinal.es)
- Gestoso Pérez, J. (1889). *Sevilla Monumental y Artística*. Sevilla: Imp. El Conservador.
- Gestoso Pérez, J. (1899). *Guía del Alcázar de Sevilla*. Sevilla: Escuela Tipográfica Salesiana.
- Gettens, R. J., Kühn, H. y Chase, T. (1997). Lead White. En Ashok Roy (Ed.) *Artists' pigments. A handbook of their history and characteristics* (Vol. 2, 67-81). Washington: National Gallery of Art.

- Gettens, R.J. y West Fitzhugh, E. (1997a). Azurite and Blue Verditer. En Ashok Roy (Ed.) *Artists' pigments. A handbook of their history and characteristics*. (Vol.2, 183-202). Washington: National Gallery of Art.
- Gettens, R.J., Feller, R.L. y Chase, W. T. (1972). Vermilion and cinnabar. *Studies in conservation*, 17(2), p. 45-69
- Gettens, R.J., Feller, R.L. y Chase, W. T. (1997). Vermilion and Cinnabar. En Ashok Roy (Ed.) *Artists' pigments. A handbook of their history and characteristics* (Vol.2, 159-182). Washington: National Gallery of Art.
- Gettens, R.J., West Fitzhugh, E. y Feller, R.L. (1974). Calcium Carbonate Whites. *Studies in Conservation*, 19(3), 157-184.
- Gettens, R.J.; West Fitzhugh, E. (1997b). Malachite and Green Verditer. En En En Ashok Roy (Ed.) *Artists' pigments. A handbook of their history and characteristics* (Vol.2, 183-202). Washington: National Gallery of Art.
- Giannini, C. y Roani, R. (2008). *Diccionario de restauración y diagnóstico*. San Sebastián: Edit. Nerea
- Gómez-Moreno Martínez, M. (1975). *Unas de mis teorías de lazo*. Cuadernos de la Alhambra, (10-11), 11-20.
- Gómez-Moreno Martínez, M. (2001). *La carpintería en Granada*. Granada: Instituto Gómez-Moreno de la Fundación Rodríguez Acosta.
- González Ramírez, M. I. (1995) *El trazado geométrico en la ornamentación del Alcázar de Sevilla*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- González, E. y Martínez, A. (1997). *Tratado del dorado, plateado y su policromía. Tecnología, conservación y restauración*. Valencia: Departamento de conservación y restauración de bienes culturales, Universidad de Valencia.
- Gutscher, D., Mühlethaler, B., Portmann, A. y Reller, A. (1989). Conversion of azurite into tenorite. *Studies in conservation*, 34(3), 117-122.
- Harley, R. D. (2001). *Artists' pigments c. 1600-1835. A study in english documentary sources*. Londres: Archetype Publications.
- Helwig, K. (2007). "Iron oxide pigments: natural and synthetic". En Barbara H. Berrie (Ed.) *Artists' pigments. A handbook of their history and characteristics* (Vol. 4, 39-110). Washington: National Gallery of Art.
- Hernández Nuñez, J.C. y Morales, A.J. (1999). *El Real Alcázar de Sevilla*. Londres: Scala Publishers en asociación con Adeasa S.A.
- Huang, M., Liu, H., Gui, G., Luo, M. y Melgosa, M. (2012). Evaluation of threshold color differences using printed samples. *J. Opt. Soc. Am. A.*, 26(6), 883-891.
- International Organization for Standardization (ISO) and International Commission on Illumination

- International Organization for Standardization (ISO) e International Commission on Illumination (CIE). Colorimetry – Part 6: CIEDE2000 colour-difference formula. ISO/CIE 11664-6:2014*
- International Organization for Standardization (ISO). ISO 11664-4: 2008. Colorimetry - Part 4: CIE 1976 L\*a\*b\* Colour space. ISO 11664-4:2008*
- International Organization for Standardization (ISO). Paints and varnishes. Determination of gloss value at 20°, 60° and 85°. UNE-EN ISO 2813:2014.*
- International Organization for Standardization (ISO). Paints and varnishes. Natural weathering of coatings. Exposure and assesment. UNE-EN ISO 2810:2004*
- International Organization for Standardization (ISO). Vertical signs. Test of natural weathering. Method of exposure to direct weathering. Charecteristics and test method. UNE 135335:2005*
- João Melo, M. y Miguel, C. (2012). The making of vermilion in medieval Europe: historically accurate reconstructions from *The book on hoe to make colours En Fatto d'Archimia. Los pigmentos artificiales en las técnicas pictóricas* (181-196). Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Subdirección General de Documentación y Publicaciones.
- Kelkheim, R. (2008). *Policromía y ornamentación*. Madrid: Agualarga
- Kirby, J. y Saunders, D. (2004). Fading and color change of Prussian blue: methods of manufacture and the influence of extenders. *National Gallery Technical Bulletin*, 25, 73-99.
- Kroustallis, S. (2012). El color de las palabras: problemas terminológicos e identificación de los pigmentos artificiales En *Fatto d'Archimia. Los pigmentos artificiales en las técnicas pictóricas* (53-67). Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Subdirección General de Documentación y Publicaciones.
- Kühn, H. (1986). Zinc White. En Robert L. Feller (Ed.) *Artists' pigments. A handbook of their history and characteristics* (vol.1, 169-185). Washington: National Gallery of Art.
- Kühn, H. y Curran, M. (1986). Chrome Yellow and other chromate pigments. En Robert L. Feller (Ed.) *Artists' pigments. A handbook of their history and characteristics* (Vol 1, 187-218). Washington: National Gallery of Art.
- Lacarra Ducay, M. C. (2006). *Arte mudéjar en Aragón, León, Castilla, Extremadura y Andalucía*. Zaragoza: Institución Fernando el Católico. Diputación de Zaragoza. Zaragoza.
- Ladero Quesada, M. A. (1992). El crecimiento económico de la corona de Castilla en el siglo XV: ejemplos andaluces. *Medievalia*, (10), 217-235.
- Lavado Paradinas, P. J. (1981). El arte mudéjar desde la visión castellana. En *Actas del II Simposio Internaciones de Mudejarismo: Arte*. Teruel: Instituto de Estudios Turolenses. Diputación provincial de Teruel, 23-33.

- Lleó Cañal, V. (2002). *El Real Alcázar de Sevilla*. Ayuntamiento de Sevilla: Patronato del Real Alcázar.
- Lleó Cañal, V. (2013). El Alcázar. *Apuntes del Alcázar*, (14), 20-30. Recuperado de: <http://www.alcazarsevilla.org/wp-content/uploads/2014/01/Apuntes-14.pdf>
- López Cruz, O., García Bueno, A. & Medina Flórez, V. (2012). *Las policromías de la fachada del Palacio de Pedro I en el Real Alcázar de Sevilla* (Tesis doctoral). Universidad de Granada, Granada.
- 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., García Bueno, A., Medina Flórez, V.J., Sánchez Navas, A. y Velilla, N. (2015). Pictorial materials used in the polychrome decorations of the façade of the palace of King Pedro I (The Royal Alcázar of Seville, Spain). *Materiales de Construcción*, 65(318). Recuperado de: <http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/viewArticle/1687/2062>
- López Guzmán, R. (2000). *Arquitectura mudéjar. Del Sincretismo medieval a las alternativas hispanoamericanas*. Madrid: Ediciones Cátedra.
- López Pertíñez, M.C. (2006). *La carpintería en la arquitectura nazarí*. Granada: Fundación Rodríguez Acosta.
- López de Arenas, D. (1997). *Breve compendio de la carpintería de lo blanco y tratado de alarifes. Sevilla 1633*. Madrid: Edit. Visor.
- Mactaggart, P. y Mactaggart, A. (1980). Refiners' Verditors. *Studies in Conservation*, 25(1), 37-45.
- Manzano Martos, R. (1983). *Poeta y vida literaria en los Reales Alcázares de Sevilla*. Sevilla: Real Academia de las Buenas Letras de Sevilla.
- Manzano Martos, R. (1992). *La Alhambra, el universo mágico de la Granada Islámica*. Madrid: Anaya.
- Manzano Martos, R. (2003). *Los conservadores municipales del Real Alcázar*. Sevilla: Patronato del Real Alcázar de Sevilla.
- Manzano, R. (2013). Los patios y jardines del Alcázar de Sevilla. *Apuntes del Alcázar*, (14), 177-196. Recuperado de: <http://www.alcazarsevilla.org/wp-content/uploads/2014/01/Apuntes-14.pdf>
- Marín Fidalgo, A. M. (1988). Los jardines del alcázar durante los siglos XVI-XVII. *Cuadernos de la Alhambra*, (24), 109-142.
- Marín Fidalgo, A. M. (1990). *El Alcázar de Sevilla bajo los Austrias*. Sevilla: Ediciones Guadalquivir.

- Marín Fidalgo, A. M. (1992). *Guía de los Reales Alcázares de Sevilla*. Sevilla: Ediciones Guadalquivir
- Marín Fidalgo, A. M. (2013). La arquitectura del Alcázar en la edad de Carlos V. *Apuntes del Alcázar*, (14), 139-154. Recuperado de: <http://www.alcazarsevilla.org/wp-content/uploads/2014/01/Apuntes-14.pdf>
- Marín Fidalgo, A.M. (2006). *El Real Alcázar de Sevilla bajo los Borbones: el reinado de Felipe V (1700-1746)*. Sevilla: Ediciones Guadalquivir.
- Martínez, A. y González, E. (1997). *Tratado del dorado, plateado y su policromía. Tecnología, conservación y restauración*. Valencia: Universidad politécnica de Valencia.
- Masschelein Kleiner, L. (2004). *Los solventes*. Centro Nacional de Conservación y Restauración DIBAM, Santiago de Chile: Chile.
- Matteini, M. y Moles, A. (2008). *La química en la restauración*. San Sebastián: Edit. Nerea
- Mayer, R. (1985). *Materiales y técnicas de arte*. Madrid: Edit. Hermann Blume.
- Mérida Álvarez, M.D. (Octubre del 2000). Construcción y restauración del Real Alcázar de Sevilla en el periodo isabelino (1843-1868). En Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción. Sevilla.
- Messía de la Cerda Y Pita, L. F. (1998). *Heráldica española: el diseño heráldico*. Arganda del Rey, Madrid: EDIMAT.
- Mora Vicente, G. M. y Ramírez López, I. (2015). Restauración del alfarje del rey en el Cuarto Real Alto. *Apuntes del Alcázar de Sevilla*, (16), 142-174. Recuperado en: <http://www.alcazarsevilla.org/wp-content/uploads/2015/apuntes-16-2015/>
- Morales, A. J. (1987). *Las claves del arte islámico. Como identificarlo*. Barcelona: Ariel.
- Morales, A. J. (2006). *El Alcázar del rey Don Pedro y los palacios mudéjares Sevillanos*. Zaragoza: Institución Fernando el católico (C.S.I.C.) Excm. Diputación de Zaragoza Zaragoza, Colección Actas Arte, nº 2.617.
- Newman, R. (1997). Chromium Oxide Greens. Chromium oxide and hydrated chromium oxide. En Elisabeth West Fitzhugh (ed.) *Artists' pigments. A handbook of their history and characteristics* (Vol. 3, 273-294). Washington: National Gallery of Art.
- Nöller, R. (2015). Cinnabar reviewed: characterization of the red pigment and its reactions. *Studies in Conservation*, 60(2), 79-87.
- Nuere Matuco, E. (2003). *La carpintería de armar española*. Madrid: Editorial Munilla-Lería.
- Oliva Herrer, R. H. (2007). El mundo rural en la corona de Castilla. *Edad Media. Revista de Historia*, (8), 295-328. Recuperado de: <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/9649>
- Orihuela Uzal, A. (1996). *Casas y palacios nazaríes. Siglos XIII-XV*. Barcelona: El legado andalusí, Lunwerg editores.

- Orihuela Uzal, A. (2007). La casa andalusí: un recorrido a través de su evolución. *Artigrama*, (22), 371-419. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10261/16403>
- Pacheco, F. (2001) *El arte de la pintura*. Madrid: Edit. Cátedra
- Palet, A. (2002) *Tratado de pintura. Color, pigmentos y ensayo*. Barcelona: Universitat de Barcelona
- Palomino de Castro y Velasco, A. (1947) *El museo pictórico y la escala óptica*. Madrid: Aguilar.
- Pavón Maldonado, B. (1975). *El arte hispano musulmán en su decoración geométrica*. Madrid: Instituto hispano-árabe de cultura, Ministerio de Cultura.
- Pavón Maldonado, B. (1981). *El arte hispano musulmán en su decoración floral*. Madrid: Instituto hispano-árabe de Cultura, Ministerio De Cultura.
- Pavón Maldonado, B. (1988). *Arte toledano. Islámico y Mudéjar*. Madrid: Instituto Hispano Árabe de cultura.
- Pedrola, A. (1998). *Materiales, procedimientos y técnicas pictóricas*. Barcelona: Ariel S.A.
- Pérez Ferrer, J. C. y Fernández Aguilera, S. (2009). Estudio y conservación del alfarje de la Alcoba Real del palacio de Pedro I en el Real Alcázar de Sevilla. *Apuntes del Alcázar de Sevilla*, (10), 51-68. Recuperado de: <http://www.alcazarsevilla.org/wp-content/pdfs/APUNTES/apuntes10/index.html>
- Pérez Ferrer, J. C. y Fernández Aguilera, S. (2012). Alfarje del vestíbulo oriental del palacio bajo de Pedro I en el Real Alcázar de Sevilla. *Apuntes del Alcázar de Sevilla*, (13), 90-111. Recuperado de: [http://www.alcazarsevilla.org/wp-content/uploads/2013/02/Apuntes\\_13.pdf](http://www.alcazarsevilla.org/wp-content/uploads/2013/02/Apuntes_13.pdf)
- Pérez Ferrer, J.C. y Fernández Aguilera, S. (2002). La restauración de la media naranja del salón de embajadores. *Apuntes del Alcázar de Sevilla*, (3), Recuperado de: <http://www.alcazarsevilla.org/wp-content/pdfs/APUNTES/apuntes3/>
- Pérez Ferrer, J.C. y Fernández Aguilera, S. (2010). La Restauración del artesonado de la sala del techo de Carlos V. *Apuntes del Alcázar de Sevilla*, (11), 38-61. Recuperado de: <http://www.alcazarsevilla.org/wp-content/pdfs/APUNTES/apuntes11/apuntesdelalcazar11.html>
- Pérez Ferrer, J.C. y Fernández Aguilera, S. (2012). Alfarje del vestíbulo oriental del palacio bajo de Pedro I en el Real Alcázar de Sevilla. *Apuntes del Alcázar de Sevilla*, (13), 90-112. Recuperado de: [http://www.alcazarsevilla.org/wp-content/uploads/2013/02/Apuntes\\_13.pdf](http://www.alcazarsevilla.org/wp-content/uploads/2013/02/Apuntes_13.pdf)
- Pérez Ferrer, J.C. y Fernández Aguilera, S. (2014). Los alfarjes derecho e izquierdo del vestíbulo del palacio de Pedro I. *Apuntes del Alcázar de Sevilla*, (15), 131-147. Recuperado de: <http://www.alcazarsevilla.org/wp-content/uploads/2015/01/APUNTES-ALCAZAR-15-BAJA.pdf>



- Pérez Ferrer, J.C. y Fernández Aguilera, S. (2016). Restauración del techo de la Alhanía de la antigua capilla del palacio mudéjar del Alcázar de Sevilla. En *Apuntes del Alcázar de Sevilla*, (17). Recuperado de: <http://www.alcazarsevilla.org/wp-content/uploads/2017/04/Apuntes-del-Alcazar-17.pdf>
- Pérez Ferrer, J.C. y Sánchez Aguilera, S. (2004a). La restauración de las pinturas murales de la alberca del Patio de las Doncellas del Palacio de Pedro I. *Apuntes del Alcázar*, (5). Recuperado de: <http://www.alcazarsevilla.org/wp-content/pdfs/APUNTES/apuntes5/index.htm>
- Pérez Ferrer, J.C. y Sánchez Aguilera, S. (2004b). La restauración de los portalones y ventanas del patio de las Doncellas. Palacio de Pedro I en el Real Alcázar de Sevilla. En *Apuntes del Alcázar de Sevilla*, (5). Recuperado de: <http://www.alcazarsevilla.org/wp-content/pdfs/APUNTES/apuntes5/>
- Plesters, J. (1997). Ultramarine blue, natural and artificial. En Ashok Roy (Ed.) *Artists' pigments. A handbook of their history and characteristics* (Vol. 2, 37-66). Washington: National Gallery of Art.
- Porras Gil, C. (2010). *Arte islámico*. Madrid: Creaciones Vincent Gabriele.
- Ramírez López, I. y Ramírez López, I.M. (2011) Estudio y restauración de la armadura del comedor de familia. *Apuntes del Alcázar de Sevilla*, (12), 40-87. Recuperado de: <http://www.alcazarsevilla.org/wp-content/uploads/2012/10/Apuntes-del-Real-Alc%C3%A1zar-de-Sevilla.-N%C3%BAmero-12-68-Mb.pdf>
- Ramírez López, I. y Rodríguez Méndez, C. (2000). La conservación de la carpintería de lo blanco en el Alcázar. *Apuntes del Alcázar de Sevilla*, (1). Recuperado de: <http://www.alcazarsevilla.org/wp-content/pdfs/APUNTES/apuntes1/index.html>
- Regas, R., Giordano, C. y Palmisiano, N. (2010) *Guía visual del palacio con más historia de España. Real Alcázar de Sevilla*. Barcelona: dosdearte Ediciones.
- Rinaldi, S., Quartullo, G., Milaneschi, A., Pietropaoli, R., Occorsio, S., Constantini Scala, F., y Virno, C. (1986). *La fabbrica dei colori. Pigmenti e colorante nella pittura e nella tintoria*. Roma: Il Bagatto.
- Robador, M.D., Duran, A., Jimena, P., Pérez Rodríguez, J.L., Jiménez De Haro, M. C. y Justo, A. (Noviembre de 2005). Los revestimientos y pinturas del estanque del Patio de las Doncellas del Real Alcázar de Sevilla. En *Actas de VI Congreso Ibérico de Arqueometría*. Universitat de Girona, 197-201.
- Rodríguez Moreno, C. (2006). El patio de las Doncellas del Alcázar de Sevilla en el Siglo XIV. Su análisis espacial a través de la infografía. *Boletín de la Real Academia de Bellas Artes de Nuestra Señora de las Angustias de Granada*, (13), 30-55. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10481/35445>
- Rodríguez Moreno, C. (2015). *El palacio de Pedro I en los Reales Alcázares de Sevilla. Estudio y análisis*. Sevilla: Editorial Universidad de Sevilla, Fundación Focus Abengoa.

- Ruiz Souza, J. C. (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(2), 305-331. Recuperado de: <http://revistas.ucm.es/index.php/ANHA/article/view/42841>
- San Andrés, M., Sancho, N. y De La Roja, J.M. (2010). Alquimia: pigmentos y colorantes históricos. *ANALES: Real Sociedad Española de Química*, 106 (1), 58-65. Recuperado de: <http://analesdequimica.es/index.php/AnalesQuimica/article/view/326>
- Sanz Infante, F., Latour, S., Neves, M., Bastet, E., Pishedda, D., Piñeiro, G.,... y Faria, C. (2006). *Aplicaciones industriales de la madera de Pino Pinaster*. Ourense: Fundación para el Fomento de la Calidad Industrial y Desarrollo Tecnológico de Galicia.
- Sarasa Sánchez, E. (2006). *La sociedad mudéjar. Arte mudéjar en Aragón, Castilla, Extremadura y Andalucía*. Zaragoza: Institución Fernando el Católico. Diputación de Zaragoza,
- Tabales Rodríguez, M.A. (2003). Investigaciones arqueológicas en el Patio de las Doncellas. *Apuntes del Alcázar*, (4). Recuperado de: <http://www.alcazarsevilla.org/wp-content/pdfs/APUNTES/apuntes4/index.htm>
- Tabales Rodríguez, M.A. (2005). Patio de las Doncellas del Palacio de Pedro I de Castilla. Génesis y transformación. *Apuntes del Alcázar*, (6). Recuperado de: <http://www.alcazarsevilla.org/wp-content/pdfs/APUNTES/apuntes6/index.htm>
- Tabales Rodríguez, M.A. (2013). Origen y Alcázar islámico. *Apuntes del Alcázar*, (14), 93-118. Recuperado de: <http://www.alcazarsevilla.org/wp-content/uploads/2014/01/Apuntes-14.pdf>
- Toajas Roger, M.A. (1997) *Edición anotada y estudio preliminar del Breve compendio de la carpintería de lo blanco y tratado de alarifes de Diego López de Arenas (Sevilla, 1633)*. Madrid: Visor Libros S.L.
- Torres Balbás, L. (1944). El más antiguo alfarje conservado en España. *Al-Ándalus*. Madrid, 9(2). Recuperado de: <http://oa.upm.es/34133/>
- Tubino, D.F.M. (1886). *Arquitectura hispano-visigoda y árabe española. El Alcázar de Sevilla. Una iglesia mozárabe*. Sevilla: C. Segovia de los Ríos.
- Valentín, N. (2004). El biodeterioro de materiales orgánicos. *Jornadas Monográficas Prevención del biodeterioro en archivos y bibliotecas*, Instituto del Patrimonio Histórico Español, 84-89. Recuperado de: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.508.5786&rep=rep1&type=pdf>
- Valverde, J.C. y Moya, R. (2010). Efectos de la intemperie en el color de dos acabados aplicados en madera de cedrela odorata y carapa. *Maderas: Ciencia y tecnología*, 12(3), 171-180. Doi: 10.4067/S0718-221X2010000300002
- Villarquide, A. (2004). *La pintura sobre tela I. Historiografía, técnicas y materiales*. San Sebastián: Nerea.
- Vivancos, V. (2007) *La conservación y restauración de pintura de caballete y pintura sobre tabla*. Madrid: Tecnos.

- Walker, A. (2007). *La enciclopedia de la madera. 150 tipos de madera del mundo*. Barcelona: Blume.
- Watanabe, T. (2010) *Pictorial atlas of soil and seed fungi: morphologies of cultured fungi and key to species*. Australia: 3rd ed. Boca Raton: CRC Press/Taylor & Francis
- West Fitzhugh, E. (1986). Red lead and Minium. En Robert L. Feller (Ed.) *Artists' pigments. A handbook of their history and characteristics* (Vol.1, 109-140). Washington: National Gallery of Art.
- Winter, J. y West Fitzhugh, E. (2007). Pigments based on carbon. En Barbara H. Berrie (Ed.) *Artists' pigments. A handbook of their history and characteristics* (Vol. 4, 1-31). Washington: National Gallery of Art.
- Yarza Luaces, J. (1982). Metodología y técnicas de investigación en lo Mudéjar. En *Actas del II Simposio Internacional de mudejarismo: Arte*. Teruel: Instituto de Estudios Turolenses, Diputación Provincial de Teruel.
- Zalbidea Muñoz, M.A. y Gómez Rubio, R. (2011-2012) Revisión de los estabilizadores de los rayos UV. *Arché, publicación del instituto universitario de restauración del patrimonio de la UPV*, (6), 495-504. <http://hdl.handle.net/10251/34642>
- Zolle Betegón, L. (2003) *Los alcázares reales en la época de los Austrias*. Madrid: Edilupa Ediciones.



