

Examen científico del Retablo Mayor de la Iglesia del Carmen de Córdoba



Lourdes Martín García
Marta Sameño Puerto

*Departamento de Análisis.
Centro de Intervención del IAPH*

Palabras clave

Retablo / Iglesia del Carmen / Córdoba / Estratigrafía
capas pictóricas / Identificación fibras textiles / Identificación maderas / Biodeterioro

Resumen

La iglesia de Nuestra Señora de los Carmelitas Calzados de Córdoba alberga en su interior el Retablo Mayor diseñado por Sebastián Vidal que contiene dieciséis pinturas de Valdés Leal.

Se han realizado los estudios de caracterización de los materiales constitutivos de las diferentes piezas que forman parte del retablo, así como el diagnóstico de las distintas alteraciones biológicas existentes.

I. Introducción histórico-artística

La Iglesia de Nuestra Señora de los Carmelitas Calzados de Córdoba (J.L. Coto y col., 1998) fue fundada en 1542, siendo su estructura interior reformada en el siglo XVII. En 1656, Valdés Leal concluyó una serie de pinturas que habían sido contratadas un año antes, y que integran el retablo mayor de la iglesia. La arquitectura del retablo fue realizada por Pedro Freile de Guevara en 1639, según un trazado de Sebastián Vidal, maestro mayor de la catedral cordobesa.

El templo ya estaba concluido cuando se concertó el retablo del altar mayor con Valdés Leal a mediados del siglo XVII. En 1835, después de la Desamortización, la iglesia fue abandonada durante mucho tiempo, por lo que las pinturas sufrieron importantes daños, siendo las más afectadas las de la parte superior del retablo. Esto hizo dudar a los historiadores de la originalidad de algunas de las obras, que fueron restauradas en su mayoría entre 1897-1898 gracias al estudioso Enrique Romero de Torres, aunque algunos de los daños fueron ya irreparables.

En la década de los 80 fueron restaurados los lienzos de "Santa María Magdalena de Pazzi con Santa Inés" y "Santa Apolonia con una Santa Carmelita". Sobre el año 1970 también fueron intervenidos los lienzos de "Elías y los profetas de Baal" y "Elías y el Ángel", siendo restaurados de nuevo en 1991, al igual que las "Cabezas cortadas", con motivo de la exposición monográfica dedicada a Juan Valdés Leal, que tuvo lugar en el Museo de Bellas Artes de Sevilla.

Son destacables las diferencias estilísticas existentes entre el conjunto arquitectónico y el de las pinturas que lo integran, ya que mientras las pinturas muestran un marcado espíritu barroco, la arquitectura presenta características propias del manierismo.

El retablo está realizado en madera dorada y policromada. Consta de ático, cuerpo principal dividido en tres calles mediante cuatro ejes columnarios y banco.

En la zona central del ático se encuentra la pintura sobre lienzo de "La Virgen de los Carmelitas". En las dos calles laterales se encuentran las pinturas de los mártires "San Acisclo" y "Santa Victoria".

En las calles laterales del cuerpo principal, dividido a su vez en tres partes, encontramos en la zona superior las pinturas de "San Miguel Arcángel" y "San Rafael Arcángel". En la zona media las cabezas cortadas de "San Juan Bautista" y "San Pablo" y en la zona inferior "Elías y los profetas de Baal" y "Elías y el Ángel". En la zona central del cuerpo principal se encuentra la pintura sobre lienzo "La Ascensión de Elías".

En el banco se encuentran las pinturas de "Santa María Magdalena de Pazzi con Santa Inés" y "Santa Apolonia con Santa Syncletes".

2. Identificación de soportes

2.1. Soporte lignario

La madera, al ser un material natural de origen biológico, se caracteriza por poseer una serie de propiedades con un alto grado de diversidad y variabilidad. El análisis macroscópico de la madera ha de complementarse con el microscópico, mediante el cual se puede asegurar la identificación de la especie, o al menos del género.

Se tomaron cinco muestras de zonas poco visibles y de pequeño tamaño, teniendo en cuenta las tres caras en las que se han de realizar los cortes para su correcta identificación. En todos los casos se recurrió a análisis microscópicos de la estructura celular. Las secciones observadas son: radial, tangencial y transversal; en las cuales se analizan los distintos caracteres anatómicos.

Las muestras de madera han de ser inspeccionadas tanto a la lupa binocular como al microscopio óptico para lo cual necesitan una preparación previa:

- Observación previa de la madera al estereomicroscopio (lupa binocular) a través de objetivos entre 5 y 50 aumentos.
- Preparación de las muestras: puesta en ebullición de la muestra de madera en un vaso de precipitado lleno de agua destilada, hasta que el bloque se hunda.
- Nueva observación de las muestras al estereomicroscopio y realización de cortes, mediante bisturí, de las secciones: transversal, perpendicular a los haces del árbol; longitudinal radial, paralela a los haces del árbol, pasando por el centro del tronco; longitudinal tangencial, paralela a los haces del árbol, pero no pasando por el centro del tronco (R. N. Berti, 1979).
- Observación al microscopio óptico con luz transmitida de las distintas secciones. Las observaciones se realizan a 50, 100 y 200 aumentos.

Así se realizó la determinación de la especie vegetal a la que pertenece la muestra de madera analizada. La determinación de la especie leñosa se realiza mediante bibliografía especializada en anatomía de la madera [Berti, R.N. (1979); Cutler, D. F. y col. (1987); García Esteban, L. y col. (1996); Fioravanti, M. (1989); Miles, A. (1978); Schweingruber, F.H. (1990)].

En general, en muchos de los casos estudiados no es posible determinar la especie por lo que, o bien aparece el género, o bien la familia a la que pertenece dicha especie. Los resultados obtenidos se constataron con los datos históricos de la obra.

Localización de las muestras:

RC.M1 Banco zona izquierda

RC.M2 Base de banco

RC.M3 Escudo de los Patronos. Zona corona (reverso)

RC.M4 Tablas traseras de los lienzos

RC.M5 Columna central derecha

Resultados:

Muestra: RC.M1, RC.M2

Especie: *Pseudotsuga* sp.

Familia: PINACEAE

Nombre común: Pino de Oregón, abeto de Douglas

Figura: I

Se tomó una muestra de madera de la zona izquierda del banco y otra de su base que se identificaron como madera de pino de Oregón o abeto de Douglas.

Se observaron canales resiníferos rodeados por 7-12 células secretoras de paredes gruesas y una marcada transición entre la madera temprana y la tardía (sección transversal); radios monoseriados con 8-15 células redondeadas (sección tangencial); traqueidas transversales presentes en los radios, de 1 a 2 punteaduras piceoides por campo de cruce, pared espiral delgada formando un ángulo de 10 a 15° sobre el eje vertical (sección radial).

Es una madera de albura amarillenta, duramen rojizo, fibra recta y grano medio. Es insípida y posee olor resinoso.

Muestra: RC.M3, RC.M4, RC.M5

Especie: *Larix* sp.

Familia: PINACEAE

Nombre común: Alerce

Figura: 2

Se tomaron tres muestras de madera de distintas zonas, tanto de la arquitectura como de las pinturas que forman parte del retablo. Se estudió una muestra del Escudo de los Patronos (reverso de la corona), situado en la zona superior izquierda del retablo; otra de las tablas traseras de los lienzos; y, por último, otra de la columna central derecha. Se identificó la madera como alerce.

Se observaron canales resiníferos rodeados por 8-12 células secretoras o epiteliales gruesas y una marcada transición entre la madera temprana y la tardía (sección transversal); radios monoseriados con 1-15 células de altura (sección tangencial) y traqueidas transversales presentes en los radios, así como 1-2 punteaduras piceoides por campo de cruce (sección radial).

Se trata de una madera de albura amarillenta, duramen pardo, fibra recta y grano medio. Es insípida e inodora.

Conclusiones

Todas las maderas analizadas pertenecen a árboles del grupo de las gimnospermas (coníferas). Esta madera es homóxila (presenta homogeneidad en sus elementos). Posee traqueidas, cuya función es de conducción y de soporte y células parenquimáticas. En la sección transversal se observan: traqueidas tardías, traqueidas primaverales, radios parenquimáticos monoseriados y canales resiníferos. Los canales resiníferos son aberturas elípticas o circulares, cuya estructura está constituida de un número variable de células epiteliales que pueden excretar diversas sustancias resinosas (M. Fioravanti, 1989).

La madera del género *Pseudotsuga* fue introducida en Europa en el siglo XIX (F.H. Schweingruber,

1990), lo cual no concordaba con los datos históricos obtenidos acerca del Retablo Mayor de esta iglesia. Sin embargo, hubo una modificación de la estructura a principios de siglo, por lo que es probable que se añadiera este tipo de madera.

2. 2. Soporte textil

El reconocimiento de las fibras textiles del soporte se realiza, habitualmente, por observación microscópica de la apariencia longitudinal y transversal de las fibras.

Antes de proceder al examen microscópico, es conveniente eliminar los restos de cola, barniz u otras sustancias que pueda tener el tejido. Para ello se sumerge en una solución acuosa diluida de carbonato sódico y se lleva a ebullición. El tejido así tratado se coloca sobre un portaobjetos, separando bien las fi-

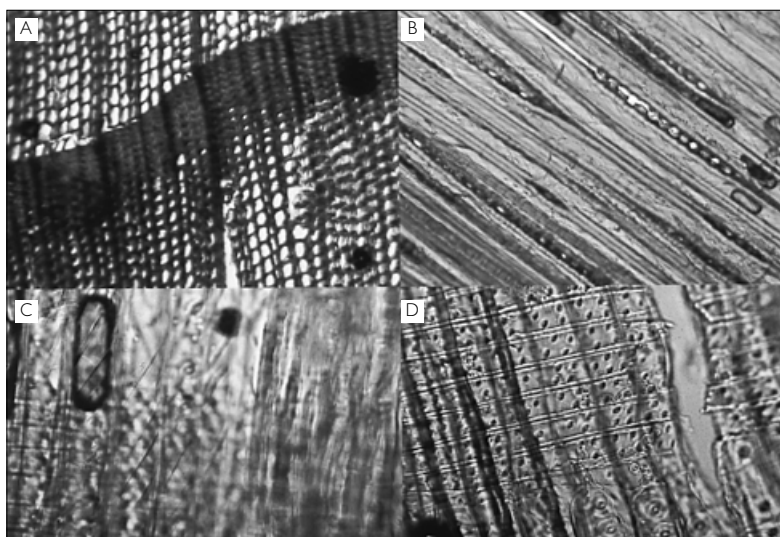


Fig. 1 - *Pseudotsuga* sp: A: Sección transversal, 50X; B: Sección tangencial, 100X; C y D: Sección radial, 200X

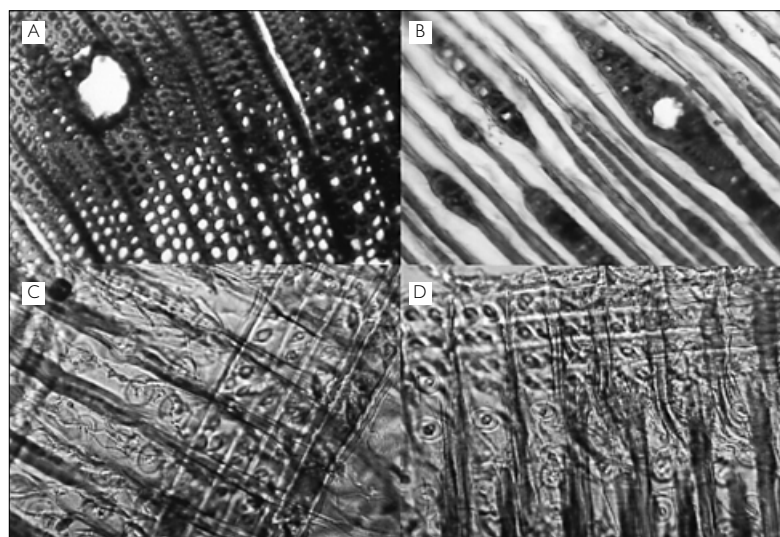


Fig. 2 - *Larix* sp: A: Sección transversal, 50X; B: Sección tangencial, 100X; C y D: Sección radial, 200X

bras, con la ayuda de unas agujas enmangadas y se estudia al microscopio óptico con luz transmitida polarizada estudiando su morfología, diámetro, agrupaciones, etc.

Cuando existe muestra suficiente, una primera observación de la apariencia del tejido e hilos constituyentes al microscopio estereoscópico y al microscopio óptico, a bajos aumentos, nos permite conocer la estructura del tejido: la torsión de los hilos en la urdimbre y en la trama, la estructura de los mismos (hilos simples o retorcidos), el tipo de ligamento, etc.

Se extrajo una pequeña muestra de tejido del lienzo "La Ascensión de Elías" para llevar a cabo la identificación de las fibras textiles del tejido original.

Las fibras del tejido, tanto de la trama como de la urdimbre, fueron analizadas e identificadas como lino por su morfología microscópica. Asimismo se determinó que el ligamento del tejido era de tipo tafetán.

3. Estudio de capas pictóricas

El seccionamiento transversal de una muestra tomada de una obra de arte proporciona una importante información sobre la técnica de ejecución y su estado de conservación.

La importancia de esta sección transversal resulta clara si se piensa que la mayoría de las obras tienen una estructura formada por estratos superpuestos, de los que sólo son visibles los más externos. Las modificaciones que, a lo largo del tiempo, ha sufrido la obra tienen también una estructura estratiforme, ya se trate de intervenciones humanas o transformaciones debidas al tiempo o al ambiente.

El objetivo principal de esta investigación es la identificación de los materiales presentes en la obra así como el estudio de la superposición de estratos pictóricos en la estratigrafía.

Para realizar este estudio la metodología de trabajo seguida fue la siguiente:

- Examen preliminar con el microscopio estereoscópico de los fragmentos de pintura extraídos.

- Preparación de los cortes estratigráficos: los fragmentos de pintura, una vez estudiados con el microscopio estereoscópico y seleccionados los más significativos, se engloban en una resina de metacrilato y se cortan perpendicularmente para obtener la sección transversal.

- Observación al microscopio óptico con luz reflejada de la estratigrafía: estudio de la superposición de capas pictóricas, aspecto morfológico de las mismas e identificación de los pigmentos más evidentes.

- Estudio al microscopio electrónico de barrido (SEM) y microanálisis elemental mediante energía dispersiva de rayos X (EDAX) de la sección transversal para la determinación elemental de los componentes inorgánicos de la pintura: pigmentos y cargas.

Resultados:

Imprimación

Sobre el tejido de lino se aplicó una primera imprimación, de color terroso, constituida por la mezcla de tierras, ricas en óxidos de hierro, y calcita.

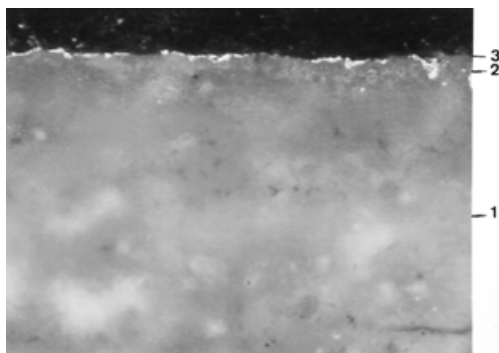
En la mayoría de las muestras analizadas se observa sobre la capa anterior la existencia de una segunda imprimación de color blanco grisáceo, elaborada con blanco de plomo mezclado con esmalte, cuya finalidad es aclarar el color de la imprimación rojiza.

Capas de color

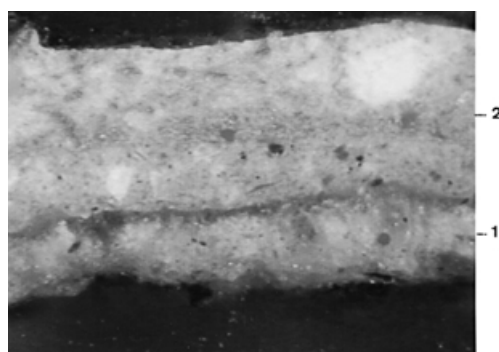
El estudio de la superposición de capas en la pintura así como de los pigmentos empleados permiten conocer, desde un punto de vista microscópico, la forma de aplicación del color.

Se han analizado un total de dieciséis muestras que van a ser descritas a continuación. Las secciones transversales se han fotografiado todas con luz reflejada en el microscopio óptico y la secuencia de capas debe ser leída de abajo hacia arriba. Los aumentos que se especifican en cada microfotografía corresponden a los aumentos del microscopio a los que la muestra fue estudiada y fotografiada.

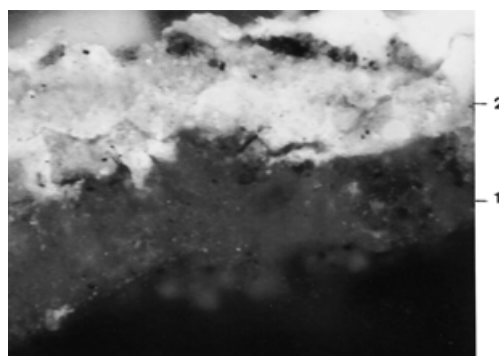
ARQUITECTURA DEL RETABLO

**RCD-1. Dorado; escudo, parte superior derecha. 200X**

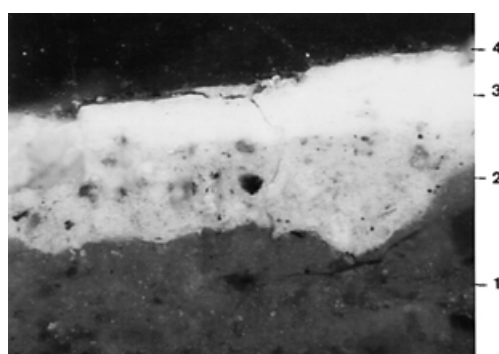
- 1) Capa de preparación blanquecina compuesta por sulfato cálcico y cola animal. Tiene un espesor máximo de 500 μm .
- 2) Capa de bol rojo. Tiene un espesor de 15 μm .
- 3) Pan de oro. Tiene un espesor inferior a 5 μm .

"LA VIRGEN DE LOS CARMELITAS"**RCD-2. Rojo, canto del libro sostenido por la monja carmelita. 200X**

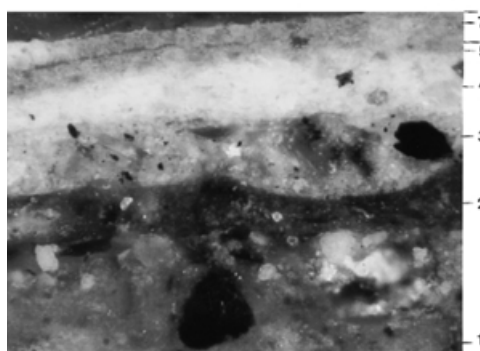
- 1) Capa de imprimación marrón rojiza compuesta por tierras y calcita. Tiene un espesor superior a 50 μm .
- 2) Capa de color rojo compuesta por tierra roja, laca roja y blanco de plomo. Su espesor oscila entre 30 y 35 μm .

**RCD-3. Blanco; manga del primer personaje de la derecha. 200X**

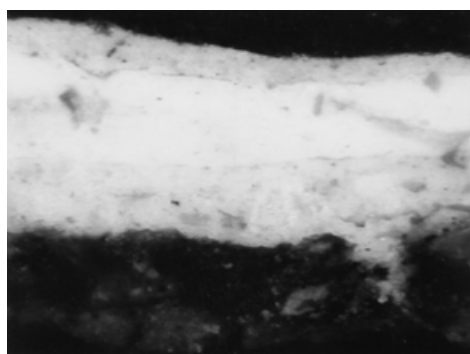
- 1) Capa de imprimación marrón rojiza compuesta por tierras y calcita. Tiene un espesor superior a 190 μm .
- 2) Capa de color blanquecino compuesta por blanco de plomo y trazas de carbón. Su espesor oscila entre 95 y 125 μm .

**RCD-4. Carnación; mano de una de las monjas carmelitas. 200X**

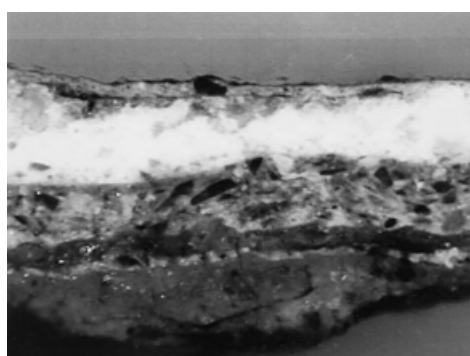
- 1) Capa de imprimación marrón rojiza compuesta por tierras y calcita. Tiene un espesor superior a 185 μm .
- 2) Capa de color rosado compuesta por blanco de plomo, laca roja, bermellón, tierra roja y carbón. Su espesor oscila entre 65 y 75 μm .
- 3) Capa de color rosado pálido compuesta por blanco de plomo y cantidades mínimas de bermellón, esmalte y carbón animal. Su espesor oscila entre 30 y 95 μm .
- 4) Capa pardusca mezcla de barniz y suciedad. Tiene un espesor inferior a 5 μm .

"SANTA VICTORIA"**RCD-6. Rojo; parte inferior del manto. 200X**

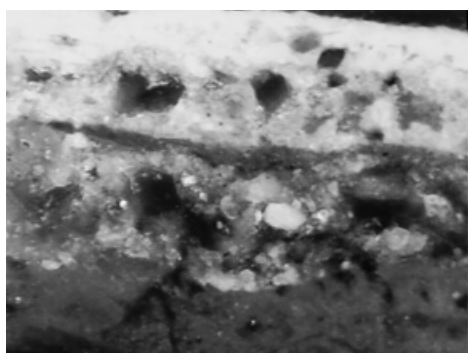
- 1) Capa de imprimación marrón rojiza compuesta por tierras y calcita. Tiene un espesor superior a 155 μm .
- 2) Capa de color pardo compuesta por blanco de plomo y tierras. Su espesor oscila entre 30 y 45 μm .
- 3) Capa de color pardo grisáceo compuesta por blanco de plomo, esmalte y trazas de tierras. Su espesor oscila entre 30 y 45 μm .
- 4) Capa de color blanquecino compuesta por blanco de plomo y trazas de carbón. Su espesor oscila entre 15 y 40 μm .
- 5) Capa de color rojo compuesta por bermellón, blanco de plomo y trazas de sombra. Su espesor oscila entre 15 y 20 μm .
- 6) Fina capa discontinua de laca roja. Su espesor oscila entre 0 y 5 μm .
- 7) Capa de color rojo compuesta por bermellón y blanco de plomo. Su espesor oscila entre 5 y 15 μm .
- 8) Capa de color rojo discontinua compuesta por laca roja. Tiene un espesor inferior a 5 μm .

**RCD-7. Carnación; pómulos izquierdo. 200X**

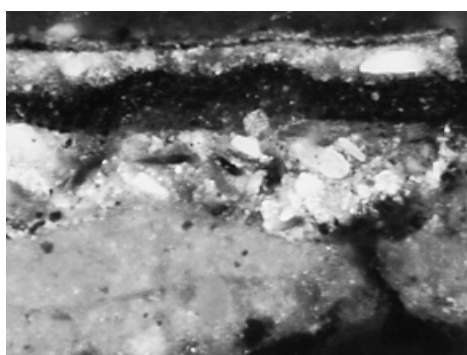
- 1) Capa de imprimación marrón rojiza compuesta por tierras y calcita. Tiene un espesor superior a 125 μm .
- 2) Capa de color rosado compuesta por blanco de plomo, tierra roja, bermellón, laca roja y esmalte. Su espesor oscila entre 45 y 60 μm .
- 3) Capa de color rosado pálido compuesta por blanco de plomo y cantidades mínimas de tierra roja y esmalte. Su espesor oscila entre 30 y 45 μm .
- 4) Capa de color blanquecino compuesta por blanco de plomo. Su espesor oscila entre 10 y 15 μm .

**RCD-8. Verde oscuro; manga derecha del vestido. 100X**

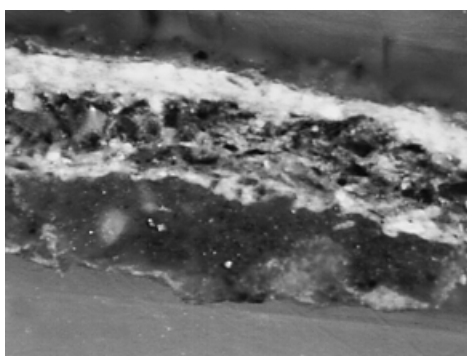
- 1) Capa de imprimación marrón rojiza compuesta por tierras y calcita. Tiene un espesor superior a 125 μm .
- 2) Capa de color grisáceo compuesta por blanco de plomo y esmalte. Su espesor oscila entre 5 y 15 μm .
- 3) Capa de color pardusco compuesta por tierras y calcita. Su espesor oscila entre 20 y 25 μm .
- 4) Capa de color grisáceo compuesta por blanco de plomo y esmalte. Su espesor oscila entre 55 y 65 μm .
- 5) Capa de color marrón rojizo compuesta por blanco de plomo, tierras y laca roja. Tiene un espesor medio de 10 μm .
- 6) Capa de color verdoso compuesta por blanco de plomo, azurita, esmalte, amarillo de plomo y estaño y tierras. Su espesor oscila entre 95 y 125 μm .
- 7) Capa marrón de naturaleza orgánica. Tiene un espesor inferior a 5 μm .
- 8) Capa de color verde compuesta por blanco de plomo, verde de cobre, tierra verde, ocre y carbón. Su espesor oscila entre 5 y 10 μm .

**RCD-9. Blanco; parte baja del vestido. 200X**

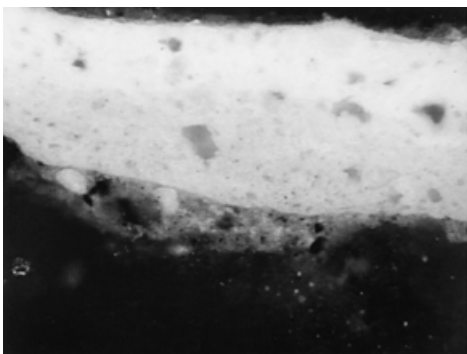
- 1) Capa de imprimación marrón rojiza compuesta por tierras y calcita. Tiene un espesor superior a 155 μm .
- 2) Capa de color grisáceo compuesta por blanco de plomo, esmalte y trazas de tierra. Su espesor oscila entre 65 y 75 μm .
- 3) Capa de color azulado compuesta por blanco de plomo y esmalte. Su espesor oscila entre 45 y 65 μm .
- 4) Capa de color blanquecino compuesta por blanco de plomo y cantidades mínimas de esmalte, laca y carbón. Su espesor oscila entre 5 y 15 μm .
- 5) Capa pardusca de barniz. Tiene un espesor inferior a 5 μm .

"SAN ACISCLO"**RCD-10. Verde, parte baja del vestido. 200X**

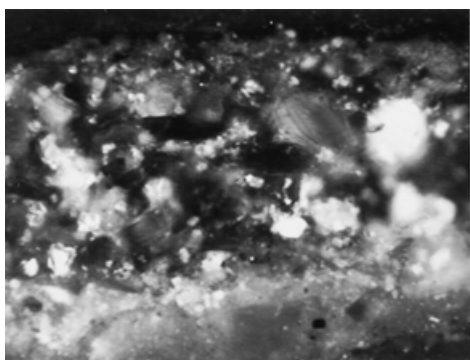
- 1) Capa de imprimación marrón rojiza compuesta por tierras y calcita. Tiene un espesor superior a 155 μm .
- 2) Capa de color grisáceo compuesta por blanco de plomo y esmalte. Su espesor oscila entre 5 y 50 μm .
- 3) Capa de color pardusco compuesta por tierras y calcita. Su espesor oscila entre 20 y 25 μm .
- 4) Capa de color verde compuesta por blanco de plomo, verde de cobre y calcita. Su espesor oscila entre 45 y 95 μm .
- 5) Capa de color verde compuesta por blanco de plomo y verde de cromo. Tiene un espesor de 5 μm .

"SAN MIGUEL ARCÁNGEL"**RCD-12. Rojo; manto, parte lateral izquierda, parte superior. 100X**

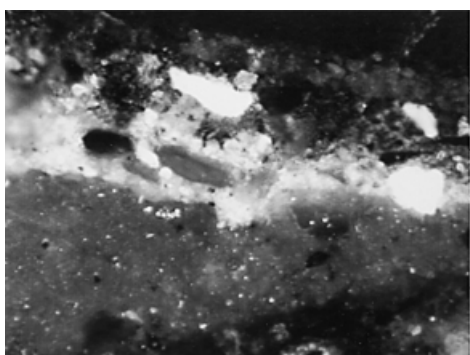
- 1) Capa de color rojo compuesta por bermellón y blanco de plomo. Tiene un espesor máximo de 30 μm .
- 2) Capa marrón rojiza compuesta por tierras y calcita. Su espesor oscila entre 30 y 60 μm .
- 3) Capa de color grisáceo compuesta por blanco de plomo y esmalte. Su espesor oscila entre 75 y 95 μm .
- 4) Capa de color rojo compuesta por bermellón y blanco de plomo. Su espesor oscila entre 40 y 50 μm .
- 5) Capa de color rojo compuesta por laca roja. Tiene un espesor inferior a 5 μm .
- 6) Capa de color rojo compuesta por bermellón y blanco de plomo. Su espesor oscila entre 10 y 15 μm .

**RCD-13. Carnación; laguna encima de la rodilla derecha. 200X**

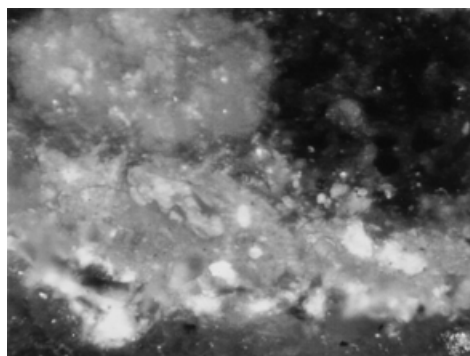
- 1) Capa de imprimación marrón rojiza compuesta por tierras y calcita. Tiene un espesor superior a 140 μm .
- 2) Capa de color grisáceo compuesta por blanco de plomo y esmalte. Su espesor oscila entre 10 y 15 μm .
- 3) Capa de color rosado compuesta por blanco de plomo y cantidades mínimas de tierra roja, azurita y laca. Su espesor oscila entre 65 y 95 μm .
- 4) Capa de color rosado compuesta por blanco de plomo y pequeñas cantidades de bermellón, laca roja, esmalte y carbón. Su espesor oscila entre 25 y 45 μm .
- 5) Capa pardusca de barniz. Tiene un espesor inferior a 5 μm .

**RCD-14. Azul oscuro; coraza. 200X**

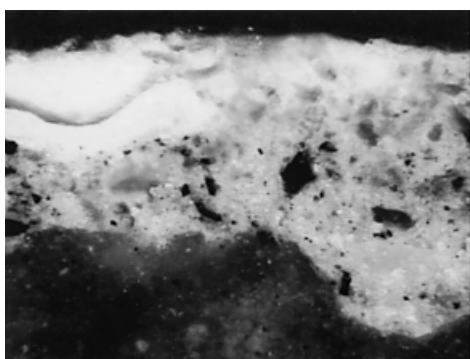
- 1) Capa de imprimación marrón rojiza compuesta por tierras y calcita. Tiene un espesor superior a 125 μm .
- 2) Capa de color azul grisáceo compuesta por blanco de plomo y esmalte. Su espesor oscila entre 125 y 130 μm .
- 3) Capa de color azul compuesta por azurita, blanco de plomo y tierras. Tiene un espesor de 5 μm .
- 4) Capa pardusca de naturaleza orgánica. El espectro EDAX de esta capa muestra la presencia de, además del compuesto orgánico (no identificable con esta técnica), tierras y un pigmento a base de cobre lo que indicaría que se trata con toda probabilidad de un barniz coloreado. Su espesor oscila entre 10 y 15 μm .

"SAN RAFAEL ARCÁNGEL"**RCD-15. Verde; túnica. 200X**

- 1) Capa de imprimación marrón rojiza compuesta por tierras y calcita. Tiene un espesor superior a 155 μm .
- 2) Capa de color grisáceo compuesta por blanco de plomo, esmalte y trazas de tierras. Su espesor oscila entre 30 y 65 μm .
- 3) Capa de color gris azulado compuesta por blanco de plomo, esmalte, tierra roja y laca roja. Su espesor oscila entre 40 y 45 μm .
- 4) Capa de color verde compuesta por blanco de plomo, verde de cobre y calcita. Su espesor oscila entre 15 y 25 μm .

"LA ASCENSIÓN DE ELÍAS"**RCD-16. Verde oscuro; vegetación, lateral derecho. 200X**

- 1) Capa de imprimación marrón rojiza compuesta por tierras y calcita. Tiene un espesor superior a 60 μm .
- 2) Capa de color grisáceo compuesta por blanco de plomo y esmalte. Su espesor oscila entre 10 y 20 μm .
- 3) Capa de color rojo naranja compuesta por tierra roja y blanco de plomo. Su espesor oscila entre 25 y 60 μm .
- 4) Capa de color verde compuesta por blanco de plomo, esmalte, calcita y verde de cobre o azurita (los gruesos cúmulos azul verdosos que se observan en la fotografía son una mezcla de azul y verde de cobre). Su espesor oscila entre 125 y 155 μm .

"SAN JUAN BAUTISTA"**RCD-19. Grisáceo; cielo, lateral superior. 200X**

- 1) Capa de imprimación marrón rojiza compuesta por tierras y calcita. Tiene un espesor superior a 315 μm .
- 2) Capa de color grisáceo compuesta por blanco de plomo, esmalte y trazas de tierra. Su espesor oscila entre 95 y 190 μm .
- 3) Capa de color blanquecino discontinua (sólo aparece en un lado de la muestra) compuesta por blanco de plomo. Su espesor oscila entre 0 y 60 μm .

Conclusiones

Existe una gran similitud, en general, entre las estratigrafías de los distintos lienzos. La única excepción corresponde a las muestras de "La Virgen de los Carmelitas", en las cuales la secuencia estratigráfica es más sencilla (tienen menor número de capas) careciendo, además, de la doble imprimación presente en los restantes lienzos.

La imprimación o preparación, de color terroso, está constituida por la mezcla de tierras, ricas en óxidos de hierro, y calcita. El espesor medio de esta capa es de 100 µm.

Superpuesta a esta capa -con la excepción del lienzo "La Virgen de los Carmelitas"- aparece una segunda imprimación coloreada, de un tono grisáceo, compuesta por blanco de plomo y esmalte. Este último pigmento ha sufrido el oscurecimiento o agrisamiento característico del esmalte apareciendo en las estratigrafías como cristales grises, casi negros. Esta segunda imprimación está presente en todos los colores estudiados con la excepción de la carnación de "Santa Victoria". En ocasiones, se observa la repetición de la secuencia imprimación marrón - imprimación grisácea, una o dos veces. El espesor de esta capa oscila de 15 a 90 µm.

Las carnaciones están compuestas, generalmente, por dos capas: la primera, de un tono más intenso, compuesta por blanco de plomo, bermellón, tierra roja, laca y trazas de azurita, carbón o esmalte y una segunda capa, de color rosa pálido, compuesta por blanco de plomo y cantidades mínimas de los pigmentos anteriores (probablemente se trata del mismo color pero con mayor cantidad de blanco de plomo). En algunos casos, sobre esta capa, se ha aplicado una pincelada de luz con blanco de plomo.

Los tonos rojos están compuestos por tres o cuatro capas de color, en las que existe una alternancia de capas de bermellón mezclado con blanco de plomo con capas de laca roja. En el caso del rojo de "La Virgen de los Carmelitas" existe una única capa de color rojo compuesta por tierra roja, laca roja y blanco de plomo.

La sucesión de capas en los verdes es más compleja, presentando una o varias imprimaciones marrones y grisáceas seguidas por dos capas de verde. La capa verde inferior está constituida por blanco de plomo, calcita, azurita y/o esmalte y un pigmento amarillo, generalmente ocre o amarillo de plomo y estaño; la capa verde superior está compuesta por verde de cobre y blanco de plomo.

En la muestra correspondiente a la arquitectura del retablo encontramos la capa de preparación blanquecina (de sulfato cálcico y cola animal), una capa de bol rojo y el pan de oro.

En el estudio se han identificado los siguientes pigmentos:

- Blancos: blanco de plomo (carbonato básico de plomo) y calcita (carbonato cálcico)
- Rojos: tierra roja (silicatos arcillosos coloreados por óxidos de hierro), bermellón (sulfuro de mercurio), laca roja (colorante orgánico fijado sobre una carga inerte, generalmente hidróxido de aluminio) y bol rojo (arcilla caolinífera con óxidos de hierro)
- Amarillos: ocre (aluminosilicatos coloreados por óxidos de hierro hidratados) y amarillo de plomo y estaño (óxido de plomo y estaño)
- Azules: azurita (carbonato básico de cobre) y esmalte (vidrio potásico con cobalto)
- Marrones y pardos: tierras (silicatos arcillosos coloreados por óxidos de hierro)
- Verdes: verde de cobre (acetato o carbonato de cobre) y verde de óxido de cromo (óxido de cromo)
- Metálicos: oro
- Negros: carbón

4. Estudio de agentes biodeteriorantes

La madera y el tejido, como cualquier material de naturaleza orgánica, están sujetos a una degradación natural que depende de varios factores y, principalmente, de las condiciones ambientales a las que están sometidos. Los fenómenos de biodeterioro de los materiales orgánicos son causados por diversos organismos con características metabólicas diferentes. Los principales responsables son organismos y microorganismos heterótrofos como hongos, bacterias, actinomicetos e insectos. Pocos de estos agentes de degradación tienen la capacidad de atacar todos los tipos de materiales, debido a su diferente composición química (G. Caneva y col., 1994).

El deterioro de la madera y los tejidos, por tanto, no es innato al material sino que es debido al ataque por parte de agentes externos y sobre todo a agentes de naturaleza biótica (insectos, hongos, bacterias, etc.).

Los microorganismos provocan alteraciones químicas, mecánicas y cromáticas en los soportes constitutivos de las obras de arte. Los daños observados mayoritariamente son los provocados por bacterias y hongos, los cuales tienen afinidad por los soportes ricos en sustancias proteicas y celulósicas, respectivamente. Los hongos más frecuentemente encontrados son los llamados Hyphomycetes y, entre ellos, cuatro especies pertenecientes a los géneros *Alternaria*, *Cladosporium*, *Aspergillus* y *Penicillium*.

De los insectos que viven a expensas de la madera existen diversas especies que pertenecen prevalentemente a algunas familias de escarabajos (Orden

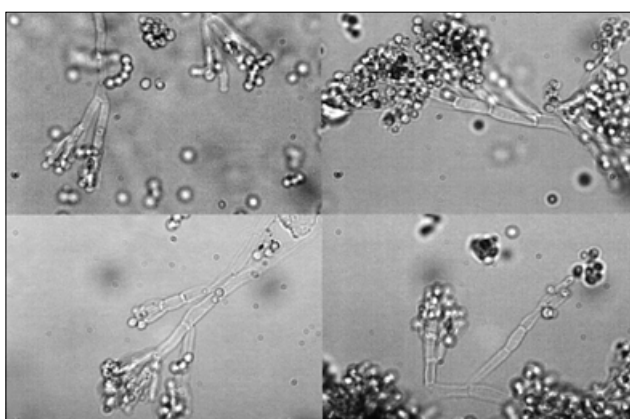
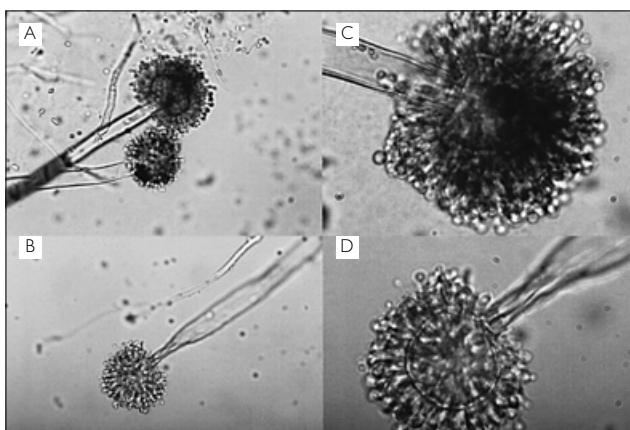


Fig. 3 - *Aspergillus* sp. (conidióforos y conidios). A y B: 200X; C y D: 500X

Fig. 4 - *Penicillium* sp. (conidios y conidióforos), 500X

Coleoptera), como *Anobiidae*, *Cerambycidae*, *Lyctidae*, *Curculionidae* y de termitas (Orden *Isoptera*), como *Kalotermitidae* y *Rhinotermitidae*.

Se realizó una inspección visual de todo el retablo para determinar la presencia de microorganismos o insectos causantes de un posible deterioro. Además se observaron las muestras de madera, recogidas para su identificación, con el fin de encontrar cualquier posible agente biológico deteriorante. Junto a las muestras de madera se recogieron restos muy deteriorados con multitud de galerías causadas por insectos xilófagos.

Se tomaron distintas muestras de madera transformada, serrín, polvo, manchas, etc. La observación y la toma de muestras se realizó en el mes de enero.

a. Microorganismos

Las muestras de microorganismos se tomaron en tubos estériles, para su posterior análisis y determinación. En este caso concreto se trata de detectar la presencia de posibles microorganismos causantes del deterioro del soporte. Para ello se realizaron los cultivos necesarios para su estudio y, posteriormente, se identificaron las colonias desarrolladas mediante bibliografía especializada (M.B. Ellis, 1993).

b. Insectos

Se observaron las muestras al estereomicroscopio y al microscopio óptico. Se procedió a su determinación mediante bibliografía especializada (G. Liotta, 1998).

Localización de las muestras:

a. Microorganismos

RC.H1	<i>Santa Catalina</i>
RC.H2	<i>San Acisclo</i>
RC.H3	<i>Virgen del Carmen</i>
RC.H4	<i>San Rafael</i>
RC.H5	<i>El Rapto de Elías</i>

b. Insectos

RC.I1	<i>Tablas traseras de lienzo</i>
RC.I2	<i>Banco</i>

Resultados:

Se han observado distintos microorganismos deteriorantes en algunas de las muestras tomadas, así como excrementos de insectos xilófagos (Anóbidos).

a. Microorganismos

Muestra bacterianas	Colonias fúngicas	Colonias bacterianas
---------------------	-------------------	----------------------

RC.H1	+	+
RC.H2	+	+
RC.H3	+	+
RC.H4	+	+
RC.H5	-	+

En la muestra RC.H1, tomada del reverso de la pintura "Santa Catalina", se observó la presencia de hifas, conidióforos y conidios de *Penicillium* sp. y *Aspergillus* sp. (ver figura 3).

La muestra RC.H2 se tomó de la pintura "San Acisclo". Se observó el desarrollo de un micelio de color blanquecino perteneciente a un hongo del género *Penicillium* (ver figura 4) y otra especie del género *Aspergillus*.

La muestra RC.H3 se tomó del reverso de la pintura "Virgen del Carmen" y, tras el desarrollo de las colonias en el medio de cultivo, éstas se observaron al estereomicroscopio y al microscopio óptico, encontrándose un micelio con conidióforos del género *Aspergillus*, en concreto la especie *Aspergillus melles*; y otro micelio con conidióforos del género *Penicillium*.

Por último, en el caso de la muestra RC.H4, se observó el desarrollo de colonias de *Penicillium*.

En la muestra RC.H5, junto con todas las anteriores, se observa crecimiento de colonias bacterianas.

Hongos Imperfectos o Deuteromicetes (Hyphomycetes):

Penicillium sp.

Se caracteriza por poseer conidióforos (estructuras fructíferas o reproductoras), de los cuales, sus últimas ramas son fiálides verticiladas (también llamadas esterigmatas). Las penúltimas ramas se denominan métulas. El pie o estipe, a veces, es llamado conidióforo. Los fiálides forman cadenas de conidios (esporas). Los conidios de algunas especies forman en su superficie una ornamentación en la fase de maduración, tras separarse del conidióforo.

Aspergillus sp.

Posee colonias delimitadas, de coloración variada, a menudo verdosas o amarillentas, a veces marrones o negras. Micelio en parte inmerso, en parte superficial. Conidióforos macronematosos, mononematosos, incoloros o con la parte superior parda, ápice terminado en una vesícula esférica o clavada, cuya superficie está recubierta por pequeñas ramas o fiálides. En el caso de que posea ramas, éstas están en una o varias series, dependiendo de la especie, y la rama terminal siempre es una fiálide. Conidios formando cadenas, esféricos, de coloración variada, lisos, rugosos, verrugosos, etc.

Los hongos son organismos microscópicos que destruyen la pared celular de la madera y la cohesión de los tejidos, reduciendo su resistencia mecánica. Además causan un daño químico a los soportes en los que se desarrollan debido a las sustancias que excretan al exterior; así como una acidificación del material constitutivo de la obra en estudio. Por otro lado, debido a la emisión de pigmentos por parte de estos microorganismos, se observa también un deterioro estético de la obra.

Las zonas del retablo más expuestas al ataque son aquellas que están en contacto con el muro. Esto puede ser debido a humedad ascendente por capilaridad, a infiltraciones o a la escasa ventilación que poseen estas zonas. La temperatura también favorece el ataque de hongos (20-30°C).

b. Insectos

Entre las muestras de madera se encontraron restos de excrementos de insectos xilófagos y otros más pequeños que los anteriores.

RC.M1 Se observaron tres tipos de excrementos de insectos xilófagos, pero mayoritariamente son de Coleópteros anóbidos (ver figura 5).

RC.M2 Sólo aparecieron excrementos pequeños y restos de madera transformada, posiblemente de termitas (ver figura 5).

RC.M3 En este caso sólo se observaron excrementos de anóbidos.

Se observaron restos de madera y excrementos de insectos xilófagos, lo que nos da una idea del tipo de plaga que está atacando o ha atacado el soporte. En este caso concreto se han identificado mayoritariamente como excrementos de anóbidos. No se pudo obtener ningún insecto adulto.

Entre los restos de serrín que se tomaron en las distintas zonas del retablo, se observaron los excrementos pequeños asociados a excrementos mayores de la familia *Anobiidae* cuya especie más representativa es: *Anobium punctatum* De Geer (Coleóptero, Anóbido), y excrementos de *Cerambycidae*: *Hylotrupes bajulus* L. (Coleóptero, Cerambícido). Además se encontraron también restos de un ejemplar adulto de *Cossonus* sp. (Coleóptero, Curculionido).

También se observaron multitud de orificios y galerías en la madera. Los orificios de salida de los anóbidos tienen un diámetro de 1,5 -2 mm. Junto a estos orificios aparecen otros más pequeños (menos de 1 mm. de diámetro) que pueden pertenecer a Calcídidos.

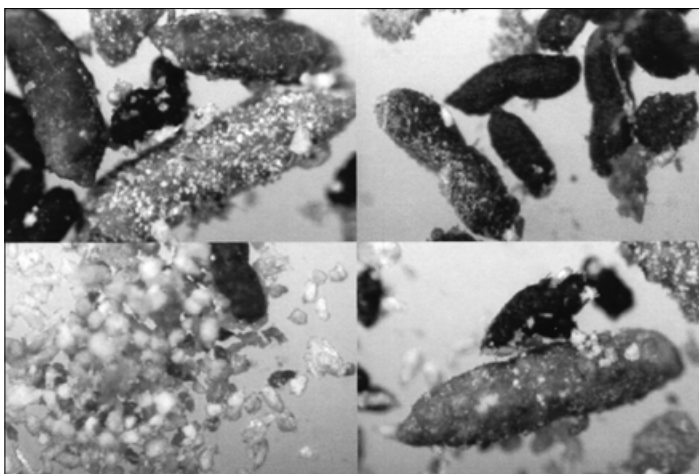


Fig. 5 - Restos de serrín y excrementos de anóbidos y termitas, 50X

Los otros excrementos encontrados pertenecen a termitas y a cerambícidos, pero no se dispuso de ningún ejemplar para poder estudiar la especie.

No se puede asegurar que los tipos de insectos xilófagos que están infestando el retablo sean los anteriormente descritos. Se trata sólo de una hipótesis basada en restos de madera, en la forma y tamaño de los excrementos y en el tipo y tamaño de las galerías que se han observado durante la inspección.

Por otro lado se ha observado la presencia puntual de un ejemplar de los llamados comúnmente "gorgojo": *Cossonus* sp., asociado a madera húmeda generalmente con desarrollo de hongos.

Conclusiones

Tras el estudio de los distintos tipos de degradación detectados y de sus posibles causas, se puede comprender la importancia de identificar la especie leño-

sa de la cual están constituidas las distintas estructuras del retablo. Esto es para valorar mejor la extensión de las zonas más susceptibles de ataque.

Es evidente también la necesidad de adoptar una serie de intervenciones (tratamientos preservativos, ventilación de algunas zonas, necesidad de impedir la condensación, organización de inspecciones periódicas, ...) para evitar el inicio y la extensión del ataque biológico.

Por otro lado, sería necesario también realizar una serie de ensayos con distintos biocidas, en una fase posterior de intervención, para proceder a la elec-

ción de los productos más idóneos en función de su eficacia contra los agentes biológicos de alteración. Además de los ensayos de eficacia de distintos fungicidas e insecticidas, es necesario realizar otros ensayos consistentes en el estudio de las posibles interacciones de estos productos con los soportes sobre los que se aplicarán.

Por último, siempre que sea posible, se debe recurrir a tratamientos no tóxicos desinfección-desinsección mediante gases inertes, de las estructuras y elementos del retablo que puedan ser retirados del mismo.

Bibliografía

BERTI, RAFAELLO .N. (1979). La struttura anatomica del legno ed il riconoscimento dei legnami italiani di piu corrente impiego. Consiglio Nazionale delle ricerche. Istituto del Legno, Firenze.

CANEVA, G.; NUGARI, M.P.; SALVADORI, O. (1994). *La Biologia nel Restauro*. Nardini Editore, Firenze.

COTO J.L.; SÁNCHEZ, C. (1998). *El Retablo Mayor de la Iglesia del Carmen de Córdoba*. Consejería de Cultura, Junta de Andalucía, Sevilla.

CUTLER, D. F.; RUDALL, P.J.; GASSON, P.E. Y GALE, M.O. (1987). *Root Identification Manual of trees and Shrubs*. Chapman and Hall, London.

DOERNER, MAX (1998). *Los materiales de pintura y su empleo en el arte*. Barcelona, Reverté.

ELZINGA-TER HAAR, G. (1971) "On the use of the electrón microprobe in analysis of cross- sections of paint sample". *Studies in Conservation*, vol.16, nº 2, p.41.

ELLIS, M. B. (1993). *Dematiaceous, Hyphomycetes*. Cab International, UK.

FIORAVANTI, M. (1989). Identificazione anatomica del legno di larice ed abete rosso: un problema che si rinnova. Il restauro del legno. Nardini editore, Firenze. Vol. I, p.p. 85-90

GARCÍA ESTEBAN, L.; GUINDEO CASASÚS, A Y PALACIOS DE PALACIOS, P. (1996). *Madera de coníferas. Anatomía de géneros*. Fundación Conde del Valle de Salazar.

LIOTTA, G. (1998). *Gli Insetti e i Danni del Legno*, Nardini Editore, Firenze.

MARTÍN, L. (1996). "Técnicas analíticas aplicadas a la conservación de Bienes Muebles: el estudio estratigráfico de películas pictóricas". *PH, Boletín del IAPH*, nº 16, pp. 30-37.

MILES, A. (1978). *Photomicrographs of World Woods*. Building Research Establishment, HMSO, London.

MONTAGNA, G. (1993). *I Pigmenti*. Nardini Editore, Firenze.

PLESTER, JOYCE (1956). "Cross-sections on Chemical Analysis of Paint Samples". *Studies in Conservation*, vol.2, nº 3, pp. 110-157.

SCHWEINGRUBER, F.H. (1990). *Microscopy wood anatomy*. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, Birmensdorf, Zürcher A. G.

VILLAVECCIA, V. (1963). *Química Analítica Aplicada*, Tomo II. Gustavo Gili, Barcelona.