Manual de Buenas Prácticas

Restauración de madera, yeso y cerámica

redalh

innovando la tradición

Manual de Buenas Prácticas

Restauración de madera, yeso y cerámica

redalh

innovando la tradición

EDICIÓN
Patronato de la Alhambra y Generalife

DIRECCIÓN
María del Mar Villafranca Jiménez
Directora General

DIRECCIÓN CIENTÍFICA
Francisco A. Lamolda Álvarez
Jefe de Servicio de Conservación y Protección

COORDINACIÓN GENERAL
Elena Correa Gómez
Jefa del Departamento de Restauración

Ramón Rubio Domene
Jefe del Taller de Restauración de Yeserías y Alicatados

COORDINACIÓN ADJUNTA
creARTE. Gestión y Cultura S.L.

AUTORES DE LOS TEXTOS
María José Estremera Linares
Elena Correa Gómez
Ramón Rubio Domene
Eva Carreño Robles
Soledad Gómez Vílchez
Emilio Caro Rodríguez

TRADUCCIÓN AL ÁRABE
Waddah Mahmoud

DISEÑO Y MAQUETACIÓN
Catálogo Publicidad

IMPRIME
Imprenta Luque

D.L.: GR 1569-2014

© de la edición: Patronato de la Alhambra y Generalife
© de los textos: sus autores y Patronato de la Alhambra y Generalife
© de las imágenes: sus autores y propietarios legales

CRÉDITOS FOTOGRÁFICOS
Pepe Marín
Studiosur Producciones S.L.
Juan Carlos Fernández
Ramón Rubio
Elena Correa
Taller de Restauración de Maderas
Taller de Restauración de Yeserías y Alicatados
Antonio Hidalgo
Ana López
Archivo de la Alhambra
Imágenes de Wikipedia

El Patronato de la Alhambra y Generalife ha hecho lo posible por identificar las fuentes de algunos documentos fotográficos, no habiendo sido podido en todos los casos, pedimos disculpas, quedando todos sus derechos reservados a sus autores y legítimos propietarios.

El Patronato de la Alhambra y Generalife quiere expresar su profundo agradecimiento a las siguientes instituciones, entidades y personas:

Dirección Regional de Cultura de la Región de Tánger-Tetuán, Escuela de Artes y Oficios de Tetuán, Escuela Taller de Tetuán, Museo de la Kasbah de Tánger, Departamento de Conservación y Mantenimiento, Departamento de Informática del Patronato de la Alhambra y Generalife, Talleres de carpintería, cerámica y yeso de la provincia de Granada y de la Región de Tánger-Tetuán participantes en el proyecto y Centro Albayzín.
Mohamed Ettakkal, Mehdi Zouak, Anass Sordo,Brahim Salimi, Bouzaid Bouabid, Abdellatif El Boudjay, Ahmed el Hakim, Larbi Mesbahi, Charafdine Majdouline, Larbi Mesbahi, Brahim Mlilou, Fatima Bouchmal, Ali Bekkouri, Ilias Toub, Abdeljalil Rourou, Jamila Derrazi, Jamila Edderraz, Nazha Ahmed Outahar,Tarik Moujoud, Anas Sedrati,Touria Mehdaoui, Carmen de los Reyes, Alicia Rodríguez, Napoleón Morillas, Patricia Bellamy, María José Domene, Antonio Zubeldía, Emilia López, Roberto Porcel, Antonio Urquízar, Bachar Okdeh.

Este Manual de Buenas Prácticas ha sido subvencionado por la Unión Europea dentro del Programa de Cooperación Transfronteriza España-Fronteras Exteriores, dentro de las Actividades 3 y 4 del proyecto REDALH. PATRIMONIO CULTURAL TRANSFRONTERIZO: CREACIÓN DE REDES DE GESTIÓN DE PROFESIONALES DEL PATRIMONIO.

Programa Cooperación Transfronteriza España-Fronteras Exteriores
Unión Europea
Fondo Europeo de Desarrollo Regional
Invertimos en su futuro

Junta de Andalucía
Patronato de la Alhambra y Generalife
Consejería de Educación, Cultura y Deporte

المملكة المغربية
وزارة الثقافة
المديرية الجهوية للثقافة تطوان
Reino de Marruecos
Ministerio de Cultura
Dirección Regional de Tánger Tetuán

Índice

Innovando la tradición. Tendiendo puentes para la conservación del patrimonio andalusí 5

Prólogo: Artesanía y restauración. El proyecto REDALH 7

Capítulo I: La restauración científica y la figura del conservador-restaurador 15

1. Introducción 17
2. Aproximación a los conceptos de restauración, conservación y preservación 19
3. Principios generales que deben regir la intervención en las obras de arte 23
4. La figura del conservador-restaurador y el equipo multidisciplinar 28

Capítulo II: La madera. Carpintería de lo blanco en época nazarí 33

1. Introducción 35
2. El uso de la madera en el mundo islámico 35
3. Técnicas constructivas en la carpintería de lo blanco 39

Capítulo III: El yeso. Las decoraciones de yeso en época nazarí 43

1. Historia del uso del yeso 45
2. El yeso 46
3. Técnicas del trabajo de la yesería 48

Capítulo IV: La cerámica. Elementos arquitectónicos en época nazarí 53

1. Historia del material cerámico 55
2. La cerámica 56
3. Técnicas de producción cerámica 57

Capítulo V: Metodología en la intervención de conservación-restauración 65

Fase I: La investigación o estudio del monumento. Las etapas de la investigación 67

1. La investigación: el análisis histórico-artístico y el científico-técnico 68

Etapa 1: El análisis histórico-artístico 68

Etapa 2: El análisis científico-técnico 71

2. La composición material de la obra 75

3. Recursos técnicos para la caracterización de materiales y alteraciones 84

4. La datación 87

5. Los factores de deterioro en las obras. Principales patologías en la madera, la cerámica y el yeso 92

6. El informe del estado de conservación 126

Fase II: El tratamiento 129

1. Introducción y criterios prácticos de intervención 129

2. ¿Cuándo intervenir? Criterios para la selección 133

3. La elección del tratamiento y los ensayos preliminares 136

4. El proyecto de intervención 146

Capítulo VI. La memoria final de intervención 153

Capítulo VII. La difusión del proyecto y la transferencia del conocimiento 159

1. Introducción 161

2. Interpretación 165

3. La musealización. Estudio de caso 168

4. La difusión a través de medios sociales 171

Bibliografía 175

Innovando la tradición.

Tendiendo puentes para la conservación del patrimonio andalusí

El proyecto *"Redalh. Patrimonio Cultural Transfronterizo: Creación de Redes de Gestión de Profesionales del Patrimonio (2012-2013)"* nació con el objetivo de crear y fortalecer redes de gestión de profesionales para recuperar, preservar y poner en valor el patrimonio artesanal del legado común andalusí y magrebí en las regiones de Tánger-Tetuán y en la provincia de Granada. Liderado por el Patronato de la Alhambra y Generalife ha contado con la financiación procedente de la Unión Europea (FEDER) a través del programa de Desarrollo Regional de cooperación transfronterizo España-Fronteras Exteriores (POCTEFEX). Así mismo ha contado con la participación y el respaldo de la Dirección Regional de Cultura de Tánger-Tetuán del Reino de Marruecos que ha sumado esfuerzos para que los objetivos del Proyecto se pudieran materializar.

Se trata de una iniciativa que ha establecido una línea de diálogo e intercambio de conocimientos entre profesionales del patrimonio cultural que vincula el Conjunto Monumental de la Alhambra y Generalife y la región Norte de Marruecos. En el transcurso de este proyecto, la Alhambra ha puesto a disposición de esta iniciativa la experiencia científica y artesanal de sus investigadores y restauradores con el fin de fomentar la formación de jóvenes y profesionales especializados para salvaguardar y proteger este patrimonio cultural común.

El análisis de la realidad artesanal y patrimonial en una primera fase arrojó conclusiones precisas. En el caso peninsular las artesanías asociadas a elementos constructivos de origen y tradición nazarí se constató que subsisten a duras penas. En Marruecos sin embargo se conservan mayor número de artesanos, que se han visto obligados a diversificar su producción y mezclar de alguna manera las raíces netamente andalusíes con las que se habían incorporado con posterioridad desde mediados del siglo XX. En el panorama patrimonial y de la conservación, se advierte que los profesionales españoles, en ocasiones, desconocen en profundidad los modos de fabricación artesanales provenientes de elementos de la construcción andalusí, y en el ámbito marroquí, sin embargo, la mayor parte de las intervenciones restauradoras parten de la experiencia profesional internacional.

Con todo ello este Manual de Buenas Prácticas para la Restauración, que ahora presentamos, es una herramienta de primer orden para capacitar a los artesanos y profesionales marroquíes para la intervención en sus monumentos con una visión patrimonial y de conservación hasta ahora poco instaurada en el panorama de la restauración patrimonial en el norte de África.

Se trata además del primer manual de este tipo traducido en su totalidad al árabe, por lo que su uso y difusión puede alcanzar regiones mucho más lejanas y contribuir con igual eficacia a la conservación del patrimonio en cualquier región.

Quiero agradecer a Elena Correa y Ramón Rubio la coordinación y supervisión de contenidos del manual, especialmente a María José Estremera como autora de la mayor parte de los textos, y finalmente a Soledad Gómez Vílchez, Eva Carreño, Emilio Caro y Pepe Marín por sus aportaciones a este trabajo.

Debo destacar además y agradecer el papel de los técnicos del Patronato de la Alhambra, desde el coordinador del proyecto y Jefe del Servicio de Conservación del Patronato de la Alhambra, Francisco Lamolda, y de nuevo a Elena Correa Jefa del Departamento de Restauración y Ramón Rubio Jefe del Taller de Yeserías, auténticos artífices del proyecto. Nuestro agradecimiento también a todo el personal de los diferentes talleres de restauración del Patronato de la Alhambra y Generalife que han participado de las distintas acciones emprendidas a lo largo de este proyecto, y que con su excelente dedicación y profesionalidad colaboran a diario para la conservación del Monumento.

Quiero por último agradecer a nuestros socios marroquíes, especialmente a Ettakal Mohamed, Director Regional de Cultura de Tánger-Tetuán, y a Mehdi Zouak Inspector Regional de Monumentos Históricos y Yacimientos de Tánger-Tetuán, sin cuya colaboración este proyecto al otro lado del Mediterráneo no hubiera posible. No quisiera olvidar al Director y a los profesores de la Escuela de Artes y Oficios de Tetuán, fundada por el pintor granadino Mariano Bertuchi, por abrirnos sus puertas y por su hospitalidad y colaboración, así como a todos los delegados locales que nos guiaron por sus monumentos y a los artesanos que abrieron sus talleres para mejorar nuestros conocimientos, a ellos, y a todos los profesionales y artesanos en general dirigimos este trabajo, con la certeza de que mejorará su capacitación para abordar la conservación del Patrimonio con una metodología de gran tradición ensayada con éxito en la Alhambra durante años, y que permite hoy mostrarse al mundo como uno de los monumentos y paisajes culturales mejor conservados del pasado común andalusí.

María del Mar Villafranca Jiménez

Directora General del Patronato de la Alhambra y Generalife

Prólogo

redalh
PATRIMONIO CULTURAL
TRANSFRONTERIZO

Artesanía y restauración. El proyecto REDALH

En la artesanía, el ser humano manifiesta el extraordinario don que como ser vivo posee para transformar las materias primas que la naturaleza le ofrece y elaborar con ellas objetos útiles y bellos para su servicio y disfrute. Las piezas de artesanía muestran las dotes de creatividad, el gusto y el dominio técnico del artesano, y con ello los rasgos distintivos de la comunidad a la que pertenece, su cultura.

Las obras artesanas adquieren en el proceso de fabricación su propia identidad, quedando impregnadas del lugar y la época, del carácter mismo del ser humano que las fabrica y de los materiales que las forman; ningún objeto artesano es idéntico a otro. En cada uno de esos objetos las sociedades han manifestado su identidad desde tiempos inmemoriales, creando artesanías propias en las que se ven representadas. Esta singularidad ha elevado muchas de las obras artesanales de la antigüedad a la dimensión de obras de arte.

Conocer los usos y costumbres artesanales de una determinada comunidad o cultura, los materiales que usan, cómo los mezclan y emplean, la naturaleza físico-química de los mismos, las herramientas con que son aplicados, los plazos en que son ejecutados, las técnicas manuales con que se elaboran, los colores, formas y motivos decorativos, o los pigmentos que se utilizan para conseguirlos, y cualquier otro detalle identificativo, es muy ventajoso a la hora de investigar e intervenir las obras de arte.

Un amplio conocimiento de estas particularidades permitirá al profesional de la restauración, con la simple observación, apreciar en la pieza de artesanía importante información acerca de su procedencia, de las alteraciones que presenta y las razones de su deterioro. Asimismo, para un artesano el conocimiento que aporta la restauración científica sobre las cualidades del material, su estabilidad y evolución en el tiempo, los inconvenientes de su uso, los tiempos adecuados de manipulación, las virtudes de una determinada técnica o herramienta de aplicación, o la incompatibilidad de algunas mezclas, por ejemplo, pueden ser muy provechosos para la mejora de su labor artesana.

La existencia de piezas artesanales antiguas consideradas obras de arte, hace que resulte en ocasiones muy recomendable la integración de especialistas artesanos como auxiliares o colaboradores en los equipos de trabajo dedicados a la restauración de dichas piezas. La conveniencia de esta imbricación y la necesidad de fomentar el respeto y la comunicación, facilitando el intercambio de conocimientos entre ambas profesiones: artesano y restaurador, ha llevado en las últimas décadas a la inauguración de escuelas y centros formativos donde se imparten cursos que relacionan restauración y artesanía, con el propósito de proporcionar a los restauradores acceso al saber artesano, y a los artesanos y operarios de oficios, acceso al conocimiento y comprensión de los métodos

Maestro artesano del yeso marroquí y restauradora del Servicio de Conservación del Patronato de la Alhambra y Generalife

Restaurador del Servicio de Conservación del Patronato de la Alhambra y Generalife mostrando su trabajo a una delegación de artesanos marroquíes

y criterios que definen una restauración contemporanea. Sin duda, ambas profesiones se ven beneficiadas de este aporte y transferencia mutuos.

Por otra parte, la integración de artesanos en los equipos multidisciplinares de restauración, es una apuesta por la protección de el conocimiento de los oficios artesanales, muchos de ellos casi extintos por la voraz competencia de los procesos industriales. Las oportunidades que este tipo de iniciativas de inclusión y formación conjunta, o proyectos de investigación como el que nos ocupa, dan a los artesanos para mantener su oficio y adaptarlo a las necesidades laborales actuales, pretenden fomentar su supervivencia y la mayor conciencia social de lo que supone la pérdida de las artesanías para la identidad cultural de un pueblo.

Estas acciones permiten, a su vez, que los artesanos puedan perciban apoyos, consideración y financiación necesarios para mantener su actividad y extender su saber. Los conocimientos que en ellas reciben enriquecerán su oficio aumentando sus salidas y contactos profesionales, sus recursos instrumentales, sus ideas técnicas y conceptos estilísticos, para mejorar la calidad y durabilidad de su producción y adaptarse a la demanda actual del mercado.

Las recientes tendencias y recomendaciones institucionales, en un plano internacional, invitan a entender el patrimonio cultural desde una perspectiva integral, que extrae a los monumentos de su limitación material como objetos aislados para relacionarlos activamente con el desarrollo socioeconómico y cultural del medio donde cohabitan, invitando a transformarlos en herramientas de progreso y convivencia social.

Desde esta perspectiva, las obras de arte pueden desempeñar un papel importante en la unión y comunicación con otros pueblos con los que, aun habiendo barreras físicas que los separan, se comparten vínculos histórico-culturales e intereses comunes. Con tal propósito, la Unión Europea financia proyectos transnacionales entre España y Marruecos, dadas las intensas y recíprocas influencias que durante siglos experimentaron ambos países, en la manera de concebir espacios públicos y privados, infraestructuras y edificaciones, en la elaboración de objetos artesanales y en la aplicación de éstos a la arquitectura.

Armadura de madera policromada en el Palacio de Dar-Al-Horra. Granada

Los siglos de pasado histórico compartido, las similitudes geográficas en cuanto a la composición del terreno, materiales y climatología, los frecuentes flujos migratorios y el intenso comercio entre las dos orillas del Mediterráneo, contribuyeron a crear entre Andalucía y Marruecos un espacio compartido de vivencias y manifestaciones culturales, presentes de manera indudable en la arquitectura y la artesanía de los siglos VIII al XVI, y aún apreciables en la herencia artesana que ha llegado a nuestros días. Monumentos considerados hoy patrimonio mundial, de manufactura artesanal y gran belleza, nos han sido legados plenos de una riqueza histórico-artística que se ve tamizada por la interesante singularidad de ese pasado multicultural.

Arquerías de la Mezquita de Córdoba IMAGEN CEDIDA POR WIKIPEDIA

El intercambio de información en la Península Ibérica entre artesanos musulmanes, judíos sefardíes, hispano-musulmanes y cristianos desde el siglo VII fue tal, que dio lugar a la aparición de variados estilos artísticos donde se fusionan los saberes de las distintas culturas, y donde la mezcla de técnicas, gustos estéticos y motivos ornamentales imprime en los monumentos un carácter unívoco; rastros que documentan su origen mestizo y multicultural. Son estilos como el hispano-musulmán o andalusí, el mudéjar, el mozárabe, los híbridos españoles gótico-mudéjar y románico-mudéjar, tan característicos de esta mezcolanza; o los estilos de transición al renacimiento en los que aún se aprecian claros signos del pasado común: el gótico-flamenco, el plateresco, el isabelino o el cisneriano.

Una muestra de las influencias culturales a lo largo del Mediterráneo fue la llegada del trabajo de la seda a la península a través de los artesanos de origen musulmán. El conocimiento de este saber artesano fue transmitido a aprendices hispano-musulmanes y de ellos pasó a los cristianos hispanos, que evolucionaron la técnica y la ornamentación hasta lograr el reconocimiento internacional de los tejidos andaluces elaborados en Málaga o Granada.

De igual forma, llegaron a Marruecos artesanos andaluces que difundieron nuevas formas de trabajar materiales como el metal, modificando el hacer de los artesanos musulmanes y dando lugar a una artesanía marroquí en forja artística con grandes influencias de la escuela popular andaluza, fácilmente apreciables aún en multitud de ejemplos del norte de Marruecos.

Artesano de la forja trabajando en la Escuela de Artes y Oficios de Tetuán. Marruecos

Iglesia de San Juan de Baños. Palencia IMAGEN CEDIDA POR WIKIPEDIA

INTERESANTE

El arco de herradura, tan característico del arte musulmán, fue una influencia hispánico del arte visigodo de la península, que ya lo usaba siglos antes (posiblemente heredado a su vez de los romanos). Tras ser adoptado por el arte hispanomusulmán, se traspasó a los estilos mozárabe y mudéjar.

La mayor parte de las numerosas variantes de arcos que se construían en el arte musulmán (túmidos, lobulados, entrelazados, mixtilíneos, arcos cortina, angrelados-acampanados, etc.) son derivados del arco de herradura visigodo. El gusto por alternar motivos decorativos en las dovelas y el alfiz que los enmarca, también es herencia hispano-visigoda e hispano-romana.

El proyecto REDALH

Desde esta perspectiva, con el honesto propósito de intentar contribuir al desarrollo, y con el convencimiento de que la investigación de nuestra herencia artesanal beneficia a la conservación y restauración del patrimonio común, surge la idea del *Proyecto REDALH*; con la esperanza de que la comunicación y transferencia de experiencias y conocimientos entre España y Marruecos, aporte una visión más profunda y veraz de los bienes culturales, refuerce los valores histórico-documentales implícitos en nuestros monumentos y afiance vínculos entre ambas sociedades.

El proyecto pretende, además, contribuir a la pervivencia de la artesanía tradicional y sus artesanos, a su enriquecimiento y adaptación a la demanda actual, aumentar la conciencia ciudadana, y aportar valor a nuestro legado cultural, como un recurso añadido para el crecimiento económico y la mejora social de ambas comunidades.

Delegación española del proyecto REDALH y alumnos de la Escuela de Artes y Oficios de Tetuán

Con estos fines generales se crea el ***Proyecto REDALH: Creación de Redes de Gestión de Profesionales del Patrimonio***, en el seno del Patronato de la Alhambra y el Generalife de Granada en colaboración con la Delegación de Cultura de la Región de Tánger-Tetuán, financiado por el *Programa de Cooperación Transfronteriza España-Fronteras Exteriores*, con cargo a los presupuestos del Fondo Europeo de Desarrollo Regional de la Unión Europea.

El proyecto Redalh se ha centrado en el estudio de los tres principales materiales que revisten y decoran los edificios de tradición islámica, **la madera**, utilizada en techos, puertas, aleros, frisos y ventanas, **el yeso**, que recubre paramentos, arcos y forma capiteles y bóvedas, y por último **la cerámica**, empleada en zócalos y solerías entre otros elementos.

Sus objetivos específicos son los siguientes:

- **Investigar conjuntamente** los recursos artesanales de las zonas de actuación, recopilar información técnica sobre los artesanos existentes que de alguna manera trabajan o crean objetos relacionados con la arquitectura realizados en madera, yeso y cerámica. Para crear un registro pormenorizado de sus características y localización, accesible a profesionales y alumnado en formación de ambos países. La misma investigación y registro se hará sobre los recursos materiales vinculados a las técnicas artesanales de estos tres materiales, los métodos de extracción y el procesado de estas materias primas para la obtención de la obra.

Ruinas del sitio arqueológico Ksar Seghir. Marruecos

- **Contribuir a la formación de jóvenes** en la intervención de monumentos conforme a los criterios actuales de la restauración científica; rescatando además el conocimiento y la valoración de las técnicas artesanales tradicionales.
- **Fomentar la creación de una red de profesionales**, bien cualificados para la intervención en conservación y restauración de monumentos, en las dos regiones geográficas de actuación.
- **Crear un catálogo de los monumentos** más emblemáticos de nuestro pasado común, realizados durante la corte nazarí y la meriní (s. XIII y XIV), en la región de Tánger-Tetuán (Marruecos) y en Granada (España); seleccionados por su especial relevancia y su urgencia de intervención para la conservación.
- **Cooperar en la investigación de los bienes culturales** de Marruecos y en el avance científico-tecnológico de sus métodos de intervención.
- **Contribuir a la información** y valoración de las técnicas tradicionales artesanales y del patrimonio histórico-artístico análogo en ambas regiones, mediante la difusión de las experiencias, conocimientos y conclusiones resultantes de las acciones del proyecto.
- **Crear vínculos de intercambio y comunicación profesional** entre España y Marruecos, necesarios para la constitución de un centro de formación permanente, sostenible en el tiempo, con acciones paralelas en ambos países; que pueda ser referente formativo para profesionales que deseen especializarse en las tipologías de monumentos y artesanías vinculadas al Proyecto.

Técnicos del proyecto REDALH visitando la restauración del edificio Soukaina en Tetuán

¿Por qué se ha escogido la zona de Tánger-Tetuán para este Proyecto?

Marruecos es el país eje en la relación española con el Magreb, su socio preferente, y el destinatario del mayor número de proyectos de codesarrollo financiados por España y la Unión Europea. Las numerosas conexiones histórico-sociales, comerciales, y artísticas, existentes entre ambos países, hacen que el intercambio de experiencias y conocimientos resulte ampliamente rentable para ambas partes.

La frecuente transferencia de artesanos que se experimentó en España y Marruecos en los siglos del XI al XVI, en particular entre las regiones de Andalucía y Tánger-Tetuán, y coincidencias en la naturaleza de las materias primas andaluzas con las de esta región marroquí, dieron lugar a interesantes contagios y paralelismos que se manifiestan en los monumentos y las artesanías de ambas orillas. La abundancia de artesanos en estas regiones que aún hoy usan métodos tradicionales de trabajo, y de restos monumentales marcados por el sello de nues-

Maestro artesano de la forja trabajando en su taller de la Escuela de Artes y Oficios de Tetuán

tra historia y origen geológico común, hace que la investigación de los rastros y conexiones culturales, de los recursos materiales y técnicos empleados para la fabricación artesanal y la creación artística, sea muy reveladora.

Por otra parte, la buena evolución de la economía de Marruecos en los últimos años se ha acompañado por la activación del sector de la construcción y de las artes decorativas aplicadas, aflorando nuevas oportunidades de formación y desarrollo en la comunidad. Desde el Proyecto REDALH, entendemos que esta coyuntura propicia la extensión de la activación al sector de la conservación y rehabilitación de monumentos y, en consecuencia, a las artesanías vinculadas. Pretendemos así contribuir a que la etapa de progreso y evolución que vive Marruecos se traslade a sus bienes culturales, de acuerdo a los más actuales principios, criterios y métodos de intervención patrimonial, emanados de acuerdos internacionales.

Operarios trabajando en la rehabilitación del edificio Soukaina en Tetuán

CAPÍTULO I

La restauración científica y la figura del conservador-restaurador actual

1. Introducción

La comunidad, entendiendo como tal al conjunto de personas que habitan las naciones y a sus representantes, es responsable de guardar su identidad en la memoria colectiva, y las obras de arte que constituyen su patrimonio son esenciales para ello; pero existe una gran pluralidad cultural con distintas formas de entender los valores asociados a estas obras y, debido a ello, con frecuentes controversias en la apreciación y conservación de los mismos. Desde esa diversidad, cada comunidad aprecia unos significados en el patrimonio cultural, que son cambiantes con el tiempo y la perspectiva histórica, pero que casi siempre incitan a su cuidado y conservación.

En el mundo actual cada vez más globalizado, comunicado y accesible, el concepto del patrimonio mundial como legado común, obliga a los responsables de la salvaguarda patrimonial a llegar a acuerdos y convenciones internacionales que permitan la conservación de éste bajo unos mismos principios y criterios de actuación. ***Pero ¿a qué nos referimos cuando hablamos de patrimonio cultural, de conservación o de restauración?*** *Veámoslo:*

Vista del Conjunto Monumental de la Alhambra de Granada

El patrimonio cultural de una comunidad se define como:

"Todos los elementos culturales, tangibles e intangibles, que son heredados o creados recientemente, mediante los cuales grupos sociales reconocen su identidad y se someten a pasarla a generaciones futuras de una manera mejor y enriquecida".

Esta definición forma parte *del Plan de Acción sobre Políticas Culturales al Servicio del Desarrollo,* aprobado en Estocolmo en 1998[1], en el que la Unesco plasmó una importante recomendación a las naciones:

"Convertir la política cultural en un eje central de la política de desarrollo."

La recomendación describe las tendencias actuales entre los expertos en tutela patrimonial de ámbito internacional, que consideran al patrimonio cultural como una herramienta clave para el desarrollo de la comunidad. Ciertamente, hay muestras de que, bien utilizado, es una vía efectiva para el crecimiento económico y la mejora social.

El valor del patrimonio cultural es de enorme magnitud, pues a través de él no solo pervive la identidad y la historia de una comunidad, sino que puede ser además una pieza fundamental en su desarrollo económico y social. La obligación de conservarlo, restaurarlo y preservarlo es un deber ineludible de cada individuo.

1 El patrimonio cultural fue inicialmente definido en la *Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural* (Unesco, 16 de noviembre de 1972. Posteriormente esta definición fue completada en otros documentos como el citado de 1998. Como complemento a la primera convención del 72 se aprobó por la Unesco la *Convención para la Salvaguarda del Patrimonio Cultural Inmaterial* en octubre de 2003.

EJEMPLO

Vista del Museo Guggenheim en Bilbao IMAGEN CEDIDA POR WIKIPEDIA

Caso Guggenheim en Bilbao

La construcción del Museo Guggenheim en Bilbao es un ejemplo de hasta qué punto la inversión en obra cultural puede ser motor de cambio y desarrollo social. Este proyecto museístico reconvirtió una zona industrial abandonada, foco de delincuencia, en un moderno espacio cultural rodeado de parques. La demanda de visitantes atrajo inversores que inauguraron empresas adecentando el entorno, para responder a la nueva oportunidad de negocio generada por los visitantes; lo que a su vez impulsó la inversión en transportes e infraestructuras públicas.

La nueva oferta cultural y de ocio en la zona siguió atrayendo turistas, empresas y artistas de primer nivel que continúan invirtiendo e impulsando la apertura de espacios culturales y la modernización urbana; hasta tal punto que, en la actualidad, solo quince años después de la construcción del museo, Bilbao es una ciudad distinta, emergida de su pasado industrial como un iceberg cultural, activo, innovador y vibrante al que acuden millones de visitantes cada año. El proyecto ha reactivado fuertemente la economía y mejorado la calidad de vida de los habitantes. Es el ya conocido como "*Efecto Guggenheim*".

Caso Teatro Romano en Cartagena

El Museo del Teatro Romano de Cartagena abrió al público en 2008, tras el descubrimiento accidental en 1998 de los restos del teatro en el barrio más deprimido de la ciudad. La fuerte apuesta institucional por demoler las infraviviendas que lo ocultaban logró financiar veinte años de obras e intervenciones arqueológicas y de restauración, que han dado lugar al resurgir de un magnífico espacio cultural que alberga un museo y un bello teatro con más de veinte siglos de antigüedad. Esta restauración, además de devolver a la comunidad un bien patrimonial de primera magnitud, ha supuesto la regeneración urbana de la zona y un importantísimo impulso para la proyección turística de Cartagena. Ha provocado la apertura de empresas, la renovación de espacios públicos, la organización de importantes cursos y congresos, la creación de un nuevo centro de estudios especializados en arquitectura romana de proyección internacional, el incremento de cruceros y visitantes de todas procedencias, la investigación de otros yacimientos arqueológicos, la inversión privada y la organización de infinidad de actividades paralelas, que hacen de la Cartagena actual y de su Museo del Teatro Romano uno de los espacios culturales más visitados de España, galardonado con el premio Europa Nostra entre otros.

Vista del Conjunto Monumental del Teatro Romano de Cartajena en Murcia IMAGEN CEDIDA POR WIKIPEDIA

2. Aproximación a los conceptos de restauración, conservación y preservación

Restauración, *en su acepción genérica, se refiere a toda acción encaminada a conseguir el efecto de reparar, renovar o volver a poner algo en el estado o estimación que antes tenía; esto significa: recobrar su valor reparando el deterioro sufrido. Ya conocemos hasta qué punto es importante para una comunidad la salvaguarda de su patrimonio cultural, por lo que resulta sencillo deducir la relevancia social que tiene la restauración de sus monumentos y bienes culturales.* ***Sepamos entonces qué son los bienes culturales y los monumentos, y cuáles son sus principales características.***

Los **bienes culturales**[2] **son el conjunto de obras, tanto materiales como inmateriales, que integran el patrimonio y que han sido acumulados a lo largo del tiempo por la civilización**. Serán los receptores de las acciones de conservación y restauración cuando sus valores se vean perdidos o deteriorados. Estos bienes pueden ser de muchas clases: artísticos, históricos, paleontológicos, arqueológicos, documentales, bibliográficos, científicos, tecnológicos, etc.

Esta variedad ha hecho que en los últimos años se sustituya el término patrimonio por el de bienes culturales; término que tiene una mejor aceptación y traducción internacional y que engloba todas las tipologías de patrimonio cultural.

Monumentos[3] **serán los bienes culturales tangibles, realizados por el hombre**. Constituyen un soporte para la memoria de la comunidad, que los reconoce en sus valores específicos y particulares y se identifica con ellos. En el monumento, la memoria distingue aspectos relevantes que guardan relación con actos y pensamientos humanos asociados al curso de la historia de la comunidad, el monumento los hace accesibles.

La diferencia entre monumento y bienes culturales radica en la materia. Mientras que los bienes culturales pueden ser materiales (tangibles) o no (intangibles), un monumento es un bien cultural siempre tangible. POR EJEMPLO: Una determinada melodía musical, o una danza folclórica, pueden ser considerados bienes culturales, pero no monumentos, ya que no son tangibles; en cambio, la Alhambra de Granada, sus armaduras y yeserías, o su Fuente de los Leones, son también bienes culturales pero además son monumentos, pues poseen una materia que los hace tangibles (se pueden tocar).

La mayor parte de los bienes culturales considerados *Patrimonio de la Humanidad*[4] o *Patrimonio Mundial Cultural* según la Unesco, son monumentos histórico-artísticos; es decir, poseen un valor artístico, que se manifiesta de forma estética, y un valor informativo que da testimonio de la historia. Sobre este tipo de bienes culturales nos centraremos en los capítulos siguientes.

El concepto de restauración de monumentos hace referencia a cualquier proceso o intervención que se lleva a cabo para preservar o devolver la autenticidad y la identidad a la obra. Ambos términos están directamente relacionados.

- La **autenticidad** viene dada por la suma de características que son consustanciales a la obra, lo caracterizan e identifican; han sido determinadas por su historial de vivencias desde el momento en

2 En el ámbito español los bienes culturales también son denominados como **Bienes de Interés Cultural** (o sus siglas **BIC**). Ésta es la figura legal de protección regulada por la *Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español*. Que también recoge la *Ley Andaluza 14/2007, de 26 noviembre*, y la *Ley de Patrimonio Histórico de Andalucía*.

3 La última y más completa definición de **monumento** se elaboró en la Carta de Cracovia del año 2000, tras acuerdos tomados por más de 300 expertos internacionales que intercambiaron aportaciones durante 3 años. Se recomienda su lectura para ampliar estos conceptos teóricos.

4 Título concedido por la Unesco a sitios específicos que han sido nominados por la comunidad e incluidos en el Programa, administrado por un comité de la Unesco compuesto por 21 Estados, para la catalogación, preservación y difusión mundial de su excepcional importancia cultural.

Vista del Patio de los Leones tras su reciente restauración

que fue creado hasta el actual. Documento de Nara sobre Autenticidad. (UNESCO, ICOMOS, ICCROM, Japón, 1994).

- Por **identidad** se entiende el compendio de valores que posee la obra en tiempo presente, y que son referencia para una comunidad junto con los valores procedentes del pasado, que han ido definiendo al bien y ubicándolo en la memoria colectiva como elemento representativo de la comunidad.

La Carta de Cracovia define el término restauración como "la intervención dirigida sobre un bien patrimonial cuyo objetivo es la conservación de su autenticidad y su apropiación por la comunidad" (esto es: la recuperación de su valor de identidad).

Por tanto, hablaremos de restauración para referirnos a aquellas acciones aplicadas de manera directa a un monumento con el objetivo de recuperar sus valores como bien cultural, lograr la comprensión e identificación de éstos por parte de la comunidad, y obtener el restablecimiento de su funcionalidad social. Las acciones de restauración se realizan solo cuando el bien ha sufrido el deterioro o la pérdida de uno o más de sus valores, y se fundamentan en el respeto a la originalidad y autenticidad que son inherentes a la obra.

INTERESANTE

Pero ¿cuál es la razón de esta diferenciación?

En épocas pasadas los monumentos eran intervenidos radicalmente, sin que apenas existieran límites a la hora de realizar modificaciones en ellos; la restauración se entendía como una actividad que podríamos tildar de reconstructiva, de reelaboración o de adaptación al gusto de la época.

Ya avanzado el siglo XX[5], las instituciones y profesionales del panorama internacional tomaron cierta conciencia de que había que establecer unos límites en las actuaciones de restauración, para evitar que los valores de los monumentos, y en especial su imprescindible característica de autenticidad, se perdieran irremisiblemente.

Empezó entonces a configurarse el término **conservación**, independientemente del de restauración, para intentar deslindar aquellas acciones que buscan reparar daños del pasado interviniendo de forma directa en las obras y causando modificaciones en su materia, de las otras acciones que, sin necesidad de intervenir siempre directamente ni producir grandes modificaciones en la materia, procuran que las obras permanezcan en el mejor estado posible y puedan ser transmitidos con pureza a las generaciones futuras.

La restauración, como se entendía en el pasado, con frecuencia conllevaba importantes cambios de carácter irreversible en las obras; la conservación y restauración del presente velan por que cualquier cambio sea reversible, limitado y siempre encaminado a la supervivencia de la obra con absoluto respeto a sus valores de autenticidad e identidad.

5 La Carta de Atenas de 1931, redactada en el marco de la *Conferencia Internacional de Atenas para la Restauración*, fue el primer documento de consenso internacional, redactado por expertos, que estipuló límites, normas y principios comunes para la restauración de monumentos.

A pesar de aceptar el concepto de monumento, y solamente con el objetivo de no entrar en posibles confusiones, en este manual vamos a emplear también el término de "obra de arte" para referirnos a la parte de un todo, como puede ser un azulejo, una viga de madera, o una placa de yesería que formaría parte de un monumento.

2.1. ¿Qué es entonces conservación?

El significado de la palabra conservación está fuertemente vinculado con el de restauración. Si, como hemos visto, la restauración es un proceso que intenta devolver la obra de arte a un estado anterior al deterioro de sus valores, la conservación pretende que esa obra se mantenga en el futuro.

La Carta de Cracovia, a la que nos hemos referido anteriormente, define conservación como "el conjunto de actitudes de una comunidad dirigidas a hacer que el patrimonio y sus monumentos perduren, y es llevada a cabo con respecto al significado de la identidad del monumento y de sus valores asociados".

Exposición de trabajos de restauración en un congreso internacional

En el mismo sentido pero más detalladamente el ICOM-CC[6], en su resolución de la XV Conferencia Trianual en Nueva Delhi de 2008, describió la conservación como **"todas aquellas medidas o acciones que tengan por objetivo la salvaguarda del patrimonio cultural tangible, asegurando su accesibilidad a generaciones presentes y futuras. La conservación comprende la conservación preventiva, la conservación curativa y la restauración. Todas estas medidas y acciones deberán respetar el significado y las propiedades físicas del bien cultural en cuestión"**.

La última definición por expertos internacionales del concepto conservación distingue entre tres tipos de acciones de conservación, considerando que la restauración es una de sus modalidades.

Ya sabemos a qué aluden los términos de conservación y de restauración, pero ¿qué diferencia hay entre la conservación preventiva y la curativa?

La conservación preventiva[7] engloba aquellas medidas y acciones que tienen como objetivo evitar o minimizar futuros deterioros o pérdidas. Se pueden realizar sobre el objeto o sobre el entorno de la obra, son indirectas y no modifican la apariencia de la obra. Actúan a futuro.

La conservación curativa se refiere a aquellas acciones o medidas que tienen por objeto detener procesos de alteración activos o reforzar estructuralmente una obra, cuando dicha obra presenta gran fragilidad o un elevado ritmo de deterioro, que amenazan su supervivencia en un futuro próximo. Este tipo de acciones de conservación curativa sí pueden modificar el aspecto de la obra. Actúan en presente.

Es posible que una acción de conservación tenga varias finalidades y opere en varios planos al mismo tiempo, tanto en el plano de la conservación preventiva como el de restauración, o en el de la conservación curativa y el de restauración.
POR EJEMPLO: La renovación del barniz deteriorado en una madera policromada es una acción de restauración, pues actúa directamente sobre la materia de la obra modificando el aspecto, pero también es una acción de conservación preventiva, ya que ese barniz actuará como capa de protección para la policromía evitando deterioros futuros.
En cualquier caso, la clasificación de las acciones en una u otra modalidad, o en varias, dependerá del efecto principal que obtengan en la obra.

2.2. ¿Y la preservación?

En la misma tendencia, adoptada por las instituciones internacionales, de definir y detallar cada uno de los grados en que se puede intervenir sobre los bienes culturales, se ha definido el término preservación para describir las acciones encaminadas a la salvaguarda y mantenimiento de la obra una vez que ha sido intervenido. Son acciones que se dan en una fase posterior a la conservación y a la restauración, suelen ser indirectas y no modifican el aspecto del bien.

Este tipo de medidas proponen normas de exposición, almacenado o manipulación de las obras, y establecen fórmulas de control del deterioro y del modo en que el entorno interactúa con la obra.

Las acciones de preservación tienen por objeto estipular normas y reglas de interacción con las obras restauradas e implantar medidas para evitar su deterioro.

6 El ICOM es el Consejo Internacional de Museos *(International Council Of Museums, ICOM)*, creado en 1946 como única organización de museos y profesionales de museos con alcance mundial, dedicada a la promoción y protección del patrimonio cultural y natural. La componen aproximadamente 26.000 miembros de 139 países. El ICOM-CC es uno de sus 31 comités, dedicado a la conservación.

7 Este concepto ha sido aceptado en la reunión en Vantaa (Finlandia) 21-22 de septiembre de 2000. "Hacia una Estrategia Europea sobre Conservación Preventiva." ICCROM (International Centre for the Study of the Conservation and Restoration of Cultural Property).

Como podemos ver, todos estos conceptos definen distintos grados de acción sobre las obras. Cada uno busca un efecto o persigue un objetivo distinto, pero cualquiera de esos grados de acción se integra en un proceso general de actuación sobre la obra, al que se suele denominar: ***la intervención.***

El fin común y último de la intervención será rescatar los valores de la obra, con absoluto respeto por su autenticidad e identidad, para garantizar su permanencia en el presente y su trascendencia al futuro.

A partir de ahora, hablaremos de intervención para referirnos a cualquiera de las acciones que se pueden realizar sobre un monumento, ya sean de estudio e investigación, de conservación-restauración, o de preservación.

2.3. La restauración científica

El importante desarrollo científico y tecnológico experimentado en las últimas décadas también ha contribuido al nuevo concepto de restauración, haciendo que el restaurador disponga de numerosos medios científicos y tecnológicos para el estudio del monumento en todos sus aspectos materiales, desde la caracterización más simple del soporte hasta el porcentaje de debilitamiento y alteración o la detallada composición química de una microscópica porción del mismo.

Las normas y protocolos acordados son revisados continuamente. Se ven reflejados en documentos como la primera Carta de Atenas de 1931, la de Venecia de 1964 o la reciente Carta de Cracovia del año 2000 (a la que ya hemos hecho referencia); y en otros manifiestos como el documento promovido por la Confederación Europea de Organizaciones de Conservadores-Restauradores, en su asamblea general de Bruselas del año 2002, en el que se conciertan las directrices y códigos éticos de la profesión de conservador-restaurador.

Todos los grados de intervención en monumentos que acabamos de tratar, están regidos en la actualidad por una disciplina de actuación que ha venido titulándose "**la restauración científica**", en contraposición al concepto de restauración "artesana" que imperaba hasta principios del siglo XX.

Test de conductividad en un proceso de eliminación de sales de un material cerámico

Esta disciplina de método parte de la conciencia despertada en los profesionales, tras nefastas experiencias anteriores, de la necesidad de conocer en profundidad la obra que se va a intervenir antes de poner en práctica cualquier actuación.

La nueva forma científico-técnica de entender la intervención de monumentos, y el interés por intercambiar experiencias y conocimientos en el ámbito profesional internacional, se han sumado a la asunción de obligaciones por parte de las administraciones e instituciones responsables en la tutela del patrimonio mundial; dando origen al establecimiento de normas, métodos y protocolos comunes de actuación, acordados por expertos de muy diversas procedencias. Dichos acuerdos son aceptados hoy por los países más desarrollados como modelos que marcan las pautas a seguir para la práctica profesional de la conservación desde una perspectiva responsable y de calidad.

AMPLIACIÓN DE CONTENIDOS

Es fundamental conocer el origen de los criterios de actuación que regulan el trabajo del restaurador, y para ello se hace necesario conocer las distintas reuniones y documentos que se han realizado a lo largo de la historia. Estos documentos se pueden consultar en distintas páginas de instituciones especializadas como la del IAPH en su sección de Patrimonio Cultural **http://www.iaph.es/web/canales/patrimonio-cultural/**

De la lectura de estos documentos, y de los acuerdos adoptados en los encuentros internacionales más recientes, se desprenden una serie de principios fundamentales que deben inspirar inexcusablemente la práctica de la intervención en bienes culturales. Son criterios que un restaurador profesional deberá conocer y aplicar siempre en el desempeño de su actividad. Constituyen su código deontológico, su guía ética. Conozcámoslos:

3. Principios generales que deben regir la intervención en las obras de arte

3.1. Conveniencia de la intervención y responsabilidad común

La conservación de los bienes culturales es responsabilidad de la comunidad. Como parte de ella, los profesionales y organismos encargados de la custodia, deberán velar por dicha conservación ejecutando las acciones necesarias para garantizarla. Los representantes de la comunidad están obligados a adoptar medidas legales y dictar normas de protección y respeto a los bienes culturales.

La conservación será más eficaz si las administraciones y entidades responsables elaboran conjuntamente normativas que amparen al bien cultural, exigiendo y regulando su mantenimiento, penando las acciones que resulten lesivas y asegurando que la intervención se confíe en exclusiva a profesionales cualificados que se guíen por los principios y criterios internacionalmente aceptados.

La obra será considerado como el resultado de varios momentos históricos y contextos sociales. Las decisiones que se tomen en referencia a las obras han de entenderlos como obras que trascienden los contextos temporales, por lo que se deberán respetar todas sus partes o significados, no solo los que puedan tener valor en la actualidad, sino también los que puedan alcanzar valor en el futuro.

La comunidad y sus representantes tienen la responsabilidad de salvaguardar el bien cultural como ente pasado, presente y futuro, en toda su identidad y autenticidad.

Inscripciones incisas y pintadas en un paramento

Las administraciones e instituciones responsables tendrán también la obligación de educar a la comunidad en el respeto y el conocimiento de los valores que atesoran sus bienes culturales, integrando iniciativas que favorezcan esta concienciación en sus acciones educativas y formativas. Igualmente, procurarán la completa formación de los técnicos especialistas en conservación, atendiendo a todas las disciplinas y cualificaciones precisas para el correcto desempeño de su función conforme a criterios y principios actualizados.

Esta educación exige el esfuerzo en concienciar a la sociedad sobre la responsabilidad, individual y compartida, que los sujetos tienen en la conservación y pervivencia del legado cultural, para su comunidad y las generaciones futuras.

3.2. Respeto a los valores patrimoniales

Las obras han de transmitirse a las generaciones venideras en su completa integridad. Cualquier monumento ha de intervenirse con absoluto respeto a todos los valores que lo definen como tal:

- al **valor histórico**, siendo la obra testigo y resultado de múltiples contextos socioculturales, de los que no debe verse desvinculado.
- al **valor artístico o estético**, como obra única y singular, referente intemporal de estilo y belleza, al que no se le deben añadir elementos que la distorsionen.

POR EJEMPLO: Monumentos que formen parte de un paisaje protegido, de un conjunto histórico-artístico, de una colección concreta, del centro histórico de una ciudad, o de unos jardines.

- al **valor ambiental y de conjunto**, como parte constituyente de un entorno con identidad compartida.
- al **valor cultural**, como manifestación y seña de identidad de una comunidad y las particularidades que la caracterizan.
- al **valor simbólico**, si es objeto de culto o veneración, si forma parte de una liturgia o ritual, o si es enseña y elemento representativo de la comunidad, o de parte de ella.
- al **valor de funcionalidad**, en el que el bien cultural es reconocido como objeto utilitario, cuya capacidad de uso puede ser restituida en su función original o en otra función digna y adecuada a las necesidades del contexto actual, que no se contraponga con los demás valores de la obra y permita la accesibilidad de la comunidad a la obra sin perjudicar por ello su conservación.

La intervención de un bien cultural debe buscar el restablecimiento de su unidad potencial, conformada por todos sus valores, por la evolución que éstos han experimentado en el tiempo y por las huellas materiales que dicha evolución natural haya grabado en la obra, señas características de su identidad y autenticidad.

Hay circunstancias en las que la aplicación de estos criterios resulta muy controvertida, en particular cuando la obra es de titularidad privada o se trata de un objeto simbólico. En estas ocasiones, la toma de decisiones tiene gran complejidad, y convendrá contrastar la situación con experiencias análogas de intervención, y con la opinión de profesionales ajenos al conflicto de intereses, para intentar lograr resultados aceptables.

En ocasiones, la intervención para rescatar un determinado valor puede modificar o llegar a perjudicar a otro; en estos casos, el responsable de la intervención deberá anteponer los valores principales (como pueden ser el histórico y el artístico) a los secundarios (como pueden ser el funcional o el de conjunto), estimando siempre la obra como un bien público y universal, primando el derecho de la colectividad ante el interés privado, y la conservación de la obra de arte ante cualquier otra pretensión.

AMPLIACIÓN DE CONTENIDOS

En este tipo de situaciones, es fundamental difundir abundante información, bien argumentada, entre la comunidad y sus responsables sobre la verdadera naturaleza de la obra, antes y después de la intervención, para conseguir cierta aceptación social. Aún así, es posible que sigan existiendo importantes reticencias, que llegarán incluso a impedir la intervención, dependiendo de la titularidad de la obra.

Es frecuente que se genere polémica en torno a la intervención de piezas simbólicas, que la comunidad está acostumbrada a percibir de una manera concreta.

POR EJEMPLO: Eliminar la capa de cera y hollín que ennegrece y deteriora la policromía de una imagen de culto o el relieve de un texto sagrado, recuperando sus vivos y claros colores originales, puede provocar rechazo social si la comunidad que venera ese símbolo entiende que su color natural era el oscuro que provocaba la suciedad acumulada con los años. La comunidad se decepcionará tras la restauración, al creer erróneamente que la intervención le ha "robado" a su símbolo parte de su valor de representación, de aquello que les hacía reconocer el símbolo como suyo.

Los Budas milenarios

Un ejemplo extremo de cómo el valor simbólico de un bien cultural puede alterar completamente la apreciación del resto de sus valores y dificultar su conservación es el de los **Budas de Bamiyán.** Sobrevivieron al deterioro del tiempo y a conflictos, conquistas y guerras durante más de 1.500 años, hasta la llegada de los talibanes. En marzo de 2001 los hicieron volar en más de 5.000 pedazos, junto a las antiquísimas pinturas que los acompañaban, dentro de su campaña para destruir los símbolos considerados "un ataque contra su fe".

La noticia espantó y entristeció al mundo: "fueron destruidos en el contexto del devastador conflicto de Afganistán y para socavar el poder de la cultura como fuerza de cohesión para el pueblo afgano", declaró el Director General de la UNESCO Irina Bokova. Perdimos para siempre este inmenso legado del arte, la historia y la cultura universal, solo a causa de su valor simbólico, y de la ignorancia de los responsables.

Figuras de piedra de los Budas de Bamiyán en Afganistan, antes de ser destruidos

IMAGEN CEDIDA POR WIKIPEDIA

3.3. Importancia de la interdisciplinaridad

La complejidad del estudio de los monumentos, en su unidad de valores y en su entidad material, conlleva la necesidad de formar equipos de intervención con profesionales y técnicos de distinta cualificación que, conjuntamente y amparados en los criterios y principios fundamentales de conservación, aportarán sus conocimientos específicos, opiniones y juicios críticos sobre el carácter del bien, su naturaleza, su estado actual y la mejor forma de intervenirlo, así como sobre las medidas a adoptar para su preservación.

Este principio impone la obligación de configurar equipos multidisciplinares de trabajo. Los responsables de la intervención habrán de buscar la colaboración de los mejores expertos de cada especialidad durante el estudio y el tratamiento de la obra. La comunicación fluida y respetuosa entre los miembros de un equipo multidisciplinar de trabajo, favorece el conocimiento de la obra y la toma de decisiones acertadas.

Reunión de trabajo en la propia obra, de diferentes técnicos que actúan en un mismo proyecto

3.4. Necesidad de efectuar estudios preliminares y simultáneos a la intervención

Todas las acciones que se realicen sobre una obra deberán estar organizadas conforme a una disciplina de estudio e investigación sistematizada. Se efectuarán así análisis, pruebas y controles previos a la intervención, que permitan el conocimiento detallado del bien; cuyos resultados servirán de argumento para decidir el tratamiento a ejecutar.

Los efectos del tratamiento deberán ser igualmente comprobados y testados durante y después de la aplicación, para confirmar el grado de efectividad y de adecuación del tratamiento al propósito de la intervención.

Este principio indica la conveniencia de realizar análisis y comprobaciones científico-técnicas previas al tratamiento de conservación-restauración, cuyos resultados fundamenten dicho tratamiento; pero también durante la aplicación de éste y tras finalizarlo, con el propósito de contrastar y avalar la eficacia de la metodología aplicada.

3.5. Duración temporal de la intervención definida por las necesidades de la obra

Cualquier intervención deberá estar supeditada a las necesidades propias de la obra, a su beneficio; lo que implica no acometer acciones con un tiempo de ejecución muy limitado si el bien a intervenir demanda una investigación extensa, o si precisa tratamientos que requieran más dedicación o mayor margen temporal para ser bien testados o plenamente eficaces.

La estabilidad, seguridad y conservación de la obra serán siempre prioritarias en la planificación temporal de una intervención.

Este principio impone no iniciar una intervención cuando no se tenga la seguridad de poder terminarla en la forma y el plazo que le son convenientes al monumento, por razones ajenas al mismo (ya sean de tipo climático, administrativo, presupuestario, laboral, o de cualquier otra índole).

Se redactarán en una organizada estructura que incorpore toda la información derivada de la investigación de la obra. Su contenido será redactado y coordinado por el conservador-restaurador responsable de la intervención, y en él participarán todos los expertos que hayan colaborado en la misma.

3.6. Documentación y difusión[8]

Todas las acciones que se efectúen sobre un bien cultural habrán de documentarse y ser difundidas en los foros adecuados. Los informes, proyectos y memorias que acompañan a la intervención supondrán herramientas esenciales para el estudio y el diseño de estrategias de conservación a largo plazo. La realización de dichos documentos[9], que informan acerca de la obra y la intervención, es obligada.

Las instituciones tutelares con responsabilidad en la intervención del patrimonio monumental, y los profesionales de la conservación y restauración, tienen además la obligación de difundir en la comunidad el conocimiento obtenido durante la intervención de la obra sobre su riqueza de valores, las intervenciones que se han realizado, las razones que han motivado la intervención y las condiciones recomendables para el mantenimiento y preservación.

Es deber institucional realizar inventarios, catalogaciones y publicaciones que den asiento, agilicen y faciliten el acceso de la comunidad en general, y de los profesionales del sector en particular, a toda la información que emane del proceso de intervención de un bien cultural.

Modelo de ficha que muestra el estudio de un tipo concreto de estrella y su policromía sobre yeso

8 Al modo en que debe ser llevado a la práctica este principio le daremos forma más detallada en el último capítulo.

9 El carácter y contenido de estos documentos serán descritos en los siguientes capítulos.

3.7. Principio de mínima intervención

Se priorizarán las acciones de conservación preventiva frente a las de conservación curativa, y éstas últimas frente a las de restauración. Han de anteponerse las acciones de intervención indirecta, que no modifiquen la naturaleza material de la obra, a las acciones de intervención directa que sí lo hagan.

La restauración, por tanto, debe tener un carácter excepcional y recurrirse a ella cuando las acciones preventivas no basten para recuperar los valores de la obra, o para garantizar su pervivencia y estabilidad. En caso de realizarse, la restauración deberá detenerse allí donde no haya rastros de verdad y comiencen las hipótesis, es decir, nunca se dará lugar a elucubraciones o suposiciones sobre la autenticidad u originalidad de la obra.

Una obra se intervendrá directamente solo cuando existan pruebas certeras de que la restauración recuperará su autenticidad e identidad, y no se verán dañados, ocultados o confundidos los valores que lo definen.

3.8. Obligación de preservar

Las administraciones, entidades y profesionales responsables de la conservación deberán diseñar las estrategias, destinar los recursos y tomar las medidas que sean necesarias para prevenir y retardar el deterioro de las obras intervenidas, procurando su control y mantenimiento en condiciones idóneas y de estabilidad durante el máximo tiempo posible.

Una buena estrategia de preservación es un seguro de vida para la obra, y con él para la identidad de las sociedades. Es preferible prevenir que tratar, tanto para la conservación de nuestro patrimonio cultural como para el aprovechamiento de los recursos y oportunidades de desarrollo que nos brindan los monumentos.

Los organismos responsables dictarán normas y ejecutarán acciones que regulen el uso de las obras para salvaguardarlas, pero procurando el acceso de la comunidad a su conocimiento y disfrute.

Además de éstos ocho principios generales que acabamos de exponer, existen otros específicos para bienes culturales de una determinada tipología, como puedan ser los yacimientos arqueológicos, los jardines históricos o los documentos, que por sus particularidades requieren a veces ser tratados de forma diferenciada. No los trataremos aquí por no estar directamente relacionados con los objetivos de este manual.

Sí presentaremos más adelante una serie de criterios profesionales, también reflejados en documentos y convenios internacionales, que amplían y concretan cómo han de plasmarse los principios generales en el transcurso de una intervención. Son criterios como el de la ***diferenciación****, la* ***reversibilidad*** *o la* ***compatibilidad****, que conforman un código de actuación para el restaurador, un catálogo de deberes y normas prácticas a seguir en cualquier intervención. Es el código deontológico práctico de la profesión, al igual que los ocho principios que acabamos de exponer, marcan el código deontológico ético.*

La aplicación de estos criterios será competencia exclusiva de los restauradores, al ser los técnicos que intervendrán directamente sobre el monumento y tendrán que encontrar respuestas prácticas a los principios éticos; por esta razón, los expondremos cuando iniciemos el capítulo dedicado a la metodología práctica.

Hasta el momento hemos analizado los conceptos básicos relacionados con la conservación y restauración de monumentos, y los principios generales que han de guiar cualquier intervención; ***pasemos ahora a definir en qué consiste actualmente el ejercicio de la profesión de conservador-restaurador.***

4. La figura del conservador-restaurador y el equipo multidisciplinar

A lo largo de la historia pasada, la profesión de restaurador no ha estado deslindada de la de artista o artesano. Tradicionalmente eran estos artesanos los que la ejercían "restaurando" y modificando las obras que se creían deterioradas o anticuadas según su gusto particular, la moda de la época o el capricho del propietario.

Se aplicaban criterios puramente estéticos y funcionales, usando los mismos materiales y técnicas artísticas a las que los artistas y artesanos recurrían para sus creaciones.

No fue hasta entrado el siglo pasado cuando se hizo imprescindible definir la profesión y la formación que habían de tener los restauradores, dentro de la nueva manera de entender la restauración como una disciplina profesional específica con carácter científico y técnico, además de artístico. Los países más desarrollados, y con mayor conciencia de su riqueza patrimonial, fueron pioneros en establecer códigos de actuación para la capacitación y el ejercicio profesional de la restauración. Su iniciativa se fue extendiendo a muchos otros países, hasta alcanzar el gran consenso internacional con el que hoy se trabaja.

El acordar esa definición de funciones del profesional de la restauración, así como el contenido de su formación, pretendía garantizar la correcta conservación del patrimonio mundial bajo criterios comunes y consensuados, e imponer la exigencia de que las personas y equipos de trabajo dedicados a esta actividad estuvieran adecuadamente cualificados para realizarla.

Las sociedades, a través de sus organismos de representación, confían al equipo de intervención la enorme responsabilidad de guardar y recuperar el legado de valores que constituye su patrimonio cultural. En justa correspondencia, el objetivo de cualquier profesional de la conservación-restauración debe ser actuar de la manera más responsable, en respuesta a esta importante encomienda.

En el reparto de responsabilidades, dentro del equipo de trabajo, el restaurador deberá soportar una de las mayores cargas, pues será el que coordinará al grupo, el que tomará la mayoría de las decisiones y quien accionará directamente sobre la obra. De esta forma, podrá favorecer la conservación del bien si su actuación es correcta, o perjudicarla si actúa erróneamente. En sus manos estará el éxito o el fracaso del resultado final. Su papel, en consecuencia, es trascendental.

Técnico restaurador aplicando consolidantes sobre policromías en yeso

La misión principal de un restaurador será comprender el carácter material de la obra en profundidad. Habrá de valorar el estado de la obra en todos los aspectos materiales: constitución, estructura, técnicas de ejecución, causas de deterioro, alteraciones, estabilidad, compatibilidad de materiales, etc. **Fundamentándose en esta valoración, deberá decidir el método de intervención y llevarlo a la práctica, comprobando su efecto.**

Hay que aclarar que nos referimos a la materia de la obra que acapara los mayores valores, aquella que define su carácter artístico, histórico y documental. Si esta materia se interrelaciona con otras de menor valor (el muro que soporta un paño de yesería o de alicatados, por ejemplo), la responsabilidad de "tocar" la obra será compartida con otros profesionales especializados (por ej. el arquitecto o los operarios de construcción en el caso del muro citado).

El restaurador será el único profesional del equipo de trabajo que modificará la materia de la obra, quien la podrá recuperar o perder definitivamente, y quien tendrá en sus manos lograr el fin último de toda intervención: la conservación de la obra.

Lo que más diferencia al restaurador del resto de miembros del equipo de trabajo es su ***cualificación pluridisciplinar.*** *Veamos por qué es necesaria esta completa formación:*

- El conocimiento en distintas disciplinas es imprescindible para comprender la complejidad del monumento en su unidad de valores abstractos y funcionales, en su naturaleza física y química, en su proceso técnico y artístico de fabricación, en sus rasgos de autenticidad y originalidad, y en sus procesos de alteración.
- La formación del restaurador deberá proveerle de recursos y capacitación para conocer y aplicar todos los métodos, materiales y técnicas a su alcance, que puedan resultar de utilidad a la recuperación y rescate de los valores del monumento o, al menos, para alcanzar su estabilización.
- El restaurador deberá asimismo estar preparado para coordinar al equipo de expertos que participarán en la intervención, planear estrategias de investigación, realizar exámenes diagnósticos, saber a qué técnicas de análisis recurrir y cómo interpretar los resultados analíticos, elaborar propuestas de tratamiento con previsiones presupuestarias y de personal, y diseñar las medidas para preservar el monumento tras su intervención.
- Tendrá que saber documentar todo el proceso de actuación, hacer buenas fotografías y redactar informes, procurando que la información sea completa, precisa, y se transfiera a los lugares adecuados para su difusión.

El restaurador deberá tener altos niveles de perfeccionamiento y capacitación profesional. Un buen profesional nunca actuará sobre una obra sin la suficiente formación y cualificación, sin verdadera motivación o con indolencia. Jamás olvidará la gran responsabilidad y exigencia que supone restaurar y garantizar la conservación de un bien cultural único e irremplazable, de gran importancia para la comunidad.

Ya conocemos cómo uno de los criterios fundamentales de la restauración actual es llevar a cabo las intervenciones mediante una estricta metodología científica y técnica. Igualmente sabemos que el restaurador será el principal responsable y coordinador del equipo de intervención y el que ejecutará directamente los tratamientos.
De estas afirmaciones, podemos deducir que un profesional restaurador habrá de poseer amplia formación teórica, pero también deberá tener elevadas habilidades manuales y sensibilidad artístico-sensorial, pues accionar sobre una materia tan delicada como la de las obras de arte exige un gran acopio de estas cualidades para conseguir resultados satisfactorios. Esta doble capacitación se tendrá que ver reflejada en su formación, de la siguiente forma:

El conocimiento teórico del restaurador, tanto histórico como artístico, o científico-técnico, habrá de ser lo bastante extenso para poder coordinar el trabajo del resto de expertos y comunicarse eficazmente con ellos, y para saber evaluar las consecuencias de las acciones de restauración sobre las obras de arte, ya sea en un plano material físico-químico, en el plano estético-artístico, en el histórico-documental, en el simbólico, funcional, o en cualquier otro que aporte valor y significado al bien.

Tratamiento de limpieza sobre policromías en soporte de madera

Para que la formación teórica sea completa, el restaurador debe estar educado y ejercitado en su sensibilidad artística y en su habilidad manual. Deberá así adquirir conocimientos sobre historia, arte y cultura en general, y sobre la evolución de los conceptos y teorías de conservación-restauración monumental; pero también deberá saber acerca de los materiales y la práctica de técnicas artesanales y artísticas (tradicionales e innovadoras), de metodología científica y su aplicación en la investigación del arte, y de los medios y recursos actualizados que la ciencia y la tecnología ofrecen para el conocimiento y tratamiento material de un objeto.

La formación del restaurador deberá ser impartida fomentando el ejercicio de la profesión por personas responsables, realmente cualificadas y competentes en todos los aspectos que la profesión requiere.
La didáctica en la impartición de esta formación tendrá como objetivo concienciar, educar, ejercitar y capacitar a profesionales que puedan reflexionar en profundidad sobre la naturaleza de las obras de arte, y tomar las complejas decisiones que afectan a su intervención. Para ello, se abordará siempre desde una doble visión práctica y teórica.

La doble visión teórico-práctica en la didáctica formativa se organizará con equilibrio y en paralelo, buscando el entrenamiento continuado del restaurador en enjuiciar las acciones desde esta doble perspectiva, y en la resolución de problemas complejos y retos ejecutivos; habilidades que deberá acabar ejercitando sobre obras reales como única forma de entrenamiento eficaz.

Las mayoría de las consideraciones que hemos expuesto hasta ahora sobre la profesión del conservador-restaurador fueron discutidas y acordadas por los participantes de la reunión trienal del ICOM de 1984 en Copenhague; configurándose la comunicación de sus conclusiones en una especie de pacto y manifiesto de compromisos, asumidos hoy por el común de los profesionales en los países más desarrollados.
Fruto de posteriores discusiones y convenciones internacionales, esta definición de la profesión se ha ido completando con otras consideraciones secundarias sobre las competencias del conservador-restaurador, que contribuyen a clarificar cómo se define la profesión dentro de los parámetros más estrictos y actuales en tutela patrimonial. Conozcamos las más relevantes:

Otras competencias que deberá asumir un profesional de la conservación-restauración[10] son:

- **Contribuir al conocimiento** y valoración de los bienes culturales.
- **Participar en actividades de discusión y reflexión**, y en programas formativos relacionados con la profesión.
- **Aconsejar y dar asistencia técnica** a cualquier particular, institución o profesional que lo requiera.
- **Elaborar informes** técnicos sobre la conservación de las obras de arte para contribuir a su inventariado y catalogación.

10 Se recomienda la lectura del documento promovido por la *Confederación Europea de Organizaciones de Conservadores-Restauradores (E.C.C.O)* aprobado en su Asamblea General de Bruselas del 1 de marzo de 2002, en el que se establecen las directrices de la profesión.

- **Colaborar activamente en la planificación y desarrollo de programas educativos** y de concienciación social acerca del valor de los monumentos y la obligación ciudadana de respetarlos y contribuir a su conservación.
- **Contribuir a la transferencia** y difusión de la información obtenida en las intervenciones en las que participe.
- **Promover el conocimiento de su profesión** ante la comunidad y el resto de profesiones, así como la comprensión de la especial dificultad y exigencia que entraña el tratamiento de los bienes culturales.
- **Actualizar su formación**, conocer los avances científico-tecnológicos y las novedades en materiales, técnicas y métodos que surjan en su campo de actuación, y aplicar los criterios y acuerdos internacionales más recientes.
- **Conocer y contrastar sus experiencias** con las de otros equipos de trabajo y profesionales del sector, para enriquecer su práctica y contribuir al enriquecimiento de la práctica global.
- **Trabajar con independencia,** respetando las características, valores y necesidades de las obras de arte por encima de presiones o interferencias de intereses particulares, comerciales o monetarios.
- **Cumplir escrupulosamente las leyes**, acuerdos y normas en vigor relacionadas con la intervención de obras de arte y el ejercicio de la profesión, como trabajador comprometido con bienes de interés público al servicio de la sociedad.
- **Colaborar generosamente en los equipos de trabajo**, prestándose a la fluida comunicación multidisciplinar.
- **Proporcionar ayuda** y colaboración para el rescate de bienes culturales cuando exista una emergencia que los ponga en peligro inmediato.

Añadiremos también que **deberá velar por su seguridad y salud personal, la de su equipo y la del medio ambiente**; previendo y adoptando medidas para el cuidado de los profesionales y del entorno natural y climático.

Pondrá atención en el reciclado y desechado de materiales contaminantes (frecuentes en la práctica profesional) y en la observación de cuantas medidas de seguridad y salud sean necesarias para que la actividad que realiza resulte lo más segura e inocua posible para sí mismo, su equipo, la comunidad y el medio natural.

Ya tenemos claro cómo la restauración científica cede al conservador-restaurador la competencia en la planificación y supervisión de las estrategias de investigación de la obra de arte y en la coordinación del equipo de trabajo. Una investigación profunda obligará a contar con la colaboración de especialistas en materias diversas, según sean las características de la obra en estudio. Esta necesidad da origen a la formación del ***equipo multidisciplinar.***

La investigación seria de una obra en su aspecto material, conlleva la realización de análisis que requerirán la participación de analistas especializados en las técnicas y tecnologías pertinentes en cada caso. Según sea el material y su estado, el restaurador tendrá que recurrir

Exposición de tratamientos de restauración a un colectivo de alumnos marroquíes

Los expertos analistas pueden pertenecer a varias ramas de la ciencia. No es lo mismo analizar la antigüedad de la madera de una armadura, que la consistencia del muro en piedra que lo soporta, por citar un ejemplo; si en el primer caso será precisa la colaboración de un experto en dendrocronología, en el segundo caso podría ser útil la colaboración de un geólogo especialista en aplicación de ultrasonidos o un analista petrográfico de laboratorio.

En el caso de las edificaciones, mantener la estabilidad estructural y atender a las necesidades de uso serán determinantes. Valorarlas y tratarlas corresponderá a los especialistas en arquitectura.
OTROS EJEMPLOS: Esta misma circunstancia puede darse igualmente en un objeto mueble como pueda ser un instrumento musical, cuya funcionalidad también será determinante; restaurar un violín histórico hará imprescindible la colaboración de un lutier especializado. Si el bien a intervenir es de carácter arqueológico, será necesaria la colaboración del arqueólogo; si la pieza forma parte de una colección museística o archivística, se precisará la colaboración del conservador del museo o el archivero; en los objetos litúrgicos o conmemorativos, la información que aporten los especialistas en su significado simbólico será imprescindible, etc.

a uno o varios analistas colaboradores; los cuales necesitarán a su vez la orientación del conservador-restaurador en la búsqueda y obtención de resultados útiles.

En cuanto al estudio de los valores histórico-artísticos de la obra, el conservador-restaurador deberá confiar la investigación a historiadores del arte especializados en la tipología de la obra objeto del estudio, pues son los que cuentan con los mayores conocimientos y herramientas de investigación para ello.

Tratamiento de consolidación sobre madera atacada por insectos xilófagos

Determinados tipos de obras, diferenciados por su funcionalidad o composición material, demandarán la participación de expertos en ese tipo concreto de bienes; así por ejemplo, un monumento arquitectónico necesitará la intervención de un arquitecto, que pueda analizar el estado de la edificación en su estructura y funcionalidad más allá del valor cultural o histórico-artístico que tenga.

La colaboración de expertos en prevención y salud laboral será muy provechosa en aquellas intervenciones de envergadura en que las medidas sencillas, que el restaurador pueda planificar, no sean suficientes; e ineludible cuando la normativa legal obligue a la presentación de un plan específico detallado y visado por un especialista.

Delegación de maestros artesanos morroquíes visitando un taller de restauración de madera

El equipo multidisciplinar de trabajo deberá ser completo, adaptado a la obra y a las fases de intervención. En él se procurará la integración de expertos que contribuyan a que las acciones sean correctas y eficaces, y las conclusiones que se extraigan, acertadas.

Se pueden citar numerosos ejemplos y posibles combinaciones profesionales que conformarían un supuesto equipo multidisciplinar de intervención, éstas podrían variar además en cada fase de la intervención; pero en cualquier situación hemos de tener en cuenta que la combinación más recomendable vendrá siempre determinada por la naturaleza de la obra y por las exigencias que presente su estudio, tratamiento y posterior conservación. Será la que el conservador-restaurador necesite para la resolución de dudas, la confirmación de hipótesis y, en definitiva, la correcta realización del trabajo.

CAPÍTULO II

La madera.

Carpintería de lo blanco en época nazarí

1. Introducción

La madera es una sustancia dura y resistente que forma el tronco de los árboles y tiene unas características específicas según su especie y lugar de crecimiento. Como toda materia viva está compuesta por carbono (C), oxígeno (O), hidrógeno (H) y nitrógeno (N) y forma moléculas de celulosa, lignina, hemicelulosa y otros compuestos minoritarios como ceras, resinas y grasas.

Fue uno de los primeros materiales empleados por el hombre debido a su gran disponibilidad y propiedades mecánicas. La madera desempeñó un papel fundamental en la supervivencia del hombre neolítico, utilizada para la fabricación de refugios, utensilios, armas y como combustible. El descubrimiento de los metales conllevó mejoras en cuanto a la calidad y tipo de utensilios fabricados. Aunque no se han conservado construcciones de madera en las grandes ciudades de la antigüedad es de suponer que también formaría parte de la arquitectura civil. La vulnerabilidad de la madera frente al fuego y al paso del tiempo ha hecho que apenas queden testigos de estos usos. El tratado más antiguo sobre construcción data del siglo I a.C. 'De architectura' escrito por Marco Vitrubio, arquitecto e ingeniero romano que recoge las primeras descripciones sobre la composición, cualidades y usos de las madera.

AMPLIACIÓN DE CONTENIDOS

Como ejercicio de ampliación, el lector podría buscar información sobre las diferentes partes que conforman un tronco y su función.

Anillos de crecimiento en una sección trasversal de un tronco de ciprés

Celosía de carretes de la Sala de Dos Hermanas en la Alhambra. Granada

2. El uso de la madera en el mundo islámico

La carpintería árabe adoptó y desarrolló temas tomados de otras civilizaciones, fruto de los intercambios culturales entre los pueblos a lo largo del mediterráneo, a la vez que introdujo nuevos elementos y soluciones. Serán notables las influencias romanas, bizantinas y sirias.

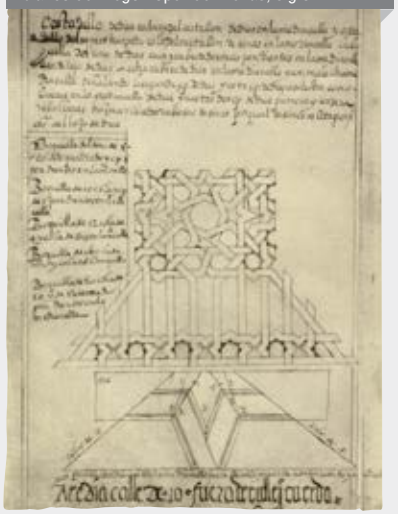
Bajo el término **carpintería de lo blanco** se engloban los trabajos de madera destinados a la construcción de edificios y utensilios de guerra. Con una base esencialmente geométrica, era cortada a escuadra mediante cartabones de manera que las piezas quedaban perfectamente ensambladas. La carpintería de lo prieto se dedicaba a la fabricación de objetos industriales, agrícolas, carros y carretas.

La más importante manifestación de la carpintería de lo blanco es la construcción de cubiertas, aunque engloba otros elementos como puertas, aleros, ventanas o celosías.

INTERESANTE

La manera en que los carpinteros medievales trabajaban la madera, la conocemos a través de una serie de tratados de carpintería posteriores al reino nazarí:
Uno de los primeros fue escrito por el francés Philibert Delorme en 1561, arquitecto renacentista que se centra en la construcción de tejados y bóvedas de madera. Los manuscritos da carpintería mudéjar de Diego López de Arenas de 1619, 1632 y la versión impresa de 1633 *"Breve compendio de la Carpintería de lo Blanco y Tratado de Alarifes, con la conclusión de la regla de Nicolás Tartaglia y otras reglas tocantes a la Iometría y puntas de compás"*, constituye una guía a los examinadores del gremio ante la pérdida progresiva de la tradición. Otros fueron los escritos por el carmelita fray Andrés de San Miguel en 1650 o por el salmantino Rodriguez Álvarez en 1699. En 1747 Juan García Berruguilla publicó una serie de textos dirigidos a los arquitectos en los que dedica un capítulo a la carpintería.

Imagen del manuscrito sobre carpintería de lo blanco de Diego López de Arenas, siglo XVII



El gramil permite marcar líneas paralelas a la fibra de la madera

Los árabes andaluces usaron la madera principalmente en la cubrición de edificios, excepto en baños y aljibes que eran rematados con bóvedas de ladrillo. Así destacan las armaduras y alfarjes que en los últimos años del reinado nazarí se vieron sustituidos por la vistosidad de las bóvedas de mocárabes en yeso.

La cubierta islámica estará en función de la climatología de cada región, de los recursos disponibles y de la adopción y asimilación de los modos de hacer locales por parte de los ocupantes de los nuevos territorios. A partir del siglo XII se producen una gran cantidad de intercambios comerciales y culturales entre las costas nazarí y del Magreb que se verán reflejados en diversas concomitancias en la producción artística entre el reino de Granada y la zona norte del Magreb.
Normalmente en los países musulmanes, que se caracterizan por ser poco lluviosos, se generalizó el uso de la las terrazas con techo de madera planos o adintelados.

2.1. Cubiertas adinteladas o planas: los alfarjes

Los **alfarjes** son techos planos que pueden funcionar como cubierta exterior o servir de suelo a la planta superior. Están formados por una serie de vigas que descansan en la parte superior del muro o sobre estribos u otras piezas. Están compuestos por unas vigas mayores paralelas al suelo (jácenas) que sostienen a una serie de vigas menores (jaldetas). Sobre las jaldetas se disponía la tablazón que cerraba el espacio.

Las primeras mezquitas construidas con cubiertas planas en Arabia y Mesopotamia parecen haber sido influenciadas por la casa del profeta en Medina. Realizadas con ramas de palmera mezcladas con argamasa de tierra arcillosa y soportadas por troncos de palmera[11].

Alfarje de madera en el corredor norte del Patio de los leones de la Alhambra

11 *Origen y evolución de las armaduras Hispano-musulmanas. Diseño estructural, constructivo e influencias para el desarrollo de las armaduras apeinazadas y ataujeradas de lazo*, Federico Wulff Barreiro, Actas del Cuarto Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Cádiz, 27-29 enero 2005.

Armadura apeinazada del Pabellón Norte del Generalife. Granada

2.2. Cubiertas inclinadas

2.2.1. Armaduras de cerchas y correas

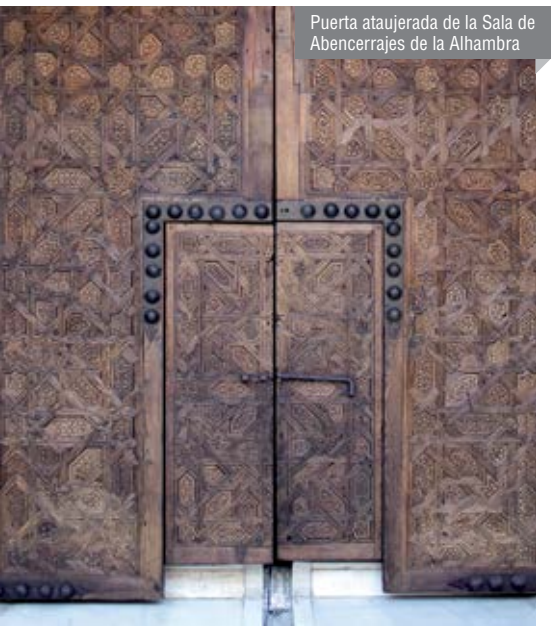
En la antigüedad clásica el sistema constructivo más común fue el sistema de cerchas y correas, que determina cubiertas a dos aguas formada por elementos triangulares. Los sistemas de cerchas y correas se componen de dos pares o listones en ángulo que conforman una cercha, unidas entre sí por correas, lo que daba lugar a estructuras muy pesadas. fue un sistema muy usado en la Europa cristiana medieval.

2.2.2. Armaduras con sistemas de pares: de par e hilera y de par y nudillo

Las armaduras de par e hilera y de par y nudillo aparecen en el siglo XII tanto en el territorio peninsular como en el Magreb. Aunque ya existían antecedentes en otros lugares europeos, la carpintería nazarí continúa la tradición almorávide y almohade, y terminará convirtiéndose en la solución más adoptada para cubrir espacios rectangulares en el reino nazarí.

Las armaduras se hacen independientes totalmente de las armaduras exteriores que soportan la cubierta de teja, por lo que estas nuevas armaduras interiores permitirán un mayor desarrollo del ornato.

En las armaduras de tijeras se introduce un listón, **la hilera**, que une todos los vértices de los ángulos obtusos de las tijeras, y disminuye el uso de tirantes que cerraban la estructura triangular por abajo. Cuando la armadura cuenta con más de dos vertientes se introducen unos maderos en los encuentros entre faldones o planos inclinados, llamados lima bordón. Todo este armazón apoya sobre una estructura de madera encima del muro que queda oculta por un friso.



Puerta ataujerada de la Sala de Abencerrajes de la Alhambra

Para evitar la cimbra de las armaduras de par e hilera se introduce un madero horizontal a dos tercios de altura de la cubierta llamado **nudillo**. Los nudillos juntos crean ahora una superficie horizontal que oculta la hilera. Esta nueva superficie se llama almizate. La cubierta pasa de tener un aspecto triangular a trapezoidal.

Al igual que las anteriores estas armaduras pueden llevar limas bordón, o moamares si son dobles separadas por un espacio o calle, y estar cerradas por abajo con tirantes o no. Estas armaduras forman estructuras de más de tres vertientes y pueden coronar plantas rectangulares, cuadradas, ochavadas o con otras formas poligonales. Las armaduras con pares curvos pueden forman bóvedas o cúpulas. ◄

2.3. Otros elementos: puertas, capialzados y aleros

- Las **puertas** constan de una estructura de peinazos y largueros a la que se clavaba una tablazón por la cara externa. Dicha tablazón será la que reciba toda la decoración: zafates lisos o tallados y machihembrados al lazo, lo que permitía el movimiento libre de la madera y evitaba la aparición de grietas.

Otras puertas fueron chapadas con carácter defensivo, otras ataujeradas, apeinazadas o enriquecidas con trabajos de taracea. Las gorroneras eran las piezas de madera insertadas en el muro y que se cajeaban para recibir al gorrón de la puerta. ◄

En ocasiones es la propia estructura adintelada quien recibe la decoración. Los capialzados a veces funcionan como gorroneras, la tabla se orada para permitir el paso del gorrón de la puerta hasta la caja de la rastra.

- Los **capialzados** son tablas de madera que decoraban la cara vista de dinteles en puertas y ventanas.
- Los **aleros** son elementos arquitectónicos independientes inclinados que quedan bajo las cubiertas. Su función era decorativa a la vez que protegía la decoración de los paramentos. Se encuentran cubriendo puertas o ventanas (guardapolvo) o rematando fachadas, patios o torres.

Capialzado de madera en la Sala del Mexuar de la Alhambra

Otros elementos de madera que formaban parte de la arquitectura fueron las celosías, antepechos, ménsulas y zapatas, aunque apenas se cuentan con restos conservados.

Alero tallado y policromado de la fachada del Patio de Comares de la Alhambra

INTERESANTE

Todos las vigas, peinazos, taujeles o lazos, pares y nudillos nazaríes llevan decorada la parte vista (el papo) con una serie de incisiones a favor de la fibra realizadas con el gramil y cubiertas con policromía. Parece que los mimbares tuvieron que tener un papel importante en la transmisión de influencias decorativos del sistema de lazo. Así se cuenta que el mimbar de la Gran mezquita de Córdoba del siglo X fue fragmentado tras la caída del califato y llevado a Marruecos.

Detalle de policromías con motivos epigráficos en un friso de madera del Palacio de Dar-Al-Horra. Granada

2.4. Sistemas decorativos

Tanto los techos planos (alfarjes) como inclinados (armaduras) y demás elementos recibirán distintos sistemas decorativos que se adaptarán e integrarán a su estructura. El más sencillo se desarrolla sobre las tablazones o maderos **pintando** motivos vegetales, geométricos o epigráficos.

La decoración de **menado** se realiza recortando formas geométricas en la tablazón y superponiendo en los reversos nuevas piezas que cubren estos espacios.

Los **peinazos** son pequeños maderos con función estructural que se introduce entre la viguería y permiten una lectura continua de los diseños de lazos geométricos.

El sistema **ataujerado** oculta totalmente la estructura del techo al clavarse sobre la tablazón. Se compone de dos tipos de piezas: los zafates y el lazo que dibuja los motivos geométricos. Los espacio poligonales que quedan entre esta trama geométrica son ocupados por los zafates, que podrán ir policromados y/o tallados.

Los **mocárabes** son formas decorativas importadas del Próximo Oriente. Son formas geométricas compuestas por piezas prismáticas, las adarajas, en forma de racimo hacia abajo o de cubo hacia arriba. Se introducen en los almizates, alfarjes, frisos, y gorroneras.

Detalle de decoración ataujerada de un alfarje del Mexuar de la Alhambra

3. Técnicas constructivas en la carpintería de lo blanco

Los carpinteros poseían un profundo conocimiento de las características, propiedades mecánicas y de talla de la madera, y así empleaban una especie de madera u otra según los requerimientos decorativos y estructurales de cada pieza.

INTERESANTE

¿Cuáles han sido las especies más empleadas en la decoración de la Alhambra?

- **Pinus Halepensis Mill:** conocido como pino carrasco y pino blanquillo. Se trata de una madera clara, de grano fino, tenaz y elástica, muy resinosa y dura, semipesada que permite una talla de gran detalle. Hasta el momento es la especie identificada en mayor número de ocasiones en la Alhambra.
- **Pinus nigra Arn:** llamado pino salgareño en Andalucía, pino maderero, pino albar, pino blanco o pino laricio. Ofrece una madera de buena calidad y resistente aunque algo más fibrosa que el pino carrasco.
- **Pinus silvetrys L.:** Pino silvestre. Su madera ha sido muy empleada, compacta y resinosa. Los métodos analíticos aun no han logrado diferenciar con seguridad las especies de pino laricio y silvestre.
- **Populus L.:** Álamos, álamos blancos o chopos. Su madera es clara y ligera, de escasa duración y fácilmente atacable por insectos y hongos. Es la tercera especie más usada en el monumento.
- **Ulmus minor L.:** Olmo. Es una madera muy fibrosa, de difícil talla, resistente a los pesos y a la intemperie, por lo que se usaba en elementos estructurales.

Las siguientes especies aparecen de madera puntual y su uso no es extensivo en los de trabajos de carpintería:

Juglans regia L.: Nogal; **Abies pinsapo Boiss:** Abeto; **Cedrus atlántica:** Cedro; **Prunus sp.:** manzano, peral, ciruelo; **Pino Pinaster:** el pino piñonero, pino manso, pino doncel; **Quercus faginea Lamk.:** quejigo, también conocido como roble carrasqueño, rebollo o carvallo.

En el ámbito nazarí es frecuente encontrar varias especies en una misma construcción. Dentro de la gama disponible en cada momento, ya sea por la existencia de bosques cercanos, traídas a través del comercio o maderas aprovechadas de otras construcciones, se empleará un tipo u otro dependiendo de la funcionalidad de cada pieza: por ejemplo las tablazones que quedaban ocultas se solían hacer con álamo blanco, ya que además se trata de un madera bastante ligera. Para los elementos estructurales y los que recibirán talla y/o policromía se empleaban las coníferas o algún tipo de frondosa más dura y menos fibrosa que permitiera el trabajo final de talla, aunque no llega a constituirse como regla general.

No se posee documentación conocida sobre los primeros procesos de producción y transformación de la madera durante los siglos XII, XIII y XIV en el reino nazarí, pero debieron de seguir las costumbres de zonas coetáneas y de épocas posteriores.

Desde su lugar de origen hasta que llega a formar parte de la arquitectura, la madera sigue una serie de procesos:

1. La tala del árbol.
2. El transporte desde el lugar de crecimiento hasta los centros de trabajo, que dependerá en gran medida de las infraestructuras y la orografía del terreno. Las principales áreas de aprovechamiento se localizarán en lugares próximos al edificio, lo que abarataría los costes, o bien estarían fácilmente comunicados mediante vías terrestres, marítimas o fluviales.

El descenso de madera a través de los ríos se podía hacer dejando los troncos libres o agrupados en armadías, especies de balsas de madera. El transporte a través del mar aprovechaba las rutas comerciales abiertas (vías de cabotaje y de mar abierto) entre la costa del Magreb y la costa nazarí.

Para el secado al aire se debe dejar espacios entre los troncos para permitir la ventilación, alejado de la luz directa del sol y resguardado de la lluvia. ►

3. El aserrado consiste en dividir el tronco en trozos de distintas formas según el uso que se le vaya a dar.
4. El proceso de desecación del tronco hace que éste pierda el contenido de agua libre que circula por los conductos, lo que no suele tener incidencia en las características físico-mecánicas.
5. Despiece o troceado del tronco, que se daba siempre que fuera posible de tal manera que evitara deformaciones posteriores.

Una vez la madera estaba preparada para su uso, era recibida por el carpintero de lo blanco aserrada y en prismas.

En el taller se usaban diversas herramientas, muchas de las cuales se siguen usando hoy día. Mazos, mandarrias (todo el mazo es de madera) y machos (grandes mazos de madera que se usan para hincar cuñas de madera), cuñas metálicas para cortar las maderas, hachas, azuelas, doladeras, alcatonas, sierras (para cortar o cachar), cepillos, cuchillos de dos mangos, cepillos de dos manos, limas, escofinas, barrenas, berbiquíes (para hacer perforaciones) colas de ratón, escoplos, gubias (para tallar), gramiles (instrumento que sirve para trazar una línea incisa a una determinada distancia del borde) tenazas, sargentos, alpartilla o tracilla (elemento auxiliar para el trazado de piezas), escuadras, plantillas (patrón para marcar o recortar formas determinadas), saltarregla (transportador de ángulos), cola de carpintero (adhesivo para la madera que se obtenía partir de la ebullición de huesos, cartílagos, pezuñas y otros despojos) y cartabones. Los cartabones eran las herramientas fundamentales para desarrollar el trabajo, eran triángulos rectángulos de madera que servían para trazar las piezas de las armaduras y del lazo.

Trabajo artesanal de un carpintero sobre su banco de madera

Las armaduras se trabajaban sin realizar planos previos según una serie de reglas y relaciones geométricas básicas. A partir del tamaño conocido de una sala y teniendo el grueso del madero se aplicaba unas fórmulas matemáticas para obtener el dimensionado de las armaduras. Como unidad de medida se utilizaba el grueso de los maderos, la separación entre pares “a calle y cuerda” correspondía dos veces el grueso del madero.

Los cartabones de armar fueron los instrumentos esenciales para la construcción de armaduras en la carpintería hispanomusulmana. Estos cartabones se obtenían a partir de un semicírculo con radio proporcional a la luz de la estancia que se quería cubrir y eran cortados ex profeso en cada ocasión. Este juego de cartabones proporcionaba el tamaño que debían tener los maderos, la disposición de las vertientes y los ángulos de ensamblaje de las distintas piezas.

Si la armadura llevaba decoración de lacería se utilizaba además otro juego de cartabones adecuados al lazo escogido, que generaban el trazado, el transporte de los ángulos a las piezas, sus medidas y su localización. La elección del tipo de lazo determinaba un diseño de armadura que pudiera incorporar la decoración de lazo sin problemas.

El carpintero traerá del taller ya construidos, tallados y policromados los paños que formarán parte de los techos, de manera que en obra el trabajo se limitará a su montaje y acople al edificio.

Sobre los muros enrasados a nivel, se afianzaba la estructura básica sobre la que iba a descansar toda la armadura. El estribamiento consistía en colocar los tirantes cajeados en los extremos para evitar su abertura, por lo que a veces se añadían cuadrales en los ángulos. Una vez tenemos la estructura de base se procede al montaje de los distintos paños, ayudándonos de estructuras auxiliares si lo requieren las características de los techos.

Proceso de fijación de policromía sobre un capialzado de madera tallado

Por el reverso de los techos se aplicaba una gruesa capa de yeso de varios centímetros, para prevenir el ataque de insectos xilógafos, además de servir de protección contra el fuego.

En cuanto a las piezas **talladas** son numerosos los restos de dibujos preparatorios que se pueden ver en las partes que quedaban ocultas bajo otras piezas o morteros dónde no era necesario continuar la talla. Muchos de estos dibujos son pintados a pincel con los mismos materiales que luego usaban para policromar, o marcas incisas a mano alzada o con ayuda de reglas y compases. Primero se trazarían las líneas generalas que encuadrarían la composición y a partir de aquí el artesano rellenaría los motivos. Pueden ir talladas los zafates, tocadura, frisos, capialzados, canecillos, mocárabes, gorroneras, puertas, etc.

Al hablar de la **policromía** hay que tener en cuenta que las piezas han sido intervenidas a lo largo de la historia, y han sufrido reparaciones en la propia época, repolicromados, adaptaciones a los gustos posteriores que podían implicar raspados y nuevos policromados, repintes para adecentar y refrescar los colores y en los últimos años capas de protectivos como aceites, ceras y esmaltes sintéticos.

Los restos de pintura (como gotas y chorreones) sobre los reversos de las piezas y sobre las tablazones, nos ratifica la idea de que estas piezas eran policromadas y montadas en taller y luego trasladadas a su lugar definitivo.

Otro aspecto a considerar es la escasez de muestras analizadas, por lo que la paleta de pigmentos y aglutinantes puede verse modificada en próximos estudios.

La labor de carpintería que iba policromada se hacía de una manera exquisita y se cuidaban todo tipo de trazos y colores, independientemente de la distancia del suelo a la que fueran a ir colocadas.

Las preparaciones más habituales eran las compuestas por sulfato cálcico y aglutinante proteico, y menos frecuentemente albayalde (carbonato básico de plomo) y aceite de linaza.

Normalmente se utilizaba otra formada por minio (que funcionaba como secativo y protector contra insectos xilófagos) y un aglutinante proteico, sobre la que se aplicaba una capa de aceite de linaza cocido que impedía la interacción con otra capa superior de cinabrio aglutinada con aceites para los fondos rojos, o amarilla (oropimente) para los fondos amarillos. Sobre algunas preparaciones pueden verse una o varias láminas de estaño, que aportan luminosidad a la capa pictórica.

Los pigmentos empleados para los azules eran: la azurita, el lapislázuli e índigo; para los verdes el verdigrís, tierra verde; para el rojo el bermellón, el minio; para el blanco albayalde; negro de humo para el negro; oropimente para el amarillo, pigmento muy peligroso por su contenido en arsénico.

El aglutinante de las capa policromas eran principalmente aglutinantes magros y aceite de linaza, aunque se ha encontrado puntualmente aceite de nuez y yema de huevo con el lapislázuli, ya que se contaba con la alteración del aceite de linaza que tendía a amarillear.

Al igual que sobre otros materiales también se usaban corladuras dependiendo del motivo decorativo. Sobre la preparación de sulfato cálcico se extiendía la lámina de estaño batido sobre la que se aplicaba la corla de aceite de linaza y resina diterpénica.

CAPÍTULO III

El yeso.

Las decoraciones de yeso en época nazarí

1. Historia del uso del yeso

Yeserías en las ruinas de Sedrata. Argelia

No hay un momento exacto para fijar el descubrimiento de la utilización del yeso en la historia, aunque los distintos hallazgos arqueológicos lo fechan en la cultura del Neolítico. Fue un gran paso para los primeros hombres que descubrieron el uso del yeso mediante una sencilla metodología, calentando una piedra para luego triturarla y hacer argamasas añadiéndole agua. Esta argamasa permitía pegar la mayoría de los materiales utilizados en la construcción de una vivienda.

En las ciudadess antiguas del mundo como son la ciudad en Anatolia (Turquía) de (IX milenio a.C.) son las primeras manifestaciones del Neolítico con suelos y paredes de yeso donde dibujaban animales o pegaban con yeso cráneos de animales.

Las regiones mesopotámicas son las que desarrollan con mayor profusión la tecnología de fabricación y empleo del yeso. Especialmente importante para España es la tradición sasánida del Imperio de Persia, (en la actualidad territorios de Siria, Jordania, parte de Irak e Irán), por su influencia en el arte hispanomusulmán.

En la Edad Media como señalan varios autores, la técnica del yeso llega a Occidente a través de Ifriquiya, desde Mesopotamia. Con la entrada de la dinastía Abasí, la capital del imperio musulmán se traslada a Bagdag, generando un nuevo foco de construcción con yeso, destacando las decoraciones en yeso en relieve (yeserías) de Samarra (Irak), y Sedrata (Argelia).

A través de los árabes la construcción en yeso se extiende por la Península Ibérica, arraigando especialmente en las regiones con mayor riqueza natural en yacimientos de yeso, como son Andalucía, el Levante y Aragón. Las primeras manifestaciones de decoraciones de yeso situado en el interior de un muro de un edificio hispanomusulmán aparecen en los salones de Abd al-Rahman III en Madinat al-Zahra, cuyas ruinas se excavaron apareciendo inscripciones que la fechan en los años 953-954 a 956-957. Su empleo se generaliza en las regiones yesíferas gobernadas por musulmanes, tanto en interior como en exterior, destacando en el siglo XI el Palacio de la Aljafería en Zaragoza y la Alcazaba de Balaguer (Lérida).

Arquitectónica y decorativamente, se distingue el periodo Nazarí por la fina talla ejecutada sobre un material como es el yeso. El yeso alcanza en este periodo su mayor esplendor como materia prima de una obra de arte, y centrándonos en la capital del Reino de Granada, existen bellos ejemplos decorativos de numerosos edificios como el Corral del Carbón, Palacio de Dar al-Horra, Alcázar Genil, o Cuarto Real de Santo Domingo entre otros, siendo culmen de ellos el Conjunto Monumental de la Alhambra.

La decoración de muros mediante motivos de yeserías sufre un cambio en el periodo nazarí, donde la técnica de talla directa sobre paramentos de yeso, utilizada por los almohades, convivirá con piezas vaciadas mediante moldes, no por ello dejándose de utilizar las anteriores técnicas. El trabajo de vaciado con moldes, consistía en producir vaciados en placas sueltas y más tarde pegarlas al muro utilizando un sistema específico de fijación.

Decoraciones de yeso en el Palacio de Alzazar Genil. Granada.

Antiguas minas de yeso El Alcazar en Galera. Granada

Sobre el origen del yeso utilizado en las construcciones de la Alhambra, se sabe que se localiza en las canteras de yeso existentes en la región, debido a su abundancia y proximidad para su abastecimiento.

Los legajos del Archivo Histórico de la Alhambra, señalan las Gabias como centro productor de yeso. El estudio geológico de la zona de las Gabias determina una serie de grandes yacimientos de yeso, encuadrados en el contexto de la Depresión de Granada. Han existido numerosas explotaciones, la mayoría de ellas abandonadas en la actualidad. En ellas afloran masas casi exclusivamente constituidas por la modalidad de yeso de alabastro, presentando intercaladas pasadas de areniscas y margas con restos de macro y microfauna que indica que se trata de depósitos de origen marino.

2. El yeso

Piedra de yeso de alabastro

Piedra de yeso de espejuelo

En la corteza terrestre es muy abundante la presencia del yeso. Su origen se remonta a más de 200 millones de años, periodo en el que los depósitos acumulados, en franjas determinadas en las profundidades oceánicas, permitió crear el apilamiento de estratos sedimentarios adecuados, y a su vez, al retirarse los mares durante el periodo Jurasico, quedaron secos los lechos de estos materiales que antes fueran soleras de fondos, que enterrados y solidificados por la meteorización física y química, quedaron convertidos en piedras de yeso “aljez”, cuyos yacimientos fueron hallados por el hombre en las primeras sociedades evolucionadas.

2.1. Fabricación del yeso

La fabricación de yeso es un proceso sencillo, ya que con solo calentar la piedra de aljez y someterla a temperaturas de unos 120ºC, esta se transforma en material para poder ser utilizado amasado con agua. Este proceso básico de transformación sumado a la abundancia de materia prima en la corteza terrestre, hizo que la producción de yeso se realizase en pequeñas explotaciones que iban cubriendo las necesidades que surgían en cada pueblo, zona o región.

Al cocer la piedra de yeso o aljez, u otras variedades como alabastro, selenita, espejuelo, yeso espático, yeso sedoso, yeso fibroso, yeso de nieve, yeso terroso, rosa del desierto, etc. se obtiene el sulfato de calcio hemihidratado ($CaSO_4x1/2H_2O$), cuya composición química del yeso corresponde a los siguientes elementos:

Calcio	23,28% Ca	32,57% CaO
Hidrógeno	2,34% H	20,93% H_2O
Azufre	18,62% S	46,50% SO_3
Oxígeno	55,76% O	

Una vez cocida al fuego la piedra de yeso, esta se debe dejar enfriar y posteriormente se tritura o muele, quedando preparado para su uso.

2.2. Tipologías de yesos

En época medieval solamente se encontraban dos variedades de material, el yeso blanco y el yeso negro. El Yeso negro es más basto, de tono oscuro, obtenido por calcinación de piedras de yeso impuras, además de contener cenizas y manchas de los gases de combustión por haber sido elaborado en hornos rudimentarios. Suele contener un 50-60% en peso de hemihidrato y va acompañado de anhidrita. Actualmente no se comercializa, y es difícil de encontrar, esto va a depender de las canteras de explotación. En un edificio suele aparecer como material de obra, material de pegue y en los motivos decorativos tallados directamente en el muro.

El yeso blanco era elaborado con piedras de mayor pureza, conteniendo un mínimo de un 66% de hemihidrato. Es un yeso de tono blanco, no tamizado, que es el más corriente de encontrar. Se encuentra como materia base de los motivos realizados con molde.

Horno de yeso después de su cocción

Con la revolución industrial, se perfeccionan los hornos y surge el yeso fino o escayola, con un mínimo de 80% de hemihidrato en peso. Se obtiene por tamizado en hornos donde los gases no entran en contacto con la materia. Ha sido aplicado como material en las restauraciones de épocas modernas a partir del s. XIX.

2.3. El trabajo con yeso

Una vez que el yeso es utilizado añadiéndole agua, éste pasa por diferentes fases como la hidratación, el fraguado y la cristalización. Fases en las que el yeso por reacción exotérmica, experimenta el crecimiento de los cristales formándose una nueva red cristalina, donde el yeso se endurece, el agua en exceso se evapora y se produce un aumento de volumen y resistencia de los cristales.

Finaliza así el proceso de fabricación del yeso y de reacción de la materia, donde se vuelve a crear una nueva materia que aunque físicamente es débil, químicamente es estable por naturaleza, y su estabilidad y permanencia, solamente se verá afectada en el tiempo, por la presencia de agua proveniente de lluvia, por humedades en porcentajes elevados, provenientes de atmósferas saturadas de humedad, o por la humedad capilar de los muros.

Agujas de cristales de yeso vistas al microscopio

3. Técnicas del trabajo de la yesería

Proceso de talla del yeso en la escuela de Artes y Oficios de Tetuán. Marruecos

3.1. La talla del modelo

El trabajo de talla del modelo se hacía también sobre yeso, obteniendo finalmente un molde duro sobre el que era necesario aplicar un desmoldeante que permitiese sacar un número ilimitado de vaciados o copias. Esta técnica requería trabajar el modelo mediante una técnica de rebaje o eliminación del yeso mediante cortes en "V", lo que genera que la base de todos los motivos, sea mayor que su partes superior, de manera que todos los motivos tallados, por pequeños que estos fueran, permitían la salida del vaciado una vez vertida y fraguada la masa de yeso. Para facilitar la salida del vaciado, se aplicaba sobre el molde duro a modo de barbotina, una capa de arcilla con función desmoldeante, de manera que una vez vertida la colada de yeso blanco, esta capa de barro impedía que se pegase el nuevo yeso y facilitaba su extracción.

En toda placa de yeso realizada con molde, encontramos primeramente una capa blanca de terminación y bajo esta capa blanca encontramos una capa naranja cuya naturaleza es de arcilla muy higroscópica y expansiva, en concreto de la variedad Belledita Nontronita. Esta capa naranja tiene un grosor entre 20-40 y solo se observa una aplicación, pero se distribuye por todos los minúsculos motivos de la talla con una regular aplicación.

Infografía de las diferentes capas que podemos encontrarnos en el proceso de montaje de una yesería nazarí

3.2. El trabajo mediante moldes

En las yeserías de todo el periodo nazarí, a diferencia de los periodos anteriores almohades o almorávides, destaca el empleo de la técnica de moldeo de motivos para la obtención de numerosos vaciados en yeso blanco. Esta técnica reunía una doble ventaja, por una parte aligeraban en el tiempo el proceso de decoración de un paramento, y por otro permitía la elaboración de un motivo más complejo y recargado, ya que su elaboración requería solamente la talla de una única pieza que serviría de modelo.

En época nazarí conviven la técnica de talla directa y la técnica de vaciado con moldes, empleándose cada una de ellas según la dificultad de los motivos y el número de piezas que se necesitasen reproducir.

Probablemente se pueda fijar el surgimiento del trabajo mediante moldes en la primera época nazarí, donde las demandas constructivas y consecuentemente decorativas, provocan una transformación de la técnica que irá evolucionando y perfeccionándose con el transcurso de los años, hasta llegar a su máxima perfección con las construcciones nazaríes de Muhamman III, y mas concretamente en la Torre de las Infantas donde las yeserías destacan por la variedad de motivos, su diminuto tamaño y la finura de su talla.

Es evidente que en esta transformación de la técnica, el empleo de moldes, llega a lograr la perfecta continuidad de la traza de los motivos decorativos, logrando la unidad de los paños y la perfecta distribución de los espacios al tener en cuenta el tamaño del motivo de la placa, según la planta de la sala a decorar. Aportando una mayor definición en los motivos tallados, en detrimento de la frescura y variedad de una talla directa, donde en caso de no contar con plantillas, en la talla directa se puede observa la variedad de motivos formales correspondientes a un mismo texto, como es el caso de las yeserías de la fachada Este de la Puerta del Vino, donde la cartela es tallada sin plantilla, y presenta al menos estas cuatro variantes. Esto implica también una transformación interna de los talleres artesanales, donde ya no es necesario un gran número de manos especializadas de los tallistas que debían de estar familiarizados con los distintos motivos vegetales y geométricos, además de conocer las reglas epigráficas. Por lo que estos tallistas y calígrafos se adaptan al trabajo de montador de placas sobre el muro, donde también se requiere un perfecto manejo del yeso.

Trabajo mediante siliconas sobre un motivo de yesería

3.3. Técnica del trabajo mediante labra o talla directa

La técnica de labra o talla directa, se realizaba sobre el muro, una vez revestido con una capa de yeso negro que nivelaba toda la superficie. En ocasiones el muro recibía una primera capa de yeso con cargas de áridos de mayor tamaño, cuya única función era la de nivelar el muro, y sobre esta se aplicaba una capa de yeso más fino y sin áridos, sobre la que se realizaban las diferentes composiciones del dibujo a tallar, mediante cordeles, cuchillas y compás, que van fijando los motivos a tallar en una ordenada geometría. Esta geometría se adapta al muro para componer los elementos, aunque para ello halla que adaptar el tamaño de algunos de los motivos, en su inteligente trabajo de "engañar al ojo".

Una talla directa que contempla toda una serie de motivos diseñados para este fin de la labra del yeso, acogiéndose a un mayor tamaño y simplicidad de los motivos, de manera que permitan su repetición en un espacio de tiempo razonable, sin perder por ello belleza y elegancia. Contrariamente a lo que sucede posteriormente con el empleo del trabajo con moldes, lo que les posibilita reducir los motivos y aumentar la complejidad de los desarrollos decorativos, para ganar tiempo en los plazos de ejecución.

Entre las herramientas utilizadas para el trabajo de talla directa, los artesanos utilizan buriles con hojas de 20 cm de largo provenientes de flejes metálicos, fijados mediante un dedal a un mango de madera de 10 cm. Estas herramientas se cono-

Talla directa de una placa de yesería con motivos epigráficos por un artesano marroquí

cen como “Marboo”, derivados de “nacs-hadid” -talla de hierro-, suele haber entre 5 y 10 grosores, dependiendo de la finura del motivo, y al más pequeño es conocido como “Lybra” que significa aguja . También se utiliza un compás metálico que permite el trazo de formas curvas o semicírculos, además de la repetición y marcaje de medidas. Con estos elementos podían trazar la talla de motivos curvos, pero para las líneas rectas del cuadrado o del rectángulo, utilizaban una cuchilla de hierro en forma rectangular con unas medidas de 6 x 13 cm aproximadamente y que podía tener uno de sus lados cortos acabado en curva. Estas cuchillas les permitía trazar líneas rectas con todas las posibles divisiones. Actualmente, estos instrumentos se siguen fabricando en Marruecos en la ciudad de Fez principalmente.

Herramientas utilizadas en el proceso de talla del yeso

3.4. Terminación de yeserías nazaríes

Ya fuese una yesería tallada in situ en el muro, o una placa realizada mediante molde, su acabado de terminación, previo a recibir sus aplicaciones polícromas, se realizaba aplicando una capa blanca de terminación, que uniformaba y proporcionaba una superficie blanca.

Esta capa de terminación blanca actualmente cubre la totalidad de los motivos de la talla por minúsculos que estos sean, y es visible en la mayoría de yeserías nazaríes, por la pérdida de su policromía. Esta capa presenta una gran resistencia y dureza, y una textura muy poca porosa donde en ocasiones muestra un brillo satinado. Se aplicaba en varias manos, con un espesor entre 150-200. Estas capas cumplen varias funciones; por un lado suaviza los ángulos rectos y tapa la huella producida en la talla directa, y por otro lado nivela la superficie final para la aplicación de la policromía, y cierra el poro de un yeso aplicado por colada sobre el molde, reduciendo la capacidad de absorción del yeso necesaria para su policromado y aumentando su resistencia y durabilidad.

La naturaleza de esta capa está compuesta por sulfato cálcico con una matriz probablemente de un compuesto orgánico con base oleica, que le aporta un mayor grado de impermeabilidad, reduciendo casi en su totalidad la capacidad higroscópica del yeso, lo que ha hecho posible que hoy día, a pesar de la fragilidad del material, sigamos encontrando yeserías originales ubicadas en espacios exteriores bajo aleros. La presencia de esta capa se ha detectado en yeserías asociadas a periodos cronológicos de épocas Almohade, Almorávide, y en todo el periodo Nazarí.

INTERESANTE

El material de yeso, como ya todos sabemos, se utiliza cuando se amasa con agua, sin embargo su mayor agente de deterioro también es el agua. Este conocimiento ha llevado a restringir su utilización solamente a aquellos sitios lejos de estas humedades, como es el caso de los edificios nazaríes como en el Palacio de la Alhambra, donde el material de yeso se encuentra a partir del zócalo de alicatados. Pero los artesanos conocedores de este problema y comportamiento del yeso, han adaptado su empleo a unos lugares determinado dentro de la construcción, según el clima y la humedad que existiese en cada edificio en concreto.

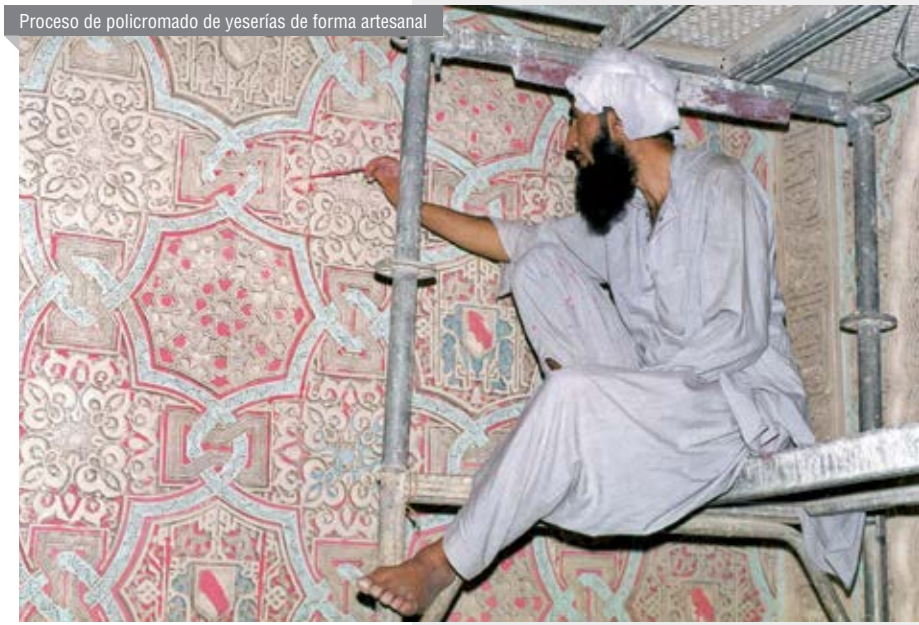
Y por ello en lugares y edificios donde los problemas de humedad y agua de lluvia son muy reducidos, se ha eliminado esta restricción y encontramos decoraciones de yeso que arrancan desde el suelo y cubren toda la estancia, como se puede ver en los restos de edificación del Palacio de Samarra, ubicado en el desierto de Irak.

3.5. Aplicación del color

3.5.1. Técnica de policromado

Son diversas las técnicas y aglutinantes que se han determinado como posibles para su decoración, temples, caseínas, agua de cal, etc. Sin embargo una de las técnicas pictóricas más antiguas utilizadas en la policromía de las yeserías nazaríes era el temple al huevo. Los documentos aparecidos en el siglo XVI, indican como el empleo del temple al huevo, era empleado por los artesanos musulmanes, y era conocido su buén comportamiento por los artesanos cristianos, contrariamente a los temples de cola que experimentaban problemas de levantamientos y consecuentemente pérdidas y desprendimientos de la policromía realizada sobre yeso, y más en condiciones medioambientales extremas.

En la paleta de colores de las yeserías nazaríes, encontramos el blanco como color de fondo, sobre el que combinan distintos colores principalmente el rojo y el azul que se alternan en los fondos o sobre los motivos vegetales del ataurique. Dejando el negro para remarcar detalles de motivos planos vegetales, cintas o emperlados.



Proceso de policromado de yeserías de forma artesanal

Detalle de adarajas policromadas en las bóvedas de mocárabes de la Sala de los Reyes en la Alhambra

3.5.2. Técnica del dorado

En el mundo musulmán, se utilizaba el acabado metálico de hoja de oro como tratamiento pictórico. Y son varias las referencias que nos hablan del oro como elemento decorativo en yeserías; en el texto de Ibn al-Jatib que narra la celebración de la fiesta de *mawlid* del año 1362, se describen obras del Mexuar de la Alhambra, citando expresamente: "*Láminas de oro cobrizo cubren sus letras, y se amontona a su alrededor polvo de lazulita"*. El dato más directamente relacionado con la técnica del dorado sobre yeserías es el aportado en el mismo texto al referir "*formas vegetales doradas con oropel, y clavazón"*. Entendiendo el oropel como una chapa laminada de latón, de 0,01 a 0,03 mm de espesor, que imita al oro.

En esta técnica de dorado se aplicaba una resina de color anaranjado en el motivo a decorar a modo de mixtión.

CAPÍTULO IV

La cerámica.

Elementos arquitectónicos en época nazarí

Color-Ciao

1. Historia del material cerámico

Horno de cocción de material cerámico

Los materiales cerámicos (del griego ¨keramos¨) son producto de la cocción de tierras arcillosas previamente moldeadas.

Una de las fases que tiene que sufrir la pasta de barro para transformarse en cerámica, es la acción del calor mediante la cocción a más de 800º C. La cocción se realiza a una marcha lenta y prudente, siendo factores determinantes el producto a cocer y el horno.

La dosificación del calor se realiza de acuerdo a los distintos tipos de arcilla y a las características del producto a obtener, distinguiéndose a groso modo tres etapas, que comienzan por un calentamiento uniforme, seguido de una cocción, y finalmente con su enfriamiento.

El inicio y las primeras manifestaciones de usar ladrillo, vidriado o no, como producción cerámica, se fijan en Egipto y Mesopotamia hacia el VI milenio a C., su ejemplo más conocido lo tenemos en el Palacio de Sargón en Nimrud, donde los arqueólogos han encontrado restos cerámicas en las puertas, y piezas cerámicas recortadas con una cara vidriado para las columnas. Posteriormente la cultura babilónica ya en el siglo VI a C., nos dejó bellos ejemplos de paneles decorados con ladrillos vidriados en las famosas puertas de Ishtar, actualmente en el museo de Pérgamo (Berlín).

El trayecto que ha recorrido la supervivencia de esta técnica hasta el siglo XII, la debemos probablemente a culturas y edificaciones menores como las realizadas por los partas y sasánidas, como aparece en el siglo IX en azulejos iraquíes de Samarra, o los azulejos de reflejo dorado de la mezquita de Qairawan.

La cerámica en la Mesopotamia sumeria, es como el hierro y el acero en nuestro mundo contemporáneo, incluso alcanza un rango superior en su universalidad de usos y aplicaciones, pues además de su empleo arquitectónico, doméstico e industrial constituye, también, el soporte de la comunicación escrita, ya que la escritura cuneiforme se realizaba en tablillas de barro que equivalían al papel y los libros en culturas posteriores. Era aquel un mundo de arcilla, un imperio basado en el barro y la cerámica, que llevó estas materias a su más elevada expresividad.

Azulejos vidriados en tonos azules y ocres en las puertas babilónicas de Ishtar. Museo de Pergamo en Berlín. Alemania

Técnicamente el Islam generaliza innovaciones decisivas para el nuevo ímpetu de libertad, que va a protagonizar la cerámica durante la Edad Media Europea y Medio Oriental.

Acaso el mayor refinamiento árabe en nuestra cerámica ha sido la ornamentación de reflejo metálico, técnica muy exclusiva que combina tres cocciones entre oxidantes y reductora, con el empleo de elementos entre otros como el sulfuro de plata, cobre, mercurio, óxidos de hierro, etc. que daban el resultado de una cerámica de gran lujo, que desaparecen en los comienzos del siglo XVII, con la expulsión de los moriscos. Y aunque se ha intentado imitar, nunca se ha conseguido igualar.

Produccción de material cerámico y secado al aire libre

2. La cerámica

La materia básica de la cerámica es la arcilla. Su composición química que provienen de rocas secundarias derivadas de las ígneas, es de tipo silicato con compuestos mayoritarios en silicio y aluminio, suele ser con más de un 40 % de contenido en sílice, y aproximadamente con un 14 % en agua, y un 39 % de alumínia, además de óxidos de hierro, calcio, sodio y potasa como impurezas.

La arcilla es un material de la descomposición de rocas sedimentarias, por lo que su variedad es muy amplia, pero existen dos tipos mayoritarios de arcillas; las de color blanco amarillento o las calcáreas que son ricas en silicatos cálcicos y no hay presencia de hierro, y las de color rojizo arcillas ferruginosas donde abundan los óxidos e hidróxidos de hierro. Esta diferencia entre unas y otras hace que experimenten distintos comportamientos ante el agua, también debido a su porosidad, donde las calcáreas admiten mayor intercambio de agua por su mayor porosidad.

También encontramos otros elementos en la composición de las pastas cerámicas llamados desgrasantes, estos elementos son materiales que se adicionan a la arcilla por su alta plasticidad en piezas de difícil secado, evitando deformaciones y roturas, y consiguiendo un equilibrio entre plasticidad y resistencia al choque térmico, y una más fácil salida del agua del interior de la pieza. El más usado es la chamota, pero también se usan cenizas o arenas de granos finos. Se suele encontrar en piezas de gran tamaño como jarrones, o en piezas que exigen un grosor considerable como losetas de pavimentos, aliceres, bordillos, etc.

Para obtener el vidriado trasparente, es habitual utilizar el sílice mas oxido de plomo, y para los diferentes colores existentes, se suelen emplear diferentes tierras naturales, introduciendo el cobre para el color verde, el cobalto para el azul, y el manganeso para los tonos púrpura y turquesa, entre otros.

Presencia de chamota en la pasta cerámica del Jarrón de las Gacelas. Museo de la Alhambra. Granada

Existen varios tipos de materiales producidos con un material cerámico, que intervienen en una construcción arquitectónica, como son el ladrillo, la teja y el azulejo del que se obtienen las piezas del alicatado o se realiza la cerámica de incrustación, y además de otros productos cerámicos como son el azulejo de arista y el de cuerda seca.

Sin embargo la técnica que nos encontramos mayoritariamente en las decoraciones arquitectónicas nazaríes y meriníes es el alicatado, por ello nos vamos a detener a continuación en ver todos sus procesos de elaboración.

3. Técnicas de producción cerámica

3.1. Características del alicatado

Si hay que destacar una técnica de material cerámico utilizado en las construcciones arquitectónicas del reino Nazarí, ese es el alicatado.

La palabra alicatado procede de la raiz Q-T-' del árabe que significa "cortar", donde las teselas son cortadas de la loseta vidriada por el artesano a golpe de piqueta llamada "Menkach".

La evolución y uso de las decoraciones mediante la técnica del alicatado, no tienen un punto concreto de arranque, y como ciertos autores nos indican, debemos de comenzar a hacer el estudio teniendo en cuenta el ladrillo, usado como elemento decorativo en distintas combinaciones.

Si nos centramos en los alicatados tradicionalmente se piensa especialmente en al-Andalus y el Magreb. Algunos autores han establecido la importancia del turco-iraní en el siglo XI para conocer el origen de los alicatados.

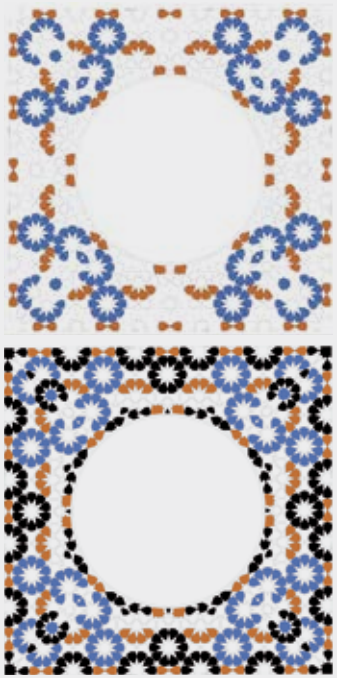
En el mundo árabe, se habla del *zillij* para hacer referencia a la técnica de los alicatados, donde la raíz de esta palabra indica o señala el vidrio *azuzaj* y la acción de vidriar *tazlij*, donde el *zillij* sería la acción de vidriar una superficie. Se ha establecido siempre una estrecha relación entre al-Andalus y Marruecos, indicando en algunos casos el núcleo exportador en al-Andalus, ya que la técnica se lleva al Norte de África por la emigración de judíos y musulmanes; en otros casos se plantea que se deben revisar las teorías acerca de la influencia de la Alhambra en la producción del *zillij*, afirmándose que esas técnicas de alicatados ya existían en Fés. Algunos autores señalan que el *zillij* aparece en el Magreb y al-Andalus ya en el siglo XII y XIII, conservándose restos en el minarete de la mezquita de la Kutubiyya, donde se utiliza el blanco y verde turquesa, y también en la mezquita de la Qasba en Marrakech, así como en la Torre del Oro y Plata en Sevilla, refiriéndose claramente a la almohade pues en omeya en al-Andalus se señala que más que los alicatados, lo que se utilizaron fueron las teselas y el *opus sectile* continuando con la tradición romana y bizantina.

Después de todas estas implicaciones históricas sobre la aparición e influencias de la técnica de la cerámica cortada, no debemos olvidar que tecnológicamente la mecánica del trabajo con materiales de diferentes colores, cortados en pequeños fragmentos para hacer distintas composiciones en el suelo, con materiales como el mármol, la piedra, el vidrio, e incluso la cerámica, era una técnica que ya usaban los romanos en los mosaicos mediante el uso de teselas, y que los musulmanes ya se encuentran cuando llegan a nuestra península. Ante toda esta serie de decoraciones realizadas mediante la técnica de corte, es muy probable que los artesanos musulmanes adoptasen esta tecnología para cortar y la adaptasen al material cerámico, encontrándose aquí el verdadero origen de la técnica del alicatado.

Paño de alicatado nazarí. Sala de Ajimeces de la Alhambra

Mezquita de la Qasba en Marrakech. Marruecos

Torre del Oro en Sevilla IMAGEN CEDIDA POR WIKIPEDIA



Motivos compositivos de un paño de alicatado en la Sala de las Camas del Baño de Comares en la Alhambra

Las formas más conocidas del alicatado florecen a finales del siglo XIII y principios del XIV, apareciendo simultáneamente en diversas zonas y entre ellas Granada, si bién será en el periodo nazarí en el conjunto monumental de la Alhambra y el Generalife, cuando llega a su máximo esplendor, y será a mediados del siglo XV cuando decae su producción en la zona de al-Andalus hasta el fin del periodo nazarí.

Al igual que en otros materiales decorativos y constructivos del arte musulmán, en este material cerámico, utilizan básicamente la combinación de cinco colores. En el caso del alicatado nazarí los colores parten generalmente de piezas blancas, posteriormente introducen el negro para fijar la traza y distribución de motivos, seguido de una alternancia de tonos azules y verdes, dejando el tono melado para elementos muy puntuales dentro de la composición.

Otras formas muy utilizadas en las representación de la cerámica en arquitectura, es la variante de tejas, ladrillos y cerámica de incrustación, arista y cuerda seca.

La cerámica de incrustación, es una variante que se da muy excepcionalmente en la Alhambra, y cuyo repertorio es muy corto. Esta aparece principalmente en albanegas de arcos o en motivos epigráficos de frisos cerámicos.

Alicatados con la técnica Fesí en la fuente de Nejjarine en Fès. Marruecos

AMPLIACIÓN DE CONTENIDOS

El Premio Novel de Química del año 2011 fue adjudicado al israelí Daniel Shechtman por el descubrimiento de los cuasi-cristales. Los cuales, a diferencia de los cristales, no contienen un arreglo periódico basado en la traslación de una celda unitaria en tres dimensiones, si no se trata de un arreglo aperiódico el cual aún así presenta una difracción definida. Sin embargo, la teoría del científico israelí demostró que los átomos de su cristal se empaquetaban siguiendo un patrón que no se podía repetir. En un principio esto se consideró imposible hasta el punto que se le sugirió que abandonase el grupo de investigación, y se llegó a decir que: "No existe tal cosa como los cuasi-cristales, sino solo cuasi-científicos". La curiosidad de esta noticia radica en que estas estructuras cristalinas presentan unos patrones regulares que asombrosamente nunca se repiten, como ocurre con los mosaicos árabes de la Alhambra, Granada, España (también se observa este tipo de teselado en otros monumentos medievales como el santuario Darb-i Imam en Irán, y en otros monumentos de Irak, Turquía o Afganistán).
Estos mosaicos, han ayudado a los científicos a comprender mejor la estructura de los cuasicristales a nivel atómico, que por sus características, ya se están produciendo en laboratorio, los cuasicristales, también llamados sólidos **cuasiperiódicos**, son malos conductores de la electricidad y extremadamente duros y resistentes a la deformación, por lo que se emplean para recubrimientos protectores antiadherentes.

3.1.1. Composición y corte de alicatados

COMPOSICIÓN:

La composición de los alicatados, es una de las grandes aportaciones que hicieron los alarifes musulmanes en el periodo Nazarí. En sus composiciones utilizaron elementos de la geometría como el círculo, el triángulo el cuadrado, el hexágono, o el pentágono conocido como el número de oro, símbolo del equilibrio estable. Conocieron y dominaron la geometría y los cálculos matemáticos, lo que les facilitó realizar complicadas trazas de motivos geométricos, donde aún hoy día siguen apareciendo nuevos sistemas de simetría de rotación de orden cinco, hasta ahora desconocidos en el mundo en la teoría de la Cristalografía.

La mayor parte de los paños de alicatados se conforman en un espacio rectangular, que reviste los zócalos de los muros, ya sea en el interior o exterior de las habitaciones o salones. Otros motivos los encontramos en pavimentos, patios, recubrimientos de pilares y fuentes, etc.

La traza y desarrollo de un motivo de alicatado se genera a partir de un punto o eje principal, de donde se van radiando los diferentes motivos que forman la composición. Las figuras que generan, forman módulos con precisas relaciones generados principalmente a partir de una serie geométrica de razón raíz cuadrada de dos. Esta geometría estaba relacionada con las matemáticas de la época de Arquímedes donde asignó el número "pí" a la relación entre circunferencia y diámetro, al igual que la relación entre diagonal y lado del cuadrado es muy aproximada a la raíz cuadrada de dos.

Los motivos más frecuentes suelen ser ruedas centrales llamadas estrellas o sinos, que forman el inicio de la traza y eje de la simetría. Los motivos que se generan parten de figuras básicas como el cuadrado, el cual mediante movimientos de rotación y traslación, van formando la estrella central con un número de puntas, siendo la más frecuente en el arte hispanomusulmán la estrella de ocho puntas, que genera una inmensa variedad de lacerías, como octógono estrellado, pequeña cruz, trébol de cuatro hojas, etc. Y en torno al sino central se genera otra serie de elementos como ruedas de azafates, que este a su vez genera otra rueda de azafates arpados, candilejos, almendrillas, figuras de lazada, y lazada de cenefas.

CORTE:

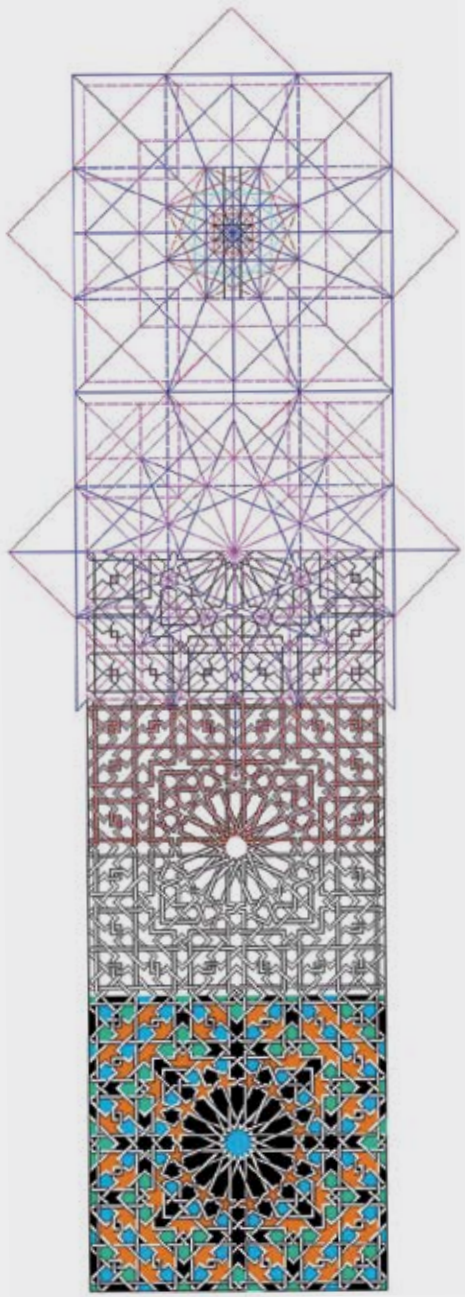
El trabajo de corte del material cerámico para crear las piezas del alicatado, parte de un dibujo previo, de este dibujo se obtienen las plantillas de las diferentes piezas que forman el alicatado.

La función de la plantilla es servir de modelo para dibujar su perfil sobre una loseta de barro cocido y vidriada sobre la que se realiza el corte. El artesano elige el color de la loseta sobre la que se van a realizar los cortes de las plantillas, teniendo en cuenta la trama original del paño y de los diferentes motivos que lo componen.

Proceso de corte del alicatado mediante el Menkach

Para realizar el dibujo de la plantilla, este se debe de pasar a la loseta de barro vidriada. Al azulejo se le aplica una lechada de yeso o cal muy fina sobre la que se apolla la plantilla y se dibuja su perfil con una punta metálica. La plantilla se dispondrá para aprovechar al máximo el azulejo, para obtener el mayor número de piezas posibles.

El corte de la loseta se realiza mediante el "menkach" de hierro de un grosor y peso



Desarrollo de la trama de un motivo de alicatados

considerable con los dos extremos muy afilados. El corte en la pieza de alicatado a través del impacto producido por el "menkach", provoca que desde la cara vista de la pieza hasta el reverso de ella, se produzca un corte en oblicuo, siendo la superficie del reverso de la pieza menor que el anverso, esto genera que al unir una pieza con otra se forma un espacio en forma de "V", que facilita la entrada posterior de un mortero de agarre que fija la pieza dentro del paño, que mas tarde será fijado al muro. Para la adhesión de este mortero de agarre, le favorece además las irregularidades producidas por el corte del material cerámico en las paredes de la "V" al recibir el impacto del martillo. En ciertas ocasiones es necesario repasar cada una de las piezas cortadas, para pronunciar el corte en oblicuo que genera el espacio en forma de "V". Actualmente en Marruecos, esta técnica se conoce como Fesí, por ser originada en la ciudad marroquí de Fez donde se sigue trabajando.

Detalle de un paño de alicatado cortado con la técnica Fesí

Por el contrario, la técnica de corte elegida por los artesanos nazaríes, reunía varias ventajas, y está originada por una obligada necesidad de montaje del paño y su posterior colocación en el muro. Existen para ello dos razones:

1. una es la pérdida de volumen al realizar la cocción, lo que generaría que las piezas realizadas con molde, no coincidirían con la exactitud exigida por la trama del paño diseñado, y que al realizar el montaje, no fuesen regulares las uniones de las piezas ni las llagas de unión.
2. la segunda razón radica en la obtención de una pieza totalmente plana, y con los filos cortados en arista. En la realización mediante molde se corre el riesgo de alabeo de la pieza, y además los labios externos de los bordes no son vivos ni uniformes, creando una rebaba irregular al aplicarles el vidriado posterior, con un vidriado bombeado.

Posteriormente al periodo nazarí, y ya en los siglos XVIII y XIX encontramos una técnica muy diferente en algunas piezas restauradas de cerámica en alicatados dentro del conjunto de la Alhambra. Esta técnica utilizaba piezas individualmente cortadas mediante molde o navaja cuando el barro no ha secado y está en dureza de cuero, haciendo el corte a bisel para favorece así la introducción del mortero en la llaga de unión por su reverso. Posteriormente eran cocidas y vidriadas con su forma final. Esta técnica es fácilmente identificable por sus deformaciones, vidriado bombeado y chorreones de ese vidriado en los laterales de las piezas, hoy conocido como alicatado Tetuaní por ser muy abundante en esta ciudad Marroquí.

Detalle de un paño de alicatado cortado con la técnica Tetuaní

3.1.2. Colocación y montaje de alicatados

Será en el arte nazarí donde se desarrolla la nueva técnica de montaje de paños de alicatados sobre pavimentos y zócalos de muros. Evolución y culmen de una técnica que tiene sus antecedentes decorativos en los revestimientos cerámicos arquitectónicos en edificios musulmanes del próximo oriente como Irán, Irak, Túnez, etc. y evolución de una técnica de corte de materiales ya empleada por los romanos.

PREPARACIÓN DEL MONTAJE:

Idearon un sistema de montaje que consistía en la preparación de una superficie lo mas lisa y plana posible, en la cual además permitía poder marcar o dibujar sobre él, las principales trazas y elementos de referencia de la composición del alicatado. Según el paño se podía montar sobre paneles de madera que ayudaban a su levantamiento.

MONTAJE DE LAS LÍNEAS Y ELEMENTOS TRAZA:

Dependiendo del tamaño del paño, se empezará a colocar piezas con la cara del vidriado hacia abajo, desde el interior hacia los extremos, para evitar que accidentalmente se muevan las piezas y se obligue a comenzar el trabajo desde un principio.

Una vez que se han montado las piezas de mayor tamaño, sinos, figuras de cenefa, lazada de cenefa, azafates, almenas, etc. se van colocando los motivos de menor tamaño como los candilejos, azafates y sinos, y finalmente se colocarán las piezas más pequeñas como pueden ser las almendrillas.

FIJACIÓN DE PIEZAS:

Primeramente se vierte el mortero de llaga en polvo, y sobre él se pulverizaba agua. Esta agua servía como reactivo sobre el mortero, y al fraguar, iba fijando todas las piezas, dando unidad y estabilidad al paño.

Mientras carbonataba este mortero se continuaba colocando piezas hasta completar el paño, de manera que en unos días, ya se podía trabajar sobre la zona donde se aplicó el mortero.

APLICACIÓN DE MORTERO DE AGARRE:

Finalizado el proceso de fijación de piezas con mortero en polvo, y transcurrido el tiempo necesario para su carbonatación, se aplicaba el mortero final de agarre, el cual daba consistencia y fuerza a todo el paño.

Debido al lugar de ubicación de los paños de alicatados, normalmente en zonas de paramentos y suelos en contacto con humedad en mayor o menor grado, el mortero utilizado para su fijación se componía de piedra de cal apagada en agua (hidróxido cálcico), y diversos áridos, aportando a estos morteros una gran fuerza de pegue al muro, y una gran resistencia a la humedad.

Montaje de un paño de alicatado con las piezas boca abajo

PREPARACIÓN Y MONTAJE EN EL MURO:

Antes de fijar el paño en el muro, se clavaban unos clavos metálicos en el muro, que servían de tope y daban el grosor del mortero final de colada. Trascurrido el tiempo necesario de endurecimiento de la cal, mediante el proceso de carbonatación, el paño de alicatado era levantado del suelo y colocado en el muro. Una vez colocado sobre el muro y apoyado sobre las cabezas metálicas de los clavos, este se fijaba al muro mediante el nuevo mortero de cal, vertido por colada.

3.2. Cerámica de incrustación

Detalle de una pieza cerámica trabajada con la técnica de incrustación

La cerámica de incrustación es una técnica muy poco conocida, ya que no existen muchos ejemplos, debido a su complejidad en la realización. Fue muy utilizada en el periodo nazarí, en frisos y portadas, y actualmente son muy pocos los ejemplos que quedan en el mundo de esta técnica. No se sabe si su origen se puede establecer en el reino Nazarí de Granada entre los siglos XIII-XIV, y aunque existen muchos lugares de una gran tradición cerámica, no se conocen ejemplos de ella, y son escasas las colecciones de cerámica en el mundo que cuentan con algún ejemplo de esta técnica.

MÉTODO DE EJECUCIÓN:

Sobre la placa cerámica ya vidriada, sobre la que se va a hacer la incrustación, se pasaba el dibujo. Y mediante los punteros y formones muy afilados, a golpe de martillo iban cortando la cerámica y ahuecando los motivos. En otra placa y en otro color se hacían los cortes inversos para sacar los motivos a incrustar.

MONTAJE EN EL MUR:

Su montaje en el muro se realizaba fijando la primera placa ya excavada, mediante adhesivos de mortero de cal y en las ocasiones que la placa y los motivos eran muy grandes y pesados, estos eran ayudados por clavos de forja que atravesaban la placa base y se fijaban en el muro.

Una vez fijada la placa del muro, se iban introduciendo los diferentes motivos en sus huecos correspondientes, fijándolos con mortero de cal con un árido muy fino para que entrase por todos los huecos, que servían de cama y pegaba la pieza en su hueco.

3.3. Cerámica de cuerda seca

Esta variante de cerámica se trabajan sobre formatos de ladrillos similares ya sean cuadrados o rectangulares, y la metodología de montaje y colocación en el muro se realiza mediante mortero de cal.

La diferencia de estas técnicas radica en el momento de aplicar el color antes de la cocción. Se utiliza una sustancia para delimitar los motivos, a base de oxido de manganeso mezclado con sustancias bituminosas o aceites.

Detalle del trabajo sobre la cerámica de la técnica de la cuerda seca

Esta sustancia deja impregnado el barro creando una barrera lo suficiente para que no se mexclen los esmaltes desde su aplicación hasta el momento en que se solidifican dentro del horno de cocción. Esta técnica era ya utilizada en Susa, Irán en los primeros siglos del Islam, pero fue muy poco utilizado en Oriente. Se conoce en Occidente desde la época del Califato Omeya de Córdoba, y se desarrolla en al-Andaluz a partir de la segunda mitad del siglo X.

3.4. Técnica de fabricación de los ladrillos

El material básico era el mismo de arcillas locales. Se realizaban normalmente con moldes en producciones de gran tirada para abastecer obras y material de almacenamiento. En el proceso que aun se sigue utilizando hoy día, se empleaba la arcilla mezclada con agua, secada al sol y finalmente cocida en horno moruno. Sus dimensiones permiten que se pueda colocar con una sola mano por parte de un operario. Su forma es la de un prisma rectangular, en el que sus diferentes dimensiones reciben el nombre de *soga*, *tizón* y *grueso*, siendo la soga su dimensión mayor.

La disposición de los ladrillos en el muro se conoce como aparejo. Existen muchas formas de aparejos. Algunos tipos de aparejos más comunes son los siguientes:

- **Aparejo a sogas:** los costados del muro se forman por las sogas del ladrillo, tiene un espesor de medio pie (el tizón) y es muy utilizado en fachadas de ladrillo cara vista.
- **Aparejo a tizones o a la española:** en este caso los tizones forman los costados del muro y su espesor es de 1 pie (la soga). Muy utilizado en muros que soportan cargas estructurales (portantes) que pueden tener entre 12,5 cm y 24 cm colocados a media asta o soga.
- **Aparejo a sardinel:** aparejo formado por piezas dispuestas a sardinel, es decir, de canto, de manera que se ven los tizones.
- **Aparejo inglés:** en este caso se alternan ladrillo a soga y tizón, trabando la llaga a ladrillo terciado, dando un espesor de 1 pie (la soga). Se emplea mucho para muros portantes en fachadas de ladrillo cara vista. Su traba es mejor que el muro a tizones pero su puesta en obra es más complicada y requiere mano de obra más experimentada.

Acopio de ladrillo en un taller alfarero

El ladrillo se fijaba o pegaba en el muro con morteros de yeso o cal.

3.5. Técnica de fabricación de las tejas

La fabricación de las tejas, seguía el mismo proceso de los azulejos, salvo que aquí no siempre se introducía un vidriado. Se utilizaba un molde de madera o se moldeaba sobre el muslo del artesano, para más tarde secarla al sol y cocerla en el horno.

Selección y acopio de tejas en una intervención de restauración

Aunque existen varias tipologías de tejas, la más conocida es la llamada teja árabe, esta tiene la forma un tronco de cono, cortado por la mitad longitudinalmente. Tiene la gran ventaja sobre todas las demás de que con esa pieza se resuelven todos los problemas de una cubierta para evacuar el agua: canales, cobijas, cumbreras y limas. Aunque se denomine teja árabe, por su uso extensivo por los árabes en la Península Ibérica, ya la utilizaban los romanos.

La colocación de la teja en el tejado comenzaba por poner en hiladas con una inclinación ya dada por la cubierta de madera. La teja de abajo llamada rio o teja canal, que se coloca montando la parte más ancha bajo la parte más estrecha de la inmediatamente superior, provocando así la evacuación del agua e impedir la entrada de agua en la estructura del tejado. Estas hiladas se colocaban a una distancia entre ellas que permitía finalmente con una teja colocada de forma cóncava llamada contraria o teja cobija, cerraba dos hiladas de tejas que también se iban pisando entre ellas. La argamasa utilizada para fijar y pegar las tejas, solía ser barro (tierra amasada con agua), que en ocasiones podía llevar paja o arena como carga. Esta composición también se repite en la fabricación del adobe.

CAPÍTULO V

Metodología

en la intervención de conservación-restauración

FASE I: La investigación o estudio de la obra. las etapas de la investigación

Como hemos visto en el primer capítulo, en las últimas décadas se han dedicado intensos esfuerzos a implantar un sistema común, internacionalmente aceptado, para el acometimiento de la intervención sobre los bienes culturales, así como para la descripción del proceso y la transferencia de datos.
Como resultado, se han elaborado normas y criterios que definen en la actualidad las pautas generales a seguir para el tratamiento e investigación. Hoy en día son la guía básica de cualquier organismo, institución o profesional que conciba la intervención patrimonial desde una perspectiva actualizada y responsable.
En esta norma común se determina que la intervención en los monumentos ha de estar precedida por el conocimiento exhaustivo del bien antes de cualquier tratamiento, tanto en sus valores culturales como en los puramente materiales y físicos. A partir de este estudio exhaustivo, se podrán detectar las carestías reales del bien, y diseñar las acciones correctivas más adecuadas para su conservación.
De la preocupación por sistematizar el orden en las acciones de investigación y definir conductas de referencia, surgen los criterios, protocolos y metodologías que se describen a continuación.

El proceso de intervención sobre un bien cultural ha de seguir 3 fases fundamentales:

1. **Investigación:** En la que se pretenderá alcanzar el mayor conocimiento posible del bien cultural en todos sus aspectos.
2. **Tratamiento:** Que habrá de estar regido por unos estrictos criterios de actuación, recogidos en los acuerdos internacionales y en la legislación vigente, y siempre guiados por las necesidades de la obra.
3. **Transferencia de resultados:** Destinada a que los procesos sean públicos y accesibles.

◀ Partiendo de la conciencia de que los bienes culturales son patrimonio común, y de que la difusión de experiencias contribuirá con el tiempo a mejorar los métodos de intervención, además de ayudar en el presente a los profesionales a la toma de decisiones y la resolución de problemas concretos.

1. La investigación:
el análisis histórico-artístico y el científico-técnico

La investigación tiene como objetivo el conocimiento en profundidad del bien cultural, y al abordarla ha de considerarse el monumento como un objeto de análisis y reflexión que reúne en sí mismo valores y perspectivas diversas. Por consiguiente, la investigación se realizará en varias direcciones paralelas, destinadas a dilucidar distintas cuestiones: la composición material del monumento, sus técnicas y procesos de elaboración, las circunstancias y valores históricos y documentales que lo definen, sus valores estético-artísticos, sus otras instancias o valores a considerar, el estado de conservación actual, los factores que han contribuido a su deterioro, las carencias o necesidades que dificultan su conservación, y cuáles serán los recursos y medios a utilizar para suplir esas carencias y realizar una correcta intervención de conservación-restauración.

Éstas serán las incógnitas principales a resolver en la fase de estudio, previo a cualquier tratamiento o acción directa sobre el monumento. Veamos ahora ***las etapas en las que se desarrollará la investigación:***

Etapa 1: El análisis histórico-artístico

Si bien el restaurador ha de tener unas nociones generales de la misma y documentarse en lo referente a la historia y estilo artístico de la obra para poder tratarlo acertadamente, deberá recurrir al asesoramiento de un profesional de la historia del arte para que el análisis e informe sean escrupulosos y completos.

El estudio histórico-artístico dependerá principalmente del historiador del arte, como profesional del equipo multidisciplinar especializado en la valoración histórico-documental y estético-artística de los monumentos.

El historiador habrá de tener una formación especializada en aquellos estilos o manifestaciones artísticas coincidentes con los del monumento a intervenir; pero también deberá poseer un somero conocimiento y experiencia sobre conservación monumental, que le acerque al diálogo fructífero y al entendimiento con el restaurador y el resto de miembros del equipo técnico.

Fragmento de arrocabe policromado antes y después de su restauración

La capacidad de entendimiento y mutua comprensión en el intercambio de información es fundamental para que la interpretación de las necesidades de la obra sea correcta.

El conservador-restaurador, por su parte, no deberá olvidar que la perspectiva del historiador representa el fundamento mismo de la restauración; ya que no se considera obra de arte, y por tanto no será digno de una intervención de restauración científica, el objeto que no tenga un valor histórico-artístico, documental y estético. Quien está mejor capacitado para reconocer este valor en primer lugar es el historiador.

Ya Cesare Brandi[12] afirmó que la restauración es "un problema crítico antes de llegar a ser un problema técnico". La resolución de ese problema crítico es lo que busca el análisis histórico-artístico, como primer paso de la investigación en la intervención de un bien cultural. La correcta interpretación crítica conducirá por el camino adecuado a la intervención técnica, en cambio, una desafortunada interpretación podrá provocar graves errores en la intervención de conservación-restauración.

El historiador deberá recopilar la información, y hacer partícipe al equipo y la comunidad, de todos aquellos datos y documentación referentes a la obra de arte de los que se tenga constancia, asegurando el correcto inventariado y catalogación del bien cultural. Esta documentación se integrará en los informes sobre el estado de conservación del monumento, en el Proyecto de Intervención y en la Memoria Final.

12 Cesare Brandi es uno de los grandes expertos internacionales teóricos de la conservación-restauración, colaborador e inspirador en la creación de instituciones pioneras como el ICR (Istituto Centrale per il Restauro), y en la elaboración de normas y protocolos internacionales. Falleció en 1988.

Coliseo de Roma. Italia IMAGEN CEDIDA POR WIKIPEDIA

INTERESANTE

Como ejemplo demostrativo de la necesidad del diálogo entre historiadores y restauradores para acertar en la interpretación de los monumentos y evitar polémicas innecesarias, citaremos el emblemático caso de la **Capilla Sixtina** de Miguel Ángel.
Durante décadas la figura del Miguel Ángel pintor de la Sixtina se había descrito como la de un artista principalmente escultor, que anteponía en su pintura la forma y el dibujo "escultórico" del volumen al color, no alcanzando el nivel artístico como pintor que lograba como escultor. En la restauración de la Capilla, a finales del siglo XX, se descubrió que la pintura se había mostrado en los últimos siglos oscurecida y parcialmente oculta por capas de suciedad y repintes, que una vez eliminados hicieron aparecer unos colores originales vibrantes e intensos, llenos de modernidad y protagonismo. La historiografía del Arte tuvo que reconocer entonces su injusticia con la figura de Miguel Angel y rehabilitarlo como un artista completo, cuya faceta de pintor era valiente y plástica, plena de cromatismo y atrevimiento, como el resto de su obra.

Capilla Sixtina de Roma. Italia IMAGEN CEDIDA POR WIKIPEDIA

AMPLIACIÓN DE CONTENIDOS

Conocer la evolución histórica de las teorías críticas en restauración de obras de arte resulta muy interesante para comprender el actual concepto de restauración científica y la importancia de los estudios previos.
Sería un buen ejercicio de ampliación para el lector, buscar información sobre las aportaciones de varias figuras teóricas claves: Viollet-le-Duc, John Ruskin, Camilo Boito, Luca Beltrami y Cesare Brandi.

Un estudio histórico-artístico completo incluye:

DATOS BÁSICOS PARA LA IDENTIFICACIÓN:

- Nombre, título o denominación de la obra, tipología, si pertenece a una serie o es individual, ubicación geográfica y localización concreta, propietario o titularidad.
- Identificación iconográfica (motivos decorativos), e identificación física básica de materiales y técnicas, (dimensiones, inscripciones, marcas o firmas).
- Datos histórico-artísticos (como autoría, cronología o periodo histórico al que pertenece la obra, su estilo y escuela artística).

ESTUDIO DEL ORIGEN HISTÓRICO DE LA OBRA:

Se analizará la obra en su contexto histórico y artístico, describiendo su naturaleza estética y las situaciones históricas que han acompañado a la obra desde su creación.

- Escuela o estilo al que pertenece.
- Autoría, si se conoce, o hipótesis de atribución.
- Datos del autor.
- Características identificativas del estilo, la época y el autor apreciables en la obra.
- Descripción comparativa de cualquier marca, firma o inscripción.
- Referencias bibliográficas y documentales relativas al monumento que sean relevantes para la definición del mismo.

CAMBIOS DE UBICACIÓN Y/O PROPIEDAD:

Se deberá estudiar y hacer constar la evolución que el monumento ha sufrido en su titularidad, es decir, los diversos propietarios a los que ha pertenecido y los cambios de ubicación y de uso, o funcionalidad, que hayan podido derivarse de estas variaciones.

RESTAURACIONES O MODIFICACIONES EFECTUADAS CON ANTERIORIDAD:

- Se hará constar si se conoce, o si se aprecia a simple vista, cualquier intervención anterior que se haya realizado sobre la obra.
- Si las intervenciones están documentadas, se reseñarán las fuentes documentales y se describirán las acciones que se realizaron según la documentación.
- Si no constan referencias documentales pero se pueden apreciar a simple vista modificaciones en la obra original, también se describirán en este apartado.

EXPOSICIONES:

Cuando se trata de obras que pueden transportarse de un lugar a otro, se reflejará el historial expositivo de la obra (cómo ha sido manipulada y expuesta a lo largo de su historia, así como las condiciones en que ha sido mostrada y/o conservada u ocultada). Se añadirán las referencias documentales y bibliográficas donde aparezcan datos relacionados con dicho historial.

ANÁLISIS DE SU ICONOGRAFÍA:

Se hará una lectura iconográfica de la obra, descripción de los temas representados y su simbología. Se detallarán las posibles interrelaciones, los significados o conclusiones finales que puedan extraerse del estudio comparativo con otras obras.

ANÁLISIS ESTILÍSTICO-MORFOLÓGICO COMPARATIVO:

Se realizará un análisis comparativo con otras obras de similares características en el entorno, del mismo estilo, autor o escuela, o que presenten algún tipo de paralelismo o relación, y que puedan ser de interés para el conocimiento de la obra y la correcta interpretación de sus valores.

Las obras que se mencionen en el análisis comparativo deberán estar claramente identificadas con breves datos descriptivos.

Además de estos epígrafes, se podrá incluir un apartado alusivo a la significación de la obra, si la importancia y el valor sociocultural que presenta, bien sea conmemorativo, litúrgico, tradicional o de identidad, demanda ser aclarado y descrito detalladamente para que la obra pueda ser identificado en todo su valor y concepto.

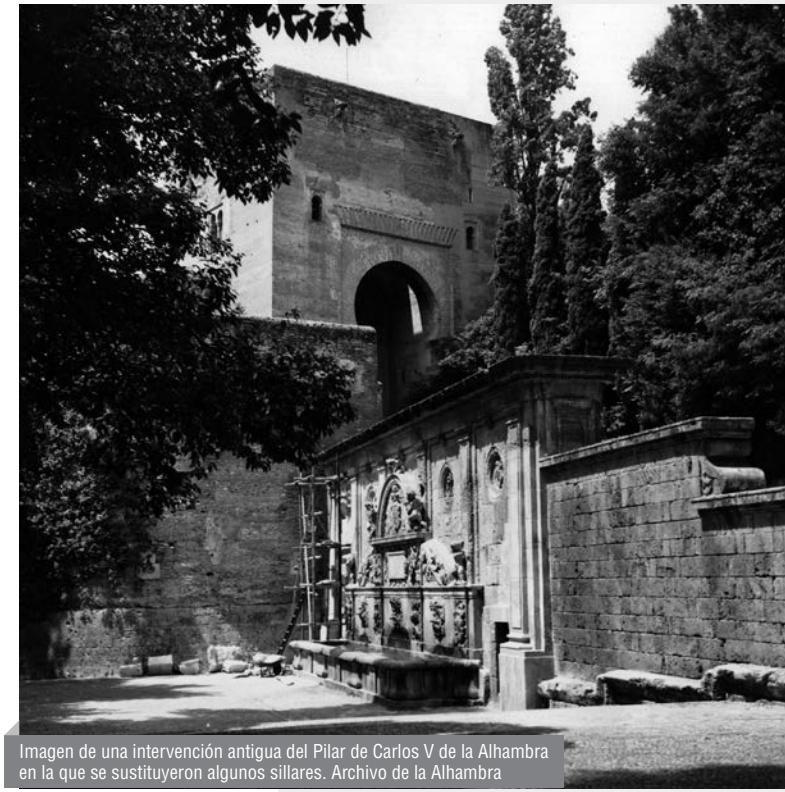


Imagen de una intervención antigua del Pilar de Carlos V de la Alhambra en la que se sustituyeron algunos sillares. Archivo de la Alhambra

Éstos son los contenidos a desarrollar en el análisis histórico-artístico, dentro del proceso de investigación de un bien cultural para su conservación-restauración. A modo de conclusión, conviene recordar que:

a) Una veraz y completa descripción histórico-artística de la obra, servirá de guía para la correcta planificación del resto de estrategias de intervención.

b) Un diálogo fluido y empático entre el historiador y el restaurador, es fundamental para la consecución de un resultado final plenamente satisfactorio.

◄ Este diálogo no solo aportará información muy valiosa al restaurador, sino que al historiador también podrá serle de gran utilidad, para hallar en los resultados de los análisis técnicos las respuestas a muchas de sus dudas sobre autoría, estilo, autenticidad, y demás aspectos necesarios para una precisa definición histórico-artística del monumento.

Etapa 2: El análisis científico-técnico[13]

El estudio científico-técnico de las obras de arte se realiza mediante el empleo de dos vías de información fundamentales: la consulta de **fuentes documentales** descritas en el apartado anterior y se completa con los **exámenes de laboratorio:**

13 La mayor parte de la información recogida en este apartado ha sido extraída de las publicaciones de María Luisa Gómez González sobre el examen científico aplicado a las obras de arte; y de las publicaciones I, II y III de la Ciencia y el Arte, editadas por el Ministerio de Cultura de España. Se recomienda vivamente su lectura a quien desee profundizar en este tema.

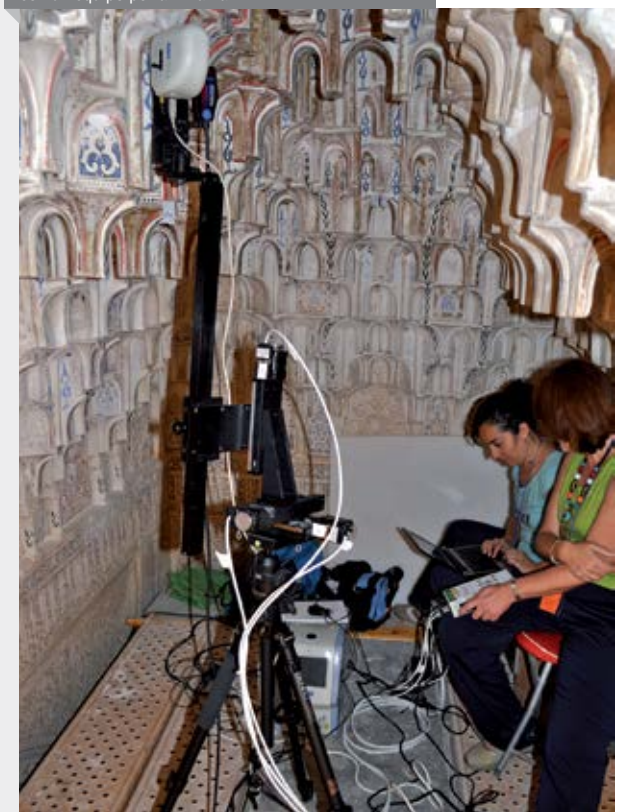
- **Las fuentes documentales** pueden proporcionarnos información sobre la fecha de ejecución de la obra, los materiales y técnicas empleados, autoría y funcionalidad histórica, entre otros datos. De existir, contribuirán a clarificar mucho la caracterización material inicial de la obra y orientar el resto del estudio.
- **El examen científico en laboratorio** podrá complementar o suplir la información aportada por las fuentes documentales, examinando la naturaleza de la materia actual de la obra: su estructura y composición, sus técnicas de ejecución, y la evolución experimentada en el tiempo. Esto permitirá diagnosticar daños y causas no apreciables a simple vista.

El mero hecho de identificar por métodos científicos una sustancia no aporta por sí solo información relevante sobre el monumento.
De nada sirve identificar la presencia de una sustancia concreta en una obra artística si el restaurador no la identifica como parte de un estrato de la misma y de una técnica específica de policromía, y del estilo de una época o de un autor, por ejemplo; y si no la relaciona con una alteración y unos agentes de deterioro específicos, que a su vez sean observables en la obra.

Los resultados y conclusiones que se extraigan de estas dos vías, ayudarán mucho al equipo de intervención para decidir cuáles son las técnicas y materiales de intervención idóneos, según las necesidades concretas del monumento. Pero para ello es importante que el estudio se realice de una manera coordinada entre los historiadores-documentalistas, los técnicos científicos y los restauradores, para que la exposición de conocimientos y perspectivas encamine correctamente el análisis y la síntesis de conclusiones hacia resultados válidos. ►

El examen científico-técnico será aplicable y especialmente útil durante los estudios previos y la diagnosis de alteraciones.

Estudio de policromías mediante técnicas no destructivas con un equipo portátil Raman



- *Esta primera fase de investigación*, servirá para elegir productos, técnicas y métodos de intervención adecuados, y permitirá evaluar el comportamiento y compatibilidad de éstos con la materia original y con las condiciones medioambientales de exposición.
- *En una fase posterior*, durante la planificación y ejecución de los tratamientos, se podrá usar para controlar los efectos de las acciones que se ejecuten sobre la obra, y para seguir investigando y estudiando nuevos materiales que surjan durante los diferentes procesos de la intervención.
- *A más largo plazo*, tras la intervención, el examen científico-técnico contribuirá al desarrollo de nuevas técnicas, instrumentos y materiales de restauración, que faciliten y mejoren la respuesta a las necesidades de intervención que presentan las obras; e ilustrará sobre la conveniencia de usar materiales innovadores o convencionales, al hacer posible evaluar y contrastar el comportamiento de los materiales de restauración en el tiempo, tanto en su interacción con la obra como con el entorno.

El análisis con métodos científico-técnicos aportará mucha información sobre la naturaleza del monumento y sus alteraciones en la fase de investigación previa al tratamiento. Servirá para planificar las estrategias de actuación durante la elaboración del Proyecto de Intervención. También será útil para supervisar la correcta conservación del monumento tras su intervención y nutrir de información científico-técnica a la comunidad profesional.

Ya que acabamos de tomar conciencia de la importancia y utilidad del estudio científico-técnico en la investigación de las obras de arte para su conservación-restauración, veamos a continuación qué tipos de análisis deberemos realizar en este estudio para investigar el estado de conservación de una obra antes de intervenirla.

Los tipos de examen científico-técnico aplicables a las obras de arte se clasifican según: el tipo de acercamiento que hagan a la obra, las consecuencias que tengan sobre la obra, o el propósito final que persigan.

De esta forma se diferencia entre:

- **exámenes globales y exámenes puntuales** (según su tipo de acercamiento a la obra),
- **exámenes destructivos y no destructivos** (según las consecuencias que tienen sobre la obra),
- **exámenes intrínsecos y extrínsecos** (según el propósito final de información que persiguen).

Los exámenes globales están principalmente enfocados a obtener informaciones genéricas sobre la materialidad del monumento y sus técnicas de elaboración. Son técnicas que permiten un acercamiento inicial a las características generales de la obra. Suelen ser de naturaleza física y no incidir de forma directa sobre la obra, evitando alterarla; por lo que tienen normalmente naturaleza *no destructiva*.

COMO POR EJEMPLO: saber si su soporte es de una pieza o se compone de varias, si debajo de una capa de policromía existen elementos metálicos, si la obra ha sido intervenida con anterioridad o no, o si presenta una capa de protección deteriorada.

Los exámenes puntuales se realizan en un segundo paso de investigación, según los primeros datos obtenidos de los exámenes globales. Normalmente están destinados a clarificar cuestiones muy concretas. Suelen hacerse en laboratorio a partir de muestras extraídas de la obra original, por lo que comportan la alteración del monumento y, frecuentemente, la destrucción de la muestra[14]. Se trata en su mayoría de técnicas *destructivas*.

COMO POR EJEMPLO: qué tipo de aglutinante o de pigmento se ha usado para una determinada capa polícroma, cuál es la resina componente de una capa de protección, o qué tipo de sal es la que está causando una concreción*.

* Acumulación de partículas de sal unidas para formar una costra.

Los exámenes destructivos y no destructivos: De lo anterior se deduce que cuando se habla de técnicas de examen destructivas se hace referencia a aquellas técnicas que sí alteran o modifican el original, aunque sea en un porcentaje mínimo; mientras que las técnicas no destructivas son aquellas que no alteran ni modifican el original. Las técnicas destructivas han de emplearse muy meditada y limitadamente, y solo cuando se estime que el daño causado sobre el original, al extraer las muestras, será compensado con la importancia de los datos que se obtendrán del análisis.

Esta es la razón por la que los expertos actuales están más dedicados al desarrollo e innovación de técnicas no destructivas que a la investigación o mejora de las técnicas destructivas, dado el evidente beneficio que se obtiene del uso de las primeras para el estudio de los monumentos, sin perjudicarlos, y sin limitaciones en la cantidad de análisis que se pueden realizar y, por ende, en la cantidad de información que es posible obtener de dicho estudio.

Los exámenes intrínsecos son los que se realizan sobre la materia de la obra en sí.

Los exámenes extrínsecos (o de factores externos) están destinados al estudio del entorno que envuelve a la obra y su influencia en el deterioro de la misma.

A la tipología de análisis extrínsecos pertenecería, por ejemplo, el análisis de incidencia de radiaciones lumínicas sobre el monumento (ya que las radiaciones a las que el objeto se vea expuesto, por la iluminación que reciba, podrán generar alteraciones que constituirán un grave agente de deterioro). Otros ejemplos de análisis de este tipo serían: el análisis de la humedad relativa ambiental, o de la humedad de condensación y sus variaciones, el análisis de substancias contaminantes atmosféricas, el análisis para la identificación de agentes de biodeterioro, etc.

Según su objetivo, los análisis para desentrañar el estado de conservación de una obra de arte, pueden dirigirse al objeto en sí (intrínsecos) o a los agentes ambientales del medio que afecten a dicho objeto (extrínsecos), ya sean globales o puntuales, destructivos o no destructivos.

14 En algunos casos la muestra puede usarse para varios análisis antes de verse definitivamente destruida.

Método de extracción de una muestra para su posterior análisis

La selección de los puntos de donde se cogerán las muestras vendrá determinada por el tipo de información que queremos obtener. Se extraerá la cantidad mínima indispensable para la técnica analítica que se va a utilizar, y se pondrá especial cuidado en escoger zonas donde el daño sea menor. Los puntos de extracción deberán quedar documentados fotográfica y planimetricamente y la muestra etiquetada y descrita fisicamente.

Esto significa que se plantearán cuestiones concretas del tipo: "en esta muestra necesitamos determinar si el aglutinante empleado en la capa polícroma contiene proteínas de huevo o no"; lo que puede ser determinante para saber el tipo de técnica utilizada en la policromía, así como el tipo de disolvente que será conveniente usar para la limpieza, el tipo de consolidación que se pueda realizar o el tipo de protección final que deba darse.

O del tipo: "en esta muestra necesitamos saber cuántas capas polícromas y de protección presenta la obra y su orden"; lo que podrá ser necesario para distinguir entre estratos originales y añadidos, saber la profundidad con la que se puede acometer la limpieza, o identificar la técnica de un determinado autor o escuela.

No se plantearán cuestiones genéricas del tipo: "tengo 10 muestras variadas tomadas de una armadura policromada y necesito que las analicen". Cuestiones de este tipo, sin un objetivo concreto bien orientado, derivarán en datos erróneos, confusos e inútiles, y conllevarán un daño al original que no se verá compensado por la información que se pueda extraer de los resultados. Deben evitarse.

Por las razones argumentadas, el proceso de análisis científico-técnico deberá planificarse siempre teniendo en cuenta las 4 consideraciones siguientes:

1. **Todo examen puntual debe ser posterior a un análisis global de la obra,** que determine las líneas generales de investigación. Los resultados del análisis global serán los que definan la dirección a seguir en la programación de los exámenes puntuales a realizar, para obtener el mayor número de datos útiles con el menor perjuicio al original.
2. **El técnico de laboratorio debe conocer todos los datos histórico-artísticos necesarios y tener un claro objetivo de hallazgo de resultados,** orientado a encontrar respuestas concretas y útiles para la planificación de la intervención. Los demás profesionales relacionados deberán asesorarle sobre la naturaleza de la obra a intervenir y plantear dudas específicas que busquen respuestas prácticas.
3. **El planteamiento de las cuestiones a resolver en cada análisis y la interpretación de los resultados deben hacerse en equipo,** conjuntamente con el resto de los profesionales que intervienen en la investigación de la obra, desde una perspectiva objetiva, sin juicios previos o ideas preconcebidas.
4. **Se debe recurrir a laboratorios y técnicos especializados en el análisis de objetos artísticos,** ya que serán los que verdaderamente podrán entender la naturaleza del objeto en estudio, sus necesidades de manipulación e investigación, y aportar resultados coherentes con el resto de la investigación en una comunicación fluida y eficaz con los miembros del equipo multidisciplinar de intervención.

Estudio del estado de alteración de la piedra mediante ultrasonidos

La particular naturaleza de los bienes culturales, y su larga evolución en el tiempo, hace que en ocasiones los resultados disten mucho de lo que a priori se esperaba encontrar; cuanto más objetiva y diáfana sea la visión del equipo y del técnico de laboratorio, más ciertos y valiosos serán los resultados que se obtengan.

2. La composición material de la obra

Sabemos ya que el análisis científico-técnico de las obras de arte debe perseguir el conocimiento profundo de su composición, en cuanto a la tipología de materiales constituyentes, la técnica con que fueron elaborados y aplicados, y la forma y estado en que se presentan.
Los materiales que pueden conformar un objeto cultural son muy variados. En capítulos anteriores hemos hecho una aproximación a aquellos en los que este manual pretende profundizar, y seguiremos hablando más adelante acerca de cómo conocerlos y caracterizarlos, de los métodos que se pueden emplear para su estudio, de las alteraciones principales que sufren y de los agentes de deterioro que las causan. Ahora bien, también es necesario conocer ***cómo se disponen estos materiales en una obra artística o artesanal*** *y como se dispone el sistema de fijación al espacio arquitectónico, cuyo correcto comportamiento es fundamental para conservar la obra y evitar la pérdida. Veámoslo.*

2.1. Estructura y materiales constituyentes

2.1.1. La estructura material

Para poder sistematizar el estudio, hemos de conocer que los materiales que componen un objeto artístico o artesanal suelen disponerse en estratos (o capas) diferenciados, en los que varía la composición, la técnica de elaboración del material y el modo en que ha sido aplicado; y por dicho motivo, suelen manifestar formas y grados de deterioro diferentes.

Las capas o estratos que componen habitualmente una obra artística son de cinco tipos: **sistema de fijación**, **soporte**, **preparación/imprimación**, **policromía** y **protección**.

Estos cuatro tipos generales de estratos pueden presentarse conjuntamente en una misma obra o no, lo que significa que una obra puede tener los cuatro estratos o carecer de algunos de ellos. El único estrato imprescindible y siempre presente es el soporte.

Dichos estratos pueden dividirse a su vez en subcapas (o sub-estratos). Es decir, una capa o estrato de policromía, **por ejemplo,** puede presentar varias subcapas polícromas (o sub-estratos), cuya naturaleza y disposición dependerán de la forma en que haya sido ejecutada la obra. Esas subcapas o sub-estratos suelen tener diferente composición material, y estas diferencias de composición entre los estratos fundamentales y, paralelamente, entre los sub-estratos que forman cada capa, serán determinantes para la evolución de la obra y su deterioro.

El orden y composición de los estratos y sub-estratos nos darán información sobre cómo fue realizado el monumento, o incluso acerca de quién o cuándo lo realizó y, por supuesto, de la degradación que ha sufrido y de qué partes son originales o añadidas. De ahí la importancia de analizar detenidamente las diferentes capas constitutivas de una obra antes de iniciar cualquier intervención directa sobre ella.

En el caso de la cerámica el **soporte** puede llevar **recubrimientos vítreos** que constituyen la decoración. Algunos autores utilizan indistintamente las palabras **vidriado**, **barniz**, **esmalte** o **cubierta**; otros sin embrago emplean el término **barniz** para referirse a un recubrimiento vítreo fino, transparente e incoloro, **cubierta** si es grueso, opaco y oculta al soporte cerámico; y **esmalte** como denominación genérica.

2.1.2. Los materiales constituyentes. Su caracterización

SISTEMA DE FIJACIÓN:

En este punto merece la pena mencionar los sistemas de sujeción al muro cuando hablamos de obras realizadas para revestir o decorar muros o suelos, tal es el caso de los alicatados, yeserías o solerías u obras de madera concebidas para integrarse directamente en la obra como dinteles, capialzados etc. Normalmente, estos soportes son fijados con morteros de diversas composiciones y elementos metálicos que facilitan el agarre a la estructura, y componen y deben considerarse como un estrato original más.

INTERESANTE

Es frecuente que se use el tipo de soporte para describir y clasificar la obra. En el mundo del arte se habla por tradición de "una tabla" si se trata de una pintura con soporte de madera, de "un lienzo" si el soporte es textil, o de "una cerámica" si el soporte es de arcilla cocida.

EL SOPORTE:

Se entiende por soporte cualquier estructura interna con un acabado exterior. Nos referimos, por tanto, a la materia base para la realización de cualquier obra de arte, el material primero a partir del cual se va elaborando la obra, que se modifica y trabaja hasta adoptar la forma, textura y apariencia que el autor desee. La materia que actúa de soporte puede ser de muchos tipos.

Según su naturaleza química, el soporte se clasificará como: **orgánico**, **inorgánico** o **mixto**.

- **Los soportes inorgánicos** proceden de materia muerta y suelen ser bastante rígidos. Los más comunes son de piedra, de cerámica, de vidrio, de yeso, o de metal.
- **Los soportes orgánicos** proceden de materia viva, lo que normalmente los hace más flexibles y variables. Los más usuales son de madera, textil, papel, piel, o marfil.
- **Los soportes mixtos** son los que combinan ambos tipos de materias.

Un ejemplo de obra con soporte mixto puede ser una pintura mural realizada sobre un muro de adobe con estructura de madera. El muro soporte, compuesto por tierra, cal, piedras, madera y fibras vegetales, tendrá doble naturaleza: orgánica e inorgánica. Los estucos también son un ejemplo de materiales mixtos, ya que incluyen un material inorgánico (el sulfato cálcico) mezclado con otros orgánicos (colas animales y melazas).

INTERESANTE

El aglutinante más empleado a lo largo de la historia para la elaboración de preparaciones e imprimaciones es **la cola animal.** El material de carga en polvo acostumbra a ser yeso o carbonato cálcico. A partir del siglo XVII se incorporaron aceites secantes para completar la mezcla o sustituir a la cola. En los albores de siglo XIX estas mezclas se fueron sustituyendo por preparaciones industriales, uso que se popularizó y que ha seguido vigente hasta nuestros días. Históricamente la práctica más extendida ha sido elaborar las preparaciones en color blanco, aunque en ocasiones pueden estar coloreadas con algún pigmento. Se aplicaban en varias capas, pulimentando la capa final. A veces se trabajaban en volumen, tallándolas para obtener decoraciones en relieve sobre las que se aplicaba la policromía. Las preparaciones para la pintura sobre soportes flexibles como el textil son por lo general más ligeras, finas y elásticas que las preparaciones para soportes rígidos como la madera. Cabe destacar las capas de imprimación en color naranja intenso que recibían algunas maderas previas a recibir el color, o la capa de imprimación blanca que se aplicaba sobre las yeserías, aunque estas técnicas las estudiaremos con detalle como técnicas de trabajo de la madera y del yeso.

LA PREPARACIÓN:

Es una capa intermedia entre el soporte y el estrato de policromía, habitualmente compuesta por la mezcla de un material de carga inerte en polvo y un aglutinante[15]. Su función es la de unificar el aspecto y la textura de la superficie, facilitar la adhesión de la pintura al soporte y conseguir un fondo cromático adecuado para lograr los efectos perseguidos por el artista.

Esta capa aparece solo en obras policromadas, pero no todas las obras policromadas tienen esta capa de preparación entre la policromía y el soporte.

15 Substancia que le da cohesión y adherencia a la mezcla. Más adelante describiremos ambas substancias (cargas y aglutinantes).

Detalle de la capa de preparación de minio con restos de policromía

LA IMPRIMACIÓN:

Se aplica sobre esta capa de preparación, integrándose y fundiéndose en ella, como película final para acoger la policromía. Puede tener muchas fórmulas de elaboración según las costumbres de cada lugar, autor, escuela o época; aunque en su mayor parte están constituidas por sustancias oleosas y proteínicas.

LA POLICROMÍA:

Aunque puede conformar una sola capa, con frecuencia se presenta compuesta en varias capas de pintura; formadas en esencia, al igual que la preparación, por un material sólido pulverizado que aporta el color: ***el pigmento***, más ***un aglutinante***. Se aplica en forma líquida o pastosa formando una película que solidifica al secarse por contacto con el aire.

La manera en que se componen y superponen las capas polícromas cambia mucho según el autor, la época y la localización geográfica; lo que puede hacer útil el identificarlas para comprobar la procedencia o autenticidad de un monumento.

A veces incluye aditivos, como plastificantes, matificantes, disolventes o diluyentes, que se añaden para lograr distintos efectos técnicos y actúan modificando las propiedades de la película pictórica.
El dorado y la plata corlada que se usan para decorar maderas y yeserías, que se consigue por la adición de láminas finas de dichos metales sobre una preparación específica presentan una técnica de elaboración y superposición de capas distinta a la policromía convencional, pero en lo que nos concierne es corriente considerarlos como capas polícromas.

INTERESANTE

Al igual que sucede con el soporte, también es costumbre en el mundo artístico usar el aglutinante de las capas polícromas como sistema para clasificar el tipo de obra según su técnica, dada la importancia que tiene el aglutinante en el aspecto final de una policromía. De esta manera se habla de "un óleo" o de "un temple", por ejemplo, para identificar una obra, en función de si su policromía está aglutinada con aceite o con huevo o cola animal, respectivamente.

Los aglutinantes usados para elaborar pintura también han variado mucho con los siglos, pero podemos afirmar que, en líneas generales, se comenzó utilizando sustancias hidrófilas* y proteínicas, como las colas y el huevo; que se fueron haciendo cada vez más complejas y mixtas al mezclarle otras materias como las resinas. Estas mezclas acabaron evolucionando hacia el uso de substancias lipófilas** u oleosas.
En el siglo XX los aglutinantes tradicionales de la pintura se han ido viendo cada vez más desplazados por el uso de nuevas substancias sintéticas y acrílicas.

* Que tienen afinidad por el agua, tendiendo a absorverla, como contraposición a las substancias hidrófobas, que la repelen.

** Substancias que tienen afinidad por los lípidos; sus partículas tienden a acercarse y mantener el contacto con los aceites.

PROTECCIÓN:

Se dispone como capa de acabado final de la obra y es común aplicarla sobre la policromía, lo que no obsta a que en ocasiones se encuentre directamente sobre el soporte cuando no existe tal policromía. Es una substancia líquida volátil, incolora o coloreada, que se aplica en la superficie de un objeto, y que al secarse forma una película flexible más o menos fina y brillante.

Esta capa de protección, comúnmente conocida como barniz, proporciona a la obra artística aislamiento y defensa frente a los agentes de deterioro atmosféricos. También aumenta el brillo y la intensidad con la que se aprecian los colores. Las podemos encontrar sobre las policromías en la madera, pero nunca sobre las yeserías.

Al igual que sucede con la preparación e imprimación, no todas las obras artísticas o artesanales presentan una capa de protección, pero es habitual encontrarla y que sea uno de los estratos de la obra que mayor deterioro muestre, por estar en superficie y directamente expuesto a la acción de los agentes atmosféricos.

Tradicionalmente las capas de protección se preparaban a partir de aceites y resinas vegetales. En la actualidad se emplean también resinas sintéticas y acrílicas debido a la buena reversibilidad que presentan.
Dentro de las protecciones tradicionales, se encuentran los llamados **barnices grasos**, que se obtienen con derivados de aceites cocidos o espesados al sol (aunque a veces también se mezclan con resinas) y los **barnices resinosos**, que se obtienen disolviendo resinas en diluyentes volátiles* y son los más habituales.

* Que se evaporan a temperatura ambiente.

RECUBRIMIENTOS VÍTREOS DE SOPORTES CERÁMICOS:

Los **esmaltes**, como término genérico, recubren más o menos uniformemente los soportes cerámicos, y están compuestos por una mezcla de minerales en polvo y desleídos en agua. Una vez aplicados sobre el bizcocho cerámico se calienta hasta conseguir su unión con éste. La vitrificación se consigue durante el enfriamiento de la pieza cerámica y le aporta unas características estéticas determinadas, impermeabilidad y protección.

La coloración de las superficies cerámicas puede conseguirse aplicando esmaltes coloreados, aplicando el color sobre el bizcocho y luego cubriéndolo con un esmalte transparente o aplicando sobre el barniz ya cocido otro esmalte coloreado con menor punto de fusión.

TRATAMIENTOS NO VÍTREOS:

En general los **engobes** tienen una composición similar a las de las arcillas y se aplican sobre los soportes cerámicos como si fueran esmaltes para modificar algunas propiedades o conseguir nuevas formas de decoración.

Como ya hemos mencionado, es importante destacar que estos estratos no están presentes en todas las obras artísticas y artesanales; el único estrato imprescindible es el soporte, por ser la materia base a partir de la que se construye la obra. Por ejemplo, podremos encontrarnos un elemento arquitectónico tallado en madera sin policromar cuyo único estrato sea el soporte, o podremos hallarlo que no esté policromado pero que presente una capa de protección, por haber sido barnizado el soporte directamente.
También nos podremos encontrar un alfarje policromado que presente todos los estratos menos el de preparación, al haber sido pintado directamente sobre la madera; o una yesería policromada donde veremos soporte, preparación y tal vez policromía, pero difícilmente hallaremos protección, por citar algunos posibles ejemplos ilustrativos.

Limpieza de un alicatado cerámico

Hay casos de obras ejecutadas en determinados materiales, en los que esta disposición por estratos no es claramente identificable. En estos soportes, el proceso de manipulado de los materiales para la consecución de la decoración o el aspecto final, no se consigue mediante la aplicación sucesiva de capas, como sucede con la mayoría de los soportes, sino que se obtiene a través de un proceso de transformación físico-química de la superficie del material. En estos casos se hará mención al "**acabado**" de la obra y no a sus "estratos pictóricos".

Tal sucede en la cerámica bruñida, y en los metales en los que se obtiene una pátina de color y textura a partir del empleo de ácidos, por ejemplo.

Tener clara esta estructura por estratos es fundamental para poder elaborar correctamente, conforme al sistema establecido por los protocolos oficiales, los informes del estudio analítico de la obra y de su estado de alteración, así como la propuesta de tratamiento y el Proyecto de Intervención.

Una vez hemos aclarado la estructura material con la que se presentan las obras de tipo artístico o artesanal, pasemos a hablar de otro aspecto fundamental a dilucidar en la investigación de la obra: ***sus materiales constituyentes.***

Los materiales que lo componen, y la técnica con que se hayan aplicado, serán determinantes en el deterioro que la obra experimente y en la planificación de su intervención de conservación-restauración.

Diferentes pigmentos cerámicos utilizados para la fabricación de esmaltes

2.1.3. Otros materiales constituyentes

Como podemos concluir de lo expuesto en párrafos anteriores, además del material que actúa de soporte en una obra artesanal o artística, otras materias forman parte de la composición de sus distintos estratos. Son tres tipos de materiales fundamentales: los **pigmentos y cargas**, las **substancias filmógenas**[16] (aglutinantes, adhesivos y barnices) y **aglomerantes**.

Si las características del soporte son esenciales para comprender la evolución general de la obra, el resto de materiales constituyentes también experimentarán sus particulares transformaciones, y afectarán al estado de conservación general y al aspecto que presente la obra.

◄ Cuantas más capas o estratos compongan una obra, más compleja será su intervención, pues deberemos atender de manera diferenciada a las características y necesidades de cada uno de ellos.

Los pigmentos son materiales insolubles con color, que se mezclan en finas partículas con sustancias filmógenas. Estas substancias permiten aglutinar dichas partículas y darles cohesión para que puedan formar una película de color y ésta se adhiera a las superficies.

Las cargas inertes son materiales en forma de polvo, incoloros o de color indefinido, normalmente semitransparentes, que se mezclan con los pigmentos y sustancias colorantes para engrosarlos y abaratarlos[17].

◄ En realidad, los pigmentos no son las únicas materias que se usan para dar color, también existen las lacas coloreadas (o de permanencia), y los tintes (o colorantes), que no son exactamente pigmentos.

Por su forma de elaboración, los pigmentos pueden ser *naturales o artificiales* y proceder de diversos orígenes. Su composición es variable y suelen contener impurezas:

- **Los pigmentos naturales** son los más usuales a lo largo de la historia, se hallan en la naturaleza y se extraen de organismos vegetales o animales (*pigmentos orgánicos*), o de minerales (*pigmentos inorgánicos*).
- **Los pigmentos artificiales,** o sintéticos, también pueden ser orgánicos e inorgánicos, pero no se encuentran en la naturaleza, sino que fueron creados según procesos artesanales o en laboratorio a partir de los siglos XVIII y XIX[18].

◄ Los pigmentos artificiales son compuestos más complejos, o mezclas de varios componentes. Por su método de fabricación acostumbran a presentar una composición con menor porcentaje de impurezas y mínima variabilidad en comparación con los pigmentos naturales.

16 Substancias que son capaces de formar película tras su aplicación en una superficie.

17 También se utilizan como base en la preparación de lacas coloreadas.

18 Existen algunos pigmentos considerados artificiales: el ***azul egipcio***, el ***albayalde***, el ***resinato de cobre***, el ***amarillo de plomo*** o estaño y el ***azul esmalte***, que fueron usados mucho tiempo antes del siglo XVIII y la Revolución Industrial. Su forma de fabricación era distinta y más elaborada que la del común de los pigmentos habituales de origen natural usados en la Antigüedad.

El uso de los pigmentos y de las sustancias filmógenas ha ido variando a lo largo de la historia y de la geografía, por lo que su identificación en un monumento, además de servirnos para caracterizarlo y comprender sus deterioros, puede ser muy eficaz para conocer el origen, la datación y la autentificación de la obra.

AMPLIACIÓN DE CONTENIDOS

Si encontráramos una obra del siglo XIV policromada y el análisis de sus pigmentos revelara la presencia de A*zul de Prusia* o de *Blanco de Cinc*, sabríamos inmediatamente que se trata de una falsificación o de una obra repintada, puesto que estos pigmentos son artificiales y no fueron creados hasta los años 1720 y 1781 respectivamente.

Las sustancias filmógenas, también llamadas vehículos o medios, son materiales que se aplican en estado líquido, y al secar son capaces de formar capas o películas, por lo que son utilizadas en la elaboración de protecciones (barnices), como adhesivos, aglutinantes, o consolidantes[19].

- Por su origen pueden ser: **naturales o artificiales.**
- Por su naturaleza química pueden ser **orgánicas**.

Los aglutinantes son substancias filmógenas que se usan, como su propio nombre indica, para aglutinar o cohesionar las partículas de pigmento, y que este pueda ser aplicado formando una película que quede fijada en la superficie de un cuerpo.

La evolución química y la alteración que sufran los aglutinantes influirán en los pigmentos que aglutinan, condicionando su deterioro. Y viceversa, las características y composición de los pigmentos condicionarán también la evolución y deterioro del aglutinante con el que convivan.

POR EJEMPLO: Los pigmentos con pH básico favorecen el secado de pinturas al óleo (que usan aceite como aglutinante) al reaccionar químicamente con el aceite dando lugar a la formación de jabones duros. El aceite puede a su vez ejercer en la mezcla un efecto protector sobre muchos pigmentos, aumentando su estabilidad.

La goma laca se obtiene a partir de la secreción de un insecto llamado gusano de la laca

19 Consolidantes son aquellas sustancias filmógenas que tienen capacidad para aumentar la solidez y dar cohesión a un material.

AMPLIACIÓN DE CONTENIDOS

Los **aglutinantes orgánicos** (procedentes del reino vegetal o animal) más usados tradicionalmente son los siguientes:

- **Aceites secantes:** Se emplean desde hace siglos combinados con otros aceites y resinas en técnicas al óleo u óleo-resinosas. Desde el siglo XII se han mezclado también con proteínas para dar lugar a técnicas mixtas o témperas. *El deterioro que experimenten dependerá de la mezcla.*
- **El huevo:** Contiene de forma natural aceites no secantes (triglicéridos, fosfolípidos, colesterol), y se suele emplear solo o mezclado con otros aceites en técnicas mixtas. Su proceso de secado es por reacciones químicas de oxidación y polimerización. *Estas mismas reacciones químicas, que lo hacen secar y endurecer por contacto con la atmósfera, son las responsables de su deterioro.*
- **Ceras y parafinas:** Son muy inertes y tienen varias utilidades, pueden usarse para rebajar el punto de fusión de mezclas adhesivas, como espesantes del óleo, como aglutinantes en encáustica, para matizar el brillo en pinturas y protecciones, como impermeabilizantes o como capas de protección. Las hay animales, vegetales o minerales. *Son muy resistentes al deterioro y al envejecimiento.*
- **Resinas:** Forman películas transparentes bastante duras, e impermeables, que se usan como protección del soporte o de la policromía. También pueden utilizarse como plastificantes[20] de adhesivos tradicionales, como adhesivos, como aglutinantes, o incluso como consolidantes. Hay resinas coloreadas que además aportan color (caso de la goma laca). La formación de película en las resinas se da por evaporación de sus disolventes. *Suelen mantener sus propiedades durante bastante tiempo, pero tienen un límite de vida útil y pasado ese plazo se deterioran con facilidad.*
- **Materiales bituminosos[21]:** Son los asfaltos, betunes, alquitranes, breas, etc. De composición muy variada, se han usado desde siglos atrás para impermeabilizar y proteger construcciones, embalsamar y momificar cuerpos, como aditivos de aglutinantes y barnices, etc. El más usual en policromías, protecciones y decoraciones es el *Betún de Judea*. *Se deterioran bastante, pudiendo transformarse en agentes causantes de deterioro para el resto de los materiales que componen la obra.*
- **Los glúcidos o azúcares:** Son los almidones, gomas, melazas, celulosas, etc. Han sido empleados en policromías (temples), en preparaciones, estucos, etc. La goma vegetal es el aglutinante de la acuarela, los almidones se usan como adhesivos, la miel de caña como plastificante, la celulosa como espesante y adhesivo. Forman película al evaporarse el agua de su composición. *Son bastantes sensibles al deterioro.*
- **Las proteínas:** Tienen gran capacidad de adhesión. Las más empleadas son las colas[22]. También son proteínas las gelatinas, caseínas y la clara de huevo, usadas históricamente como aglutinantes para pintura al temple o en técnicas mixtas. Se extraen de la piel, los huesos, los tendones y cartílagos de diversos animales. *Por causa de su compleja estructura molecular, su deterioro también lo es, en él pueden influir muchos factores.*

Aspecto de la resina Dammar

20 Los plastificantes o plastificadores son aditivos que suavizan y flexibilizan los materiales a los que se añaden, aumentando su facilidad para ser trabajados.

21 El término bituminoso alude a la semejanza de estos materiales con el betún.

22 La palabra "cola", hoy entendida como sinónimo de pegamento o adhesivo, procede del empleo de la proteína animal del colágeno como adhesivo desde tiempos remotos.

Además de las sustancias naturales, existen otras **substancias filmógenas artificiales** que, al ser más modernas, no se encuentran en monumentos anteriores al siglo XX (salvo que hayan sido intervenidos con posterioridad a esta fecha). Constituyen en la actualidad el grueso de los materiales que definen al arte contemporáneo: son las resinas sintéticas, derivados del látex, el vinilo, los acrílicos, etc.

Las primeras resinas sintéticas que se usaron como material artístico fueron las pinturas nitrocelulósicas y las dispersiones de látex, hacia los años 1940-1945. Su uso fue desplazado por el acetato de polivinilo hacia 1955, y por los acrílicos sobre los años 1963-1965, que siguen siendo hoy en día las sustancias filmógenas artificiales de mayor empleo.

► Las substancias filmógenas artificiales tienen un origen **orgánico** y se clasifican según sus propiedades en:

- *termoplásticas:* que al ser calentadas se vuelven maleables, deformables o flexibles, y endurecen cuando se enfrían.
- *termoestables:* que son infusibles e insolubles, y mantienen sus propiedades cuando están expuestas a variaciones de temperatura.

Diferentes pruebas con morteros de cal para ensayos de adhesión y dureza

Los aglomerantes tienen un origen inorgánico y mezclados con agua son capaces de fraguar y formar capas cubrientes. Son utilizadas como aglutinantes, consolidantes y constituyen el ingrediente principal en la obtención de morteros utilizados por ejemplo en la fijación de alicatados al muro, decoraciones de yeso, etc. como morteros de revestimiento que proporcionan protección a la fábrica o como morteros de decoración de los paramentos.

Pueden ser:

- *tradicionales*: cal, yeso y barro (utilizadas desde la Antigüedad y elaboradas mediante sencillos métodos térmicos en el caso de la cal y el yeso).
- *industriales*: cementos y silicatos hidráulicos (usadas desde la Revolución Industrial, s. XIX).

Un mortero es una mezcla de algún tipo de aglomerante inorgánico y un árido. Los áridos más empleados son arenas, gravas, rocas naturales machacadas o fragmentos cerámicos o de morteros reutilizados. El árido funciona como material de relleno y disminuye la retracción durante el secado del mortero. En ocasiones puede llevar otros componentes orgánicos e inorgánicos que modifican sus propiedades.

En la aplicación de tratamientos para conservación-restauración se usan tanto las substancias filmógenas naturales como las artificiales y aglomerantes.

2.2. Identificación y diagnóstico

Ya conocemos la importancia del análisis científico-técnico para el estudio de los materiales y las alteraciones de un monumento. Para poder decidir a qué métodos científicos de análisis será conveniente recurrir, en primer lugar es necesario que el restaurador someta la obra a un examen inicial en el que, a través de sus sentidos, buscará información sobre los materiales y estratos que pueden constituirla, y sus principales patologías.

Este primer acercamiento, denominado examen organoléptico, deberá ser reforzado por un estudio fotográfico y por técnicas básicas de análisis global, como el uso de la macrofotografía, la fotografía con luz rasante, con rayos UV o por IR o por análisis químicos simples.

El objetivo de examen organoléptico es caracterizar los materiales que nos interesan y las alteraciones más evidentes.

Con posterioridad a este examen organoléptico inicial, se realizarán los análisis correspondientes para comprobar por métodos científico-técnicos el acierto de estas valoraciones iniciales, confirmar la naturaleza del material, si existen patologías y agentes de deterioro que no se hayan percibido en este primer examen, y buscar respuesta a cuestiones concretas que queden pendientes de dilucidar.

A simple vista suele ser fácil distinguir el tipo de materia soporte de la obra: si es madera, piedra, cerámica, yeso, etc.

En los soportes mixtos, este primer acercamiento a la caracterización del material y sus alteraciones se realizará al igual que en los casos anteriores, pero teniendo en cuenta que presentan doble naturaleza y que, por este motivo, podrán presentar también deterioros propios de su dualidad orgánica-inorgánica.

Cuando una obra presente más estratos que el soporte, un examen visual de la superficie podrá aportar información acerca de cuántas son esas capas. Habitualmente es fácil apreciar si existe capa de protección, grosor y estado de la misma. Si la obra está policromada será evidente, y un buen examen organoléptico nos ilustrará sobre el posible espesor y las subcapas que conformen esta policromía. Igualmente podremos detectar si hay preparación, o si el soporte se ha policromado directamente, analizando bordes, grietas, desprendimientos y zonas dañadas.

En cualquier caso, la técnica de observación y examen del resto de estratos que componen una obra artesanal o artística seguirá un método similar al del soporte, en el que se buscarán todos los rastros visibles que pongan de manifiesto las características de los materiales que componen la obra y cuáles son sus deterioros.

La dificultad de este examen dependerá de la cantidad de estratos que presente la obra, de la técnica con que se haya elaborado y aplicado cada capa y, muy particularmente, de la naturaleza mixta (orgánica-inorgánica) del conjunto.

Evaluación de daños sobre los elementos cerámicos de alicatado de una fuente

Diferentes calidades de yeso sobre un fragmento de celosía

3. Recursos técnicos para la caracterización materiales y alteraciones

Inspección de policromías con lámpara de luz ultra violeta

Venimos de ver cómo, con el simple uso de nuestros sentidos, es posible realizar un examen de la obra que revele información importante para la identificación de materiales, alteraciones, y agentes causantes de deterioro; y sabemos que este examen previo facilitará la buena planificación de un estudio analítico posterior que responda a las cuestiones pendientes de resolver antes de acometer el tratamiento.

El conocimiento de todos los factores de deterioro que podrán influir en la degradación de la obra, y de los recursos técnicos que están a nuestra disposición para detectarlos, será fundamental para que podamos llevar a cabo un buen trabajo de conservación-restauración.

Pasemos a continuación a definir cuáles son esos recursos técnicos que nos ayudarán a identificar materiales y deterioros:

Los exámenes científico-técnicos que podemos aplicar se engloban en dos grandes categorías: **globales y puntuales**. Éstos a su vez se clasifican según la técnica que usen para realizar el análisis y la naturaleza del fenómeno físico-químico en el que se fundamente dicha técnica.

Según el tipo de obra y las alteraciones que hayamos observado en el examen organoléptico se escogerán unas técnicas analíticas u otras que dependerá del tipo de información que necesitemos obtener. Serán los científicos especializados en el análisis de obras de arte quienes nos orienten sobre las técnicas más adecuadas.

LOS EXÁMENES GLOBALES:

En su mayor parte no requieren la extracción de muestras del original, por lo que tienen carácter *no destructivo.* Se basan en el uso de radiaciones electromagnéticas, tanto del espectro lumínico visible como del invisible.

- Las técnicas de examen global más comunes que emplean las radiaciones del **campo visible** son: la observación a simple vista, la iluminación tangencial o rasante, la luz trasmitida, la luz monocromática de sodio, las lentes de aumento, la fotografía, la colorimetría y la holografía.
- Las técnicas de examen global más usuales que emplean las radiaciones del **campo invisible** son: las que usan rayos infrarrojos (fotografía IR, reflectografía IR, termografía), las de rayos ultravioleta (observación con lámpara de wood, fotografía de fluorescencia visible con radiaciones UV, fotografía de reflexión UV), y las de rayos X (radiografía, estratirradiografía, estereorradiografía, radiografía por emisión de electrones, radiografía en color, autorradiografía por activación neutrónica).

Como excepción, hemos de citar la técnica de la medición de **ultrasonidos**, que también es de tipo global pero emplea otro tipo de ondas. ►

LOS EXÁMENES PUNTUALES:

Suelen requerir la toma de muestras y, en consecuencia, la alteración del original, por lo que es frecuente considerarlos en su globalidad como *técnicas destructivas.*

El considerarlos por norma general técnicas destructivas no es rigurosamente cierto, pues existen diversos métodos de análisis puntual que no necesitan tomar muestras ni comportan destrucción de materia original (es el caso de la fluorescencia dispersiva de rayos X, o las técnicas de Raman portátil, por ejemplo).

Su carácter generalmente destructivo obliga a que se deban realizar solo cuando se tenga un objetivo claro, con mucha prudencia, sin extralimitaciones; y a que se lleve un registro concienzudo de la toma y ubicación de las muestras, procurando extraerlas de los lugares que aporten información pero donde el daño al original sea mínimo y la lectura de la obra no sufra menoscabo.

Al hablar de la "lectura de la obra" nos referimos a la apreciación visual de su contenido y de los elementos que definen su identidad, aquellos que nos permiten entender su significado. Estos elementos identificativos son los que focalizan la atención de espectador y se deberá evitar alterarlos en la toma de muestras.
POR EJEMPLO: En una yesería con epigrafías evitaremos extraer muestras que puedan deformar los caracteres epigráficos, dificultando la lectura del texto.
O en un friso de madera policromado que muestre algún escudo o lema, eludiremos tomar la muestra de dicho escudo o lema, para no alterar la visualización de todos los elementos que lo componen y no obstaculizar su correcta lectura e interpretación.
En definitiva, se procurará no alterar aquellas zonas que tengan mayor poder de identificación de lo representado, y se buscarán lugares discretos como los márgenes, los fondos neutros, las grandes extensiones de color liso, etc. zonas donde la falta de la muestra pase desapercibida.

Las muestras deberán ser registradas, etiquetadas y se deberán localizar los puntos de extracción fotográfica y planimétricamente. Su proceso de análisis estará bien dirigido a la obtención de datos y respuestas relevantes para la investigación e intervención del monumento, y se intentará que la utilidad de cada muestra sea prolongada y aprovechada al máximo (ya que hay técnicas que admiten que una misma muestra pueda ser usada en varios análisis antes de verse dañada o destruida).

Las muestras, en un proceso de análisis bien estructurado que priorice los métodos no destructivos, aportan mucha más información que en un estudio analítico no planificado.
Se extraerán siempre en la mínima porción que sea precisa para el análisis y la obtención de resultados, y se hará de las zonas del original que menor perjuicio ocasionen a la lectura de la obra.

INTERESANTE

El tamaño de muestra necesaria para realizar una analítica varía en función de la técnica a utilizar. A modo de comparación saber que para el estudio de una policromía, serviría una muestra del tamaño de un alfiler. Y para analizar el mortero de una pintura mural necesitaríamos el tamaño aproximado de un garbanzo.

Recogida de muestras en un yacimiento arqueológico

Entre los métodos de análisis puntual de un monumento los hay más sencillos, como el análisis microscópico, y más complejos, como el uso del microscopio electrónico de barrido acoplado a un detector de rayos X, que demandarán técnicos y laboratorios altamente especializados.

Lo más recomendable en el común de los casos es empezar utilizando los métodos más sencillos, generalmente también más asequibles, y en función de las conclusiones obtenidas de sus resultados, decidir si hay necesidad de emplear otros métodos más complejos para obtener respuestas puntuales.

Las principales técnicas de examen puntual son: el examen microscópico, óptico y electrónico, los análisis químicos, los métodos instrumentales ópticos (espectroscópicos y no espectroscópicos), los de separación, y otros métodos instrumentales más específicos.

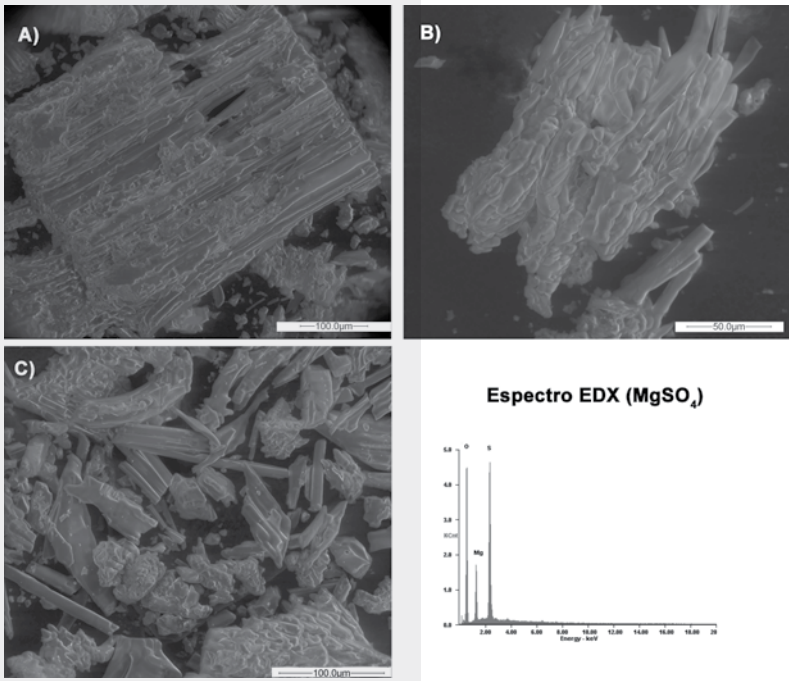
El uso de estos métodos más específicos suele aportar exactitud, precisión, rapidez y selectividad; pero hay que considerar que son de elevado coste y requieren una alta especialización para la calibración previa y la interpretación posterior de los resultados. Estamos hablando de métodos como la espectroscopía atómica o molecular, la cromatografía, la espectrometría de masas, la difracción de rayos X, etc.

INTERESANTE

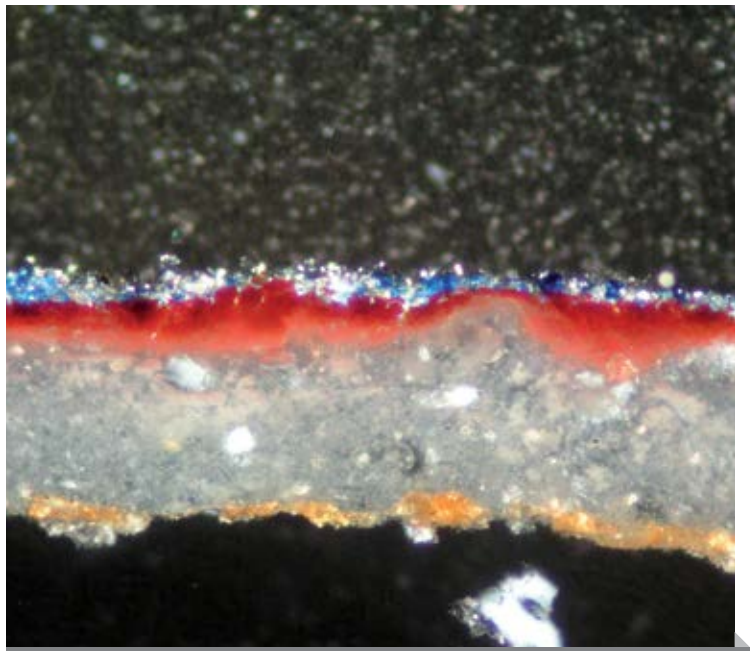
Dentro de los métodos de examen puntual más específicos, no necesitarán toma de muestras: la fluorescencia de rayos X, el Raman portátil, y la activación neutrónica. Pueden necesitar la toma de muestras: el microscopio estereoscópico, el microscopio electrónico y la espectrometría Auger.

Los que necesitan muestra pero no la destruyen son: la difracción de rayos X, la espectroscopia Mössbauer, la microscopía óptica de luz transmitida, reflejada o UV y las preparaciones microscópicas. El resto de métodos sí necesitan y destruyen la muestra.

Sirva como conclusión el resaltar que, en esta compleja tarea, el restaurador habrá de buscar el asesoramiento de los laboratorios de análisis y técnicos más especializados en la materia, con el propósito de que el proceso de estudio científico-técnico se realice con la mayor eficiencia y el menor perjuicio al original.



Identificación de sales de magnesio procedentes de morteros de cemento a través de imágenes proporcionadas por el microscopio electrónico de barrido (SEM) y su microanálisis EDX



Estratigrafía de una muestra de yeso policromado preparada en lamina delgada y vista al microscopio óptico

Es importante recordar la trascendencia que tiene hacer un registro detallado y transferir a la comunidad los datos obtenidos en la investigación de las obras de arte. Solo el paso del tiempo, el acopio de experiencias e informaciones, y su correcto registro y difusión para que sean accesibles a los profesionales, permitirán el estudio comparado de los datos emanados de las distintas investigaciones, a fin de que el conocimiento de nuestro patrimonio cultural sea cada vez más profundo, veraz y contrastado. De ello nos beneficiamos todos.

4. La datación

La datación, aplicada a las obras de arte, es una disciplina que engloba métodos diversos y que suele alcanzar su máximo auge en el estudio de restos prehistóricos y piezas arqueológicas; lo que no obsta que sea también útil para caracterizar y autentificar las obras de épocas más recientes.
Saber si una obra procede realmente de la época a la que estilísticamente parece pertenecer, puede resultar clave a la hora de catalogar y proteger una obra como tal, y en consecuencia, fundamental para planificar su intervención.
El uso de una u otra técnica de datación vendrá definido por la composición material de la obra en estudio y por su antigüedad estimada.
Relacionaremos a continuación algunos de los métodos más habituales en la datación de obras de arte, particularmente en aquellas con soporte de madera, yeso o cerámica.

La datación de obras artísticas y artesanales se realiza a través de dos vías:

1. Según su posición respecto a otros elementos hallados en el entorno, lo que se conoce como **cronología relativa**.
2. Por métodos de análisis científico-técnico que analizan el objeto aislado, lo que se conoce como **cronología absoluta**.

El proceso de datación de un objeto mediante el estudio de su **cronología relativa** se aplica a aquellas obras que se encuentran en el entorno de origen.

La datación por cronología relativa alcanza su máximo rendimiento en los yacimientos arqueológicos, en los que el hallar una pieza en una determinada zona y a un nivel de profundidad concreto, y relacionando esta ubicación con los datos conocidos y con el resto de piezas encontradas, posibilitará deducir la época a la que pertenece.

Sin embargo, este mismo proceso puede seguirse con otros objetos artísticos, como un paño de yeserías, de alicatados, o un artesonado; en los que el análisis de su ubicación: el edificio y el muro al que se encuentren adosados, las características de las demás obras artísticas circundantes, el análisis de restos en el subsuelo, y demás datos del entorno, nos orientarán para fechar un posible origen.

No obstante, no hay que olvidar que este método de datación, como su propio nombre indica, es relativo y no totalmente fiable, pues el entorno donde se halle el objeto puede haberse visto modificado por causas diversas.

Siempre que sea posible, la cronología relativa se hará como paso previo a un posterior estudio de la cronología absoluta por medios científico-técnicos, cuyos resultados son más fiables.

POR EJEMPLO: Se puede establecer la cronología relativa de una pieza cerámica que se encuentre en una excavación relacionándola con el resto de hallazgos de la excavación y con el entorno del yacimiento, o de una yesería que se encuentre fijada al muro original del edificio para el que fue elaborada; pero no es posible determinar la cronología relativa de una pieza que se encuentre sin catalogar, mezclada con otros objetos, en la caja de almacenaje de los fondos de un museo o expuesta en la vitrina de un coleccionista particular.

En obras de carácter arquitectónico, la datación se debe confirmar por métodos de **cronología absoluta**. Estos métodos son más certeros, y aplicables en casos en los que no se puede realizar una cronología relativa previa.

Hemos de saber que las técnicas de datación por cronología absoluta suelen ser complejas y costosas, que el rango de fechas en el que se enmarcan los resultados las hace inoperantes en muchos casos, y que la interpretación y afinación de sus resultados debe efectuarse siempre por comparación con las demás informaciones obtenidas en el estudio general del monumento para evitar errores e incongruencias. A mayor número de datos analíticos comparados, más fiable será la datación de una obra.

Imagen de la Dama de Elche IMAGEN CEDIDA POR WIKIPEDIA

INTERESANTE

Un ejemplo paradigmático de los beneficios que ofrecen los métodos científico-técnicos para el estudio de las obras de arte y la conveniencia de la colaboración multidisciplinar, que muestra a su vez cómo la datación más veraz es la que se obtiene mediante el estudio comparado de distintos resultados analíticos, es el caso de **La Dama de Elche**.

Esta pieza escultórica en piedra caliza policromada, encontrada en 1897, fue considerada desde su hallazgo como la obra más representativa del arte ibérico de la Península, una pieza única en su estilo. Sin embargo, en el año 1969 surgió una gran polémica acerca de su autenticidad, a raíz de las densas investigaciones historiográficas publicadas por el experto internacional en Arte: John F. Moffitt; quien desde EEUU y en varias publicaciones, cuestionaba abiertamente la autenticidad de la obra, afirmando incluso que se trataba de una falsificación fabricada en los años 1896 o 1897, justo antes de ser descubierta.

Esta afirmación alcanzó gran repercusión internacional, sucediéndose múltiples posturas encontradas entre el resto de historiadores, que se posicionaron a favor o en contra de este cuestionamiento. La teoría de la falsificación supuso además un enorme varapalo para la localidad donde **La Dama** fue descubierta, Elche, que desde su aparición se sintió enormemente identificada con la pieza y le concedió gran valor simbólico y representativo. Hasta tal punto ofendió esta tesis a la comunidad, que el historiador instigador de la polémica fue declarado "persona non-grata", y se negaron durante mucho tiempo los permisos para que **La Dama** pudiera ser trasladada o investigada de nuevo. Aún en 1995, veintiséis años después, Moffitt publicaba el artículo: *Art Forgery: The Case of the Lady of Elche,* reafirmándose en su teoría de la falsificación. No ha sido hasta el año 2011 cuando la polémica ha quedado zanjada. En 2005 se concedieron finalmente los permisos para realizar el estudio científico-técnico de la obra. El análisis de su policromía, ejecutado por el equipo de Mª Pilar Luxán del CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas, España), evidenció que tanto los pigmentos como la estructura de las capas de imprimación y pigmentación, en que se disponía la policromía, pertenecían a la Antigüedad. El análisis del deterioro experimentado por la capa de preparación de yeso aplicada sobre el soporte, en su proceso de disolución y re-cristalización de sales, confirmaba igualmente este origen.

Pero todavía había resistencias por parte de algunos historiadores, partidarios de la teoría de la falsificación, que seguían planteando dudas. Posteriores análisis efectuados sobre muestras de micro-partículas extraídas del hueco posterior de **La Dama de Elche**, realizados en el 2011 por el mismo equipo, con técnicas de microscopía electrónica y espectrometría dispersiva de rayos X, entre otras, permitieron comprobar y verificar una vez más la antigüedad de la pieza. La comparación de estas muestras, que pertenecían a cenizas de huesos humanos, con otras muestras de restos humanos de época íbera, permitió concluir definitivamente que la obra pertenece efectivamente a época íbera, siglo V y IV a. C. y que sirvió como urna cineraria.

Polémica concluida gracias al estudio multidisciplinar de la obra con los parámetros actuales de restauración científica.

Hagamos ahora una breve aproximación a los métodos más usuales en la datación de las obras de arte mediante el establecimiento de la cronología absoluta por métodos científico-técnicos.

MÉTODO DENDROCRONOLÓGICO:

Es un método óptico que se utiliza para la datación de madera. Se fundamenta en el estudio comparado del crecimiento de la madera a partir de la observación de las huellas de este crecimiento en las muestras tomadas del original en corte transversal.

La forma en que un árbol crece deja rastros únicos en su estructura interna, y el estudio comparado de ésta con la curva de crecimiento de otras especies similares, vivas o ya estudiadas, permite aproximarse a la edad de dicha madera y a la fecha en la que el árbol de procedencia fue cortado.

Esta técnica es útil para datar la edad de la madera y conocer la fecha aproximada en que fue procesada para utilizarla como soporte artístico, pero no para saber la fecha exacta de ejecución de la obra; para ello será necesario contrastar los resultados de este método con otros datos del estudio analítico de la obra.

El tipo de resultados que ofrece esta técnica, analizados comparativamente con otros datos conocidos, pueden ser provechosos para fechar la obra en su conjunto, no solo la edad del soporte material, y también para alcanzar otro tipo de conclusiones sobre la obra.
POR EJEMPLO: Si se conoce que determinado artista o escuela usaba un corte concreto de una especie precisa de madera, que a su vez preparaba de una determinada forma y dejaba curar un número aproximado de años, el estudio dendrocronológico puede determinar si la muestra tomada del original difiere o coincide con la práctica de ese autor o escuela. De esta manera contribuirá a la autentificación y datación de la obra, por comparación con otras obras de ese mismo autor o escuela que hayan sido ya investigadas y documentadas, o de las que conste claramente el origen.

Estudio de los anillos de crecimiento en un tronco de ciprés

INTERESANTE

Otros métodos, también nucleares, usados para la datación de obras de arte son el del *uranio-plomo* o el del *potasio-argón*, pero ambos son solo aplicables a objetos prehistóricos.

LA DATACIÓN POR CARBONO-14:

Es un método nuclear que usa la medición de la radiactividad natural, que poseen las partículas de un material, para datar su origen. Solo puede usarse en materiales orgánicos.

La materia viva absorbe carbono del ambiente. Este carbono está compuesto en esencia por carbono 12, carbono 13 y una pequeña cantidad de carbono 14 radiactivo. Cuando la materia viva muere, el carbono 14 absorbido, que hasta entonces había mantenido una proporción estable con el resto de carbonos, comienza a desintegrarse emitiendo radiactividad. La medición de la radiactividad residual del carbono 14 en proporción con el resto de carbonos que presente el material analizado, nos permitirá saber cuánto tiempo hace que esa materia viva murió.

El problema fundamental de esta técnica, es que su margen de error y el rango de fechas en el que circunscribe sus resultados son demasiado amplios para que sea útil en el estudio de muchas obras.

Esta técnica es efectiva para la datación de objetos prehistóricos o incluso, como se está empleando en algunos laboratorios norteamericanos y europeos, para identificar falsificaciones que se presentan como obras antiguas y que en realidad han sido ejecutadas en el siglo XX o XXI. Pero no tiene la precisión necesaria para datar obras de periodos entre 1 y 10 siglos antes de la fecha actual. Su efectividad en la detección de falsificaciones se debe a que sus resultados sí son concluyentes para afirmar si una obra tiene más de 100 años o no.

Su fundamento físico reside en el hecho de que los materiales que componen la cerámica son irradiados permanentemente por otros elementos presentes en la naturaleza, modificando sus átomos. Esta modificación hace que, al someter esos materiales a una temperatura de 400-500 grados centígrados, reaccionen emitiendo una radiación lumínica conocida como ***"termoluminiscencia"***. Cada vez que el material cerámico es sometido a esas temperaturas y reacciona lumínicamente, pierde la capacidad de volver a reaccionar hasta que no es nuevamente irradiado por otros materiales del entorno que modifiquen nuevamente su estado. Es como si volviera al estado original. Esto es lo que le sucede a la cerámica en la cocción, su capacidad de reacción termoluminiscente queda anulada; pero a partir de que la pieza sale del horno empieza a verse afectada por los materiales del entorno, que la irradiarán modificando sus átomos y volviendo a dotarla de capacidad termoluminiscente.
El método de datación por termoluminiscencia consiste básicamente en comparar las reacciones termoluminiscentes de dos muestras iguales, una de ellas irradiada artificialmente con una dosis de radiación conocida, para medir la capacidad de reacción de ambas y establecer, por comparación, la cantidad de tiempo que esa cerámica se ha visto expuesta a las radiaciones del entorno desde su cocción. Para ello ha de saberse también la cantidad de radioelementos a los que la muestra ha estado expuesta (lo que se logra analizando el entorno), a fin de poder calcular cuál ha sido la dosis anual de irradiación que ha sufrido, y sea posible medir la cantidad de años que ha estado acumulando su capacidad de reacción termoluminiscente.

Las fórmulas de elaboración de pigmentos aparecen descritas en documentos y tratados desde épocas remotas; analizando la composición de un determinado pigmento es posible, a veces, determinar si la presencia de este pigmento es coherente con su uso en un lugar preciso, en una época o por un determinado autor o escuela.

LA TERMOLUMINISCENCIA:

Es un método físico que permite datar cerámica antigua (del periodo histórico y protohistórico). La técnica es compleja, pero resulta certera y fiable; además de ser aplicable a materiales inorgánicos en los que métodos como el carbono-14 son inútiles. Sus resultados se aproximan a la fecha de origen con un margen de error bajo en comparación con el carbono-14 (del 5 al 15%).

LA DETERMINACIÓN DE PIGMENTOS Y OTROS MATERIALES:

Este análisis no es un método en sí, sino que puede realizarse por varios métodos; diremos por tanto que es un recurso más que en ocasiones, cuando las obras están policromadas, permite la datación.

Consiste en aplicar varias técnicas de análisis para conocer la naturaleza de los pigmentos, y otros materiales asociados a éstos (como los aglutinantes), que se han usado en un monumento; y a partir de ella, deducir la época a la que pertenecen.

INTERESANTE

Si analizando la policromía de un armadura o de una yesería, en cuyo examen previo se ha estimado que podría pertenecer al siglo XV, nos encontramos con la identificación de un pigmento verde obtenido del óxido de cromo, sabremos que esa policromía no es original o bien que la pieza no es realmente del s. XV sino que se fabricó a partir de mediados del s. XIX, pues este tipo de pigmento verde no se usó hasta la segunda mitad de ese siglo, en torno a 1861.

En ocasiones es necesario profundizar en la composición de un pigmento hasta llegar a conocer sus impurezas para que la identificación sea eficaz en la datación de una obra, ya que serán estas trazas de impurezas las que ayuden a clarificar su procedencia.

POR EJEMPLO: La datación de un blanco de plomo, pigmento que se ha usado desde la Antigüedad hasta nuestros días, no puede realizarse a través de la simple identificación como blanco de plomo, pero sí a través de sus impurezas, debido a que su forma de fabricación ha variado a lo largo de los siglos. Si bien este pigmento originado en época industrial contendrá abundantes trazas de cinc (por citar una posible impureza), estas trazas en época antigua son casi inexistentes.

Las técnicas que se usan para la identificación de los pigmentos, sus impurezas, y otros materiales como las cargas o las substancias filmógenas, son variadas: desde los métodos micro-químicos tradicionales (destructivos), pasando por métodos más complejos no destructivos como la autorradiografía por activación neutrónica, hasta complicados y costosos métodos instrumentales como la microscopía electrónica de barrido asociada a un detector de rayos X o la cromatografía de gases.

Igualmente se podrán usar otras técnicas como la observación de láminas delgadas al microscopio óptico, la microfluorescencia de rayos X, la difracción de rayos X, la medición de la radiactividad de los isótopos de plomo, la medición de uranio-238, etc.

Se deduce de esta compleja gama de técnicas que, en el análisis de pigmentos y materiales asociados, la especialización de los técnicos de laboratorio se hace muy valiosa y casi imprescindible.

Las técnicas de creación de objetos artísticos y artesanales han seguido a lo largo de la historia normas propias de cada momento, escuela, autor o ubicación geográfica; el estudio de la composición de pigmentos, cargas y demás substancias, y de la manera en que están dispuestas en un monumento, puede revelar mucha información sobre el origen de la obra.

LA DETERMINACIÓN DEL GRADO DE OXIDACIÓN DE LOS ACEITES:

Al igual que en el caso anterior, no podemos hablar de una técnica de datación en sí, sino de un recurso que utiliza varios métodos (como el análisis térmico diferencial) para medir el grado de oxidación de los aceites usados como aglutinantes y secantes en las capas polícromas. A través del estudio comparado de esta oxidación con los niveles de oxidación de otros aceites de referencia, se podrá deducir la fecha de fabricación de la pintura con la que se ejecutó la policromía.

Este sistema está dando resultados muy precisos, con un margen de error mínimo (unos 15 años); pero se encuentra en fase experimental y por ello cuenta con pocas referencias aún para establecer comparaciones, aunque es una técnica muy prometedora que va afianzándose fuertemente con el tiempo.

Pese a lo expuesto, es preciso aclarar que el interés por poner a punto nuevos métodos para la identificación y datación de materiales artísticos ha crecido recientemente, desde que la conservación-restauración se entiende como una disciplina científica, por lo que muchos de esos métodos se encuentran en fase experimental y sus resultados no pueden entenderse aún como concluyentes. No deben ser considerados todavía una opción segura para la datación.

Datación de la madera de un pino laricio mediante dendrocronología

FIGURA 3: Sección de pino laricio con anomalía de "anillo ausente" múltiple (muestra 60A)

INTERESANTE

En la actualidad se están investigando nuevas técnicas que centran sus análisis en otros materiales constituyentes de los estratos de preparación, policromía y protección (no solo en los aceites o los pigmentos). Es el caso de la identificación de proteínas, que parece estar aportando datos muy fiables. Entre ellas destaca la HPLC (cromatografía líquida de alta presión).

Hasta aquí, ya conocemos qué particularidades tienen las obras de arte como objeto de estudio, qué características propias presenta su estructura material, cuáles son las responsabilidades de los técnicos que se dedican a su investigación, y cuál debe ser el proceso a seguir por el técnico restaurador para hacer la valoración inicial de su estado de conservación. Incluso hemos hecho una breve reseña de los métodos analíticos a los que podremos recurrir para continuar con la investigación de la obra.

Pasemos ahora a exponer más detalladamente cuáles son los factores de deterioro que pueden dañar una obra. Para ello, conviene partir de una premisa: Si casi cualquier material puede ser hoy en día soporte artístico, los factores que influirán en el deterioro de esa diversidad de materiales son, a su vez, enormemente variados.

Dado el objetivo de iniciación práctica de este manual, y su limitación de espacio, expondremos únicamente las causas de alteración común más frecuentes, y cómo afectan a los tres materiales (madera, cerámica y yeso) en los que centra su atención este proyecto.

FIGURA 4: Interdatación relativa del grupo de muestras (E1828) procedentes de la armadura de la Sala de los Reyes e interdatación absoluta de la media del grupo (E1828045) respecto varias cronologías de referencia.

5. Los factores de deterioro en las obras.
Principales patologías en la madera, la cerámica y el yeso

En los párrafos anteriores hemos empleado términos como daño, alteración, deterioro, o patología, para hablar de una obra que no se encuentra bien conservada y que requiere ser intervenida. Todos estos términos están ligados por una relación **causa-efecto.**

Podemos definir el deterioro o alteración en una obra como una transformación de las características originales de la materia que compone la obra, que afecta negativamente a su estabilidad y a su capacidad de pervivencia.

Ese daño tiene un origen o causa: **el agente de deterioro**, y una manifestación o efecto: **la alteración o deterioro**. La relación causa-efecto entre ambos es la que define el proceso de degradación de las obras, y a la que nos referimos cuando hablamos de **patología**.

Por lo cual, **la patología de una obra es el grupo de síntomas o efectos que ponen de manifiesto la actuación de unos agentes de deterioro.**

Al hablar de patología estamos definiendo la "enfermedad" de la obra. Al igual que hace la medicina con los humanos, la restauración científica entiende las obras como entes enfermos que presentan unos síntomas, cuyo origen ha de ser descubierto por el "restaurador-doctor", que decidirá el mejor tratamiento para restituir el bienestar del enfermo, o que mejore al menos su estado general.
Para comprender el comportamiento de las obras como "pacientes enfermos" es necesario saber de qué materiales están hechos, cuáles fueron sus técnicas de elaboración y su historial evolutivo; igual que un médico ha de conocer la edad y el género de su paciente, además de su historial clínico.

Ningún objeto puede ser conservado hasta el punto de evitar o detener toda alteración, ya que la materia que da forma a una obra está inevitablemente destinada a experimentar deterioro o envejecimiento, como efecto consustancial a su naturaleza. Hay materiales y técnicas que evolucionan mejor en el tiempo, pero ninguna está exenta de envejecer.

En la intervención de conservación-restauración, estudiaremos la relación causa-efecto en las patologías que presenten las obras para determinar:

- Qué agentes de deterioro provocan las alteraciones.
- Hasta qué punto estos agentes pueden ser controlados.
- En qué grado se ha visto alterado el material.
- Si los daños pueden ser paralizados, minimizados o eliminados; y cuál es la mejor forma de hacerlo (métodos, técnicas, instrumental, materiales de intervención).
- Cómo se deben modificar las condiciones externas de la obra para que no vuelvan a producirse deterioros evitables.

A. Clasificación de los agentes de deterioro que pueden afectar a las obras

Los agentes de deterioro se clasifican en dos grandes grupos: **intrínsecos** (debidos a la propia naturaleza de la obra) y **extrínsecos** (debidos a factores externos).

Los agentes de deterioro intrínsecos que afectan a una obra son ocasionados por la naturaleza del material de origen, o por defectos en la técnica de ejecución.

Por ejemplo, es un factor intrínseco por **defecto del material** el oscurecimiento de los barnices al envejecer las resinas constituyentes; este envejecimiento es debido a la naturaleza de su composición y no se puede evitar a posteriori. También lo sería la resina natural que poseen los soportes realizados en madera fresca y que, al salir al exterior, endurece y provoca manchas, levantamientos y desprendimientos de la policromía; esta resina origina deterioros, pero forma parte de la composición natural del soporte.
Agentes de deterioro intrínsecos **por defecto de técnica** podrían ser el ennegrecimiento de una policromía de color verde realizada con la mezcla de un pigmento con plomo (como el amarillo Nápoles) con otro que contenga azufre (como el azul Ultramar), ya que ambos reaccionarán por incompatibilidad química dando lugar a una sustancia (el sulfuro de plomo) que se oscurecerá hasta hacerse completamente negra.

INTERESANTE

Los factores intrínsecos no se pueden evitar una vez que el monumento está finalizado, pero en algunos casos pueden tomarse medidas conservadoras que ralenticen su desarrollo, minimizando la influencia de los agentes externos que favorecen estas alteraciones.
Modificar las condiciones de iluminación, temperatura y humedad ambiente para reducir las oxidaciones, serían ejemplos de medidas preventivas de este tipo.

Los agentes de deterioro extrínsecos son los que inciden en la obra desde el exterior, transformando sus propiedades materiales. Los principales factores extrínsecos son:

- **Ambientales o atmosféricos:** Humedad, temperatura, iluminación, contaminación ambiental, viento, etc.
- **Biológicos o bióticos:** Microorganismos (hongos y bacterias), vegetación, insectos, roedores, aves, y otros animales.
- **Desastres naturales:** Seísmos, tornados, avalanchas o aludes, actividades volcánicas, incendios (también relacionados con actos humanos), inundaciones (también relacionadas con actos humanos), tormentas eléctricas, huracanes, etc.
- **Actos humanos o agentes antropogénicos:** Pueden ser intencionados (como el tráfico ilícito, el expolio, vandalismo, hurto, atentados terroristas, etc.), o no intencionados (cambios de uso y reutilizaciones, inadecuada manipulación, problemas de embalaje o almacenado, negligencia en el control o cuidado, falta de medidas de seguridad, etc.).

Taujeles de un techo de madera de pino con exudaciones de resina

Los agentes extrínsecos de deterioro son los factores que más ocuparán a los técnicos de conservación y restauración, por ser sobre los que se podrá intervenir con más efectividad.

Hagamos una breve descripción orientativa de los principales agentes de deterioro extrínsecos que inciden sobre las obras, sea cual sea su material, para pasar después a concretar la forma en que lo hacen sobre la madera, la cerámica y el yeso.

B. Los factores ambientales o atmosféricos

a) La humedad

El vapor de agua (producido por evaporación de ríos y mares, por las plantas, por la respiración humana, etc.) es absorbido por el aire y por los materiales porosos, modificando su equilibrio. Cuando la capacidad de absorción del aire o del material llega a su máximo, se alcanza la **medida de saturación**, a partir de la cual el vapor de agua transformará su estado gaseoso a líquido.

Hablamos de humedad para referirnos a la cantidad de vapor de agua contenido en el ambiente o en el material.

El contenido de vapor de agua está relacionado con la temperatura: A mayor temperatura desciende la humedad, y viceversa. Esta relación humedad-temperatura viene definida por el concepto de **Humedad Relativa (HR).**

El nivel de humedad se mide de dos formas, ambas condicionadas por la temperatura:

1. **Humedad absoluta:** Expresa la cantidad de vapor de agua contenida en un metro cúbico de aire o de materia.
2. **Humedad relativa:** Expresa en porcentajes la relación entre la cantidad de vapor de agua que contiene un metro cúbico de aire, o de materia (en unas condiciones determinadas de temperatura y presión), en comparación con la cantidad de vapor que tendría ese mismo aire o materia si estuviera saturado (a igual temperatura y presión).

Cuando el ambiente es muy húmedo, algunos materiales aumentan el contenido de agua del objeto, incrementando su tamaño, dilatándolo (comúnmente se dice que "se hincha").
Cuando el ambiente es muy seco, el objeto pierde su contenido natural de agua y se contrae (comúnmente se dice que "se seca" o "se reseca").
Es decir, según las condiciones de humedad en el ambiente, un objeto puede presentar su materia dilatada o contraída (hinchada o reseca).

La humedad suele producir problemas graves en las obras, sobre todo en los elaborados con materiales orgánicos[23] e higroscópicos[24].

Los niveles extremados de humedad son perjudiciales y actúan como un agente de deterioro; pero serán los cambios bruscos y continuos de humedad los que causen mayor alteración en las obras. Los sucesivos movimientos de contracción y dilatación que conllevan, y las tensiones mecánicas que provocan en el material, lo degradarán alterando su apariencia y haciendo que pierda, o vea modificadas, sus propiedades físicas.

El agua actúa como medio de contacto entre los materiales y las sustancias contaminantes ambientales, facilitando su interacción en los procesos de alteración físico-químicos. Por ejemplo, su acción es clave en la transformación del dióxido de azufre atmosférico en dañino ácido sulfúrico (lluvia ácida), o en la corrosión de los metales.

La humedad alta propicia reacciones químicas y debilita la estructura de algunos materiales. También ablanda los adhesivos elaborados con colas animales, favorece la proliferación de microorganismos y agentes biológicos, y la acción de los contaminantes.

Los materiales inorgánicos que son porosos también sufren alteraciones en situaciones de humedad alta. Al estar formados por capilares[25], absorberán el agua y las sustancias contaminantes que ésta contenga, como las sales. Este fenómeno de absorción de humedad es conocido como **humedad de capilaridad[26]**.

Las sales, son substancias contaminantes que pueden encontrarse diluidas en el agua. Penetrarán en los materiales con la humedad y se moverán por los capilares en todas direcciones, migrando y depositándose por el interior y la superficie. Cuando el índice de humedad baje, solidificarán dentro de los capilares internos o en los poros superficiales, pudiendo alterar gravemente el material.

23 Que contienen agua en su estructura (alrededor del 60%).

24 Que experimentan afinidad por el agua y tienden a absorberla del ambiente.

25 Intersticios, espacios vacíos con forma cilíndrica que cruzan el material poroso en todas direcciones.

26 Fenómeno por el cual un líquido se desplaza a través de materiales porosos ascendiendo por el interior del mismo a través de sus capilares como resultado de la tensión superficial.

AMPLIACIÓN DE CONTENIDOS

Sería muy interesante para el lector conocer con más detalle la estructura capilar de los materiales porosos, y el fenómeno de absorción por capilaridad que experimentan. Le sugerimos que se informe sobre el concepto de ***tensión superficial*** y su relación con la absorción de agua u otras substancias. Buscar dibujos e imágenes referidas a este fenómeno contribuiría a la mejor comprensión del contenido.

La humedad producida por **condensación**[27] es otro de los factores habituales de deterioro en las obras de arte. El vapor de agua contenido en una atmósfera saturada se condensa en la superficie de los objetos, generando gotas y haciendo que la humedad superficial del material sea muy superior a su humedad interior. El daño se produce al experimentar el material tensiones internas que fracturan y debilitan su estructura, como resultado de los distintos movimientos de contracción y dilatación que tienen lugar entre las capas superficiales y las externas en reacción a los diferentes niveles de humedad.

La humedad de condensación es una de las principales causas del deterioro de pigmentos en las policromías. El agua condensada en superficie aumenta la velocidad de reacción de los procesos químicos que los alteran y además sirve de medio de cultivo para microorganismos. Así, por ejemplo, el pigmento azul, procedente de la azurita, se transforma químicamente y torna a color verde; mientras que otros azules podrán ser atacados por hongos.

b) La temperatura

La temperatura de un material es la expresión de la energía cinética de sus moléculas. Cuando la temperatura de un objeto varía, puede ocasionar modificaciones físicas, mineralógicas o químicas, que serán diferentes según su naturaleza material.

El cambio físico más conocido y apreciable que experimentan los objetos con el cambio de temperatura es la **dilatación y contracción térmica**, en la que los materiales aumentan de tamaño al incrementarse la temperatura, y lo reducen cuando disminuye. Este fenómeno provoca importantes tensiones mecánicas en su estructura, que degradan y debilitan el material, al igual que ocurría con las variaciones bruscas de humedad.

La temperatura elevada acelera las reacciones químicas (como la corrosión de los metales o la transformación de partículas contaminantes en compuestos dañinos), influye en los ciclos de disolución y cristalización de sales y en la actividad biológica.

En general, las temperaturas elevadas favorecen el envejecimiento de cualquier material: hacen que pierda su humedad natural, aceleran las reacciones químicas de degradación, y facilitan el ataque biológico. Este deterioro se acelera y agrava si la humedad también es elevada.

Aunque una temperatura alta supone de por sí un factor degradante, su efecto más grave se debe a las variaciones, tal como sucede con la humedad, y a excepción de los valores extremos. Un nivel estable de temperatura, aunque sea elevada, no resulta tan pernicioso para los materiales como los cambios rápidos y continuados. Éstos generan grandes movimientos de contracción y dilatación térmica, que originarán importantes fracturas

Pérdida de zócalos de cerámica por problemas de humedad capilar

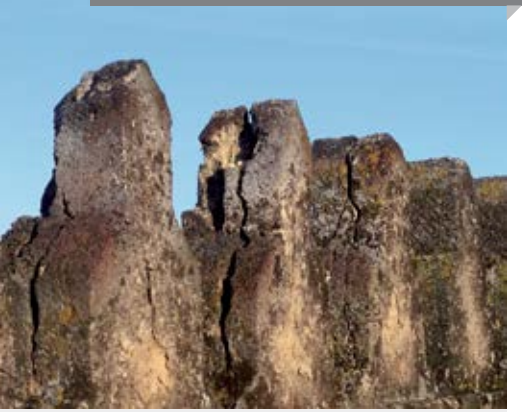
27 Acción y efecto del cambio de estado del agua contenida en el ambiente, desde el estado gaseoso al líquido.

Hemos exceptuado los valores extremos, pues los daños provocados por el aumento o el descenso de la temperatura a niveles excesivos pueden ser de gran magnitud. Es el caso de los **incendios** o las **heladas**, donde el material llega a verse completamente destruido. Las temperaturas extremadamente altas afectan en particular a los materiales orgánicos, que son inflamables y pueden arder; pero antes de alcanzar niveles de combustión, reblandecerá los materiales más sensibles (como los betunes, las ceras, las resinas o ciertos adhesivos).

y deformaciones en materiales sensibles e higroscópicos; y aceleran enormemente los procesos de deterioro por migración y solidificación de sales, además de provocar el levantamiento y riesgo de pérdida de las capas decorativas adheridas al soporte.

En cualquier caso, la oscilación en los niveles de humedad y temperatura, dos factores ambientales ineludibles, está en la raíz del deterioro de la mayoría de las obras.

Las grietas y fisuras de las almenas de calcarenita están producidas por la circulación de agua y los ciclos de congelación-deshielo



INTERESANTE

La fluctuación térmica como agente de deterioro ha estado sometida durante décadas a discusiones técnicas. Hoy en día existe cierto consenso en considerar que el rango de variación térmica en el que fluctúan las habituales condiciones ambientales, no puede ser valorado como un agente de deterioro aislado, sino que su verdadero potencial de alteración se encuentra en su combinación con otros agentes de deterioro (humedad, presencia de contaminantes, ataque biológico, etc.) y en la combinación de materiales con diferentes gradientes térmicos en obras mixtas[28].

28 El gradiente térmico hace referencia al comportamiento de los materiales en la capacidad y forma en que aumentan o disminuyen gradualmente su temperatura. Materiales con distintos gradientes térmicos reaccionarán diferenciadamente ante las variaciones de HR.

AMPLIACIÓN DE CONTENIDOS

Para prolongar la conservación de las obras, es necesario el control de la humedad relativa ambiental, y su mantenimiento en niveles estables y adecuados a los materiales de la obra. Para ello disponemos de instrumental técnico que hace posible tanto la medición, como la modificación de la humedad y la temperatura en espacios cerrados.
Lamentablemente, el control absoluto de las condiciones de HR no es posible en espacios abiertos, donde se hallan muchas piezas de carácter arquitectónico. En algunos de estos casos, **sí se podrán instalar sistemas auxiliares que eviten oscilaciones extremas** (filtros y parasoles para dar sombra o protecciones para la lluvia, por ej.) y establecer normas específicas, como la limitación en el tránsito de visitantes.

Registro de parámetros de humedad-temperatura e inclinómetro mediante sondas colocadas en el reverso de una bóveda de mocárabes

Se ha venido considerando que el rango óptimo general de humedad relativa para la conservación de la mayoría de los objetos artísticos y artesanales en espacios cerrados está en torno al 55 +/- 5 %. Se establecen rangos mínimos sobre el 45%, y rangos máximos sobre el 65%. Hay materiales especialmente sensibles que requieren condiciones específicas, como son los objetos metálicos, en los que es recomendable una HR menor (del 15-30%), el cuero y las pieles requerirían una HR en torno al 35-58% en baja temperatura, y las fotografías en color necesitarían una HR del 25-35%.
En los últimos años se ha puesto en crisis la idoneidad de estos valores, en cualquier caso los rangos más adecuados dependerán de la naturaleza de los materiales compositivos y de las condiciones reales en las que la obra ha permanecido a lo largo de su historia.

c) La luz

Lo que conocemos coloquialmente como luz es un tipo de radiación compuesta por ondas electromagnéticas. Las ondas que se comprenden entre los 400 y 760 nanómetros de longitud conforman el espectro visible, es decir, son las ondas cuyo efecto podemos percibir con nuestros ojos. Por encima y por debajo de esas medidas de longitud de onda, nos encontramos otro tipo de radiaciones electromagnéticas que no captamos visualmente pero que tienen efecto en los materiales, son las radiaciones infrarrojas (IR), las ultravioletas (UV), los rayos X (RX), y otras.

La luz visible, natural o artificial, va acompañada de este tipo de ondas del espectro no visible, que actuarán como importantes agentes de deterioro. Según el tipo de material, las radiaciones electromagnéticas pueden tener mayor o menor potencial de degradación.

La naturaleza del material, la composición de las radiaciones lumínicas que reciba, la intensidad de éstas y el tiempo de exposición, serán las variables que determinarán el grado en que este agente de deterioro provocará alteraciones en los objetos.

La capacidad que la luz posea para degradar los materiales dependerá asimismo de su vinculación con otros factores, como la humedad o los contaminantes ambientales. También pueden activar o inhibir el ataque y la proliferación biológica (microorganismos, plantas, animales).

Las reacciones favorecidas por la exposición a la luz se llaman **reacciones fotoquímicas**, en ellas las radiaciones electromagnéticas de la luz proporcionan la energía de activación imprescindible para que tenga lugar una reacción química de alteración. Cuando esta energía se suma a la energía calorífica (aumento de la temperatura), las reacciones químicas se hacen mucho más rápidas; por lo que, al igual que sucede con otros factores, su potencial de deterioro aumenta al aliarse con más agentes ambientales y actuar en conjunto de catalizadores en las transformaciones químicas que degradan los materiales.

Las radiaciones más dañinas son las **UV (-400 nm)** y las **IR (+760 nm)**. Las UV poseen la energía necesaria para provocar reacciones químicas en los materiales más inestables (como los orgánicos y los pigmentos). Las IR se caracterizan por sus efectos térmicos: aumentan la temperatura de los materiales y originan las alteraciones propias de este incremento (dilatación, aceleración de reacciones químicas y posible proliferación de microorganismos).

Como norma genérica, se puede afirmar que los materiales inorgánicos (piedra, cerámica, yeso, metal, etc.) son menos sensibles a la acción degradante de la luz que los materiales orgánicos y los mixtos (madera, policromías, aceites y resinas de las protecciones, etc.).

INTERESANTE

De los materiales artísticos usuales, **los más vulnerables a la luz son:** acuarelas, tejidos, teñidos, pigmentos animales o vegetales, grabados en color, dibujos, fotografías en color, pergaminos y colecciones etnográficas. **Los de sensibilidad media son:** grabados en blanco y negro, fotografías b/n y material de archivo, orgánicos no pintados, policromías, pinturas al óleo y acrílicas, lacados y marfil. **Los de sensibilidad baja son:** cerámica, piedra, porcelana, yeso y vidrio.

Pérdida de color en la decoración de una ventana expuesta a las radiaciones solares

La mayoría de las coloraciones tienden a perder intensidad cuando se ven muy expuestas a radiaciones lumínicas, este proceso puede ser rápido si la iluminación es intensa y se mantiene de forma insistente.

AMPLIACIÓN DE CONTENIDOS

Los efectos de degradación fotoquímica son acumulativos, a mayor tiempo de exposición e intensidad de radiación, mayor será el deterioro; por lo que siempre se buscará la relación inversa de estas dos medidas para favorecer la conservación.

d) Los contaminantes

Las principales substancias contaminantes que afectan a la conservación de las obras están en el ambiente en forma de gases o de sales. La atmósfera, especialmente en ciudades muy pobladas y zonas industriales con abundantes emanaciones de humos y tráfico de vehículos, contiene numerosos contaminantes gaseosos (como el dióxido de azufre o el *óxido de nitrógeno*).

Resulta muy perjudicial la reacción del dióxido de azufre y del óxido de nitrógeno con el agua, que dan lugar a **ácido sulfúrico** o sulfuro de hidrógeno **y a ácido nítrico respectivamente**. Estos compuestos alteran notablemente los materiales al ocasionar diversas reacciones químicas degradantes; entre las que se encuentra la famosa **"lluvia ácida"**, tan perniciosa para los monumentos al aire libre. También propician la corrosión de los metales o la alteración de los pigmentos, entre otros deterioros.

Los cloruros son un tipo de substancias contaminantes salinas presentes en la atmósfera (en mayor cantidad en los ambientes marinos), cuyo poder de degradación reside en que, al encontrarse disueltas en el vapor de agua atmosférico, son absorbidas por los materiales porosos, migrando por el interior y pudiendo aumentar de volumen al solidificar, lo que provoca disgregación material entre otros deterioros[29]. También favorecen las reacciones electroquímicas de corrosión de metales (razón por la que los metales se deterioran tan rápido en la costa).

Efecto de la contaminación proveniente del tráfico de vehículos sobre sillares de piedra

AMPLIACIÓN DE CONTENIDOS

La acumulación de polvo resulta muy perjudicial para la conservación de las obras de arte. Las partículas de polvo se componen de una suma de las substancias que circulan por el aire: contaminantes químicos, semillas, esporas de hongos, residuos industriales, etc. Actúan como pequeñas gotas de sustancia degradante que se fija en la superficie de los objetos acelerando el deterioro. Además son higroscópicas y tienen la facultad de atraer y fijar la humedad en aquellas zonas donde se depositan; y en condiciones de circulación elevada de aire, también pueden tener un efecto erosivo de las superficies.
Para una buena conservación de las obras se habrá de evitar la acumulación de polvo sobre ellos, y se mantendrá el entorno limpio e higiénico.

Además de los cloruros, hay un gran número de sales que pueden contaminar los materiales y provocar deterioros, pero en su mayoría proceden del suelo, de residuos orgánicos o son aportadas por otros materiales en contacto.

Son las sales metálicas, los carbonatos, sulfatos, etc. cuyos efectos son diferentes según el tipo de sal y el material al que afecten, de ellas hablaremos más adelante.

e) Otros factores ambientales

Los oxidantes: el oxígeno y el ozono. Aunque el oxígeno y el ozono presentes en la atmósfera sean inevitables, también actúan como agentes de deterioro. Son los responsables de los fenómenos de oxidación y creación de peróxidos e hidroperóxidos que motivan el envejecimiento de los materiales.

29 Ya hemos referido con anterioridad este fenómeno de absorción, migración y solidificación de sales, en su estrecha relación con los factores ambientales de humedad y temperatura.

Deterioro de la capa de protección de un canecillo policromado

Las reacciones de oxidación son forzosas, aunque se pueden ralentizar disminuyendo la incidencia de otros factores que posibilitan las reacciones fotoquímicas, como la exposición intensa a la luz o a elevados niveles de temperatura y humedad.

Estas reacciones de oxidación son las causantes del deterioro más habitual en las capas de protección compuestas por resinas (barnices). El contacto con el oxígeno acaba transformándolas químicamente aumentando su rigidez y opacidad. Es la razón por la que tienden a perder su transparencia, a amarillear, oscurecerse y cuartearse.

No obstante, dado que son imprescindibles para la supervivencia humana, se considerarán como factores de deterioro ineludibles.

La ventilación y el viento: La ventilación, como agente de deterioro, está muy relacionada con los contaminantes atmosféricos y con la humedad. Una ventilación adecuada de las zonas de exposición o almacenamiento de piezas es fundamental para evitar el estancamiento del aire, que contribuye a la proliferación de microorganismos, a la condensación de humedad y a las reacciones químicas con contaminantes.

Mantener una correcta ventilación de los espacios de exposición y almacenaje es una medida preventiva de conservación. La incorrecta ventilación y el estancamiento de aire aumentan el deterioro de las obras.

El viento puede causar deterioro por erosión física, provocando el desgaste superficial de los materiales que reciben directamente su incidencia. Porta en suspensión partículas de polvo, arena, semillas, microorganismos, y otros elementos que, además de erosionar en su roce con las superficies, se acumulan en zonas puntuales, en las que concentran su acción degradante. También influye en la fijación de la humedad superficial.

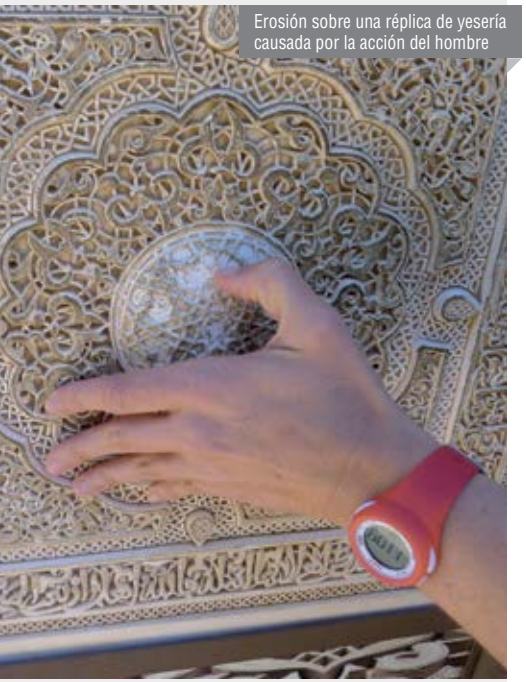
Disgregación de mortero y sillares de piedra por efecto del viento y su erosión

INTERESANTE

Como norma general, la incidencia del aire-ventilación sobre los objetos no debe superar los 0,3 metros por segundo, para evitar la acumulación zonal de depósitos y la erosión mecánica.

Cúmulo de suciedad por anidamiento de las palomas

- El papel y las pieles se pueden ver atacados por microorganismos, ácaros, insectos, moluscos, crustáceos, aves, roedores, animales domésticos.
- Los textiles son atacados por microorganismos, insectos, ácaros y roedores.



Erosión sobre una réplica de yesería causada por la acción del hombre

C. Los factores biológicos o bióticos

Los factores bióticos comprenden a todos los microorganismos y organismos vivos. Según el material y la naturaleza del ataque biológico, la obra puede verse afectada solo en superficie o internamente. Veamos cuáles son los posibles ataques biológicos según la naturaleza del material:

- **En los materiales inorgánicos** (como la piedra, la cerámica, o el yeso) se puede encontrar ataque de organismos autótrofos (cianobacterias, algas, líquenes, musgos y plantas superiores) y de organismos heterótrofos (bacterias, hongos, insectos, aves, roedores y otros animales).
- **En materiales orgánicos**, la madera se puede ver afectada por microorganismos (bacterias y hongos), insectos, isópodos-crustáceos, quirópteros, aves, roedores y animales mayores.
- **En los materiales mixtos** el ataque biológico es protagonizado por microorganismos e insectos.

D. Desastres naturales

Pueden tener gravísimas consecuencias; son las catástrofes: incendios, inundaciones, terremotos, huracanes, tormentas, etc.

E. Actos humanos o agentes antropogénicos

Además de estos organismos y microorganismos, podríamos incluir al ser humano como un ser vivo más dentro de los agentes de deterioro de origen biológico. Su incidencia en la alteración y degradación de las obras es elevada y variada; y por esta razón se le suele dedicar un espacio diferenciado en la clasificación.

Son los llamados **agentes de deterioro antropogénicos**, que pueden estar derivados de la mera presencia de personas: caso del aumento de humedad debido a la presencia o entrada de público en días de lluvia a los museos (que ocasiona cambios bruscos en la humedad relativa del ambiente), de las sustancias contaminantes procedentes de sus desechos, las fricciones y vibraciones ocasionadas por su paso, etc.; o derivados de su negligencia: accidentes, mala manipulación, uso inadecuado, decisiones o intervenciones erróneas, etc. Así mismo podrán ser intencionados o involuntarios.

Factores organizativos: Podrían considerarse también como antropogénicos, puesto que parten del ser humano, pero se originan a una escala superior o grupal. Se refieren a la falta en la asunción de responsabilidades por parte de los organismos o instituciones de custodia, a carencias en legislación y normativas de tutela, falta de atención a la salvaguarda, escasez de dotaciones económicas para la prevención, el mantenimiento o la difusión, etc.

Acabamos de hacer una aproximación general a la descripción y clasificación de los principales agentes de deterioro que pueden afectar a una obra. Pasemos ahora a detallar cuáles de éstos agentes afectan en mayor medida a la madera, la cerámica y el yeso, y en qué forma lo hacen.

5.1. Los principales agentes de deterioro y alteraciones en la madera

Es conocido que la madera se puede ver atacada por insectos y organismos vegetales que se instalan en ella deteriorándola, por lo que es frecuente achacar a agentes de tipo biológico su previsible degradación; sin embargo, los factores ambientales desencadenan transformaciones físico-químicas en ella que, aunque más difíciles de apreciar, también pueden alterarla gravemente. Cambios climáticos extremos, repetidas variaciones en la humedad relativa, el efecto de la luz y la contaminación ambiental, o la corrosión de metales que están en contacto con ella, influyen en su deterioro.

La madera es anisótropa[30], porosa e hidrófila, lo que la convierte en un material que se altera de manera desigual, muy sensible a los cambios de humedad relativa y a la acción de sustancias contaminantes. Su degradación comienza por la alteración de la lignina[31], que produce cambios en la coloración y en las propiedades físicas.

Es frecuente apreciar a simple vista diferencias de coloración y textura, debidas a la proliferación de hongos que se alimentan de los productos derivados de la degradación de la lignina en condiciones adecuadas de humedad.

Como material anisótropo y orgánico, presenta variaciones en su densidad; así las zonas que se deben a su crecimiento de primavera son menos densas y más propensas al deterioro que las zonas debidas al crecimiento de verano, **más compactas.**

Esto suele ocasionar el efecto **"dientes de peine"** en la superficie, una de sus alteraciones más características. Sucede por el mayor deterioro de las zonas menos densas con respecto a las compactas, lo que configura una textura rayada longitudinal a la fibra, como si el material hubiera sido erosionado con un peine, de ahí su nombre.

INTERESANTE

El índice de **resistencia de la madera** se mide tomando como referencia una madera libre de defectos (nudos, grietas, bolsas de resina, torsión de las fibras:..) y a un grado de humedad interna estándar del 12%. A partir de estos valores, cuanto mayor contenido de humedad y mayor cantidad de defectos tenga el material, menor resistencia mecánica presentará.

A. Cómo afecta la humedad a la madera

La humedad es un factor de deterioro que afecta notablemente a la madera, al ser un material poroso e higroscópico que absorbe el agua del ambiente tendiendo a nivelarse con él.

Las condiciones óptimas de humedad para una madera son las que le permiten alcanzar un equilibrio[32] con su entorno y experimentar las menores variaciones posibles.

Alteración de la madera expuesta a la intemperie en forma de dientes de peine

30 En realidad es un material ortótropo, es decir, presenta un tipo de anisotropía con diferente módulo de elasticidad longitudinal (a lo largo de la fibra), tangencial (a los anillos de crecimiento), y perpendicular (a dichos anillos). Lo que significa que, según sea cortado el material, reaccionará de distinta forma.

31 Compuesto de color marrón oscuro que forma parte de los tejidos de sostén de los vegetales y origina el tronco de las plantas leñosas. Componente esencial de la madera, le da color y resistencia.

32 Normalmente el contenido de humedad en equilibrio con el ambiente supone que el interior del material esté en valores del 10-15%.

Problemas sobre estructuras lígneas ocasionadas por agua de percolación

El exceso de humedad suele provenir del agua de lluvia, de la condensación, por capilaridad o percolación (desde el suelo, los muros, tejados, etc.).
El agua de condensación, que se fija en los planos exteriores, causa deterioros derivados de la tensión mecánica por la diferente contracción-dilatación de las fibras externas respecto a las internas. Aporta el sustrato propicio para la proliferación de microorganismos y activa las reacciones químicas y fotoquímicas de degradación en la superficie.
El agua de capilaridad o percolación se acompaña de otros agentes de deterioro como esporas de hongos de pudrición o sales, con la alteración que éstos conllevan.

En realidad son estas variaciones en el contenido de agua las que provocan su mayor degradación. Como ocurre en todos los materiales orgánicos con estructura celular, la madera absorbe la humedad del entorno e incorpora el agua a su estructura, por lo que los cambios bruscos en el contenido de **ésta** provocarán movimientos amplios de contracción y dilatación.

Por regla general, la madera se ve perjudicada por los valores extremos de humedad, tanto por exceso como por defecto, y por índices de humedad elevados, que potencian el deterioro al estimular la acción de otros factores degradantes como las reacciones químicas y el ataque biológico.

- **En condiciones de humedad elevada**, la madera incorporará abundante agua a su estructura celular "hinchándola", es decir, dilatándola.
- **En condiciones de humedad baja**, la madera se nivelará con el ambiente y perderá por evaporación parte del agua contenida en sus células, secándose y contrayéndose.

En ambas situaciones se deformará.

Para su mejor conservación, la madera deberá mantenerse en unos niveles de humedad estables, evitando variaciones bruscas y reiteradas. El rango óptimo estándar de humedad relativa ambiental recomendado para la conservación de madera es del 50/60%, con un contenido interno de agua en el material en torno al 12%.

B. Cómo afecta la temperatura a la madera

El principal potencial de deterioro que la temperatura tiene sobre la madera está relacionado con su capacidad de modificar los índices de humedad y variar bruscamente el contenido celular de agua en los materiales orgánicos e higroscópicos.

- Con el aumento de temperatura **la madera pierde el agua celular por evaporación, produciéndose sequedad, contracción y deformación,** apareciendo las fendas y grietas en la madera.
- **En temperaturas bajas**, los niveles de agua se mantienen, y esto producirá dilatación y debilidad estructural cuando la humedad sea elevada.

Podemos deducir de esta explicación que las temperaturas extremas serán muy perjudiciales:

- **Si son radicalmente elevadas** (como las que se pueden alcanzar en un incendio), eliminarán por completo el contenido de agua celular y alterarán el resto de componentes de la madera, originando deterioros irreparables en las cualidades del material.
- **Si son extremadamente bajas**, el agua interna se congelará expandiéndose, pudiendo ocasionar fracturas que debilitarán el material.

Pérdidas de las capas de policromía por los movimientos de retracción y turgencia de la madera

Por otra parte, unos determinados niveles de temperatura y humedad son condiciones indispensables para el desarrollo de los microorganismos y organismos vegetales o animales.

Temperaturas sobre los 21-30 grados centígrados y una elevada humedad, configuran el clima oportuno para la aparición de ataque biológico (aunque éste puede darse también en condiciones menos ventajosas). A temperaturas bajo cero la mayoría de los organismos se retardan o mueren, y con temperaturas por encima de los 32 grados se reduce mucho su capacidad reproductiva (aunque algunos pueden tolerar temperaturas superiores a los 40 grados).

INTERESANTE

Está comprobado que los hongos desaparecen de la madera al exponerla durante 75 minutos a temperaturas bajo cero o por encima de los 65 grados centígrados. La regulación de temperatura en cámara cerrada es una de las técnicas que se usan para la eliminación del ataque biológico en el tratamiento de algunos bienes muebles concretos. El control de la temperatura también es una herramienta preventiva útil en espacios expositivos cerrados y en lugares de almacenaje de piezas.

C. Cómo afecta la iluminación a la madera

La madera se ve especialmente afectada por las radiaciones ultravioleta e infrarrojas que componen el espectro lumínico, ambas actúan paralelamente originando diferentes deterioros.

- **Las radiaciones ultravioletas (UV)** "queman" las células superficiales de la madera, lo que causa un viraje del color hacia tonos grises, pérdida de fibras, y alteraciones superficiales en forma de descamado (este deterioro se acentúa en maderas de color rojizo como la teca, el cerezo, el iroko, etc.).
- **Las radiaciones infrarrojas (IR)** calientan la superficie y le hacen perder humedad, originando fuertes tensiones mecánicas en las capas exteriores respecto a las internas por los movimientos contrapuestos de contracción y dilatación. Son el origen de fisuras, grietas, fracturas y deformaciones. La deformación más usual es el *alabeo o abarquillado.*

Decoloración de las policromías de una puerta, por sobre exposición a las radiaciones solares

INTERESANTE

Las radiaciones UV o IR pueden estar presentes en la iluminación artificial, por lo que las obras expuestas en espacios cerrados también pueden verse seriamente dañados por la luz.
Una buena iluminación artificial con lámparas que eviten este tipo de radiaciones, el control de su intensidad y el tiempo de exposición, y la colocación de filtros en las ventanas y lugares de entrada de luz natural, son medidas indispensables para la buena conservación de las obras.En países soleados, como España y Marruecos, la incidencia de las radiaciones solares es una de las principales causas de deterioro en las obras con materiales orgánicos y sensibles (como maderas y policromías) expuestos al aire libre o a la luz natural.

D. Cómo afecta la contaminación a la madera

La madera ofrece bastante resistencia a los agentes químicos atmosféricos en comparación con otros materiales soporte, pese a que se trata de un material poroso capaz de absorber del ambiente las sustancias contaminantes en suspensión. Sin embargo, el contacto con sustancias químicamente fuertes, ácidas o básicas, puede originar daños importantes.

Las substancias básicas (o álcalis)[33] atacan a la hemicelulosa y a la lignina, haciendo que la madera se decolore y adquiera un tono blanquecino.

Las substancias ácidas atacan a la celulosa y a la hemicelulosa, provocando la pérdida de consistencia y resistencia al resto de agentes de deterioro. Hacen que adquiera un color oscuro y aspecto parecido a madera quemada.

No es habitual que en la atmósfera se den los grados de acidez o alcalinidad necesarios para provocar graves deterioros. El contacto con este tipo de sustancias químicas sucede comúnmente por negligencia, accidentes o actos vandálicos.

Este tipo de alteraciones se da con frecuencia por la reacción química con sustancias generadas en la intervención de otros agentes de deterioro, como el ataque biológico o el factor humano. También es habitual que las maderas expuestas a la intemperie puedan verse afectadas por la *lluvia ácida*, propia de entornos con polución.

Acúmulo de excremento y material orgánico por anidamiento de aves sobre un capialzado

Reacciones así acontecen habitualmente por el contacto con excrementos de animales* o con basuras, por la presencia de microorganismos que producen ácidos, o por el uso de productos de limpieza (lejía, amoniaco, detergentes, etc.).

* Los excrementos animales pueden tener pH básico o ácido y variarlo en su descomposición, contienen además sales contaminantes **(cloruros, sulfatos, sulfitos, oxalatos o fosfatos) que sirven, a su vez,** de medio de cultivo para el desarrollo de hongos y bacterias.

Cuando la madera presenta **elementos metálicos** insertos, para la sujeción de sus piezas o el refuerzo estructural, los productos derivados de la corrosión del metal causarán alteraciones.

El metal, en condiciones de humedad, genera iones férricos que alteran las paredes celulares de la madera en una reacción electroquímica que causa la hidrólisis* de la celulosa. Como consecuencia, se reduce notablemente la resistencia del material. La madera en contacto con el metal y afectada por esta reacción suele presentar un aspecto oscuro y suave al tacto.

* Transformación a nivel molecular.

Otros elementos extraños a la naturaleza de la madera son **las sales**, que la invaden como sustancias contaminantes.

Los efectos habituales de la contaminación por sales son la aparición de depósitos, manchas y costras en superficie.

INTERESANTE

- La limpieza habitual de las obras de arte y sus zonas de exposición debe realizarse con productos inocuos, de pH neutro, y evitar que dejen restos que contaminen el material original.
- Mantener la higiene del entorno y realizar controles de plagas y aves son medidas indispensables para la buena conservación de las obras.
- Se debe evitar el contacto de las obras en madera con sistemas de exposición o almacenaje fabricados en metales sensibles a la corrosión.

33 Substancias con pH básico. **pH** son las siglas del potencial de hidrógeno, índice que expresa el grado de acidez o alcalinidad de una disolución. Cuando el pH de una disolución está entre 0 y 7, la disolución es ácida; cuando está entre 7 y 14, es básica, y cuando está en 7 será neutra.

E. Los daños mecánicos en la madera

El daño mecánico es uno de las alteraciones de deterioro más graves que puede experimentar la madera como soporte, cuando cumple funciones sustentantes y estructurales o es parte de un elemento utilitario.

Una de las formas en que el daño mecánico se presenta es la **erosión superficial**. La abrasión de la superficie por rozamiento es un deterioro característico de piezas utilitarias asociadas a la arquitectura, como puertas, ventanas o suelos (también se da en piezas de mobiliario: mesas, sillas, armarios, en instrumentos y herramientas, etc.).

En las piezas de madera expuestas a la intemperie, o situadas en espacios abiertos, la erosión suele darse en zonas donde las corrientes de aire tienen especial incidencia, y es provocada por la fricción del viento y las partículas que lleva en suspensión; o en zonas con paso de gente o afluencia de aves, donde el desgaste procede del roce y el contacto de las personas y los animales.

Las cargas que soporta una madera con función sustentante (alfarjes, armaduras, dinteles, frisos o columnas tallados, etc.) podrán ser causa de graves deformaciones, y de la aparición de fracturas, grietas y fisuras; o incluso llegar a producir la fragmentación de la pieza y la pérdida definitiva de material.

Es frecuente que las maderas que actúan como vigas (dinteles en vanos, jácenas y jaldetas en alfarjes, etc.) sufran una alteración de tipo mecánico, característica de su funcionalidad, en la que la madera se curva hacia el suelo por exceso de carga. Se dice en estos casos que la pieza presenta ***flecha***. Cuando la ***flecha*** es excesiva, se produce la fractura e incluso el derrumbe, según la importancia estructural de la pieza.

La oxidación del clavo junto con los movimientos de hinchazón y merma de la madera han provocado la rotura y pérdida de un fragmento del zafate

Los **elementos metálicos** que se insertan en los soportes de madera con fines de sujeción también ocasionan daños mecánicos. Las variaciones de temperatura los dilatan, y los productos derivados de la corrosión también les hace aumentar de tamaño; como resultado, presionan y tensionan mecánicamente la estructura del material circundante, que puede llegar en algunas ocasiones a fracturarse y degradarse.

Al igual que ocurre con otros factores de deterioro, hay situaciones en las que el daño mecánico está influido por la interacción de **otros agentes de deterioro**, como la luz, la humedad, la temperatura o los contaminantes.

Ya conocemos las alteraciones físico-mecánicas que acontecen por causa de las tensiones mecánicas internas que sufren los materiales a causa de los fenómenos de hidratación y desecación, o de dilatación y contracción térmica.

F. Los agentes bióticos en la madera

Vamos a adentrarnos en el amplio mundo de los microorganismos y organismos que pueden atacar a la madera como soporte. Hay gran variedad; nosotros trataremos someramente las especies más habituales.

El ataque biológico, o biótico, más usual en soportes de madera es llevado a cabo por dos tipos de organismos: los hongos y los insectos xilófagos.

a) Los hongos

Son vegetales inferiores cuyo cuerpo vegetativo está formado por filamentos microscópicos llamados hifas. No poseen tallo, ni raíz, ni hojas; y no tienen clorofila, por lo que se alimentan de compuestos orgánicos ya existentes en los materiales. Necesitan oxígeno y cantidades elevadas de agua, atacando con mayor intensidad los mate-

riales cuando estos dos elementos se encuentran en la proporción adecuada y a una temperatura favorable (en torno a 20-25 grados centígrados). Se reproducen por esporas, que son fácilmente transportadas por el viento, los insectos o el contacto; por lo que se propagan con rapidez.

Se alimentan de las sustancias de reserva presentes en las células de la albura*, degradando mínimamente las paredes celulares, por lo que no generan graves daños estructurales ni reducen significativamente la resistencia del material.

* Capa blanda, de color blanquecino, que se halla inmediatamente debajo de la corteza en el tronco del árbol. Está formada por los anillos de crecimiento más recientes. Es la parte más clara, joven, "fresca" y blanda de la madera, la menos resistente.

Dentro de los hongos hay distintas tipologías:

Los hongos cromógenos (hongos de enmohecimiento y hongos del azulado) son en su origen los hongos menos dañinos, ya que apenas alteran la madera superficialmente, modificando su color al producir enzimas que degradan la lignina. Su verdadero potencial degradador reside en que constituyen la base sobre la que se desarrollarán los hongos de pudrición, y serán determinantes para que ocurra el ataque de determinados insectos. ▶

INTERESANTE

La alteración más frecuente de la madera conífera producida por hongos cromógenos es el ***"azulado"***. Estos ***hongos del azulado*** necesitan un contenido de humedad superior al 18-22% y una temperatura entre 5 y 35 grados para desarrollarse. Sus principales formas de propagación son: el viento (que deposita las esporas en la madera de la albura), el contagio (por contacto directo de maderas sanas con maderas afectadas), y los insectos perforadores (que transportan las esporas).

Los hongos de pudrición pueden modificar enormemente las propiedades físicas y mecánicas de la madera, al alimentarse de sus componentes básicos (celulosa y lignina) y destruir su estructura, por lo que disminuyen en gran medida la resistencia del material. Para desarrollarse precisan un contenido de humedad superior al 18-22%. Por debajo de esta humedad su actividad queda paralizada.

Los hongos de pudrición pueden ser de varias clases:

- **De pudrición blanda:** Atacan preferentemente a la celulosa de la pared secundaria de la célula y necesitan un contenido elevado de agua para desarrollarse. Aparecen usualmente en maderas que están en contacto con el suelo. Alteran las propiedades de la madera por completo, logrando transformarla en un subproducto de consistencia blanda, parecida a la del queso fresco.
- **De pudrición blanca:** Se alimentan principalmente de la lignina, dejando la madera como un material inconsistente de aspecto celulósico y frágil, con textura fibrosa y color blanquecino más o menos claro. A esta alteración también se la conoce como *"pudrición fibrosa"*.
- **De pudrición parda:** Se alimentan fundamentalmente de la celulosa, dejando la madera cuarteada en forma de pequeños cubos, por lo que a esta alteración, fácil de identificar a simple vista, se la conoce también como *"pudrición cúbica"*. El material queda extremadamente debilitado, capaz de disgregarse por completo con la presión de los dedos.

Vigas y tablazones de un techo atacados por hongos de pudrición parda o cúbica

INTERESANTE

El ataque por hongos de pudrición se produce en zonas con excesiva humedad procedente de retenciones del agua de lluvia, de filtraciones o canalizaciones defectuosas, percolaciones o capilaridad en suelos, en apoyos de vigas sobre muros, desde goteras o zonas de desagüe cercanas.
Es muy recomendable para la conservación de la madera prever medios de protección, como materiales aislantes o cámaras de aireamiento, y disponer una buena ventilación en estos lugares de contacto, cuando sea posible. También puede resultar muy útil programar tratamientos periódicos de desinfección.

b) Los insectos xilófagos

Los insectos xilófagos[34] constituyen un agente de deterioro que afecta casi en exclusividad a la madera como material soporte, ya que se alimentan de la celulosa contenida en ésta (aunque también pueden atacar otros materiales derivados de la madera, como el papel).

Se reproducen por huevos, que ponen en las grietas y hendiduras de los soportes. Los insectos salen del huevo en forma de larvas que se alimentan de la madera en la que viven. En una misma madera pueden sucederse varias generaciones de insectos usando el material como alimento y refugio hasta la total destrucción.

INTERESANTE

En su fase larvaria, los insectos xilófagos hacen galerías en la madera en dirección paralela a la fibra. Los orificios que aparecen en la superficie de una madera atacada, apreciables a simple vista, son realizados por los insectos jóvenes adultos después de completar su ciclo larvario. Salir tiene como objeto la reproducción y la re-infestación de la misma pieza, o la colonización de nuevas maderas. Hay reconocidas unas 1.800 alteraciones producidas en la madera por distintos insectos en fase larvaria.

Las familias de insectos xilófagos más frecuentes en la zona del Mediterráneo son: los líctidos (vulgarmente conocidos como polillas), los anóbidos (comúnmente llamados carcoma), y los coleópteros (escarabajos). Veamos qué los caracteriza y cómo identificarlos:

Los líctidos (polillas): Hay varias especies dentro de esta familia. Se identifican porque:

- Los adultos tienen forma alargada y una longitud entre 3 y 7 milímetros.
- El color es pardo-oscuro o pardo-rojizo.
- Los huevos eclosionan dos o tres semanas después de la puesta.
- Las larvas son de color blanquecino y pueden alcanzar hasta 4 milímetros de longitud.
- Las larvas perforan galerías paralelas a la fibra donde van acumulando sus excreciones.
- Sus restos o excreciones son en forma de serrín muy fino con textura parecida al polvo de talco.
- Los adultos salen por orificios circulares de 1 a 2 milímetros de diámetro.

Conviene considerar además que:

- El ciclo vital de los líctidos es de un año, pero puede reducirse a tres o cuatro meses si las condiciones ambientales (particularmente la temperatura) les son favorables.
- Es muy difícil diagnosticar un ataque a simple vista antes de que aparezcan los primeros orificios de salida.
- La re-infestación y el contagio a otras maderas son muy rápidos.

Los anóbidos (carcoma): Como ocurre en la familia anterior, existen varias especies, aunque la más común es el ***Anobium Punctatum de Geer***. Éste se caracteriza porque:

- Los adultos alcanzan una longitud de 3 a 5 milímetros.
- Son de color pardo negruzco.

34 El término xilófago procede del griego antiguo y significa comedor de madera.

INTERESANTE

Usar la calefacción central de los edificios puede resultar un método eficaz para combatir los ataques de estos insectos. Las larvas no solo necesitan una humedad relativa en el aire superior al 60% para desarrollarse, sino que para iniciar y completar su ciclo biológico les son imprescindibles los fríos invernales. El control de la humedad relativa (con una temperatura estable por encima de los 20º y baja humedad) es una buena medida preventiva para evitar su ataque y su reproducción.

Reverso de un alfarje con los orificios y galerías característicos del ataque de insectos xilófagos (carcoma)

- Las hembras ponen huevos en las superficies rugosas, en las paredes, e incluso en antiguos orificios de salida.
- A las cuatro o cinco semanas nacen larvas blancas y arqueadas.
- Las larvas perforan galerías dejando un serrín más granuloso y áspero al tacto que el de los líctidos.
- Los adultos salen al exterior perforando agujeros de 2 a 3 milímetros de diámetro.

Conviene considerar además que:

- El ciclo vital de los anóbidos es de tres o más años.
- La presencia de la primera generación de insectos no es fácil de detectar hasta que aparecen los orificios de salida, pero el ataque de generaciones sucesivas se revela por acumulaciones de serrín junto a estos orificios, ya que las larvas evacúan los deshechos al exterior a través de ellos.
- Es frecuente su presencia en almacenes de museos, iglesias y locales en los que la humedad es alta y la temperatura se mantiene por debajo de los 20º, ambas condiciones les favorecen.

El ***Xestobium Rufovillosum de Geer*** *(reloj de la muerte)* es otro anóbido, menos frecuente pero dañino. Ataca maderas coníferas y frondosas que han sido previamente invadidas por hongos (incluso cuando la madera se ha secado y la invasión es antigua). Se identifica porque:

- El adulto tiene un aspecto parecido al del *anobium punctatum* pero con mayor longitud: de 6 a 8 mm.
- Su color es pardo oscuro, con zonas más claras en las que nacen pelos.
- La cabeza está disimulada bajo el tórax.
- La larva es de color blanco o crema y suele alcanzar los 11 mm. de longitud.
- Los orificios de salida de los adultos tienen hasta 4 mm. de diámetro y suelen ser muy escasos (ya que tienen la capacidad de aparearse y procrear sin salir al exterior).
- Llenan las galerías de un serrín áspero al tacto.

Conviene considerar además que:

- Su biología es parecida a del *anobium punctatum*, pero las hembras ponen mayor cantidad de huevos.
- Su ciclo vital es de cinco años, pero puede acortarse si hay abundancia de hongos.

INTERESANTE

El nombre de **"reloj de la muerte",** que se aplica a veces a las carcomas, corresponde exclusivamente al Xestobium Rufovillosum de Geer, y se debe al sonido del golpeo producido por los insectos adultos como ritual de apareamiento. Dan 4 o 5 golpes seguidos, en menos de un segundo, chocando la cabeza contra las paredes de las galerías internas de la madera. Los golpes son correspondidos por otro individuo que golpea con el mismo ritmo. Estos sonidos son la clave para identificar el ataque, ya que al poder desarrollar todo su ciclo vital en el interior es muy difícil detectarlo visualmente.

Los cerambícidos (escarabajos de cuernos largos): Es una de las familias de insectos degradadores de la madera más diversa y rica en especies. Pertenecen al orden de los coleópteros y también son conocidos vulgarmente como "carcoma grande". Atacan madera en todas las condiciones, dependiendo de la especie. Originan graves daños estructurales dado su alto poder de perforación.

Los curculiónidos (gorgojos): Menos frecuentes, pertenecen también al orden de los coleópteros (escarabajos). Esta familia se caracteriza por su gran aparato bucal masticador y por que el tamaño es generalmente más pequeño que el de otras especies de escarabajos.

Las termitas (hormigas blancas): Pertenecen al orden de los isópteros. Suelen afectar a maderas arquitectónicas o con función estructural, causando graves e irreparables deterioros. Se alimentan de celulosa, por lo que atacan cualquier tipo de madera y otros materiales derivados, como el papel. Necesitan agua y les favorecen las condiciones de humedad elevada. También les benefician las temperaturas cálidas. Son insectos sociales organizados para realizar individualmente funciones específicas, y sus colonias pueden alcanzar una población mayor al millón de individuos.

Existen unas 2.750 especies reconocidas de termitas, que se distribuyen en áreas cálidas (donde la media de temperatura anual es de 10°C o superior). En la zona del Mediterráneo las especies más comunes pertenecen a la familia Rhinotermitidae (las llamadas termitas subterráneas) y a la familia Kalotermitidae (conocidas como termitas de la madera seca). Veamos las características de éstas dos familias de termitas y cómo identificarlas:

Las termitas subterráneas (familia Rhinotermitidae): Son muy dañinas y se caracterizan porque:

- Atacan cualquier madera disponible, pero necesitan de una fuente de humedad y un nido en la tierra.
- El termitero suele estar situado en el subsuelo, a más de 40 metros del lugar en que se detecta su ataque.
- Tienen fototropismo negativo (huyen de la luz), por lo que acceden a la madera a través de otros materiales.
- Fabrican pasadizos[35], con sus desechos y arena, que regulan la humedad de su ambiente, les protegen de la luz, y les permiten trasladarse y acceder a las maderas en superficie.

Conviene considerar que:

- Pueden llegar a atravesar muros y paredes.
- La madera atacada tendrá numerosos túneles horadados en el interior, pero no habrá orificios superficiales de salida, por lo que será difícil detectar el ataque observándola.

Las termitas de la madera seca (familia Kalotermitidae): Son menos frecuentes que las subterráneas y, aunque pueden afectar a maderas con un ínfimo contenido de agua (5-6%), no hacen honor a su nombre, pues atacan igualmente maderas húmedas y se hallan en las regiones más húmedas del Mediterráneo. Se caracterizan porque:

- Su tamaño es algo mayor que el de las termitas subterráneas.
- Sus nidos son mucho más pequeños, de unos 1.000 o 1.500 individuos.

INTERESANTE

El ataque de termitas subterráneas suele percibirse cuando ya ha originado estragos en la estructura de la madera, pero podemos intentar controlar el inicio de la actividad estableciendo revisiones periódicas en las zonas sensibles (húmedas y oscuras) para buscar sus pasadizos, y extremar la observación del entorno para detectar la existencia de reproductores primarios (más oscuros y con alas) que salen a la luz y vuelan cerca de las zonas afectadas para reproducirse y colonizar.
También es efectivo programar ciclos de tratamientos de desinfección en piezas especialmente expuestas o sensibles al ataque (por estar en zonas cálidas, húmedas y próximas a suelos con actividad biológica). La alimentación del termitero se produce por trofalaxia (estómago social), que consiste en transportar el alimento en el estómago y transmitirlo de un individuo a otro boca-boca o ano-boca. Este comportamiento es aprovechado por los sistemas de desinsectación más efectivos y novedosos, en los que se colocan cebos impregnados con veneno de acción retardada que al ser ingerido por algunos individuos se traspasa posteriormente a toda la comunidad, consiguiendo su extinción.

35 A estos pasadizos o túneles característicos, compuestos de arena y excrementos cementados con saliva, se les denomina "lágrimas".

Viga estructural de madera con galerías producidas por la presencia activa de termitas

- Se alojan en la propia madera de la que se alimentan, no tienen termiteros externos como las subterráneas.
- Horadan largos canales siguiendo la dirección de la fibra, que mantienen limpios de desperdicios al expulsarlos al exterior.
- La expulsión de sus excreciones hace que éstas se amontonen mezcladas con serrín en forma de gránulos bajo las piezas atacadas, por lo que hace posible identificar la infestación al observar la zona de apoyo de la obra.

Conviene considerar que:

- El desarrollo de las colonias es lento, pero sus daños estructurales pueden ser muy graves en caso de infestación por múltiples colonias.
- No tienen gran capacidad de movimiento (cómo las subterráneas), no hacen túneles ni pueden atravesar paredes.
- Su contagio es por contacto con maderas muy cercanas, por lo que afectan a zonas más limitadas. Pero se contagian con mucha facilidad.

La presencia de arácnidos sobre la madera no supone daño estructural, aunque sí estético

Los himenópteros: Son las hormigas, las abejas y las avispas.

Las **hormigas "carpinteras"** utilizan la madera como refugio más que como alimento. Son insectos sociales con una organización compleja que gira alrededor de la reina. Las colonias crecen hasta alcanzar unos 100.000 miembros, lo que hace que agranden gradualmente su nido, causando serios daños internos en la madera. Aportan secreciones y otras sustancias contaminantes.

La madera dañada por las hormigas carpinteras se caracteriza por la presencia de túneles, limpios de excrementos, que se internan en gran parte de la albura y se extienden en paralelo a través de la fibra (esta forma de horadar la madera hace que se confundan a menudo con las termitas).

INTERESANTE

Los crustáceos y moluscos son los xilófagos marinos, causan daños similares a los demás insectos xilófagos, pero afectan solo a la madera inundada en agua de mar. Existe una especie de crustáceo terrestre, conocido vulgarmente como "**cochinilla**", que también puede atacar a la madera, aunque es poco común.

Las abejas y avispas utilizan también la madera solamente como refugio y lugar de cría. No son habituales, no obstante, cuando aparece la infestación los daños en la madera pueden ser severos. Se identifican porque hacen galerías a lo largo de las fibras de entre 13 a 46 cm de largo por 0,8 a 1 cm de ancho, y tienen preferencia por las maderas de coníferas. Las abejas carpinteras se asemejan mucho a los abejorros pero se diferencian en el color.

5.2. Los principales agentes de deterioro en la cerámica

Llegados a este punto, conviene recordar que, dada la naturaleza del proyecto al que se debe este manual, nos centraremos en la cerámica asociada a la arquitectura (zócalos, alicatados y revestimientos en general).
Considerada tradicionalmente como de gran estabilidad, la cerámica puede presentar diversas alteraciones físicas y químicas, particularmente si está expuesta a los agentes de deterioro ambientales; aunque éstas no sean tan abundantes como en otros materiales de tipo orgánico. Analicemos las más comunes:

La cerámica es un material de grano fino, muy poroso, que se trabaja en grosores delgados o medios, por lo que presenta mucha superficie de exposición a los agentes externos, en comparación con su volumen total y con otros materiales soporte.

Al ser un material muy poroso tiende a buscar el equilibrio con el medio que lo rodea, por lo que es sensible a los cambios bruscos de humedad, a los agentes de deterioro que suelen acompañarla (substancias contaminantes) y a los que influyen en sus variaciones (temperatura). De hecho, podemos afirmar que la porosidad de la cerámica es la característica que determina la naturaleza de sus mayores alteraciones, viéndose fundamentalmente afectada por agentes de deterioro de tipo ambiental.

A. Cómo afectan los agentes de deterioro ambiental a la cerámica

Al tratar los agentes de deterioro genéricos, hemos visto la estrecha relación que mantienen tres factores: humedad, temperatura y substancias contaminantes. La forma en que estos factores se interrelacionan es el origen de las principales causas de alteración en cerámicas asociadas a la arquitectura, ya que, siendo un material muy poroso, tendrá mucha superficie en contacto con el aire, con suelos, paredes y muros, principales proveedores de agua y contaminantes.

◄ Ya conocemos que la humedad tiene la cualidad de actuar como un factor esencial para el contacto de los elementos en las reacciones químicas de alteración, en particular cuando ella misma transporta las substancias contaminantes que inician dichas reacciones como son las sales; la cerámica no es una excepción.

Entre esos elementos contaminantes destacan **las sales,** que producen debilitamiento en el material y la aparición de **eflorescencias**, **subeflorescencias** y **concreciones**.

La cerámica se verá directamente afectada por las alteraciones trasmitidas directamente por el mortero de agarre empleado como sistema de sujeción al paramento o muro. Este mortero suele ser de base cal, por lo que su comportamiento a largo plazo es excelente, por las características que le aporta la carbonatación de la cal. No sucede lo mismo cuando se trata de morteros de yeso o de cemento introducidos en restauraciones posteriores, donde se suceden los problemas. Sin embargo será prioritario realizar operaciones de revisión y mantenimiento sobre los morteros de sujeción para garantizar la conservación de la cerámica.

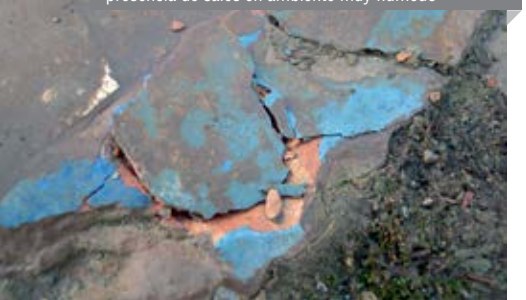
¿Pero qué son esas eflorescencias, subeflorescencias y concreciones? ¿Cómo se originan y qué daños producen en la cerámica? En apartados anteriores hemos descrito algunos de los efectos que tienen las sales como agente de deterioro genérico, y

AMPLIACIÓN DE CONTENIDOS

En una cerámica contaminada de sales, las variaciones de humedad relativa serán drásticas.
Con cada cambio de humedad y temperatura los daños se acrecentarán pues las sales, tras cristalizar y fracturar los capilares que las alojan, volverán a hidratarse, a disolverse, cambiarán de ubicación, solidificarán y se dilatarán, rompiendo nuevos capilares.

Presencia de sales solubles sobre piezas cerámicas

Alteraciones de un paño de alicatado por presencia de sales



Fracturas y desplacados de material cerámico por presencia de sales en ambiente muy húmedo

sabemos que estos efectos dependerán de las condiciones ambientales, del tipo de sal del que se trate, y de la porosidad y resistencia del material contaminado. Pues bien, si hay dos materiales que padezcan especialmente los efectos de las sales, por la conjunción de todos estos condicionantes, son los materiales inorgánicos asociados a la arquitectura: la piedra y la cerámica. Veamos con más detenimiento cómo es el proceso de degradación que sufre la cerámica por acción de las sales:

Sabemos que las sales penetran por los poros de la cerámica, disueltas en el agua, y migran por los capilares llegando a ocupar todo el material hasta la superficie. Invadido el soporte cerámico, pueden cristalizar internamente o en el exterior, y hacerlo en forma de sales solubles o insolubles. Cuando cristalizan en el interior, hablamos de **subeflorescencias (o criptoeflorescencias),** y cuando cristalizan en superficie se denominan **eflorescencias**. Las eflorescencias son claramente visibles, las subeflorescencias no.

Las subeflorescencias son muy perjudiciales, pese a que no sean apreciables en superficie, dado que la cerámica es muy porosa, lo que significa que cuenta con muchos espacios vacíos en su estructura que pueden ser ocupados por sales. La consecuencia inevitable de la abundancia de poros invadidos por sales es que el material sufrirá frecuentes micro-fracturas internas ante los cambios de humedad relativa, verá debilitada su estructura, se disgregará y perderá consistencia.

Los cambios de humedad relativa (HR) tendrán los siguientes efectos:

- Cuando la humedad baje, las salen cristalizarán conforme se vaya evaporando el agua, solidificando.
- Cuando la humedad vuelva a subir, las sales se rehidratarán y volverán a disolverse para migrar nuevamente.
- Si lo que aumenta es la temperatura, algunas sales experimentarán dilatación térmica.

En cada dilatación, hidratación y cristalización, las sales aumentan de tamaño, desencadenando grandes tensiones mecánicas internas que pueden llegar a ejercer presiones en cuña sobre las paredes de los capilares superiores a 100 atmósferas.

Cuando el agua salina llega al exterior y se evapora, la sal cristaliza en superficie dando lugar a eflorescencias. **Las eflorescencias** son menos peligrosas para la estabilidad del material que las subeflorescencias, pero varían su aspecto, manchándolo hasta llegar incluso a ocultar completamente la superficie.

- **Las eflorescencias de sales solubles** suelen ser muy efectistas visualmente, pudiendo provocar manchas de gran dimensión en superficie, algunas incluso con volumen, y de aspectos diversos (en forma de polvo fino, agujas, filamentos arborescentes, etc.). Estas manchas son sencillas de eliminar y no provocan daños mayores.
- **Las eflorescencias de sales insolubles** (carbonatos, algunos sulfatos como el de calcio, sulfuros, silicatos y óxidos) forman unas costras duras en la superficie del material que se conocen como **concreciones**. Estas concreciones son muy difíciles de eliminar, manchan y ocultan el original. Al ser duras y resistentes y estar formadas en los poros de los capilares, son capaces de disgregar por completo las capas más superficiales del material, afectando gravemente a su aspecto.

Si la cerámica tiene una capa de acabado menos poroso que el soporte, como suelen ser los diferentes vidriados de colores, las sales no pueden llegar a la superficie en su proceso de pérdida de agua y cristalización y se acumulan bajo este acabado. Estas eflorescencias, que se ven obligadas a evolucionar como subeflorescencias y a cristalizar bajo el acabado, son capaces de presionarlo en sus aumentos de volumen hasta fracturarlo, levantarlo y hacer que se desprenda.

El material cerámica como parte estética y decorativa dentro de la arquitectura cumple además una función de barrera antihumedad, donde los pavimentos, muros o cubiertas con presencia de humedad actúan sobre los morteros de cal hidráulica y sobre la cerámica. Y es importante saber que la llaga de unión de las piezas cerámicas funciona como una membrana por donde respira el muro y es por donde se produce el equilibrio de humedad entre el espacio exterior y el muro. Cuando la humedad es excesiva en el muro y por tanto en la pieza cerámica, también funcionará como membrana respiratoria, los craquelados naturales que se producen en el vidriado en el momento de su cocción , que en la mayoría de los casos son inapreciables a simple vista.

Las sales metálicas también actúan como sustancias contaminantes y degradantes. Son producidas en la corrosión de elementos metálicos cercanos (estructura de muros, anclajes, sujeciones, etc.) o proceden del suelo y otros materiales mixtos.

INTERESANTE

Para la buena conservación de la cerámica es conveniente mantenerla alejada de fuentes directas de calor (sol, lámparas, radiadores, etc.) que modifiquen la HR superficial, y del contacto con materiales que contengan sales contaminantes (como cementos hidráulicos o yesos).
Al igual que sucede con la madera, también es aconsejable evitar el contacto de la cerámica con elementos metálicos, frecuentemente usados como sistemas de sujeción o de anclaje al muro en decoraciones cerámicas arquitectónicas.Cuanto mayor haya sido la temperatura de cocción de la cerámica, menor será su deterioro por acción de sales y variaciones de humedad relativa. Las cerámicas cocidas a altas temperaturas (como la porcelana) son mucho menos porosas que las fabricadas a bajas temperaturas y, en consecuencia, menos sensibles a estos agentes de deterioro.

B. Otros efectos de la humedad

La humedad elevada además de favorecer los procesos químicos de alteración, como ya sabemos, induce la modificación del pH del material, al transportar disueltas substancias que alteran su composición. Esta capacidad para modificar el pH también es de importancia para la conservación de la cerámica, pues mientras un medio ácido favorecerá la disolución de sus componentes calcáreos[36], por ejemplo, un medio alcalino provocará el deterioro de los vidriados entre otras alteraciones.

También propicia el ataque biológico al posibilitar el crecimiento de plantas en grietas y oquedades, que perforarán y disgregarán el material con sus raíces.

Los acabados con que se decora la cerámica: engobes y esmaltes (muy impermeables), son la parte más expuesta a recibir el calor del sol, de calefacciones, de la iluminación y otras fuentes. El aumento de temperatura que experimentan en esta exposición, hace que las sales que se encuentran próximas, disueltas bajo ellos, pierdan agua (aunque el resto del material mantenga su índice de humedad relativa estable) y cristalicen sin poder salir al exterior, produciendo graves deterioros en dichos acabados.

Levantamiento y abolsado de un paño de alicatado por problemas de humedad sobre un muro

36 Calizos, que tienen calcio en su composición.

C. Otros efectos de la temperatura

La cerámica es muy resistente a la temperatura como factor aislado, éste no es un agente que la deteriore, salvo en temperaturas bajo cero, si no es por su relación con otros factores como la humedad o los contaminantes, y por su función catalizadora de reacciones químicas.

No obstante, en esta conjunción de factores degradantes, hemos de tener en cuenta que:

- **Las altas temperaturas climáticas en zonas húmedas** serán particularmente perjudiciales para las piezas cerámicas adosadas a edificaciones, ya que estas condiciones ambientales generan suelos ácidos (sobre todo si hay profusa vegetación). Cuando el material cerámico absorba agua por capilaridad desde suelo, la acidez de ésta provocará la disolución de algunos de sus componentes, principalmente los calcáreos, afectando a la solidez y resistencia estructural del soporte.
- **Los climas áridos, cálidos, muy secos y con poca vegetación** generan suelos con gran abundancia de sales, mas no acostumbran a originar deterioros considerables en el material cerámico al no haber humedad que transmita contaminantes al soporte.

No obstante, en estas condiciones ambientales se debe prestar especial atención a las medidas preventivas, para evitar los peligros que entrañaría un eventual aumento de humedad. Cuando, por alguna razón puntual, se eleva la humedad (inundación, riego, lluvias esporádicas, accidentes con desagües, etc.), se transfieren al material grandes proporciones de sales diversas que producen graves alteraciones: fracturas, levantamientos, disgregaciones, desprendimientos y pérdidas, así como múltiples eflorescencias y costras.

Cabe mencionar que las **temperaturas bajo cero** también serán causa de importantes deterioros, en particular cuando la humedad sea elevada. En estas circunstancias, el agua contenida en el material se congela, solidificando y aumentando notablemente su volumen (en torno a un 9%). El agua helada ejercerá grandes presiones mecánicas en el interior del material, que tendrán como consecuencia su fracturación y disgregación.

La congelación puede incluso hacer que estallen los acabados y esmaltes como resultado de la presión que ejerce el agua, que se acumula bajo estas capas impermeables, al helarse; al igual que sucede con las sales al cristalizar. Los ciclos de congelación-descongelación consecutivos representan un factor de deterioro muy a tener en cuenta en obras ubicadas en espacios abiertos o expuestas a la intemperie en lugares donde se den bajas temperaturas.

a) El viento

Es otro de los agentes ambientales o atmosféricos que pueden deteriorar la cerámica. Si es fuerte y/o continuado, produce la abrasión y el desgaste superficial de obras expuestas en espacios abiertos; particularmente en climas áridos donde el aire porta con asiduidad granos de arena y otras partículas erosivas.

Podemos concluir que el agua es el principal agente propiciatorio del deterioro en la cerámica, al contribuir de manera determinante en la contaminación y los procesos de alteración físico-química del material.

INTERESANTE

Puesto que las variaciones de humedad y temperatura están implicadas en casi todos los procesos del deterioro cerámico, el mantenimiento de una humedad relativa y unas condiciones ambientales estables serán condición indispensable para su buena conservación.
La cerámica con problemas de humedad debe aislarse del yeso. El yeso (sulfato de calcio hidratado), muy habitual como material de construcción, es un elemento altamente higroscópico que puede penetrar por los poros, al igual que otras sales, y alterar considerablemente la cohesión estructural del material cerámico, al igual que el cemento.

Fragmentación y levantamientos de morteros de fijación de piezas cerámicas por crecimiento de cristales de hielo

Biodeterioro causado por crecimiento de organismos en la portada de un arco de material cerámico

b) Los agentes biológicos o bióticos

Al no ser un material orgánico, la cerámica apenas se ve atacada por organismos vivos. Los que mayor deterioro originan son las **plantas**, que crecen en juntas, grietas y huecos. La penetración y el crecimiento de sus raíces en los poros del material lo van fracturando y disgregando paulatinamente.

En cuanto a la infestación animal, son los **animales de mayor tamaño** (aves, roedores, felinos, etc.) los que sí ocasionan algunos deterioros de consideración al depositar sus contaminantes heces sobre las obras, y por el efecto erosivo de sus arañazos, pisoteos y picoteos. Las aves son además portadoras de plantas y semillas (para sus nidos) que crecen enraizando en la cerámica.

Puede verse afectada también por algunos vertebrados e invertebrados que se alojarán en los resquicios del material: pequeños reptiles, gusanos e insectos varios; pero éstos no causan deterioros relevantes.

c) El factor humano y la acción mecánica

En lo que respecta a las alteraciones físicas y mecánicas, es muy habitual que la cerámica presente erosiones y fracturas ocasionadas por el ser humano, a causa del uso frecuente, la mala manipulación, accidentes, vandalismo, etc.

La resistencia mecánica de la cerámica a la abrasión vendrá dada por su materia de origen y el proceso de elaboración que haya experimentado la pieza. Esta capacidad de resistencia original puede verse alterada posteriormente por la acción de los agentes de deterioro. Es obvio deducir que, a mayor resistencia del material, el riesgo de sufrir daños físicos y mecánicos disminuye.

La dureza de una cerámica está directamente relacionada con el grado de vitrificación de la pasta en su cocción; se sabe que las cerámicas cocidas a menos de 750 grados centígrados presentan mayores erosiones superficiales que las cocidas a temperaturas superiores.

Los acabados cerámicos (engobes, vidriados, barnices, etc.) suele beneficiar a la conservación de las obras, protegen de la abrasión e impiden la absorción de contaminantes ambientales por la superficie.

Para que cumplan esta función la del acabado ha de ser cuidada, procurando que se fusione e integre adecuadamente con el soporte. De esta forma se evitarán las reacciones diferenciales entre soporte y acabado en los cambios de HR, que pueden dar lugar a agrietamientos, levantamientos y desprendimientos de la decoración.

En función de todo lo expuesto, podemos afirmar que ***la cerámica es un material sensible a la acción de diversos agentes de deterioro, experimentando en su exposición a éstos alteraciones de carácter físico, químico y bioquímico que derivan en daños importantes.***

Ésta es la razón por la que actualmente ya no se la considera un material tan estable como tradicionalmente se creía, al menos en el ámbito artístico-arquitectónico y de conservación-restauración.

En muchas ocasiones sus alteraciones son apreciables a simple vista: *fragmentaciones, abrasión, deformación, exfoliación, formación de costras, manchas orgánicas e inorgánicas, decoloración, disgregación, etc.;* ***pero en otras, la alteración y sus posibles orígenes solo podrá ser identificada mediante la observación de muestras al microscopio y el uso de técnicas analíticas e instrumentales sofisticadas.***

Ambos tipos de patologías serán determinantes en las posibilidades de conservación del material cerámico y deberán ser estudiadas y tratadas.

Erosión por agentes medioambientales sobre motivos de yeso localizados en exteriores

5.3. Los principales agentes de deterioro del yeso

El yeso es un material inorgánico que, como soporte artístico, suele estar vinculado a la arquitectura. Tradicionalmente se ha considerado un material frágil, con poca resistencia mecánica y fácilmente degradable, en especial si está expuesto a la intemperie o en recintos abiertos.
Debido a su naturaleza mineralógica y a su vinculación con la arquitectura, las principales alteraciones que experimentan las obras en yeso están relacionadas con la acción del agua y las tensiones mecánicas. Veamos cómo intervienen estos factores en su deterioro.

A. Cómo afecta la humedad al yeso

El yeso es un material poroso, muy higroscópico y permeable al vapor de agua. Su higroscopicidad hace que sea capaz de aumentar o reducir el volumen por humectación y secado hasta los 1.5-2 mm/metro. Los muros revestidos de este material intercambian la humedad con el exterior a través de él; y el agua que penetra, ya sea por absorción de la humedad ambiente, lluvia, capilaridad o percolaciones[37], es el origen de sus más graves deterioros.

La humedad provoca daños de diversa naturaleza: tanto físico-mecánicos (fracturas por ciclos hielo-deshielo, micro-fracturas y disgregación en la hidratación y cristalización de sales, lavados y arrastres) como químicos (debilitamiento por disolución e hidrólisis de componentes) y biológicos (proliferación de microorganismos y plantas).

La humedad es el agente de deterioro en la degradación del yeso, y tiene especial incidencia cuando se trata de obras en contacto con muros, suelos o cubiertas de edificaciones. Los distintos efectos que produce el agua en el yeso conducen a un mismo resultado: su debilitamiento y pérdida de resistencia.

En condiciones de humedad elevada, las moléculas de agua absorbidas por el yeso actúan a modo de lubricante entre los cristales de su estructura cristalina destruyendo la forma en que éstos están dispuestos, deshaciendo dicha estructura y debilitando el material.

El agua de amasado, que incorpora la mezcla inicial con que el yeso es aplicado, le hace endurecer al evaporarse, pero deja espacios vacíos en su estructura que aumentan la inconsistencia y la capacidad de absorción de agua del material.
El grado en que un soporte de yeso sea resistente, y pueda captar agua del ambiente, dependerá de esta relación yeso/agua de amasado durante su elaboración, de la naturaleza físico-química de la materia prima y la finura de sus partículas, de la compactación con que se amase y aplique, y de las condiciones de humedad en que evolucione la obra.

El agua de capilaridad, procedente de suelos y muros, es especialmente perniciosa, ya que arrastra en disolución sales de composición diversa, que protagonizan en capilares y poros los sucesivos ciclos de hidratación-disolución-migración-cristalización de los que hemos hablado con anterioridad.

Estos ciclos salinos rompen la estructura del yeso provocando micro-fracturas internas que disgregan el material y acrecientan el natural debilitamiento que el yeso experimenta, por sus características mineralógicas, en condiciones de humedad elevada.

37 Percolación es la acción y efecto de percolar, expresión referida a la capacidad de un líquido para penetrar y moverse en un material poroso. Es habitual que los monumentos arquitectónicos reciban agua de percolaciones procedentes de tejados o canalizaciones defectuosas, por ejemplo.

El agua de percolación arrastrará, además de sales, otras partículas y contaminantes que podrán resultar igualmente perjudiciales para el yeso. Penetrará por el interior impregnando el material de multitud de sustancias extrañas que ocasionarán alteraciones ajenas a su envejecimiento natural: cambios en la coloración, proliferación de microorganismos, reacciones químicas por acidificación o corrosión, etc.

El agua de lluvia, el granizo y la nieve, actuarán como importantes agentes degradantes; no solo por su aporte de agua, sino también por la erosión mecánica que ejercen al caer y resbalar sobre la superficie, o en sus ciclos de hielo-deshielo. Pueden provocar la pérdida de material superficial, manchas, derrubios[38], decoloraciones, fracturaciones, etc.

Recordemos además que el agua es un elemento fundamental para que tengan lugar reacciones químicas y para que muchos organismos puedan sobrevivir. En conclusión, la humedad elevada en el yeso:

1. Potencia la alteración química del color en las policromías.
2. Fomenta el ataque biológico.
3. Aumenta y acelera la corrosión de los elementos metálicos que están en contacto y contamina el material circundante con los productos derivados de esta corrosión.

Es habitual que se usen clavos, alcayatas y otras piezas metálicas para fijar al muro las placas y relieves decorativos de yeso, así como para reforzar estructuras arquitectónicas que luego son revestidas con yeserías.

Y tendrá dos consecuencias más, propias del yeso, y claves para entender el envejecimiento de este material:

4. **Generará cambios volumétricos en el soporte**. El yeso, como sal que es (sulfato de calcio), experimentará variaciones en su tamaño con los cambios de humedad y temperatura, y lo aumentará por hidratación.
5. **Le hará perder resistencia y capacidad de adherencia**, debido al efecto lubricante que las moléculas de agua ejercen en su estructura cristalina.

38 Los derrubios son las huellas de desgaste que el agua deja a su paso. Aplicado a cualquier humedad, se refiere a la acción en la que el agua va retirando lentamente material de las zonas por donde pasa. Sinónimo de desgaste.

Deterioro de piel de naranja sobre yeserías atacadas por humedad de agua de escorrentía

Pérdidas de la capa blanco y de yeso de base por problemas de humedad de escorrentía

Alteraciones por humedad en el yeso con grietas y bofados

B. Las tensiones mecánicas

Las alteraciones de origen mecánico son frecuentes en las decoraciones y paños de yesería, y muestran distintas formas: micro-fracturas internas (que se aprecian como disgregación y pulverulencias), grietas, fisuras, desgastes, levantamientos, desprendimientos y oquedades varias.

Ya conocemos cómo el material se debilita en condiciones de humedad elevada, y la capacidad que el agua y los contaminantes tienen para disgregar su estructura con los cambios térmicos y de humectación; lo que no sabemos aún es cómo este tipo de alteraciones se ven agravadas por la intervención de otros agentes de deterioro extrínsecos, que pueden ser determinantes en la conservación y supervivencia de las obras en yeso.

En el yeso, la intervención de factores como el viento o las vibraciones es definitiva para que el material, ya debilitado o disgregado, se deforme, se desprenda, se fracture y se pierda irremisiblemente. Analicemos cómo:

INTERESANTE

Es importante intentar controlar la falta de adherencia al muro y el inicio de los abolsados en las yeserías para poder tomar medidas preventivas que impidan graves deformaciones y desprendimientos.

Se recomienda planificar revisiones de los monumentos en yesería, e intervenir con rapidez cuando se detecten perdidas de adherencia, para consolidar y fijar los paños de yesería a la edificación antes de que el material se deforme drásticamente y pueda desprenderse por la concurrencia de algún otro factor degradante como las vibraciones.

Las vibraciones producidas por desplazamientos de terreno, defectos o movimientos estructurales en la edificación, terremotos, tránsito de personas y vehículos, manipulaciones inadecuadas, etc. pueden resultar enormemente perjudiciales cuando el material se encuentra ya debilitado por el paso del tiempo. Como respuesta a la vibración, el material pierde adherencia al muro y se deforma. En los paños de yesería que revisten los muros, estas deformaciones tienen forma de abolsados.

Los abolsados suceden normalmente en condiciones de exceso de humedad y vibraciones. En estas condiciones, los paños de yesería se desprenden del muro y se deforman por su peso, abolsándose.

El abolsado es una deformación física característica de los revestimientos decorativos en yeso que han sido ejecutados sin contacto con el muro y adosados posteriormente en placas. Es dificil corregir y constituye el paso previo para el desprendimiento, la fragmentación y la pérdida definitiva de la pieza.

La pérdida de adherencia y la separación, que ocurre con frecuencia en los paños de yesería respecto al muro, sucede igualmente y por similares causas a un nivel interior, entre las distintas capas que integran las obras en yeso. En dichas capas, las diferencias de composición y de técnica en la aplicación hacen que cada capa se deteriore en distinto modo y grado, motivando la pérdida de adherencia y la separación entre ellas.

A lo largo de los siglos, el yeso se ha aplicado de distintas maneras, pero ha sido muy habitual hacerlo por capas; siendo las inferiores (en contacto con el muro). Era costumbre, además, que los relieves en yeso se acabaran con una capa de preparación blanca en yeso muy fino, al que le añadían aditivos (orgánicos, normalmente aceite de linaza.) para mejorar su resistencia y reducir su higroscopicidad. Esta capa permitía perfeccionar el trabajo de la talla y acoger bien la policromía.

Capas de cal superpuestas sobre policromías originales por aplicaciones indebidas en antiguos tratamientos de restauración

Presencia de la capa naranja sobre yeserías nazaríes donde se ha perdido la capa blanca y parte de sus policromías por la acción de la humedad de capilaridad

La pérdida de material es otra de las alteraciones por tensión mecánica frecuentes en obras de yeso. Es fruto de la concurrencia de los factores de deterioro anteriormente descritos, pero también es debida a la intervención humana (accidentes, actos vandálicos o negligentes) y a la actuación de agentes atmosféricos erosivos, como **el viento.**

Las formas de alteración por pérdida de material más frecuentes son:

- La **alveolización:** Aparición de una red bastante continua de oquedades o "cavidades alveolares", que se originan por disolución de componentes, en presencia de agua, y en ocasiones combinado con la acción erosiva del viento y sus partículas en suspensión, o por el enraizamiento de plantas.
- Las **excavaciones y cavernas:** Huecos individualizados, de ciertas dimensiones, que pueden tener el mismo origen que la alveolización, o ser debidos a heladas, o a intervenciones humanas.
- Las **erosiones superficiales:** Faltas de material en el plano más superficial que modifican la textura. Sus causas coinciden con las anteriores alteraciones, pero afectan en general y no en focos puntuales.
- **Disgregación y pulverulencia**: Las partículas de material quedan des-cohesionadas y adquieren textura de polvo, que se desprende fácilmente. Se deben a humedad elevada, variaciones climáticas y presencia de contaminantes, principalmente.
- **Pérdida definitiva:** El material desaparece completamente en fragmentos o piezas que se desprenden. Normalmente es el fin de la evolución de otras alteraciones.

Las fuertes corrientes de aire focalizadas, en coincidencia con el debilitamiento del soporte, dan lugar a la pérdida de partículas superficiales, que se manifiesta como irregularidades y huecos alveolares en el plano exterior. Componen un aspecto y textura de *piel de naranja* muy característica de este material.

→ INTERESANTE

Recientes estudios y publicaciones, llevados a cabo por D. Ramón Rubio (restaurador jefe del taller de restauración de yeserías y alicatados de la Alhambra) en colaboración con el Patronato de la Alhambra y el Generalife y la Universidad de Granada, han demostrado cómo en las yeserías granadinas de época nazarí realizadas a molde, las sustancias que se usaban como desmoldantes quedaban impregnadas en la superficie de las placas de yeso, una vez eran extraídas del molde. Este yeso impregnado conforma una capa diferenciada, sobre la que era aplicada la capa blanca de acabado y preparación, y posteriormente la policromía.

Las sustancias desmoldantes contenían esmectita (material de tipo arcilloso, muy expansivo e higroscópico, y de color anaranjado), que transmitía su tonalidad naranja a esa capa originada en el moldeo. La esmectita que quedaba impregnada en el yeso no solo le ha aportado color a esa capa, sino también debilidad estructural y diferente capacidad de absorción de agua. Contribuye además a la anisotropía del soporte, es decir, la capa naranja (compuesta por esmectita) tiene diferentes propiedades respecto al resto el material, por lo que se comporta de forma distinta ante la presencia de humedad, levantándose y desprendiéndose del soporte de yeso. Esta capa se convierte así en una causa más de alteración, actuando como un factor de deterioro intrínseco (debido a la técnica de elaboración empleada). Esta capa de esmectita se desprende con mayor facilidad que las capas de preparación y policromía que la cubren, lo que motiva que los estratos superiores se vean afectados directamente por estos levantamientos, llegando a producir pérdidas; dejando al descubierto la capa de color anaranjado; en particular cuando interfieren vibraciones. El descubrimiento de la técnica que da origen a esta capa anaranjada se ha convertido, al mismo tiempo, en un instrumento muy útil para la datación, pues se ha podido comprobar que dicha capa solo se encuentra en yeserías realizadas a molde en el periodo nazarí (s. XIV y XV).

C. Otras patologías habituales en el yeso

Por agentes antropogénicos: La intervención humana no solo provoca alteraciones mecánicas en actos vanduede aportar sustancias contaminantes en intervenciones inadecuadas de limpieza o de restauración y reparación. Así, por ejemplo, ha sido práctica usual en épocas anteriores que las yeserías fueran repintadas y patinadas; y las sustancias que se usaron para estas intervenciones han provocado en muchas ocasiones la degradación del yeso original.

Es el caso de yeserías que fueron repintadas con cal y patinadas con sustancias oleicas* o proteicas. Los aceites reaccionan químicamente con la cal formando jabones muy duros y frágiles, que se deterioran rápidamente. Las proteínas bañan el sustrato de nutrientes que fomentan la proliferación de microorganismos.

* En la Alhambra, y en otros monumentos granadinos como el Cuarto Real de Santo Domingo, pueden apreciarse múltiples ejemplos de cómo en los siglos XIX o XX era habitual cubrir las yeserías con cal y pátinas de agua con barro. Estas pátinas pretendían esconder los deterioros y disimular reparaciones, y la cal blanqueaba y desinfectaba los paramentos; pero cales y arcillas ocultaban el verdadero color y relieve de las yeserías originales.

Por cambios de temperatura: Aunque depende de su tipología, el yeso tiene una elevada resistencia a las variaciones de temperatura. La acción de la temperatura como agente de deterioro es debida a valores extremos (como las heladas) y a su vinculación con los cambios de humedad y con la dilatación térmica de partículas contaminantes y metales asociados.

De hecho, su resistencia térmica y su alto poder aislante son las razones para su empleo desde épocas remotas en la construcción, acabado y decoración de edificaciones. Es incombustible y tiene baja conductividad térmica, por lo que se comporta muy bien ante el fuego, evitando que el calor se propague y aumenten los daños.

Por agentes bióticos: El deterioro biológico de las obras en yeso puede ser muy variado. Incluye desde alteraciones puramente mecánicas como las causadas por raíces de plantas al introducirse en grietas, juntas y huecos, o por aves e insectos que aprovechan los relieves para anidar y posarse, erosionando el material en su contacto; hasta la degradación química producida por heces animales o derivada de la actividad de hongos, bacterias y líquenes.

Nidos de abispas alfareras sobre motivos de yeserías

Estos microorganismos se alimentan de las sustancias proteicas presentes en las capas de acabado y policromía de las obras, aprovechando las buenas condiciones de humedad que el yeso les suele reportar. También pueden nutrirse de substancias contenidas en el polvo y la suciedad. El ataque de microorganismos en yesos puros sin aditivos orgánicos, que tengan buen mantenimiento de limpieza, es mucho menos probable.

Por otros factores: Es usual que, por la dificultad de acceso, por falta de recursos económicos y/ o humanos, por fallos organizativos o negligencia, se acumulen en los relieves de las decoraciones en yeso numerosos depósitos superficiales, que usan los huecos y resquicios dejados por la sucesión de volúmenes de estas decoraciones para fijarse y permanecer en ellas indefinidamente.

Pueden ser excrementos de animales, películas de contaminantes gaseosos, eflorescencias o concreciones salinas, restos de grasa de las manos, depósitos grasos de la combustión de velas, carbonilla, basuras, arena, pólenes, etc.

Los depósitos superficiales suponen la acumulación de materias extrañas en contacto con la superficie de la obra; éstas se adhieren a él impregnándolo, ocultándolo y degradándolo, y constituyen un sustrato nutriente que propicia la aparición y el crecimiento de microorganismos y plantas.

Estos óxidos proceden de la combustión de hidrocarburos, del gas metano emitido por los fertilizantes y la quema de bosques, y de los gases de combustión liberados en la incineración de residuos sólidos (para calefacciones e industrias, o en refinerías de petróleo próximas).

Las principales sustancias atmosféricas, responsables de formar depósitos dañinos en las obras, son los **óxidos de nitrógeno, carbono y azufre**. La acumulación de estos óxidos da lugar a películas negras que cubren la superficie de las obras impidiendo la apreciación de los colores y relieves originales, y dificultando la permeabilidad del material, con lo que aceleran el efecto degradante de la humedad y el resto de contaminantes.

El daño más característico y aparente que producen los depósitos superficiales es la alteración cromática, que puede darse en forma de manchas localizadas o de pátinas generalizadas.

INTERESANTE

Las pátinas son delgadas películas que envuelven con mayor o menor intensidad la superficie de una obra, modificando su apariencia. Por su origen y naturaleza, pueden ser:

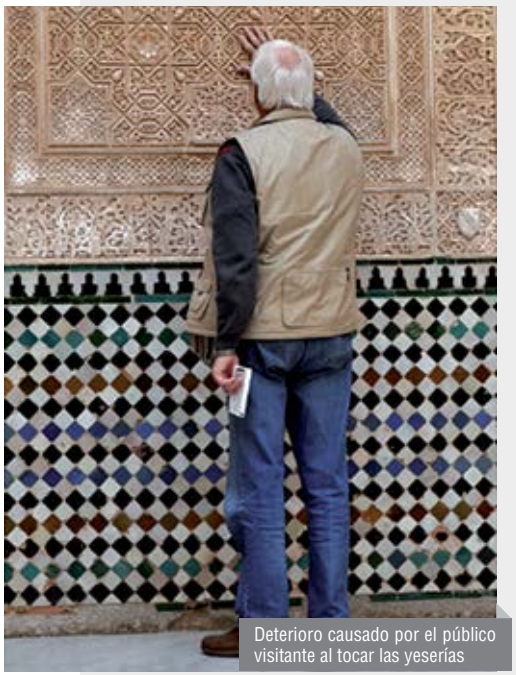
- **Naturales:** Causadas por el envejecimiento propio del material en su superficie. En este caso la pátina es un valor que el tiempo añade a la obra certificando su antigüedad y ha de ser respetada como parte esencial del monumento.
- **Por acumulación de suciedad y depósitos superficiales:** Como en el ennegrecimiento por contaminación ambiental y residuos de combustión (tráfico de vehículos, calefacciones, incendios, lámparas y velas, etc.).
- **De lavado o derrubios:** Producidas por escorrentías de agua procedente de lluvias, filtraciones, goteras, etc.
- **Biogénicas:** Cuando el monumento se ve recubierto por microorganismos o plantas (hongos, líquenes, etc.).
- **Artificiales:** Aplicadas por el ser humano intencionadamente (caso de la cal con que a veces se han cubierto las yeserías).

El contacto con las manos aporta perjudiciales residuos grasos a las yeserías, formando una pátina de suciedad oscura poco permeable, y nutriente para los microorganismos, que colabora en la degradación del material. Es lamentable comprobar cómo aquellas zonas de los monumentos que se encuentran accesibles al visitante, presentan un grado de deterioro muy superior a las que están fuera de su alcance. La tendencia del visitante a palpar los relieves erosiona y deja restos orgánicos que ensucian y perjudican la conservación.

Por desgracia, este contacto no se limita en ocasiones al simple roce y va más allá, arañando la superficie, horadándola, haciendo grafitis, desprendiendo fragmentos, pegando chicles, introduciendo desperdicios, etc. y otras reprobables actitudes vandálicas. Este tipo de intervención humana es hoy en día una de las mayores causas de deterioro de las yeserías dispuestas a poca altura en monumentos visitables.

Informar a las personas sobre las nefastas consecuencias de estos comportamientos, disponer sanciones, colocar avisos visibles y extremar la vigilancia de los monumentos durante las visitas, son medidas preventivas imprescindibles para garantizar la pervivencia de las obras en yeso situadas en espacios públicos.

Capas de suciedad de polvo sobre policromías en la yeserías de una bóveda de mocárabes



Deterioro causado por el público visitante al tocar las yeserías

Pérdida de intensidad del color por efectos de la radiación solar

5.4. Los principales agentes de deterioro de la policromía

A lo largo de la historia, se ha elaborado la pintura con multitud de pigmentos y substancias distintas. Esta variedad hace que las policromías presenten muy distinta reactividad en función de cómo hayan sido fabricadas, y que sean sensibles a la acción de múltiples agentes de deterioro.

El valorar la estabilidad de los pigmentos como materia independiente tiene una utilidad limitada, porque el pigmento se aplica mezclado con más substancias que modifican sus propiedades. Esta circunstancia hace que sea difícil prever sus reacciones ante los distintos agentes de deterioro, ya que éstas se verán mediatizadas por las materias vehiculares y los aditivos con que se mezclen, por la técnica con que sean elaboradas y aplicadas la capas de policromía, y por el tipo de soporte que las reciba, además de por las propiedades del pigmento en sí.

Por esta razón, resulta más útil conocer las reacciones y alteraciones propias de cada técnica de policromado, y la estabilidad que la técnica presenta en función de su mezcla de componentes.

Conozcamos algunas de estas reacciones:

Las policromías se ven afectadas por todos los agentes de deterioro más comunes, ya sean físicos (como la temperatura, la humedad y la luz), o químicos (como los contaminantes que causan oxidación, los ácidos y las bases), y por causas intrínsecas debidas a la naturaleza de sus materiales compositivos (incompatibilidad de pigmentos, defectos en la técnica de aplicación, etc.).

Los efectos de la luz: En su mayoría, los pigmentos tienden a perder intensidad por efecto de la luz, dada la capacidad de ésta para acelerar las reacciones químicas que los alteran (reacciones fotoquímicas).

En muchos casos, la pérdida de intensidad en los colores no es apreciable a simple vista, al no tener referencias del estado original con las que realizar la comparación; solo cuando la exposición a las radiaciones lumínicas es muy intensa y las radiaciones ultravioletas son elevadas, es posible observar esta pérdida de intensidad en breve margen de tiempo.

La unión con temperaturas elevadas multiplica el efecto activador de la luz en las reacciones fotoquímicas, ambos factores se potencian recíprocamente hasta hacer que las policromías alcancen energía suficiente para que tenga lugar la ruptura de sus enlaces y el cambio molecular necesarios para su transformación definitiva.

Los pigmentos más estables ante las radiaciones lumínicas son los derivados de óxidos, sulfatos, carbonatos y fosfatos.

INTERESANTE

Las lámparas de xenón, que usan los flashes de las cámaras fotográficas, emiten un espectro de radiaciones muy perjudiciales, cuyos efectos son acumulativos y con el tiempo derivan en alteraciones de pigmentos y colorantes. Por esta razón, prohibir la fotografía con flash es una práctica común de conservación en museos y galerías de arte.

Los efectos de la temperatura: Las temperaturas elevadas perjudican a la policromía; aceleran las reacciones químicas de alteración proporcionando, junto a la luz, la energía necesaria para que se produzcan.

A veces no es imprescindible la participación de la temperatura para que se modifique la estructura cristalina del pigmento y basta un simple cambio en su hidratación, como ocurre en las tierras coloreadas.

El grado en que una temperatura elevada llegue a deteriorar los pigmentos dependerá en gran medida del *punto de fusión* de cada pigmento. Este *punto de fusión* define el momento en que se rompe la estructura cristalina del pigmento, sufriendo una alteración definitiva que va acompañada casi siempre del cambio de apariencia.

Craquelados, levantamientos y pérdidas de la capa de policromía sobre soporte de madera

Es importante conocer cómo la temperatura transforma los pigmentos para poder identificar posibles modificaciones del color original en obras que han sufrido incendios o han estado expuestas a focos térmicos cercanos: velas, lámparas de aceite, chimeneas, radiadores, etc. o a intensas fuentes de luz y temperatura como el sol o las bombillas incandescentes, por ejemplo.

También es útil a la hora de analizar el estado de conservación de obras ejecutadas con técnicas que usen calor para elaborar o aplicar la pintura. Por ejemplo: en la encáustica, la pintura al barniz o en el esmaltado o vidriado cerámico, el pigmento se presentará ya transmutado como característica propia de la obra. Para conseguir los esmaltes o vidriados se usan algunos tipos de pigmentos determinados como por ejemplo los óxidos.

Por normal general, los pigmentos inorgánicos son más estables a las variaciones de temperatura que los orgánicos.

INTERESANTE

Los pigmentos elaborados con tierras de siena y sombras naturales se transforman en tierras tostadas al aumentar la temperatura entre 300 y 700 grados centígrados. La mayoría de los pigmentos orgánicos son estables hasta los 300 grados, aunque algunos funden a temperaturas inferiores. Las lacas sufren procesos de combustión por debajo de los 300 grados.

Los efectos de la humedad: La función que el agua ejerce como agente de deterioro de pigmentos consiste en aportar el medio para que las sustancias entren en contacto e inicien reacciones químicas de alteración. A mayor índice de humedad, la velocidad de los procesos químicos degradantes aumenta al ampliar el contacto de los reactivos que intervienen en ellos. También sirve de medio de cultivo para microorganismos.

Algunos microorganismos pueden asentarse sobre los pigmentos, disgregándolos; es el caso del ***azul de esmalte o azul cobalto***, uno de los pigmentos más propensos a ser atacado por hongos en presencia de humedad.

En ocasiones, la variación de humedad y el cambio que ésta supone en el nivel de hidratación de un pigmento es suficiente para modificarlo y cambiar su apariencia, como sucede en las tierras coloreadas.

La humedad de condensación resulta muy dañina, pues el agua condensada se fija en la superficie de la policromía y facilita el medio ideal para que los pigmentos de la capa exterior reaccionen químicamente y experimenten completas transformaciones en su contacto con cualquier agente degradante.

Así, por ejemplo, el pigmento azul de azurita pasa a verde en presencia de humedad, e incluso puede llegar a convertirse en atacamita, de color rojizo, si la humedad contiene sales en disolución. La acción del ácido sulfídrico atmosférico, en presencia de agua, transforma los azules de cobre en sulfuros negros. El rojo de cinabrio pasa a ser metacinabrita negra, etc.

Pérdida de motivos de yeso y policromías debido a la acción de la humedad de escorrentía

Para la conservación de la policromía, es muy importante mantener unas condiciones de humedad adecuadas y evitar que se produzcan condensaciones.

INTERESANTE

Evitar la humedad de condensación es una de las razones principales por la que se limita la entrada de visitantes a monumentos. La respiración humana emite vapor de agua a 37 grados de temperatura, y supone una de las principales fuentes de humedad de condensación en espacios cerrados; riesgo que se intensifica cuanto menor sea la ventilación, más reducidos y cerrados sean los espacios y más bajos sus techos. Medidas como el control de visitantes, evitar sistemas de calefacción intermitente, la buena ventilación, el aislamiento frente a focos de humedad en los recintos y, en definitiva, mantener condiciones estables y niveles óptimos de humedad y temperatura, son acciones preventivas fundamentales para la conservación.

El efecto de las sustancias contaminantes: El oxigeno atmosférico tiene propiedades oxidantes que inducen la pérdida de intensidad en muchos pigmentos, particularmente en los de origen orgánico; pero es inevitable. Los contaminantes ácidos (como los compuestos sulfurosos de la atmósfera) modifican gran cantidad de pigmentos, al reaccionar químicamente con ellos; y los contaminantes alcalinos alteran igualmente las propiedades de distintas mezclas polícromas.

Un ejemplo de esta capacidad de alteración se observa cuando los pigmentos se emplean mezclados con sustancias vehiculares básicas, como sucede en la pintura al fresco, en la que los pigmentos se mezclan con cal; esta unión los transforma desde el mismo momento de su elaboración, en particular si son de origen orgánico.

Evitar la reacción de los pigmentos con los contaminantes atmosféricos es una de las razones por las que se aplican capas de protección sobre las policromías.

Los pigmentos de origen orgánico son especialmente propensos a degradarse por la acción de substancias contaminantes. Algunos pigmentos inorgánicos, como *la azurita, el blanco de plomo, el minio, el rojo de cinabrio o el azul Prusia*, son muy sensibles a la acción de los álcalis[39]. Salvo en los casos mencionados, los pigmentos inorgánicos son los que presentan mayor resistencia a la alteración por agentes contaminantes.

La mezcla pictórica como causa intrínseca de deterioro: Algunos pigmentos, por su naturaleza química, son capaces de reaccionar entre sí y degradarse mutuamente, resultan incompatibles. Esta reacción de incompatibilidad sucede a mayor velocidad en técnicas acuosas de policromía, en las que el agua actúa de medio para el contacto y la reacción química, que en técnicas oleosas, en las que el aceite envuelve a las partículas de pigmento aislándolas.

POR EJEMPLO: los pigmentos que contienen plomo (el albayalde, el amarillo Nápoles, el minio, etc.) son incompatibles con los que contienen azufre (el bermellón, el amarillo de cadmio, el rojo de cadmio o el azul Ultramar, etc.); su mezcla reacciona formando sulfuro de plomo, de color negro.
Los pigmentos de cobre reaccionan con los de azufre en las técnicas al temple. Los de cromo alteran algunas lacas, etc.

También hay asociaciones favorables, que pueden aumentar la conservación de pigmentos propensos al deterioro.

POR EJEMPLO: la mezcla del azul añil con atapulgita da lugar al color conocido como azul Maya, mucho más estable que sus pigmentos constituyentes por separado.

Del mismo modo, la mezcla de pigmentos con determinados aglutinantes puede contribuir a la conservación:

- **Las mezclas que usan aceite** dificultan la reacción química de los pigmentos incompatibles, puesto que el óleo ejerce un efecto protector y aislante en las partículas de pigmento, aumentando su estabilidad (excepto en el caso del esmalte, pigmento al que le atacan los ácidos carboxílicos del aceite y le hacen perder su color). Cuando la mezcla del aceite es con pigmentos de pH básico, favorece el secado de la pintura, ya que ambos reaccionan formando jabones muy duros, sin variar el color.
- **Las mezclas que usan huevo** como aglutinante (temple) secan por oxidación y polimerización del huevo. Este proceso de secado químico convierte la policromía en una materia muy sensible a la acción de los álcalis atmosféricos, haciendo que amarillee, que pierda flexibilidad, se endurezca y aumente su fragilidad en contacto con ellos. Estas transformaciones debilitan su resistencia a las tensiones mecánicas y otros agentes degradantes.
- **La mezcla con resinas** también influye en el deterioro de los pigmentos. Las resinas envejecen oxidándose y la oxidación hace que la mezcla se vuelva opaca y oscura, además de frágil y poco flexible.

Hay resinas que envejecen peor, como la de copal, sandaraca, o ámbar; la mezcla con este tipo de resinas es poco recomendable, porque evoluciona hacia películas duras, frágiles y ácidas, que reaccionan químicamente con los pigmentos y oscurecen mucho con el tiempo.
La goma laca, frecuente en acabados, es una de estas resinas coloreadas que oscurece y se hace frágil y quebradiza con rapidez.

39 Substancias con pH básico.

Craquelado y levantamientos de policromías sobre la madera por envejecimiento de los aglutinantes

Alteraciones de las resinas y aglutinantes de capas policromas sobre madera

Oscurecimiento de yeserías y sus policromías por la acción de los murciélagos

- **Las mezclas de pigmentos con azúcares o glúcidos** son muy sensibles a la humedad, a sustancias contaminantes **ácidas** y al ataque biológico, ya que componen un sustrato nutriente y atractivo para la proliferación de microorganismos. Además sufren hidrólisis[40], sobre todo en medio ácido. Las policromías elaboradas con estas mezclas se degradan formando fragmentos pequeños y solubles.
- **Las mezclas con sustancias proteicas,** como las colas, también son muy propensas a sufrir deterioro por ataque biológico, a causa de su alto poder nutritivo. Experimentan desnaturalización[41] por acción del calor, e hidrólisis en medio ácido; así como alteraciones químicas en contacto con substancias como la urea (procedente de excrementos animales). Por tanto, son sensibles a la humedad y temperatura elevadas, y a la acción de contaminantes ácidos.

INTERESANTE

Hay mezclas de pigmentos con substancias acrílicas, en técnicas contemporáneas, en las que el porcentaje de aglutinante que se necesita para elaborar la pintura es mucho mayor (en torno al 50%) que en las técnicas tradicionales (el óleo, necesita en torno al 20%, por ej.). Estas mezclas con acrílicos secan en poco tiempo por evaporación, pero sufren una retracción elevada, se fracturan y desprenden con facilidad. Su película, una vez seca, es insoluble en agua, pero presenta una gran atracción por ésta debido a fuerzas capilares, por lo que tienden a acumular agua de condensación, que facilita la reacción química de los pigmentos. Son deterioros propios de obras contemporáneas, difíciles de encontrar en monumentos antiguos, salvo que hayan sido restaurados con substancias acrílicas en épocas relativamente recientes.

40 Término químico. Transformación molecular que se da cuando ciertos compuestos orgánicos desdoblan sus moléculas por acción del agua.
41 Alteración de las propiedades o condiciones del material.

6. El informe del estado de conservación

Como vimos en el primer capítulo, el concepto de restauración científica actual obliga a que cualquier intervención en un monumento esté precedida y acompañada de un profundo estudio sobre la obra a intervenir. La primera herramienta que ayudará a sistematizar el proceso, ordenar los resultados del estudio, y reflejar las conclusiones que se desprendan de él, es el ***Informe del Estado de Conservación.***
Este informe es, por consiguiente, el primer instrumento documental para la comunicación de las acciones de conservación, y servirá de guía en la planificación de las intervenciones. Conozcamos su estructura y contenidos:

Se trata de un informe diagnóstico, que tiene como finalidad ordenar y plasmar el proceso de observación y estudio inicial del monumento. En él dejaremos constancia de los pasos que se han dado en los análisis previos, los recursos que se han utilizado, los resultados obtenidos y las conclusiones que emanen de todo el proceso.

Su objeto es constituir la herramienta inicial para la valoración de las necesidades del monumento, que posibilite conocerlo y prever el tipo de intervenci**ón que el monumento precisa**.

Valorar la gravedad de las alteraciones sufridas por el monumento, su relación con los posibles agentes de deterioro intervinientes, si es necesaria una intervención de conservación preventiva, curativa y/o de restauración, el grado de urgencia que demanda dicha intervención, **y cuál puede ser el tratamiento más adecuado conforme a lo**s criterios técnicos de aplicación y los resultados del estudio obtenidos hasta el momento, son cuestiones a las que deberemos atender en este Informe. Las informaciones que se expresen en él deberán verse posteriormente completadas, conforme avancen las acciones, en sucesivos documentos: *el Proyecto de Intervención*, y la *Memoria Final*.

El Informe del Estado de Conservación es el primer paso, por tanto, para la planificación de una intervenci**ón**. Deberá incluir los siguientes apartados:

1. **Introducción:** En ella se hará una presentación inicial del *Informe*, donde se expondrán sus objetivos, a qué obra o conjunto de piezas se refiere, las instituciones o personas vinculadas a las obras y al informe, y los medios que se hayan usado para realizarlo. Se incluirá también un índice de contenidos.
2. **Identificación del bien cultural:** En este apartado se resumirán esquemáticamente aquellas características que identifiquen a las obras o piezas, tales como título, autor, propietario, ubicación, iconografía, material y técnica, etc.
3. **Historia del bien cultural:** Se trazará un historial evolutivo de las obras o piezas, con datos relativos a su origen, a su autor y escuela artística, a cambios de ubicación o de uso que haya experimentado, si han sido restauradas con anterioridad, si han estado expuestas **públicamente**, si han sufrido incidentes o cualquier otro dato útil para identificarlas y caracterizarlas en su historia particular y en su contexto.

4. **Datos técnicos y estado de conservación:** Este apartado será el núcleo del informe. En él se plasmarán los resultados de los estudios realizados hasta el momento para caracterizar la obra y sus alteraciones; así se describirán sus materiales compositivos, las patologías que se detecten, sus posibles causas y agentes de deterioro intervinientes, las restauraciones e intervenciones previas que muestre la obra y el estado actual de las mismas, la presencia de añadidos, modificaciones o cualquier otra alteración apreciable. También se harán constar los medios usados para el estudio y las conclusiones que se extraigan de él respecto a cada elemento o factor determinante en el estado de conservación de la obra.

5. **Propuesta de intervención:** Se especificará si se estima necesaria la intervención, y las razones de esta valoración. De ser necesaria, se describirá el tipo de intervención que se propone y su urgencia. Se detallarán los pasos que se proponen para dicha intervención, y los análisis a realizar para continuar con la investigación de la obra. Se detallará igualmente: el tipo de tratamiento que resulte **más conveniente aplicar a priori, los criterios** aplicables, las **técnicas y fases de aplicación**, y los objetivos a lograr en cada fase. De ser precisas, se indicarán las medidas preventivas que se deban tomar antes de llevar a cabo otras actuaciones.

6. **Recursos:** Se hará una previsión de los recursos humanos y técnicos necesarios para la intervención, de las infraestructuras, los materiales, equipos auxiliares, y del resto de dotaciones personales y materiales indispensables. De ser solicitada, se incluirá también una estimación económica del coste total de la intervención.

7. **Equipo técnico:** Se hará una relación de los profesionales que han participado en la elaboración del *Informe*.

8. **Documentación gráfica:** Se incluirá toda la documentación gráfica sobre las obras en estudio que pueda ilustrar lo expuesto en el *Informe* y sea relevante para documentar su estado de conservación y la propuesta de intervención.

Dado que la estructura y los contenidos de este primer informe diagnóstico son muy similares a los del Proyecto de Intervención, abordaremos con más precisión cómo deberán desarrollarse y completarse sus apartados en el capítulo siguiente, cuando tratemos la redacción del Proyecto de Intervención.

Aplicación de productos consolidantes sobre la madera

FASE II: El tratamiento

1. Introducción y criterios prácticos de intervención

Recordemos que la metodología establecida en la intervención de las obras de arte se esquematiza en tres fases fundamentales: investigación, tratamiento y transferencia. La primera fase de investigación es la que hemos descrito en el capítulo anterior. Dedicaremos este capítulo a la segunda fase de tratamiento, para ir completando nuestra visión general sobre la función del restaurador frente a la obra.

Es importante resaltar previamente, que la fase de tratamiento es la etapa clave de la intervención para el restaurador, aquella que requiere accionar directamente sobre la obra, y que deposita toda la carga de responsabilidad en su habilidad, cualificación y criterio profesional. La planificación y ejecución del tratamiento ha de ser, por consiguiente, meditada y meticulosa, pues de ello dependerá en definitiva el éxito o el fracaso de toda la intervención.

Cualquier acción de tratamiento deberá enmarcarse en los principios generales de intervención y en una serie de criterios prácticos específicos, internacionalmente aceptados, que completan el código deontológico de la profesión. En el primer capítulo ya describimos los principios generales, pasemos ahora a especificar cuáles son los criterios específicos que regulan el ejercicio de la práctica durante el tratamiento.

INTERESANTE

La reciente tendencia a hacer prevalecer el uso de técnicas y materiales tradicionales de intervención, parte de la reflexión tras la experiencia y resultados obtenidos en la aplicación de técnicas y materiales innovadores durante el siglo XX. Muchos de estos materiales novedosos han mostrado un desarrollo inesperado con el paso de los años que, lejos de garantizar la conservación de la obra, la han perjudicado, ocasionando daños y alteraciones en los originales.

En las últimas décadas, para intentar minimizar los imprevistos en el uso de materiales novedosos, se realizan ensayos de envejecimiento acelerado en laboratorio donde se comprueba el comportamiento del material en situaciones extremas. Estos ensayos, aún siendo muy útiles para conocer las cualidades del material, no son sustitutos reales de las múltiples variables que pueden influir en un envejecimiento natural. Pese a esta circunstancia, existen en la actualidad algunas opciones innovadoras que están resultando útiles y recomendables, por la inocuidad y eficacia que ofrecen cuando las técnicas o materiales tradicionales a los que sustituyen no resultan tan idóneos o inofensivos.

El conservador-restaurador profesional seguirá los siguientes criterios en la práctica de su ejercicio profesional:

1.1. Prioridad de los tratamientos tradicionales

En caso de duda sobre el comportamiento o resultados que se puedan obtener del uso de varios materiales o técnicas de tratamiento posibles, se optará siempre por la técnica o el material más contrastado en el tiempo.

◀ Es decir, ante la falta de certeza acerca de la idoneidad de una técnica o material contemporáneo/innovador, se optará por seguir una técnica tradicional y usar materiales convencionales probados en la práctica, cuya evolución en el tiempo y afectación al original sean conocidas y previsibles.

La utilización de tecnologías, materiales o métodos innovadores solo será admisible cuando estén suficientemente comprobados, hayan demostrado su efectividad y no causen perjuicio al monumento; y siempre que las técnicas tradicionales, con testada compatibilidad y conocida evolución temporal, se presenten como poco eficaces o inadecuadas.

1.2. Nula invasión del original

El profesional de la conservación-restauración nunca invadirá la materia original con sus tratamientos, ocultándola o perjudicándola.

Los tratamientos y materiales de adición no deberán nunca ocultar o deteriorar los materiales originales. En caso de dudar si una determinada técnica o material de tratamiento puede llegar a producir algún perjuicio a la obra, se optará por no realizar dicho tratamiento.
Éste es un criterio que afecta sobre todo a la elección y aplicación de materiales añadidos para la consolidación* y reintegración**, aunque también ha de aplicarse en la elección de productos y técnicas de limpieza, eligiéndose siempre aquellas que no dejen residuos que puedan alterar la natural evolución del original.

* Tratamiento que da solidez a materiales muy debilitados, disgregados y con poca resistencia.
** Tratamiento que recupera parte del volumen o del aspecto auténtico de la obra, que se hallaba perdido o deteriorado.

1.3. Reversibilidad

Cualquier sustancia o material que se aplique sobre el monumento procurará la reversibilidad, sin que el proceso de reversión dañe la materia original. Cuanto más completa y fácil de ejecutar sea la reversión de un material, mayor será su idoneidad.

Aplicación de resinas protectoras de la madera y su policromía

Los materiales y sustancias aplicadas durante el tratamiento deberán tener carácter de "añadidos" eliminables a posteriori, que no modificarán ni alterarán la naturaleza de la obra, y que podrán ser retirados sin causar daño si las circunstancias lo demandan.
El criterio de reversibilidad busca prevenir ante inadecuadas evoluciones, como las experimentadas en el s. XX con algunos materiales. De esta forma, si la obra intervenida evoluciona mal en su conservación, si los criterios vuelven a cambiar, si la investigación ofrece mejores soluciones en el futuro, u otros motivos, la intervención realizada podrá revertirse sin perjudicar a la obra, permitiendo la nueva intervención.

No obstante, hay que aclarar que la consecución plena del objetivo de reversibilidad no es siempre posible; el restaurador encuentra en su práctica habitual circunstancias en las que el estado material del monumento requiere la adición de sustancias no reversibles. En este tipo de situaciones, el restaurador se tendrá que guiar por el principio general de mínima intervención, descrito en el primer capítulo.

POR EJEMPLO: Tal ocurre con la necesidad de consolidar materiales muy disgregados o debilitados que corran grave riesgo de pérdida, como el de una obra en madera con grave ataque de insectos, o el de una yesería muy disgregada internamente por acción de la humedad. Estos casos demandarán la adición de substancias que impregnarán el material aumentando su solidez y resistencia, modificando también su naturaleza, sin posibilidad de reversión.

El profesional de la restauración solo actuará obviando el criterio de reversibilidad cuando exista grave riesgo para la conservación de la obra y sus valores fundamentales. Su intervención se limitará al grado de acción mínimo que baste para garantizar la estabilidad de la obra y la recuperación de los valores, anteponiendo la conservación a cualquier otro criterio de actuación.

1.4. Compatibilidad

Los tratamientos y materiales empleados deberán estar justificados, comprobados, responder a las necesidades de conservación de la obra y ser compatibles con ella. Su empleo no debe desencadenar reacciones físico-químicas en la materia original que puedan alterarla a corto, medio, o largo plazo.

Se buscará siempre que los materiales de restauración sean estables en contacto con los originales, y que la evolución de ambas materias (original y añadida) sea acompasada, sin que su convivencia origine daños en el futuro.

El tratamiento de conservación-restauración deberá ejercer un efecto protector que aumente la resistencia natural de la obra frente a la degradación y no provoque con el tiempo la aparición de nuevos deterioros.

1.5. Discreción o mínima visualización

El resultado de la intervención, el material que se añada, su textura, su color, etc. habrán de ser lo más neutros y discretos que sea posible. Se buscará siempre el absoluto protagonismo y realce de los valores estéticos, artísticos e históricos de la obra.

La restauración jamás deberá resultar más llamativa que el original.

Restauración con criterio diferenciador de las yeserías del Patio del Haren del Palacio de los Leones en la Alhambra

Restauración interpretativa de las yeserías de la Sala de las Camas del Baño de Comares en la Alhambra

1.6. Diferenciación

El resultado de la restauración habrá de ser fácilmente diferenciable del original, no buscará nunca el camuflaje total o la imitación. Perseguirá la conservación y el realce de los valores que definen al monumento como un claro añadido posterior que no pretende falsear o engañar al espectador, sino apoyar la lectura del original con discreción y respeto.

Se renunciará a las reconstrucciones que restituyan e imiten al original, para no provocar confusión en la lectura de los valores de la obra. Los añadidos, reconstrucciones o reintegraciones que se realicen para recuperar valores de la obra deberán ser distinguibles, diferenciando la materia que forma parte de la obra de la adición fruto de la intervención.

Cualquier intervención sobre una obra de arte se hará con total consideración a la autenticidad del mismo. La solución que se adopte deberá estar amparada en la aplicación del principio de mínima intervención y en los criterios específicos de discreción, no invasión y compatibilidad material. El resultado buscará integrarse en la visión del original sin hacerle competencia, sino facilitando su lectura y ensalzando la apreciación de sus valores.

Reposición de capiteles como elementos estructurales sustentantes, con un criterio diferenciador del original

Reconstrucción de motivos perdidos con un criterio claramente diferenciador del original

INTERESANTE

Este criterio de diferenciación es quizás uno de los que mejor definen el concepto actual de restauración; sin embargo, también es uno de los más difíciles de llevar a la práctica. La forma de resolver este criterio en la ejecución material da lugar con frecuencia a polémicas, debido a que su interpretación está abierta a la subjetividad de los responsables de la intervención. Las diferencias de criterio en los profesionales conducen en ocasiones a decisiones que, si bien pudieron partir de una buena intención, en el resultado final distan mucho de ser aceptables cuando se valoran en el conjunto conforme a todos los principios y criterios actuales.

Por otra parte, es habitual encontrar la dificultad añadida de la funcionalidad de la obra como un valor en contradicción con la aplicación del criterio de diferenciación. Cuando la obra está en uso, es de titularidad privada o posee amplio simbolismo, la conveniente aplicación de este criterio puede verse dificultada en extremo.

La "diferenciación" es especialmente controvertida y difícil de resolver con acierto cuando se trata de edificaciones, en donde el principio de respeto al valor funcional prima con respecto a otros criterios. En los monumentos arquitectónicos, la aplicación del principio de diferenciación y de no reconstrucción suele ser más laxo, admitiéndose en mayor grado las reconstrucciones. La permisividad llega inclusive a considerar aceptable la reconstrucción total de una edificación si se ha destruido completamente por razones de conflicto armado o desastres naturales, o cuando existen motivaciones sociales, culturales o morales de peso, fundamentadas en la recuperación de la identidad como valor principal de la obra.

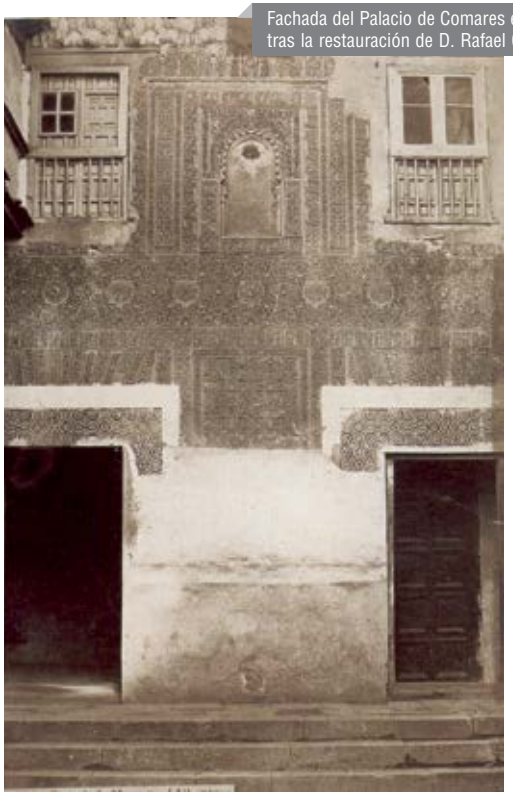
Palacio del Pórtico del Partal con la Torre de las Damas en el S. XIX y tras la restauración de D. Leopoldo Torres Balbás en el S.XX)

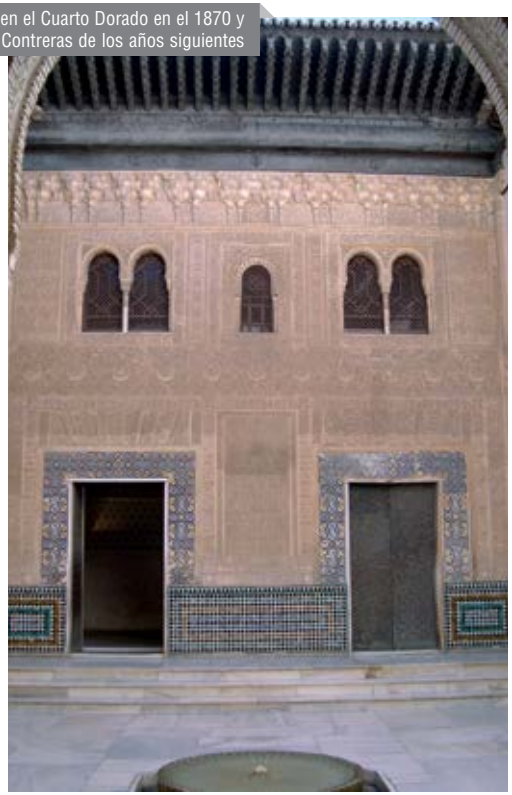
AMPLIACIÓN DE CONTENIDOS

Como muestra de que en la actualidad este criterio de diferenciación, y de no reconstrucción, sigue siendo interpretado muy libremente y rara vez está exento de polémica, más aún cuando se trata de edificios históricos con fuerte simbolismo, resulta curioso el caso del ***Palacio de la Ciudad de Berlín*** (antiguamente sede de los monarcas prusianos), cuyas obras se prevé comiencen en 2015. Este palacio fue demolido por el régimen comunista de la República Democrática Alemana en 1950; en el mismo lugar se construyó el Palacio de la República, sede del gobierno central comunista. Con la caída del Muro de Berlín en 1989 y la reunificación alemana, el nuevo gobierno democrático mandó demoler nuevamente este Palacio de la República, bajo la excusa de que estaba contaminado por "asbesto". Actualmente el espacio donde se ubicaron ambos palacios es una zona verde en medio de la famosa Isla de los Museos de Berlín.

En el año 2007 el Parlamento Alemán autorizó la reconstrucción del ***Palacio de la Ciudad*** primigenio, tras años de discusiones entre políticos y técnicos, con el propósito de "*redimir al Palacio de su pasado, y convertirlo en una contribución moderna alemana al intercambio pacífico de ideas*". Será reconstruido en la misma ubicación del original, en el corazón de la ciudad, y en su reconstrucción se reproducirán las fachadas del original, aunque los interiores serán completamente renovados.

Fachada del Palacio de Comares en el Cuarto Dorado en el 1870 y tras la restauración de D. Rafael Contreras de los años siguientes





2. ¿Cuándo intervenir? Criterios para la selección

Las administraciones, respondiendo a su responsabilidad en la tutela patrimonial, se han visto forzadas a fijar unos parámetros estandarizados en la clasificación del estado de conservación y las necesidades de intervención de los monumentos. Con estos estándares pueden valorar el estado del total de obras que tutelan y proyectar sus líneas de actuación, destinando los recursos disponibles en función de las necesidades reales del conjunto.
Hasta ahora hemos descrito cómo debe recogerse en un informe el estado de conservación de una obra. Veamos a continuación cómo se clasifica la propuesta de intervención de una obra en razón de su estado de conservación, cuál es el método para catalogar dicho estado y la intervención que debe plantearse, dentro de esos parámetros estandarizados.

El profesional de la restauración abordará cualquier intervención con una doble perspectiva: la preventiva y la operativa, ambas al servicio de la conservación de la obra.[42]

- **La perspectiva preventiva** ambicionará la salvaguarda de la obra y el aumento de su expectativa de vida, procurando dilatar el envejecimiento de la obra a fin de que sus valores permanezcan y puedan ser apreciados el mayor tiempo posible por la sociedad. Es una perspectiva protectora que mira al futuro.
- **La perspectiva operativa** se destinará a eliminar en el presente los agentes que deterioran la obra, con el fin de paralizar el daño y sus causas para que la obra pueda ser apreciada y presentada en el momento con todos sus valores y autenticidad. Es una perspectiva mantenedora que mira al presente.

La propuesta de intervención valorará, por tanto, las necesidades de la obra en los siguientes aspectos: seguridad, preservación, conservación preventiva, conservación curativa y restauración.

Además de acciones de preservación, conservación y restauración, en una propuesta de intervención se pueden programar solo acciones de estudio o investigación. Este tipo de propuesta se realizará en obras que se salgan de las tipologías y estándares convencionales y requieran de algún estudio excepcional previo a cualquier otra acción.

Teniendo en cuenta todo lo explicado, **el estado de conservación de una obra podrá clasificarse conforme a cuatro definiciones: bueno, regular, malo o muy malo.**

RECORDEMOS QUE:

- **La conservación preventiva** se realizará sobre aquellas obras afectadas negativamente por el entorno, existiendo peligro para su integridad material a corto o medio plazo.
  Afectará fundamentalmente a dos tipos de obras: aquellas necesitadas de estudio y control de las condiciones medioambientales y de los sistemas de seguridad, que requerirán acciones como el control micro-climático, de plagas, detección o extinción de incendios, prevención contra el robo, protección contra el vandalismo y las catástrofes naturales); y aquellas otras que demandan un estudio y control de los sistemas de exposición, y que requerirán acciones como el análisis de la idoneidad de medios de sujeción, de los anclajes, vitrinas, expositores, etc.
- **La conservación curativa,** en cambio, se aplicará para frenar o detener el proceso de deterioro que sufre la obra en el momento presente, y que amenaza su integridad material.
  En esta clase de acciones se incluyen también las actuaciones destinadas a recuperar características formales y estéticas de la obra, con objeto de facilitar a la comunidad su lectura y comprensión.

Serán las obras realizadas con materiales o técnicas poco conocidas, o que por sus características especiales necesiten el diseño y puesta a punto de metodologías específicamente diseñadas para su estudio y tratamiento; u obras cuyo estado de conservación, y/o contexto de exposición, demanden plantear y testar medidas inusuales de intervención.

42 Tomaremos como referencia orientativa las indicaciones del Plan General de Bienes Culturales de la Junta de Andalucía, formuladas por el IAPH y aprobadas por la Dirección General de Bienes Culturales. Está publicado en la web de la Junta de Andalucía, os lo podéis descargar o consultarlo en: http://www.juntadeandalucia.es/culturaydeporte/web/html/sites/consejeria/general/Galerias/Adjuntos/ii_plan_bbcc.pdf

Son problemas leves de conservación que no resultan preocupantes: depósitos superficiales, ligeros craquelados* naturales, irregularidades en las capas de protección, oxidación de dorados, etc. Es recomendable no abusar de esta clasificación de estado, pues es la más difusa y no contribuye a la definición de acciones.

* El **craquelado** o **cuarteado** es un deterioro habitual en capas polícromas, vidriados y de protección, en el que se origina una retícula de fracturas y grietas con aspecto de red, que puede deberse a defectos técnicos o al natural envejecimiento de los materiales, que pierden elasticidad y se fracturan en los movimientos de contracción y dilatación provocados por cambios climáticos.

- **Bueno:** Se considerará así cuando la obra presente un buen estado general, no muestre alteraciones significativas en su soporte o decoración y esté expuesta en un entorno adecuado para su conservación; es decir, se encuentre estable y no existan riesgos añadidos derivados de sus sistemas de exposición.
- **Regular:** Se catalogará en este estado una obra cuando muestre deterioros de poca importancia, o en un estado inicial, que no impliquen riesgos para la integridad de la obra, tanto en su soporte como en el resto de capas; en definitiva, cuando la obra presente alteraciones menores que no amenacen transformarse en deterioros mayores o pérdidas.
- **Malo:** Se especificará el estado de la obra que esté expuesta o almacenada inadecuadamente, cuando el entorno no reúna las condiciones apropiadas y el soporte o estructura se vean afectados por alteraciones que impliquen pérdidas parciales de materia original; esto es: cuando la obra presente problemas preocupantes de conservación.
- **Muy malo:** Se entenderá así el estado de una obra que esté en un entorno tan perjudicial, o manifieste unas condiciones de conservación y de alteración tan alarmantes, que impliquen peligro de pérdidas globales y desintegración; es decir, cuando presente graves alteraciones con numerosos agentes de deterioro en activo y esté sometida a condiciones medioambientales que la perjudiquen gravemente, por lo que su estado de conservación será muy preocupante, entrañando riesgo cierto de pérdida.

Labores de inspección en las cornisas de piedra del Palacio de Carlos V

La clasificación del estado de conservación, dentro de estos parámetros, será la que determine el tipo de intervención que se deba planificar sobre la obra . **Siguiendo este método procedimental de sistematización, las acciones que se propongan serán:**

- De **restauración,** cuando el estado de conservación sea **muy malo**.
- De **conservación curativa,** cuando el estado sea **malo**.
- De **conservación preventiva,** cuando el monumento presente un estado de conservación **regular**.
- De **prevención,** cuando el estado sea **bueno.**
- De **salvaguarda,** cuando presente un estado de conservación **bueno y muy bueno.**
- De **mantenimiento,** cuando la obra muestre un estado **bueno o muy bueno**.

Por otra parte, el restaurador también deberá definir y catalogar el grado de urgencia de las acciones que planifique, en función del estado de conservación y del tipo de intervención que necesite la obra. **De este modo, una intervención podrá clasificarse como: no urgente, ordinaria, urgente o muy urgente.**

- **No urgentes**: Se entenderán las acciones de **mantenimiento, salvaguarda y prevención**.
- **Ordinaria:** Se considerará la intervención de **conservación** cuando las alteraciones que presente la obra no lleguen a afectar al 50% de su totalidad, es decir, afecten a partes puntuales o estén focalizadas en una zona concreta; aunque impliquen riesgo de desaparición.

- **Urgente:** Se juzgará la intervención de **conservación** cuando presente alteraciones en más de un 50% de su superficie que afecten a partes vitales e impliquen peligro de pérdida; entendiéndose la obra en su globalidad como un compendio de valores, ya sean estéticos, históricos, simbólicos, etc.
- **Muy urgente:** Se catalogará la intervención de **restauración** cuando exista riesgo inminente de pérdida de la obra o, en el caso de obras asociadas a una edificación, cuando sobre el edificio se estén realizando obras arquitectónicas que puedan suponer riesgo para el conjunto.

Proceso de limpieza de la inscripción de mármol blanco y pizarra de la fachada de la Puerta de la Justicia en la Alhambra

Labores de restauración de los zócalos de estuco de la Sala de los Reyes en la Alhambra

Inicio de las obras de restauración de la Fuente de los Leones en la Alhambra

La aplicación de los criterios, clasificaciones y prioridades de intervención mencionados, se formalizará teniendo en consideración el estado de conservación de la obra en primer lugar. En segundo lugar se hará constar la importancia de su conservación para la comunidad, como un valor añadido a la obra, conforme a **tres índices que aumentarán su posición de prioridad y urgencia de intervención respecto a otras obras. Éstos son:**

- **El índice de valoración patrimonial:** es entendido como el valor añadido que poseen aquellas obras o monumentos relevantes que cuentan con especial consideración social y que ofrecen a la comunidad unos valores culturales incontestables, representativos de su identidad.
- **El índice de restauración integral:** es aplicable como un aumento en la prioridad de intervención de aquellas obras que están vinculadas a otros monumentos que vayan a ser o estén siendo intervenidos y en los que, para lograr la recuperación de sus valores y la correcta apreciación de los mismos, sea preciso que las obras asociadas se intervengan paralelamente, con independencia del estado de conservación y la urgencia que éstas presenten por separado.
- **El índice de valoración museográfica:** con un concepto similar al índice anterior, se priorizará la intervención de aquellas obras que pertenezcan a una colección museográfica y tengan especial importancia para la colección en su conjunto, o para la compresión del discurso museístico.

POR EJEMPLO: En una obra cualquiera, la acumulación de polvo y depósitos superficiales o el envejecimiento de la capa de protección, que dificultan apreciar los colores y dibujos originales, serían clasificados como alteraciones poco preocupantes. El estado de conservación sería **regular** y la propuesta de intervención se catalogaría de **conservación preventiva ordinaria, sin urgencia**; ya que estas alteraciones no entrañan riesgos de pérdida.
Sin embargo, si la pieza afectada es una obra con importante consideración social, por ser representativa de la comunidad, de un determinado momento histórico-artístico, por tener carácter simbólico o litúrgico, etc, la prioridad de intervención sería mayor y pasaría a ser **urgente o muy urgente** (según la importancia de la obra), porque ese leve deterioro material sí afectará gravemente a la identidad de la comunidad representada. Imaginemos, por ejemplo, un escudo emblemático o el relieve de un texto sagrado que se muestren oscurecidos y sucios.

POR EJEMPLO: En la restauración de un palacio, que presente alteraciones estructurales graves y necesite una intervención de restauración muy urgente, se dará también prioridad a la intervención de las obras vinculadas a él (armaduras, yeserías, alicatados, etc.), con independencia del estado de conservación de éstas; pues a fin de recuperar los valores del monumento y que sean apreciados por la comunidad, será necesario intervenir sus piezas asociadas para lograr que el monumento sea contemplado e interpretado en todo su concepto y autenticidad.

POR EJEMPLO: En la colección de un museo, o en el conjunto de piezas que decoran un edificio, se daría prioridad a la intervención de aquellas que tengan alguna particularidad que las haga únicas y de especial relevancia para la colección (la única pieza que muestra un motivo ornamental concreto identificativo del origen, las pocas piezas que pertenecen a la transición entre dos estilos o técnicas diferenciada, la primera obra de un autor, la pieza más antigua, etc.)

3. La elección del tratamiento y los ensayos preliminares

En anteriores capítulos nos hemos aproximado a la estructura material de la obra y sus materiales, así como a los agentes de deterioro y alteraciones que le afectan. Para elaborar la Propuesta de Intervención, será necesario conocer además las particularidades de los productos y materiales aptos para el tratamiento de conservación-restauración, sus utilidades, comportamientos, y el método para decidir cuál de ellos usar en cada caso.
Saber valorar la idoneidad de un material de restauración en su eficacia, compatibilidad, reversibilidad y estabilidad, es básico para la elección del tratamiento adecuado. La evaluación previa de este comportamiento es imprescindible para diseñar las acciones a ejecutar y seleccionar los materiales, técnicas, métodos y tiempos a emplear en nuestra intervención. Conozcamos los materiales de restauración y cómo valorarlos para el tratamiento:

Según su funcionalidad, los materiales más utilizados en conservación-restauración son[43]:

- **Disolventes:** Usados principalmente en las acciones de limpieza y eliminación de capas superpuestas, protecciones deterioradas y añadidos.
- **Adhesivos:** Útiles para la unión y la fijación de soporte, estratos y fragmentos; o como aditivos para aumentar el poder de adhesión de otros materiales.
- **Consolidantes:** Utilizados para aumentar la solidez y resistencia físico-mecánica de los materiales.
- **Aglutinantes, pigmentos y cargas:** Se usan fundamentalmente para fabricar materiales de relleno y reconstrucción, y como constituyentes de la pintura con la que se realiza la reintegración estética de la obra.
- **Barnices:** Aplicables como capas de protección y, en ocasiones, como vehículos de los pigmentos usados en la reintegración cromática.
- **Morteros y estucos:** Se utilizan sobre todo como material para fijar soportes, rellenar y recomponer formas, en particular en obras de carácter arquitectónico en el caso de morteros o y en obras polícromas con estratos de preparación en el caso de estucos.

Los procesos de tratamiento se realizan en fases ordenadas. Las principales son:

- **Limpieza y eliminación de capas y añadidos:** Esta fase comienza con una primera limpieza superficial para pasar posteriormente a la limpieza en profundidad. En ella se eliminan los residuos fijados en superficie, los materiales y elementos extraños añadidos, repintes, costras, eflorescencias, etc. En

43 Enumerar y describir las características de la gran diversidad de materiales y sustancias disponibles, susceptibles de ser usadas como material de restauración, es una ingente labor; muchas de ellas coinciden con los materiales que componen las obras. Dada la limitación de espacio y el carácter introductorio de este texto, sólo enunciaremos con concisión las categorías más comunes en función de su uso.

ocasiones incluye la remoción de la capa de protección, en deficiente estado de conservación, para su sustitución en la fase final.

El proceso de limpieza debe estar precedido por el conocimiento de los materiales que componen la obra y del material que se pretende eliminar, para estar seguros de que lo que se quiere eliminar.

- **Desinfección y desinsectación:** Se realizan para eliminar agentes de biodeterioro, paralizar su actividad y/o prevenir su ataque.
- **Consolidación y fijación:** Se ejecutan para rellenar huecos internos, aumentar la resistencia, adhesión y solidez de los materiales frágiles o poco cohesionados, y de las capas que hayan perdido adhesión entre sí o al soporte.
- **Reintegración:** Se practica para recuperar formas, dibujos y cromatismos. Supone la adición de materiales en masa sólida o semisólida para la sustitución de original perdido en soportes y preparaciones, o la adición de pintura para recuperar colores y dibujos desaparecidos que faciliten la lectura estética y la comprensión de la obra.
- **Protección:** Puede aplicarse como fase final sobre la superficie de la obra, en forma de película para el aislamiento frente a los agentes medioambientales de deterioro y para destacar los valores estéticos de la obra.

Proceso de limpieza y eliminación de barnices y capas protectoras deterioradas de la Puerta de Abencerrajes de la Alhambra

Además de estas fases habituales, pueden darse otras, como la pre-consolidación o fijación previa, el desmontaje, el arrancado del muro, el refuerzo del soporte, la sustitución de elementos metálicos, etc. que vendrán definidas por las particularidades de cada obra.

Ya sabemos cuáles son las tipologías fundamentales de materiales que se usan para la restauración, y las principales fases del tratamiento. Veamos ahora qué materiales e instrumentos se emplean en cada fase y cómo podremos evaluarlos para proyectar la intervención:

En la limpieza y eliminación de añadidos y capas superpuestas, se emplean como materiales más usuales los disolventes, sustancias quelantes[44], tensoactivos[45], sales inorgánicas, ácidos y bases, resinas intercambiadoras de iones, enzimas y como herramientas diversos utensilios mecánicos del tipo brochas, cepillos, hisopos[46], escalpelos, bisturíes, etc.

Las limpiezas superficiales de inicio suelen realizarse por medios mecánicos: brochas, cepillos y pinceles, aspiradores de polvo, pinzas, etc.; mientras que en las limpiezas profundas es habitual usar los materiales antes mencionados, como "ablandadores" de los depósitos y películas que se quieren eliminar, ya que facilitan su arrastre por medios mecánicos.

---

44 Una sustancia quelante ejerce de *secuestradora* o *antagonista* de metales pesados, formando complejos con los iones de los metales; lo que significa que tiene capacidad de unirse a ellos y facilitar su eliminación.

45 Sustancias que modifican la tensión superficial entre dos componentes de una mezcla, aumentando la superficie de contacto y consiguiendo o manteniendo la emulsión (p.ej. dos líquidos insolubles uno en otro, o depósitos sólidos y un disolvente). También llamadas surfactantes.

46 Palillos recubiertos de algodón en su punta, muy utilizados en restauración para la eliminación de residuos durante las limpiezas.

Entre los disolventes más usados se encuentra **el agua** (conocida como el disolvente universal), a la que a veces se le añaden sustancias tensoactivas, reactivos, catalizadores y quelantes, que aumentan su capacidad para solubilizar las partículas de material que se quiere eliminar.

Estas cualidades en la acción de los materiales de limpieza sobre el original, podrán ser mejor valoradas durante el testado si en la observación se utilizan métodos ópticos de aumento, como el microscopio estereoscópico o la lupa.

Eliminación de repintes aplicados sobre el mármol mediante disolventes orgánicos

Los disolventes son muy variados y tienen características propias, que podrán ser más o menos idóneas según la materia que se quiera retirar y los materiales que compongan la obra.

Para elegir los materiales de limpieza adecuados, deberemos comprobar:

a) El grado en que penetra y "ablanda" la suciedad o película a eliminar.
b) El tiempo que tarda en actuar.
c) La cantidad de materia extraña que puede ser eliminada tras su aplicación.

En la elección y prueba de métodos de limpieza se comenzará siempre por los más inocuos, de efecto más suave y superficial, para gradualmente ir incrementando su intensidad de acción según se compruebe la compatibilidad, la resistencia de los materiales de la obra, y la capacidad del método seleccionado para ablandar y eliminar sin afectar al original.

INTERESANTE

A poder ser, las catas de limpieza se realizarán en zonas que sean representativas del conjunto de materiales, pero que resulten discretas y poco relevantes para la lectura o significado de la obra. Así, si en el transcurso de las pruebas se produjeran reacciones imprevistas, no afectarán a zonas o motivos principales.
Cada cata de limpieza se realizará en un punto diferente para evitar que surjan interacciones e interferencias entre los distintos métodos y poder comprobar comparativamente los resultados.

INTERESANTE

Los disolventes orgánicos son en su mayoría tóxicos, inflamables y contaminantes; cuando los usemos, deberemos extremar las precauciones para eliminar riesgos de combustión o contaminación ambiental en su almacenamiento y desecho. Como medida de prevención personal, se usarán elementos de protección para evitar y/o reducir el contacto y la inhalación durante su uso o manipulado (tales como guantes, mascarillas, o gafas protectoras).
Tras el uso de disolventes en la limpieza, se deberá realizar un correcto aclarado de las superficies originales, con el propósito de eliminar cualquier residuo de disolvente que pueda fomentar el deterioro de la obra a corto o largo plazo.

AMPLIACIÓN DE CONTENIDOS

Los artesanos restauradores han usado tradicionalmente su propia saliva como "disolvente" para realizar limpiezas superficiales en algunas obras artísticas (policromías y dorados en particular). Este recurso, que a priori puede parecer nada científico, tiene su razón de ser y muestra cierta efectividad, debido a que la saliva está compuesta por amilasa salival, entre otras sustancias; una enzima que es capaz de romper los enlaces en los hidratos de carbono para facilitar la digestión, lo que la hace útil para disolver materiales que tengan componentes de tipo glúcido (como colas, almidones y gomas).
Además de amilasa, el sistema digestivo humano produce otras enzimas que provocan la hidrólisis de proteínas y lípidos. Dada la capacidad de las enzimas digestivas para romper enlaces e hidrolizar algunos materiales, actualmente están siendo reproducidas en laboratorios especializados en productos de restauración, que fabrican compuestos enzimáticos artificiales como productos específicos de limpieza. Estos compuestos pueden ser muy útiles en algunos tratamientos, tienen nula inflamabilidad y toxicidad, por lo que son seguros y fáciles de usar; pero solo se deberán emplear cuando su capacidad de hidrolizar glúcidos, lípidos y proteínas no pueda afectar a la materia original de la obra (en dorados, por ej.)
La acción de los materiales de limpieza es compleja, en su reacción con los materiales pueden suceder fenómenos inesperados que hagan que su elección como producto de limpieza, a priori idónea, acabe resultando inconveniente. Para minimizar este riesgo, antes de escoger el método de limpieza será necesario realizar pruebas previas "in situ" sobre la obra, para testar la acción de los productos que hayamos seleccionado previamente por sus características y aparente compatibilidad. Las pruebas de testado de productos de limpieza se llaman ***catas*** o ***test***.

Para testar estas capacidades, por ejemplo cuando usamos disolvente, se pueden seguir los siguientes pasos:

1. Depositar una gota del disolvente en superficie y comprobar si aparece cerco o aureola, el tamaño que ésta llega a alcanzar y el tiempo que tarda en expandirse. Esto nos dará muestras de su capacidad de penetración y disolución.
2. Comprobar el grado de ablandamiento de la capa superficial incidiendo sobre la zona con un instrumento mecánico punzante, como un bisturí o una aguja, para posteriormente pasar un hisopo de algodón y verificar la cantidad de materia que se remueve y queda impregnada en él.

Observando la resistencia de la suciedad a la abrasión con el instrumento punzante, si es necesario frotar el hisopo o no para remover la capa y con qué intensidad, o el color y textura de la materia que se retira; podremos valorar el grado en que el disolvente facilita la limpieza y si está afectando solo a la suciedad superficial, a capas más profundas, o si puede llegar incluso a la materia original.
Es conveniente guardar estos hisopos manchados para someterlos a posteriores análisis científicos que confirmen la naturaleza de la materia removida y eliminada.

Limpieza mecánica de policromías sobre yeserías

El disolvente más adecuado será aquel que permita una mejor y más fácil remoción de las capas superpuestas sin afectar al original. En ocasiones, un mismo disolvente, o mezcla de ellos, puede ser usado para toda la obra; otras veces será necesario el uso de varios disolventes o métodos de limpieza, según la zona a tratar o las materias a eliminar.

Otros métodos de limpieza que se usan por ejemplo en la eliminación de depósitos, costras, capas añadidas etc. son la proyección de partículas abrasivas en seco, la frotación con abrasivos blandos (gomas de borrar, fibra de vidrio, cepillos, etc.), hidrolimpiadoras, limpieza mediante ultrasonidos, e incluso el uso de nuevas tecnologías, como el láser, que están alcanzando amplia aceptación.

Desinsectación de una madera atacadas por insectos xilófagos

En cualquier caso, hemos de tener siempre en cuenta que, sea cual sea la técnica y el material utilizado, deberá testarse previamente sobre zonas reducidas de materia original, organizando siempre el procedimiento de comprobación de menos a más; es decir, incrementando gradualmente la intensidad del método que se teste, empezando por las opciones más suaves hasta encontrar aquella que sea efectiva y menores riesgos entrañe.

Eliminación de costras de carbonatos sobre mármol con láser

Inyección de morteros consolidantes de una pilastra de estuco de la Sala de los Reyes de la Alhambra

En las desinfecciones y desinfectaciones[47] se utilizan por lo común sustancias llamadas **biocidas**, compuestos químicos que paralizan el crecimiento de los microorganismos y organismos vivos. Pueden ser fungicidas, algicidas, herbicidas, bactericidas e insecticidas, según su funcionalidad. Los hay inmediatos y de efecto retardado.

Para seleccionar el biocida idóneo es necesario hacer una buena identificación de las especies vivas que están afectando a la obra o supongan riesgo para la misma. En función de esta identificación, se escogerán los productos específicos que más efectivos puedan resultar.

INTERESANTE

Al igual que se ha de hacer con los métodos de limpieza, es conveniente testar los biocidas sobre una pequeña porción de original, y observar su comportamiento y reacción antes de hacer la selección definitiva, para verificar que no alteran la obra.

En el testado se partirá de los productos que a priori presenten mejores características y supongan menor riesgo de alteración del original, tengan nula o baja toxicidad, rapidez de acción y escaso peligro de contaminación ambiental. De ser efectivos éstos más inocuos, probados en primer lugar, se prescindirá de testar otros con peores cualidades.

Las cualidades imprescindibles de un biocida para restauración son: **eficacia** en la eliminación de los agentes bióticos y **compatibilidad** con el original. Las características secundarias a valorar serán: **rapidez de acción,** baja **toxicidad** y reducida **capacidad contaminante**.

El uso de biocidas es el método más común para la desinfección y desinfectación, si bien es cierto que existen otras técnicas más sofisticadas que pueden ser utilizadas en casos concretos, como la exposición a temperaturas extremas, las cámaras de gases, las de atmósfera controlada, la plastinación*, etc. pero éstas son mucho menos habituales.

* Procedimiento en fase experimental que sustituye el contenido de agua en los materiales por resinas sintéticas. Se está investigando su uso para consolidar y proteger materiales en extremo frágiles y deteriorados (como madera sumergida en tesoros subacuáticos, por ej.). La desinsección y desinfectación por "plastinación" se puede entender también como un efecto complementario de la consolidación de cualquier material con polímeros sintéticos.

Para las consolidaciones y fijaciones, los productos más utilizados en conservación-restauración son substancias filmógenas, naturales o sintéticas y los aglomerantes. En general, para la fijación se usan adhesivos, y para la consolidar, consolidantes.

Un adhesivo debe tener como principales cualidades**: durabilidad**, **poder de adhesión** entre superficies y **capacidad de cohesionar** partículas. Se valorará también su **reversibilidad,** y otras características secundarias según las necesidades de aplicación: transparencia, tiempo de secado, toxicidad, facilidad de uso, etc. Los utilizados en conservación y restauración pueden clasificarse como:

- **No estructurales:** Se usan para la adhesión de materiales poco pesados que no están sometidos a grandes tensiones o fuerzas. Deben emplearse de tipo termoplástico[48], de mayor reversibilidad.
- **Estructurales:** Se usan en la adhesión de piezas de gran envergadura y peso, deben ser capaces de soportar cargas y fuerzas importantes. Muchos de ellos son de tipo termoestable[49], no reversibles.

Se ha de procurar evitar el empleo de adhesivos termoestables y limitarlo a los casos en que no haya otra alternativa eficaz. De aplicarlos, se hará conforme a los principios generales de actuación y los criterios específicos de intervención, sobreponiendo la conservación de la obra a cualquier otro criterio.

47 El término ***desinfección*** se refiere a la eliminación de microorganismos, mientras que ***desinfectación*** alude a organismos mayores (plantas y animales). Se puede decir ***desinsectación*** en referencia a la eliminación de insectos, aunque la desinsectación es una forma de desinfección.

48 Adhesivo que se vuelve maleable por aplicación de calor, lo que hace que sea más reversible.

49 Adhesivo que no se altera por aplicación de calor y presión, lo que aumenta su irreversibilidad.

En la selección de adhesivos para la fijación o unión de fragmentos, será imprescindible conocer su grado de solidez o resistencia respecto a los originales. Se elegirán solo aquellos adhesivos que tengan menor resistencia mecánica que los materiales de la obra, para que en caso de tensión o ruptura, se fracture el adhesivo y no el original.

INTERESANTE

Se aplicará la película de adhesivo con el grosor mínimo para que cumpla su función. Cuando el adhesivo no sea suficiente para garantizar la adhesión, se podrán usar materiales de refuerzo en la unión, procurando siempre que sean inertes y compatibles con el original (espigas fibra de vidrio, de acero inoxidable etc.).

Ensayos de envejecimiento acelerado con resinas consolidantes sobre yeso

Las substancias consolidantes se usan cuando las partículas de materia original han perdido su cohesión, la obra ha aumentado su porosidad y se ha debilitado, haciéndose frágil y/o pulverulenta.

Las cualidades que ha de tener un consolidante son: **capacidad para cohesionar** partículas, **resistencia mecánica**, **estabilidad**, **no alterar el aspecto** de la materia que impregne, **no ocluir** por completo los poros, y tener un **poder de penetración conocido**. Puede tener también cualidades adhesivas.

Además de estas características, para elegir el consolidante idóneo, habremos de testar previamente sobre la materia original su comportamiento en dos aspectos:

1. **El poder de penetración:** Según el uso que se le quiera dar al consolidante y las necesidades de la obra, se requerirá una capacidad de penetración u otra. Mediante la observación con instrumentos ópticos de aumento y el análisis en laboratorio de muestras originales tratadas, podremos evaluar si el consolidante tiene alto, bajo o medio poder de penetración.
2. **La velocidad de endurecimiento:** Los consolidantes se aplican vehiculizados en un medio que sirve para fluidificarlos y permitir su penetración. Según su velocidad de endurecimiento tendrán un uso u otro.

- **Si es muy penetrante,** tendrá capacidad para impregnar en profundidad la materia original y será adecuado para consolidaciones internas.
- **Si es poco penetrante,** impregnará solo las capas más externas. Será útil para consolidaciones superficiales, en las que no se requiera invadir el resto del material.

- **Si el endurecimiento es rápido,** la acción del consolidante se concentra en las capas más superficiales, la impregnación no llega al interior. Este tipo de consolidante servirá solo para tratamientos superficiales cuando la materia interna no esté debilitada, de no ser así provocará tensiones, originado levantamientos, descamaciones y pérdidas.
- **Si el endurecimiento es lento,** el consolidante alcanzará el interior en función de su densidad y porosidad del original. Será útil para consolidaciones internas y generales, cuando toda la materia original esté debilitada.

INTERESANTE

Los consolidantes deben ser incoloros y no alterar estéticamente el original. Debe elegirse con cuidado su viscosidad, y procurar que ésta se mantenga durante la aplicación para lograr una penetración homogénea y en el grado requerido. Los materiales que se consoliden deberán estar limpios y libres de depósitos, para que la consolidación no fije partículas ni residuos extraños al original.

Tratamientos de reintegración cromática de las pinturas sobre cuero de la Sala de los Reyes de la Alhambra

En las reintegraciones de color, los materiales que se usan son los mismos que vimos para la fabricación de pinturas, son en esencia pigmentos y aglutinantes.

En cuanto a los pigmentos, es recomendable conocer su procedencia y composición, para escoger aquellos de más calidad y compatibilidad con los pigmentos de la obra y evitar posibles reacciones químicas de mutua degradación.

En cuanto a los aglutinantes, se debe buscar estabilidad y fácil reversibilidad, lo que lleva a descartar técnicas como el óleo (que oscurece y se hace insoluble), el temple con huevo (que forma películas duras, frágiles y finalmente insolubles), y muchas de las técnicas contemporáneas (incompatibles con los materiales tradicionales). **Las pinturas más usadas y extendidas en restauración para reintegración son la acuarela.**

Otra ventaja de la acuarela, frente a la mezcla con resinas acrílicas, es que al disolverse en agua, su resultado no es sensible a los disolventes orgánicos y se mantiene estable ante posibles limpiezas o desbarnizados posteriores de la obra, mientras que una reintegración con resina acrílica sería eliminada.
El único inconveniente serio que presentan las acuarelas es que, al estar aglutinadas con goma, son sensibles al ataque de microorganismos; pero esta infección es muy poco habitual si hay un mínimo de mantenimiento. Otro inconveniente es que a veces presentan dificultad para adherirse a la superficie, rigidez, o un aspecto demasiado mate. Todos estos inconvenientes se solucionan con el uso de sencillos aditivos.

- **Las acuarelas:** Son estables y de fácil reversibilidad, al mantenerse solubles en el tiempo. Se disuelven en agua, no resultan tóxicas ni contaminantes, y son fácilmente accesibles, por lo que suponen la opción más segura y recomendable en la mayoría de los casos.
- **Las mezclas de pigmento con disoluciones acrílicas (tipo Paraloid[50]):** Presentan muy buena reversibilidad, son fáciles de manipular, y pueden fabricarse en soluciones densas muy cubrientes, o ligeras y transparentes. Secan rápido, por lo que agilizan el trabajo y resultan prácticas para cubrir grandes superficies. Permiten la obtención de efectos por superposición de capas y veladuras.

Sus inconvenientes residen en que se diluyen en disolventes orgánicos (principalmente alcoholes y acetonas), por lo que son tóxicas por inhalación y contacto, y no pueden usarse en obras con materiales sensibles a estos disolventes.

Hay otras técnicas pictóricas que pueden ser útiles en determinadas circunstancias por sus cualidades específicas, pero apenas se usan, solo se recurre a ellas en casos muy concretos en los que la obra demanda soluciones particulares.

La más común es la mezcla de pigmentos con resinas naturales y disolventes orgánicos **(pigmentos al barniz)**, que dan lugar a pastas y colores muy versátiles con aspecto brillante, pero son poco estables. **La mezcla de pigmentos con acetato de polivinilo** es otra de estas técnicas particulares; es estable y reversible, pero escasamente compatible con los materiales tradicionales, tanto en aspecto final como en comportamiento físico-mecánico.

Como norma general, en la elección de materiales para la reintegración cromática, el restaurador también habrá de seguir el criterio actual que da prioridad a las técnicas tradicionales (como la acuarela, de probada respuesta en el tiempo) frente a las innovadoras.

Criterio de reintegración de azulejos de cerámica de cuerda seca

INTERESANTE

Para aumentar la facilidad con que se podrán revertir las reintegraciones cromáticas, es recomendable realizarlas sobre una capa de protección previa, que se aplicará en la obra como película de aislamiento entre el original y la reintegración. Esta película protectora facilitará la eliminación de la reintegración sin afectar al original cuando se considere oportuno, por cambios de criterio o por futuras restauraciones; y concederá oportunidades al restaurador para la corrección.

50 Copolímero de metil-metacrilato y etil-acrilato que genera una resina acrílica muy empleada en restauración como material consolidante, adhesivo y de protección.

Para las reintegraciones volumétricas, es frecuente usar los **mismos materiales constituyentes de la obra** (madera, yeso, cerámica, estucos, etc.), procurando que éstos tengan una resistencia mecánica similar a la materia original restaurada y sean lo más estables y compatibles que sea posible (para lo que se le pueden añadir aditivos como biocidas o plastificantes). También se utilizan **materiales inertes, como las resinas epoxídicas** y las sintéticas; o **compuestos de laboratorio** específicos para restauración, como los preparados de estuco y yeso.

En restauración de piezas asociadas a la arquitectura es frecuente además emplear otros materiales específicos de la profesión, como son los **morteros de restauración,** de ellos hablaremos más adelante.

Para las protecciones, en el caso de que sean necesarias, los materiales que se empleen habrán de formar una película que se fije bien a la superficie y ser:

- **Reversibles:** Puesto que se verán muy expuestos a los agentes externos de deterioro que acelerarán su envejecimiento y, con el tiempo, harán necesaria su sustitución.
- **Estables:** Pese a su caducidad, se procurará que sean estables para que la durabilidad sea prolongada.
- **Transparentes e incoloros:** No deben modificar excesivamente el aspecto y textura superficial, aunque sí se admite que aviven la intensidad con la que se perciben los colores y el brillo, para potenciar los valores estéticos de la obra.
- **Elásticos:** Habrán de tener buenas cualidades de elasticidad para soportar los movimientos de contracción y dilatación sin fracturarse.

AMPLIACIÓN DE CONTENIDOS

¿Qué es una laguna?, ¿cómo se aplica el criterio de diferenciación a la reintegración cromática y volumétrica? Para resolver estas cuestiones, invitamos al lector a buscar el significado de los términos: *rigatino, trateggio, tinta neutra, tinta plana, puntinatto* o *puntillismo* y su aplicación en restauración. Así como a documentarse sobre las distintas propuestas teóricas para el tratamiento de lagunas (en madera, cerámica y yeserías con y sin policromar) y buscar imágenes con ejemplos de reintegración en intervenciones de restauración.

Reintegración volumétrica de los peinazos de la armadura del Mirador de Lindaraja de la Alhambra

Los barnices de resinas naturales blandas (dammar y almáciga) que se diluyen en disolventes orgánicos son los más comunes en el tratamiento de maderas con o sin policromía. Muestran buenas capacidades de transparencia y adhesividad, atraen poco polvo y potencian el cromatismo.

Pueden mezclarse con aditivos (como las ceras y parafinas) y ser aplicados con diversas técnicas para obtener diferentes resultados ópticos en brillo y textura. **Su inconveniente** es que son duros y poco estables, con el tiempo acaban oscureciendo y perdiendo resistencia, por lo que se fracturan con facilidad ante los cambios dimensionales.*

* Dando lugar a craquelados naturales, a cuarteados y fracturaciones por golpes, movimientos o manipulados de la obra.

Los barnices sintéticos pueden ser acrílicos, del tipo policiclohexanonas, a partir de resinas hidrocarbonadas o aldehídicas. Los más utilizados son acrílicos. Forman películas flexibles, transparentes e incoloras, que no amarillean u oscurecen por exposición a agentes atmosféricos ni por envejecimiento natural. Poseen buenas cualidades ópticas, aunque con el tiempo no son fáciles de eliminar. Han sido ampliamente utilizados en obras de madera y yeso con o sin policromía.

Para la elaboración de barnices acrílicos, la sustancia más usada es el **Paraloid** en su fórmula B-72.
Las policoclohexanonas fueron muy valoradas hace unos años por su nula atracción de polvo, buena adhesividad, realce del color y transparencia; pero ya apenas se utilizan debido a su baja estabilidad, que les hace evolucionar hacia un rápido oscurecimiento, fragilidad y difícil o nula reversibilidad. Las resinas **hidrocarbonadas** y **aldehídicas** parecen ser bastante estables.

El material de protección se escogerá según su compatibilidad con el original, el efecto que se quiera lograr en brillo y color, y las condiciones en que vaya a verse expuesta la obra.

INTERESANTE

Ha salido al mercado un tratamiento para maderas de exterior que, pese a no tratarse de un producto de restauración especializado, está alcanzando amplia aceptación en el tratamiento de elementos arquitectónicos sin policromar, al ser una sustancia de fácil aplicación que aúna en un solo producto varias propiedades protectoras. Se trata del lasur, un protector elaborado con resinas alquídicas en disolución, el cual incluye micropartículas de pigmentos y estabilizadores que forman una barrera protectora ante la fotodegradación.

Este producto actúa impregnando los capilares sin tapar el poro, para permitir la natural circulación del vapor de agua atmosférico y la evaporación de la humedad, e incluye sustancias biocidas.

Este producto novedoso se está usando para tratar elementos de madera no policromados en piezas funcionales y arquitectónicas, en particular las expuestas a la intemperie. Por ser un tratamiento innovador, de evolución no comprobada en el tiempo y aún pendiente de investigar en sus interacciones con otros materiales (como los pictóricos), no se aplica aún en piezas policromadas, de museo, ni obras valiosas o delicadas.

Tratamiento de protección de policromías sobre soporte de madera

Los hidrofugantes, son otros materiales de protección, que merecen mención aparte. Se utilizan para impedir la entrada de agua en elementos de piedra, morteros, etc. y se aplican a obras con gran exposición al agua (monumentos al exterior en zonas de abundante lluvia, fuentes, elementos arquitectónicos decorativos cerca de canalizaciones, etc.).

En ellos ha de buscarse, además de las cualidades descritas como deseables para cualquier protección, **buena capacidad de penetración**, pues al igual que sucede con los consolidantes, no deben provocar modificaciones diferenciales en la superficie respecto al interior que puedan derivar en levantamientos y descamaciones; y una **alta resistencia y estabilidad ante agentes meteorológicos y radiaciones**, ya que se aplican en obras que acostumbran a estar muy expuestos a factores climatológicos de deterioro.

Otros materiales multifuncionales: los morteros de restauración. Un mortero es un tipo de material relacionado con la arquitectura y la construcción, que en restauración puede utilizarse para variadas aplicaciones: puede actuar como consolidante, como adhesivo, como fijativo, o como material de relleno y reintegración. Su composición es mixta, se elabora uniendo un aglutinante (aglomerante o conglomerante[51]), un árido (o carga), y un vehículo o disolvente (normalmente agua).

▸ También se pueden añadir aditivos para modificar la mezcla en alguna de sus características físico-químicas (como su plasticidad o su poder de adherencia, por ejemplo.), o en su color (añadiendo pigmentos, por ejemplo).

Al igual que con el resto de materiales de intervención, se buscará en ellos la **compatibilidad** con el original, la **resistencia** al deterioro y **buenas propiedades ópticas**. Según la función que vaya a desempeñar, deberá tener asimismo **buenas cualidades para su manipulado**, es decir, ser práctico para la aplicación y para la consecución del resultado que se pretende, ya sea de efecto interno o externo, como consolidante o fijativo, como material de relleno, o de reintegración volumétrica y cromática.

▸ Así por ejemplo, un mortero que va a ser inyectado en los estratos inferiores de una obra, para consolidarla internamente, deberá tener una fluidez mucho mayor que un mortero que vaya a aplicarse y moldearse en masa para una reintegración de superficie.

51 En materiales de arquitectura y construcción se usan los términos **aglomerante** y **conglomerante** para referirse a los aglutinantes, diferenciando entre si su capacidad de aglutinar se consigue por procesos físicos (aglomerantes) o químicos (conglomerantes).

Para evaluar la idoneidad de un mortero de restauración, se comprueba:

- **La calidad de sus materias primas**, primordial para su buen comportamiento futuro y para que pueda preverse su evolución temporal y las reacciones en el contacto con la materia original.
- **La calidad técnica del mortero**, se comprobará mediante ensayos de laboratorio que testarán sus dos fases: el estado líquido o semisólido, previo a su aplicación, y el estado sólido una vez fraguado. Se determinará mediante análisis científico-técnicos en ambas fases cuáles son sus propiedades mineralógicas, físico-químicas y de resistencia mecánica.
- **Su resistencia a los agentes de deterioro**, se probará mediante ensayos en laboratorio de exposición a condiciones ambientales extremas, y en pruebas de envejecimiento acelerado sobre muestras fraguadas, siguiendo los protocolos o normas establecidas que en la mayoría de los casos, regulan los diferentes ensayos.

Por la misma razón por la que se ha establecido como criterio de actuación la anteposición de técnicas y materiales tradicionales a los innovadores, las últimas tendencias también priman el uso de morteros tradicionales (como el de cal) frente a los morteros específicos de restauración que habían venido fabricándose en décadas anteriores.

En este sentido, el uso de materiales tradicionales, como el mortero de cal, es el más seguro y fiable, por su conocida y probada reacción en cualquier circunstancia; claro que éste solo podrá ser utilizado en obras muy concretas (piedra, edificaciones, soportes de pintura mural).

Sin embargo, hay ocasiones en que los morteros tradicionales no son los apropiados y se debe recurrir a mezclas específicas de restauración. En la elección de estos morteros específicos, se escogerán aquellos que guarden similitud compositiva con los tradicionales a los que sustituyan; deberán ser testados en laboratorio y en obra antes de su aplicación para comprobar sus características y comportamiento en el tiempo.

Comprobadas sus características y compatibilidad con el original, se escogerá aquel mortero que mejor satisfaga las expectativas de funcionalidad y responda a todos los criterios de selección que debe cumplir un buen material de restauración; dando prioridad en caso de duda, y en igualdad de cualidades, a las opciones tradicionales.Una vez seleccionado el mortero que se considere adecuado a las necesidades de la obra conforme a sus cualidades genéricas, será conveniente hacer pequeñas pruebas de aplicación en el original para corroborar su idoneidad y observar la interacción, el endurecimiento, el punto de máximo fraguado, tiempo de secado, color resultante, textura, integración en el conjunto, y cualquier otro detalle que sea relevante para el efecto que se pretenda conseguir. Esto nos permitirá además modificar sus características con aditivos para lograr el mejor resultado.

RECAPITULEMOS

Al aplicar un material de conservación-restauración, estaremos añadiendo un producto o substancia ajena al original que modificará la manera en que reaccionará con el entorno, pudiendo llegar a perjudicarlo si la elección del material o la técnica de aplicación no han sido acertadas. De ahí, la obligación de evaluar cualquier tratamiento antes de ejecutarlo. Siempre que sea posible, los tratamientos se ensayarán sobre la materia original, en las zonas menos visibles y con la mínima extensión necesaria, procurando que sean reversibles y puedan ser eliminados sin causar daños. Los resultados de los ensayos se comprobarán mediante observación directa con la ayuda de medios ópticos de aumento, y en análisis de laboratorio. Las cualidades fundamentales a buscar en un buen producto de tratamiento son: que sea compatible con la obra y con los demás tratamientos de conservación-restauración que se prevé aplicar; que tenga buena estabilidad y resistencia a los agentes de deterioro en las condiciones atmosféricas del entorno, que aumente la durabilidad de los materiales originales, y que sea eficaz en su capacidad de solventar la patología para la que ha sido seleccionado sin que produzca otras alteraciones en las características del monumento. Estas cualidades serán utilizadas en técnicas de tratamiento que deberán ampararse en todo momento en los principios generales de intervención y en los criterios específicos de restauración: mínima intervención, reversibilidad, priorización de técnicas tradicionales, nula o mínima invasión del original, discreción y diferenciación.

INTERESANTE

En restauraciones de los últimos siglos se han empleado y reemplazado morteros tradicionales por morteros de cemento, lo que ha ocasionado graves alteraciones en el patrimonio. Los morteros de cementos son menos elásticos y porosos que los morteros tradicionales como el de cal, y se comportan de distinta manera mecánica y térmicamente, tienen un gran contenido en sales solubles y suponen en la mayoría de los casos un gran impacto visual por su diferencia de color.

Inyección de morteros de cal en las fisuras de una taca de mármol

4. El proyecto de intervención

Volviendo a los fundamentos que definen la intervención de restauración científica, sabemos que la planificación de acciones ha de articularse en dos planos: un plano cognoscitivo (la investigación) y otro de actuación (el tratamiento). En el plano cognoscitivo, la propuesta de intervaención deberá ir siempre acompañada de la realización de estudios previos y paralelos, que serán recogidos en dicha propuesta y constituirán la justificación del plan de actuación. Los estudios previos son los que se habrán recogido en el Informe Diagnóstico del Estado de Conservación, *que hemos descrito en el anterior capítulo.*
El Informe Diagnóstico *previo será parte integrante del segundo documento a elaborar: el* ***Proyecto de Intervención.*** *En él, además de los estudios y resultados de la investigación sobre la obra a intervenir, se habrán de incluir otros apartados complementarios de obligada cumplimentación en la planificación de una intervención; apartados referidos al estudio económico, la previsión de recursos humanos o infraestructuras, plazos de ejecución, medidas de seguridad y salud para los trabajadores, etc. y, por supuesto, la propuesta justificada del tratamiento a seguir.* ***Conozcamos con más detalle cuáles serán estos apartados y sus contenidos a desarrollar:***

La elaboración de protocolos uniformes parte de la conciencia común de la necesidad de normalizar la documentación que se genera durante cualquier proceso de intervención de los bienes culturales, como patrimonio global que son, para de esta forma depurar y asentar una práctica internacionalmente estandarizada y dejar registro ordenado de ella.
Igualmente es necesario precisar que, si bien el seguimiento de estos protocolos es exigido para obras de cierta relevancia patrimonial, en muchas ocasiones el restaurador se topa con la intervención de piezas cuya naturaleza y valor no requieren tanta planificación o estudio. No obstante, el esquema general de apartados y el desarrollo de contenidos establecidos en los protocolos de actuación y redacción de informes pueden resultar también útiles en estas situaciones, como guía orientativa para la programación de acciones, aunque se trate de obras menores.

Es preciso aclarar en primer lugar, que cada organismo o administración establece sus propios protocolos, haciendo pequeñas adaptaciones funcionales a la estructura de la institución, a las normativas vigentes en cada región y a la tipología de los bienes culturales que tutela; pero en lo fundamental, todos los protocolos de redacción son muy similares.

Un completo ***Proyecto de Intervención*** debería desarrollar al menos los contenidos que a continuación se enumeran:

1. **Estudios previos: análisis histórico-artístico y científico-técnico**
2. **Estado de conservación y propuesta de intervención**
3. **Estudios básicos de seguridad y salud**
4. **Plazo de ejecución y presupuesto económico**
5. **Equipo técnico**

Estos apartados se completarán conforme a la siguiente relación de **subapartados[52]:**

1. Estudios previos: análisis histórico-artístico y científico-técnico
Introducción
1.1. Planimetría y fotogrametría
1.2. Estudio histórico-artístico

52 Tomaremos nuevamente como modelo de referencia el protocolo diseñado por el IAPH de la Junta de Andalucía, referenciado en la página 90 del punto 2 del capítulo VI.

1.3. Examen no destructivo
1.4. Caracterización de materiales
1.5. Estudio medioambiental y de factores de deterioro
1.6. Equipo técnico
Anexo: Documentación gráfica

2. Estado de conservación y propuesta de intervención
Introducción
Objetivos del Proyecto
2.1. Metodología y criterios generales de estudio e intervención
2.2. Datos técnicos y estado de conservación
2.3. Propuesta de intervención y estudios complementarios
2.4. Recursos humanos y técnicos
Anexo: Documentación gráfica

3. Estudios básicos de seguridad y salud
Introducción
3.1. Estudios y Normativas de seguridad y salud
3.2. Presupuesto
3.3. Equipo técnico
Anexo: Documentación gráfica

4. Presupuesto
Introducción
4.1. Presupuesto

5. Equipo Técnico

Cada apartado se redactará con el desarrollo de **contenidos** que se expone a continuación:

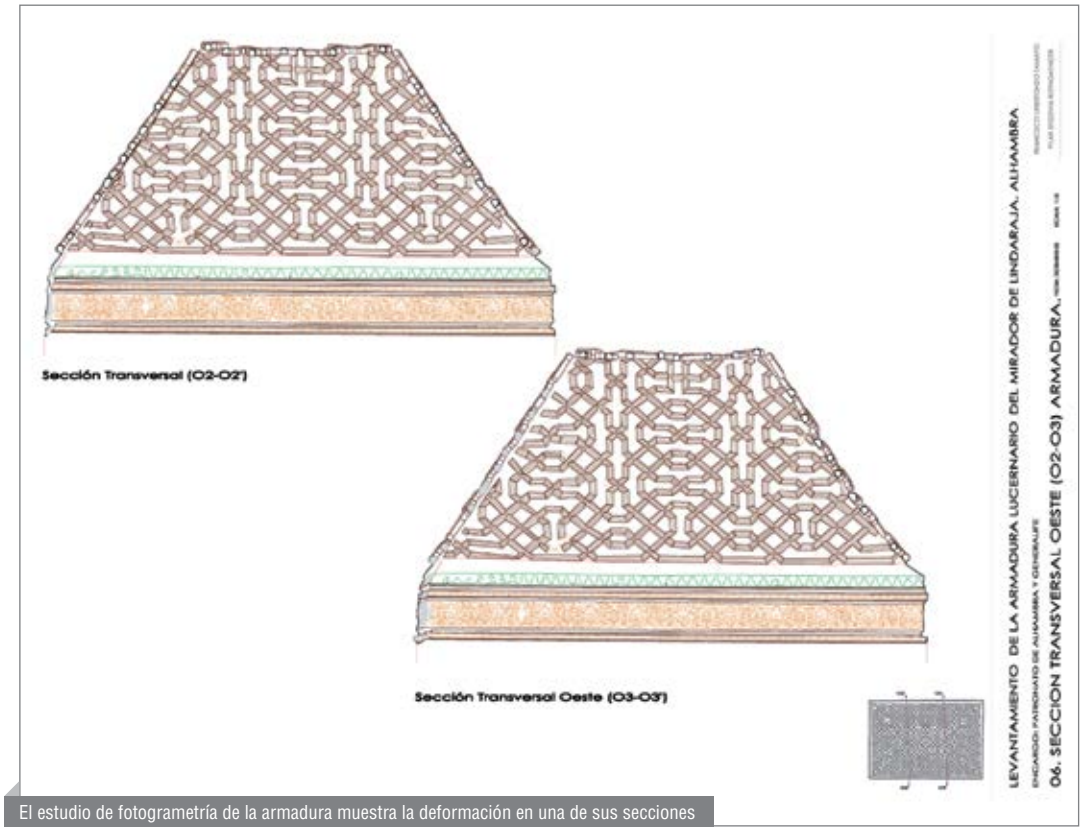
1. Estudios previos: análisis histórico-artístico y científico técnico

Introducción: Se desarrollarán los siguientes contenidos:

- Descripción breve de la obra objeto de estudio
- Finalidad del Proyecto de Intervención
- Antecedentes referidos a la intervención, a la obra y a posibles proyectos o actuaciones anteriores
- Método de estudio
- Otros comentarios y aclaraciones de interés no expuestos en los apartados previos
- Índice o síntesis de la estructura y contenidos del proyecto

1.1. Planimetría y fotogrametría: Este apartado contendrá toda aquella documentación gráfica que ilustre el conocimiento de la obra y la justificación de la intervención.

Esta misma documentación será útil para elaborar planos de toma de muestras, mapeos de alteraciones, guías zonales de tratamientos, u otras herramientas gráficas de apoyo, que servirán para aclarar los resultados del estudio y definir las fases de actuación, los procedimientos y tratamientos a seguir, tanto en la propuesta de intervención como durante el tratamiento o la redacción de la ***Memoria Final de la Intervención.***



El estudio de fotogrametría de la armadura muestra la deformación en una de sus secciones

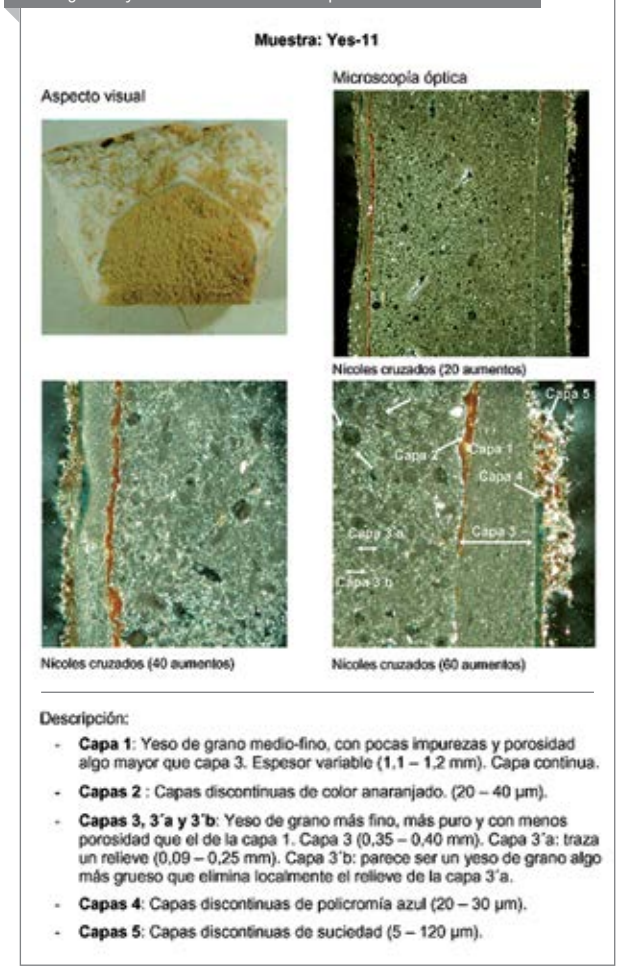
1.2. Estudio histórico-artístico: Se redactará en igual forma que el apartado "*Identificación e Historia del Bien Cultural",* incluido en el *Informe Diagnóstico del Estado de Conservación* elaborado previamente. Se podrá incluir cualquier dato nuevo relacionado, no recogido en el *Informe* precedente.

1.3. Examen no destructivo: Se recogerán todos los resultados y documentación derivada del estudio de la obra mediante técnicas no destructivas.

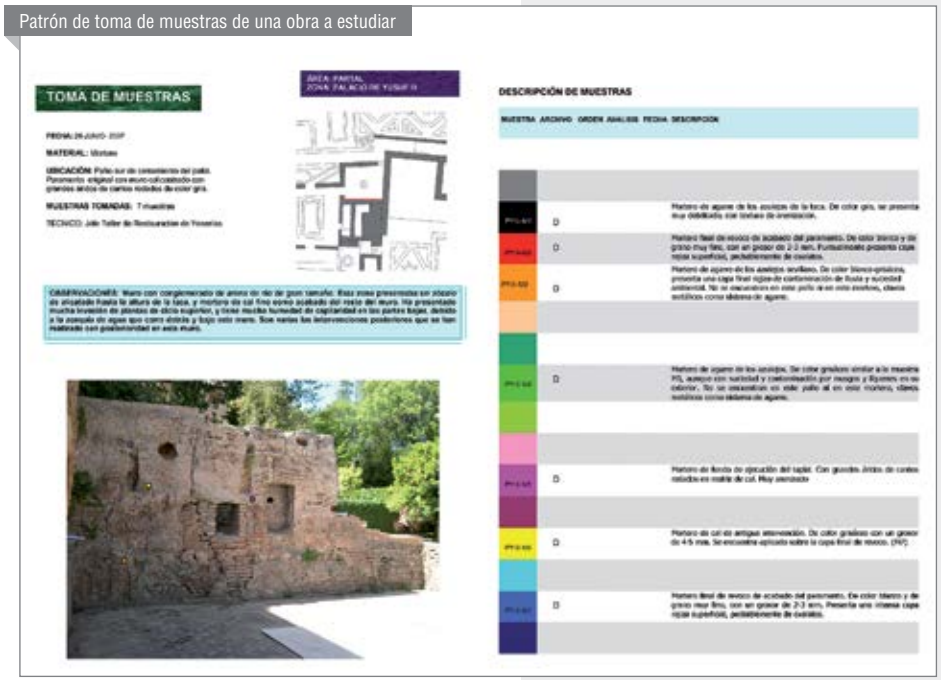
En esta categoría entrarán técnicas como la fotografía del espectro visible (general o macro, con luz rasante o filtros especiales) y la observación de la obra bajo otros espectros de radiación electromagnética: la fotografía de fluorescencia por luz ultravioleta, la reflectografía por infrarrojos, la gammagrafía, las radiografías o la termografía, por ejemplo.
También se consideran no destructivas, y por tanto integrables en este apartado cuando se crea oportuno usarlas en la investigación, técnicas innovadoras tales como la exposición y medición de ultrasonidos, la colorimetría u otras.

1.4.Caracterización de materiales: En este apartado se recogerán los resultados y documentación derivada de los análisis destinados a identificar los materiales constitutivos de la obra y sus añadidos, así como del estudio de la evolución y compatibilidad de ambos mediante las técnicas de análisis que se consideren adecuadas en cada caso (análisis químicos, microscópicos, mineralógico-petrográficos, etc.).

Resultados analíticos del estudio de una yesería mediante estudio estratigráfico y observación al microscopio electrónico



Patrón de toma de muestras de una obra a estudiar



1.5. Estudio medioambiental y de factores de deterioro: Se detallarán los datos y conclusiones acerca del estudio del medioambiente que rodea a la obra. Los factores ambientales de deterioro que se detecten, deberán identificarse y concretarse en relación con las alteraciones que muestre la obra, especificando su relación causa-efecto. Este apartado deberá justificar la propuesta de medidas de tratamiento y control climático que conciernan al entorno de la obra y se exponga en los apartados siguientes de este *Proyecto*.

El estudio tendrá que ser realizado durante un periodo prolongado de tiempo, para que incluya datos de todas las fases estacionarias del año en las que varían las condiciones climatológicas.
Las conclusiones deberán estar respaldadas por un buen estudio de patologías y por los análisis científico-técnicos que sean pertinentes. La correcta identificación de las patologías y sus relaciones causa-efecto, permitirá decidir las acciones más convenientes para la eliminación o minimización del foco de deterioro. ◄

1.6. Equipo técnico: Se nombrarán los técnicos y profesionales que hayan intervenido en la redacción del *Proyecto* y sus competencias o áreas de actuación.

Anexo. Documentación gráfica: Este apartado recogerá los documentos gráficos y fotográficos que contribuyan a la mejor comprensión del *Proyecto* y que no tengan lugar en apartados anteriores.

2. Estado de conservación y propuesta de intervención

Introducción: Se incluirá un resumen de la estructura del capítulo que se va a desarrollar, y una síntesis de lo expuesto en la introducción del capítulo I.

Objetivo del Proyecto:

- Se describirán los propósitos concretos del estudio del estado de conservación y de la propuesta de intervención.
- Se definirán los procedimientos de análisis e investigación que se han seguido, y los que se prevean continuar, para llevar a cabo con garantías el estudio y la intervención de la obra.
- Se especificarán en grandes bloques los medios técnicos que se hayan usado, o se proyecte usar, en la investigación histórico-artística inicial, en la material, la estructural, etc. También los que se emplearán posteriormente para la identificación de alteraciones y agentes de deterioro durante la investigación científico-analítica del tratamiento.

En función de lo que se describa en este apartado, se fundamentarán a posteriori las acciones de tratamiento que se propongan, y el cálculo de los recursos necesarios y costes económicos de la intervención.

2.1. Metodología y criterios generales de estudio e intervención: En este apartado se especificarán los criterios generales que regirán la intervención, y la metodología a seguir para su imbricación; como una especie de compromiso del equipo de intervención con el código deontológico de la profesión internacionalmente aceptado. Se describirá la forma en que el equipo interpreta dichos criterios, concretando cómo los pondrá en práctica en cada una de las fases de la intervención.

Se deberán incluir también los criterios propios del ámbito geográfico donde se encuentre el monumento y que sean de aplicación, esto es, las normativas o leyes para la tutela del patrimonio propios del país, la comunidad, la ciudad o el organismo responsable de la intervención; e incluso algún otro criterio complementario que el equipo quiera manifestar y comprometer a título particular y que no entre en contradicción con los principios y criterios establecidos.
El uso de técnicas no destructivas, la elección de determinados materiales de intervención o de técnicas de análisis que respeten especialmente la singularidad de la obra, la forma de devolverle su funcionalidad o variar su uso, etc. son ejemplos de decisiones que integrarán esos criterios y podrán detallarse en este apartado, relacionándolas en cada caso con los razonamientos oportunos y los compromisos adoptados.

2.2. Datos técnicos y estado de conservación: Se describirán las intervenciones y alteraciones que se detecten en la obra, añadiendo datos técnicos que completen la descripción. La descripción se estructurará en el modo que mejor se adapte a las características y composición de la obra, adoptando una de las dos formas siguientes, en coincidencia con las del tercer apartado del *Informe Diagnóstico* previo:

a) Reflejará la información ordenada según las capas o estratos que componen la obra, y se describirán las patologías correspondientes a cada capa. Esta opción es adecuada en obras con estratos diferenciados.
b) Se ordenará la información por conceptos técnicos englobando todos los estratos de la obra, y se describirán las intervenciones, alteraciones o agentes de deterioro y sus efectos sobre el total de la obra. Esta opción es conveniente en obras de estructura simple o cuyos estratos hayan evolucionado de forma similar.

2.3. Propuesta de intervención y estudios complementarios: Este apartado deberá abordarse con detalle y precisión, puesto que es el que justifica la redacción de los apartados anteriores, constituyéndose en el eje del *Proyecto*. Tendrá dos contenidos principales, expuestos con el siguiente esquema:

a) **Introducción:**

- Se definirá en líneas generales el tipo de intervención que se propone efectuar.
- Se expondrá resumidamente un índice de procedimientos de intervención, como guión de la propuesta.

POR EJEMPLO: Si es de conservación o de restauración, si la obra presenta alguna dificultad especial, si se va a utilizar algún tratamiento, técnica o material novedoso y las razones que justifican esa decisión, etc.

b) Metodología de trabajo:

- Se detallarán los criterios técnicos de la intervención según su carácter.
- Se propondrán los tratamientos en una relación pormenorizada, con descripción de cada uno de ellos.
- Se concretará si se prevé hacer análisis durante el tratamiento, indicando qué técnicas se utilizarán.

En este apartado se planteará también el **cronograma** o programación temporal prevista para cada tratamiento y fase de la intervención.

POR EJEMPLO: según sea restauradora o conservadora, parcial o integral, si se trata de una intervención en distintas fases, si es un conjunto de piezas diferenciadas o cualquier otra aclaración previa que se crea conveniente para definir las líneas de actuación.

Bien sea para visar la compatibilidad del material, el grado de afectación de los materiales añadidos al original, la evolución ante el cambio de condiciones climáticas, o cualquier otra cualidad o comportamiento.

2.4. Recursos humanos y técnicos: Se relacionarán los profesionales que compondrán el equipo multidisciplinar de trabajo en el proceso de intervención.

Se incluirán no solo los técnicos restauradores, sino también fotógrafos, analistas, historiadores, documentalistas, biólogos, auxiliares y cualquier otro profesional que haya colaborado o vaya a colaborar, desde las fases previas de estudio hasta la culminación de la Memoria Final de la Intervención.

Anexo. Documentación gráfica: Se adjuntará la documentación gráfica pertinente para ilustrar el capítulo.

3. Estudios básicos de seguridad y salud

Introducción: Se describirán las características de la obra y de la intervención que puedan suponer riesgo o tener influencia en la salud y seguridad de los trabajadores.

3.1. Estudios y Normativas de seguridad y salud: Con este fundamento, se definirán las medidas de prevención de riesgos laborales a adoptar y cómo habrán ponerse en práctica durante la ejecución del Proyecto, según las normativas de seguridad y salud vigentes que sean de aplicación (que serán adjuntadas o referidas).

En esta planificación se dará respuesta a las demandas de la obra y de la intervención, pero también a los requerimientos propios del lugar de ubicación de la obra y a posibles traslados de piezas. Por lo que se especificarán las medidas complementarias a seguir para asegurar las condiciones de trabajo en cada una de las zonas y lugares afectados por la intervención; por ej.: presencia de servicios higiénicos, de contenedores de desechos, protecciones ante inclemencias meteorológicas, botiquines de emergencia, equipos de protección individual (EPI), etc.

Se concretarán las medidas que deban adoptarse y/o modificarse en cada fase del Proyecto, así como los planes de control para la observancia y seguimiento de su eficacia.

3.2. Presupuesto: Las medidas propuestas se describirán individualmente y se acompañarán con una previsión presupuestaria de su coste económico

3.3.Equipo técnico: Relación de los técnicos que hayan elaborado el estudio de seguridad, salud y prevención de riesgos.

Anexo. Documentación gráfica: Se incorporará la documentación gráfica que se considere adecuada para ilustrar el estudio de seguridad y salud y precisar las medidas propuestas para la prevención de riesgos.

4. Presupuesto

Introducción. Se explicará con brevedad cómo se ha procedido a la previsión presupuestaria de costes, y su adecuación a las características de la obra y a la propuesta de intervención.

4.1. Presupuesto: Deberá incluir, al menos, los siguientes capítulos presupuestarios:

- Costes de infraestructuras.
- Costes de equipamientos.
- Costes de material fungible.
- Costes de material de protección (embalajes de transporte, de guarda, y seguros, de ser necesarios).
- Costes de personal (profesionales intervinientes).
- Costes de análisis científico-técnicos.
- Otros costes: Se añadirá cualquier otro coste derivado de la propuesta de intervención no incluido en los demás capítulos presupuestarios.
- **Coste total:** Se estimará el coste final obtenido de la suma de todos los capítulos.

El presupuesto deberá estar desglosado, por cada capítulo, en precios unitarios para cada una de las fases de intervención y de las acciones de investigación o tratamiento, conforme al cronograma de actuaciones propuesto.

No olvidemos nunca que la elaboración de un presupuesto acertado es clave para la obtención de buenos resultados. De una buena previsión presupuestaria depende que la obra de arte no se vea perjudicada, al igual que las empresas y profesionales participantes en la intervención. De malos y escasos presupuestos derivan muchas deficiencias en la respuesta a las necesidades de las obras, en la dedicación a su estudio e investigación, en la calidad de los tratamientos y, por ende, en los logros que se obtienen.

Montaje de andamios en el proceso de intervención del Oratorio del Partal en la Alhambra

5. Equipo técnico

En este apartado se harán constar los profesionales que han redactado el Proyecto de Intervención.

CAPÍTULO VI

La memoria final de intervención

Una vez hayamos finalizado la intervención, deberemos recoger en un informe final todas las investigaciones, conclusiones, acciones, y resultados del trabajo del equipo multidisciplinar durante la interacción con la obra. Este documento es conocido en la profesión como ***Memoria final****, y también tiene sus protocolos de redacción. Su estructura y contenido es similar a la del* ***Proyecto de intervención****, pero con la diferencia de que este informe está destinado a reflejar hechos y acciones realizadas, no propuestas de actuación.*
Conozcamos mejor cuál es el propósito de este informe, su estructura, y cómo desarrollar el contenido:

Mientras que el **Proyecto de intervención** recogerá la información a modo de planificación y declaración de intenciones, la **Memoria final** lo hará tras la intervención directa, como forma de justificar las decisiones y acciones definitivamente adoptadas. La experiencia lleva a saber que ambos documentos podrán ser claramente diferenciables, pues no son pocas las circunstancias en que los procedimientos previstos se modifican para adaptarse a la realidad de la práctica, sometida a variables no siempre predecibles.

Durante la práctica del tratamiento se pueden experimentar descubrimientos y revelaciones insospechadas, reacciones inesperadas, necesidades puntuales o dificultades añadidas, que obliguen a cambiar el curso de la intervención prevista y modificar materiales y técnicas de aplicación, o incluir tratamientos no planificados, etc.

La Memoria final servirá, por tanto, para describir toda la intervención y justificar cada variación y cada nueva decisión conforme a las previsiones argumentadas en el Proyecto. Esta descripción de las operaciones, materiales y técnicas empleadas tendrá gran utilidad para guiar intervenciones futuras sobre la obra, u otros similares.

Los contenidos de la Memoria final darán a conocer, a los próximos restauradores de la obra, la naturaleza y evolución de la obra; y contribuirán a la mejora de la práctica futura al permitir a la comunidad profesional saber los materiales y técnicas empleados y evaluar su comportamiento en el tiempo.

Por otro lado, con frecuencia, y particularmente en los monumentos de mayor relevancia o vinculados a la administración pública, son distintos los equipos profesionales que realizan los estudios previos a la intervención y los que efectúan el tratamiento, por lo que es aún mayor la probabilidad de que la visión sobre la obra se modifique y adquiera nuevos matices. La variación en perspectivas y planteamientos entre los distintos equipos de trabajo se verá reflejada en los contenidos de la Memoria final, al compararla con los anteriores informes.

La estructura de contenidos que se deberán desarrollar en la **Memoria final de la intervención**[53] es la siguiente:

1. Estudio histórico-artístico
- **1.1.** Identificación del bien cultural
- **1.2.** Historia del bien cultural
- **Anexo:** Documentación gráfica

2. Diagnosis y tratamiento
- **2.1.** Datos técnicos y estado de conservación
- **2.2.** Tratamiento
- **2.3.** Conclusión
- **Anexo:** Documentación gráfica

53 Para seguir en la misma línea de los informes anteriores, y definir cuál debe ser el desarrollo de la Memoria, volveremos a tomar como referencia los protocolos de redacción del IAPH, referenciado en la página 90 del punto 2 del capítulo VI.

3. Estudio científico-técnico

3.1. Examen no destructivo

3.2. Caracterización de materiales

3.3. Estudio medioambiental y de factores de deterioro

3.4. Otros estudios técnicos

3.5. Conclusiones

Anexo: Documentación gráfica

4. Recomendaciones

Anexo: Documentación gráfica

5. Equipo técnico

Aplicación de papetas en el proceso de limpieza mediante la aplicación de resinas de intercambio iónico

EJEMPLOS:

- La identificación y localización en la obra de las muestras que se hayan tomado para el examen material.
- Ubicación de las catas de testado de materiales y procedimientos.
- Información acerca de las técnicas analíticas utilizadas para la comprobación y caracterización de materiales y agentes de deterioro, y explicación del porqué se han seleccionado dichas técnicas.
- Objetivo y justificación de los estudios de confirmación de diagnósticos para el conocimiento y control de las alteraciones y del grado de afectación de la obra, de la actividad de agentes degradantes, análisis de compatibilidad del material de restauración, etc.

*Veamos ahora cómo desarrollar la estructura y los contenidos que habrán de ser incluidos en la **Memoria final**, y en qué conceptos se diferenciarán de los mismos apartados recogidos en el Proyecto de Intervención.*

Introducción: Se incluirá en ella un resumen de la información emanada de la intervención, indicando cómo se ha abordado ésta, qué tipo de intervención se ha realizado y los medios que se han utilizado para ello. Se adelantará un extracto de los resultados de los análisis efectuados sobre la obra y de las conclusiones finales. Se expondrán, en un índice general, los contenidos que serán desarrollados en los capítulos siguientes.

1. Estudio histórico-artístico

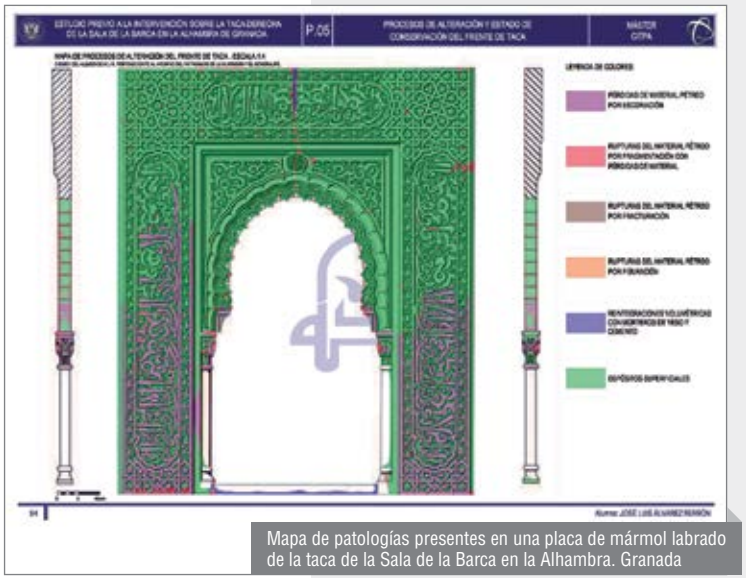
1.1. Identificación del bien cultural. Reunirá la información contenida en este mismo apartado del Proyecto de intervención, sumándole otros datos complementarios que se hayan podido conocer con posterioridad.

1.2. Historia del bien cultural. De la misma manera que en el caso anterior, se plasmará la información expuesta en el apartado de igual título del Proyecto de intervención, incorporando cualquier dato nuevo que haya podido averiguarse durante el tratamiento.

Anexo. Documentación gráfica. Se adjuntará la documentación gráfica ya incluida en el apartado correspondiente del Proyecto de intervención y se le añadirá, de considerarse oportuno, nueva documentación gráfica obtenida durante la fase de intervención y referida al estudio histórico-artístico de la obra.

2. Diagnosis y tratamiento

2.1. Datos técnicos y estado de conservación: Este apartado se redactará con el esquema o estructura que se adapte mejor a la obra intervenida, al igual que describimos en los informes anteriores. Recogerá los datos que se expusieran en el apartado de igual nombre del Proyecto de intervención, y se completará con las informaciones obtenidas de la intervención directa en la obra.



Mapa de patologías presentes en una placa de mármol labrado de la taca de la Sala de la Barca en la Alhambra. Granada

En resumen, se expondrán razonadamente todas las operaciones realizadas sobre la obra para el diagnóstico definitivo de patologías, la puesta a punto del método de tratamiento y la elección de los materiales de intervención idóneos.

2.2. Tratamiento: Este apartado tiene dos sub-apartados.

a) Metodología y criterios de intervención: Nuevamente seguiremos la estructura de contenidos del apartado con título semejante en el Proyecto de intervención, pero adaptada a los resultados de la fase operativa, es decir, a la realidad metodológica y a los criterios que en verdad hayan sido llevados a la práctica durante la intervención. También se referirá el equipo multidisciplinar que intervenga durante la fase de tratamiento.

b) Tratamiento realizado: Se puntualizarán las acciones de conservación y restauración efectuadas en la obra, describiendo las técnicas, utensilios y materiales empleados para ello. La estructura del desarrollo expositivo deberá ser clara, y adecuarse a las características de la obra intervenida y al tipo de intervención que se haya realizado.

2.3. Conclusión: Se expondrán las conclusiones extraídas del proceso completo de tratamiento.

Anexo. Documentación gráfica: Fotografías, planos, mapeos, y toda la documentación pertinente que aclare gráficamente cómo ha sido ejecutado el tratamiento.

EJEMPLOS

Como sucedía en el Proyecto de intervención, este sub-apartado se organizará según se adapte mejor a las características de la obra: bien por fases de intervención, referidas a todas las partes y estratos constituyentes de la obra en su conjunto; o bien siguiendo el orden de los estratos, describiendo para cada uno de ellos todos los pasos del tratamiento al que se han visto sometidos.

EJEMPLO 1: Éste es un posible esquema de los puntos que se podrían desarrollar conforme a la **primera estructura por fases**, aplicable a un relieve en madera sin policromar por ejemplo:

1. **Fase de limpieza:** Se describirían los tratamientos de limpieza efectuados, especificando si se han realizado de igual o distinta manera en unas zonas respecto a otras, y en este caso, describiendo cada procedimiento y su motivación.
2. **Fase de desinfección y desinfectación:** Se detallarían los productos y métodos empleados para el tratamiento y la prevención del ataque biológico en el conjunto de la pieza.
3. **Fase de consolidación:** Se especificarían todos los tratamientos, técnicas y materiales utilizados en el proceso de consolidación de la pieza; diferenciados o no, según las características de la obra.
4. **Fase de reintegración:** Se redactaría como en las fases anteriores, pero en referencia a las acciones de reintegración volumétrica y cromática.
5. **Fase de protección:** Se relacionarían los materiales, técnicas y procedimientos empleados para la protección.

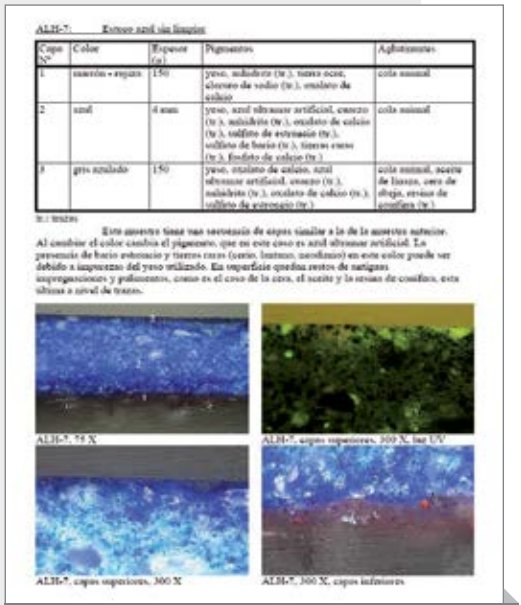
EJEMPLO 2: Éste es un ejemplo de esquema de exposición de contenidos conforme a la **segunda estructura por estratos**, aplicable en una madera policromada por ejemplo:

1. **Soporte:** Se describirían todas las fases de tratamiento que se hubieran realizado sobre el soporte de la obra (limpieza, eliminación de elementos metálicos, consolidación, refuerzos estructurales, reintegraciones de volumen y color, etc.).
2. **Capa de preparación:** Se detallarían todos los tratamientos realizados con el fin de conservar y restaurar la capa de preparación.
3. **Capa polícroma:** Se especificarían las acciones llevadas a cabo sobre este estrato, tales como la protección previa, retirada de la protección, limpieza superficial, fijación de levantamientos, consolidación, limpieza profunda, reintegración o protección. Si existen sub-capas que requieran tratamientos concretos diferenciados, se detallarán estas diferencias y su causa.
4. **Capa de protección:** Se redactaría al igual que los puntos anteriores, los tratamientos realizados en este estrato.

3. Estudio científico-técnico

Con respecto a cualquier informe previo al tratamiento, este apartado será la exposición más completa y concluyente de las características y naturaleza de la obra.

Recogerá la información reflejada en el primer capítulo del *Proyecto de intervención* dedicada al estudio científico-técnico, a la que se añadirán los datos y resultados obtenidos de los análisis realizados durante la fase de tratamiento. Se incorporará un sub-apartado de **conclusiones finales**, a las que se llegue tras la intervención global.



Imágenes de microscopio que muestra estratigráficamente la disposición de las diferentes capas que componen una muestra de policromía

Se redactará incluyendo al menos los siguientes apartados:

3.1. Examen no destructivo: Reunirá la información derivada del análisis con técnicas no destructivas, tales como la observación con lentes de aumento, radiografías, fotografías de espectro visible y no visible, termografía, tomografía axial computerizada, ultrasonidos, etc.

3.2. Caracterización de materiales: Incluirá la información relativa a los análisis efectuados para caracterizar la naturaleza material de la obra y su disposición (estudio microscópico estratigráfico, reacciones químicas en aglutinantes, cromatografía de gases, identificación microscópica de fibras, análisis mineralógicos, etc.).

3.3. Estudio medioambiental y de factores de deterioro: Se redactará de igual forma que el capítulo dedicado al mismo tema del *Proyecto de intervención*, añadiendo cualquier dato u observación nueva que sean oportunos.

3.4. Otros estudios técnicos: Análisis de estructuras, estudios vibracionales, pruebas físico-mecánicas de adhesión, de presión, etc.

3.5. Conclusiones: Se expondrán justificadamente las conclusiones del estudio científico-técnico, y la valoración de los resultados de la totalidad de acciones de análisis e investigación llevadas a cabo sobre la obra.

Anexo. Documentación gráfica: Se adjuntarán los resultados de pruebas y análisis, y cualquier otra documentación gráfica relativa al estudio científico-técnico de la obra.

4. Recomendaciones

Se trata de medidas como: rangos de humedad relativa aconsejables, máximos y mínimos de temperatura y humedad tolerables, procedimientos adecuados de limpieza, periodicidad de las acciones de control del deterioro, diseño de sistemas para la exposición, el almacenado, transporte o manipulado y cualquier otra indicación que beneficie el correcto accionamiento sobre la obra y la supervisión de su estado con posterioridad a la intervención.

Este apartado es el destinado a precisar la propuesta de medidas para el mantenimiento y la preservación de la obra que convendrá adoptar tras la intervención, y que afectarán al entorno de exposición de la obra y a la organización de su tutela. Se enumerarán así las acciones de conservación preventiva recomendadas, a corto y medio plazo, para evitar nuevos deterioros y garantizar la supervivencia y buena evolución de la obra.

POR EJEMPLO: cronograma de revisiones de condiciones bioclimáticas, diseños de sistemas expositivos ideados para la protección de la obra, planos de iluminación, etc.

Anexo. Documentación gráfica: Contendrá la documentación gráfica necesaria para clarificar la propuesta de mantenimiento.

5. Equipo Técnico

Se nombrarán los profesionales y técnicos que han integrado el equipo de trabajo en cada fase de intervención, especificando la cualificación y función de cada uno.

CAPÍTULO VII

La difusión del proyecto y la transferencia del conocimiento

1. Introducción

La tutela y gestión del patrimonio tiene como principales objetivos:

- Conservar
- Investigar
- Difundir

La labor de recuperación y conservación ha sido, y es, la principal tarea asociada a la gestión del patrimonio, tanto en el ámbito de los monumentos como en el de las Instituciones culturales, pero no hay que olvidar que la propia conservación pasa porque los ciudadanos en general tomen conciencia de la utilidad de su patrimonio.

Podemos afirmar que la *difusión* es uno de los tres pilares en los que se sustenta la gestión del patrimonio y su misión es establecer el necesario vínculo entre el patrimonio y la sociedad. La sociedad tiene la necesidad de plantearse el valor social y utilitario de los bienes culturales y naturales, ya que el patrimonio no tiene ningún sentido si no se utiliza. Mediante el uso social, el patrimonio puede entenderse como un instrumento de educación, identificación colectiva, disfrute, desarrollo social, económico y cultural, etc.

En este esquema de la dinámica de la gestión patrimonial observamos las relaciones especiales de la difusión en dicha gestión. Difusión en su doble vertiente de dar, por una parte, accesibilidad al uso y disfrute del patrimonio a la sociedad y, por otra, como una actividad de transferencia de conocimiento. El objetivo fundamental es la concienciación de la sociedad de los conceptos de *fragilidad:* el patrimonio puede perderse; de *pertenencia:* el patrimonio es de la sociedad; y de *perdurabilidad:* el patrimonio debe legarse a las generaciones futuras.

Destacar que el objetivo de la difusión es establecer el necesario vínculo entre el patrimonio y la sociedad, a través de dos estrategias fundamentales:

- **Impulsar el acceso, uso, comprensión y disfrute del patrimonio por los ciudadanos.**
- **Transferencia del conocimiento científico sobre el patrimonio.**

El patrimonio pertenece y es producto de la sociedad, tanto en su materialización original como en su contextualización actual. Pero no siempre la sociedad es consciente del valor de pertenencia que posee ni del alcance del reconocimiento de todo lo que definimos como patrimonio. Es decir, que la misión de la difusión es establecer un **re-conocimiento** del patrimonio por parte de la sociedad.

Este vínculo implica dotar a la relación patrimonio/sociedad de accesibilidad física e intelectual y de sensibilización frente a los conceptos de fragilidad, perdurabilidad y pertenencia que aquejan al patrimonio.

Técnicos del PAG durante una visita guiada a profesionales del patrimonio marroquí

Procesos

A la hora de iniciar un proceso de gestión patrimonial, hay que partir de dos máximas fundamentales:

1. *La difusión* debe de estar en todo el proceso de gestión, es decir, desde el primer momento en que se obtienen resultados en una investigación sobre un bien patrimonial, éstos deben ser ofrecidos al ciudadano mediante exposiciones, medios de comunicación, visitas, concienciación en distintos ámbitos de la ciudad (asociaciones de vecinos de distintos barrios, colegios, institutos, asociaciones de mayores, etc.). En todo el proceso de gestión deben de abrirse las puertas al ciudadano para que sea testigo y protagonista de lo que está ocurriendo con un bien que le pertenece, por ello debe de tener acceso al estudio histórico-artístico, a la excavación arqueológica o a los resultados e hipótesis que se han obtenido de ella, etc.

Podríamos denominar a este proceso "**Abierto por obras**"[54], eslogan acuñado y desarrollado durante las intervenciones en la Catedral de Santa María en Vitoria-Gasteiz, donde la visita permanente del público a las obras y la apertura total durante la intervención, han formado parte de la estrategia de difusión y de la propia restauración, consolidando un modelo en el que la comunicación se convierte en el motor del plan de intervención.

Este proceso de vinculación no debe de cesar hasta que llega el momento de ofrecer terminada la intervención, la puesta en valor, la musealización o la interpretación en donde se brinde una visión global y asequible a múltiples públicos de las conclusiones y resultados de las intervenciones.

La eficacia en el vínculo implica un trabajo en forma directa e indirecta con la sociedad:

- **Directa:** cuando se gestiona a través de las instituciones del patrimonio: museos, archivos, bibliotecas, conjuntos monumentales, centros históricos, yacimientos arqueológicos, espacios naturales protegidos, jardines botánicos y todos aquellos otros agentes culturales públicos o privados en cuyo trabajo se incluya la gestión del patrimonio cultural o natural.
- **Indirecta**: cuando la difusión se incluye en planes o programas de formación y/o divulgación profesional; en la relación con los medios de comunicación social; en programas de promoción e información cultural a nivel general y/o en estrategias turísticas.

2. La *planificación* es el primer paso antes de programar actuaciones: es necesario diseñar los programas de difusión, centro de acogida de visitantes, aulas pedagógicas, programas didácticos, etc., analizando previamente

54 http://www.catedralvitoria.com/visitas_finalidad.php [consultada el 25/04/2014].

los aspectos prioritarios del uso público: tipo y cantidad de visitantes, situación, tipología, diversidad y accesibilidad física e intelectual de los recursos culturales y naturales susceptibles de convertirse en productos culturales de consumo, y, por ende equipamientos de uso público; capacidad de acogida de los espacios y recursos patrimoniales; conocimiento del grado de desarrollo de la oferta turística que les afecta; sistemas de transporte privado y público en territorios culturalmente frágiles con poblados históricos carentes de infraestructuras, etc.

Teniendo en cuenta esto, la difusión del patrimonio cultural permite convertir al bien cultural en producto patrimonial, a través de un proyecto que integre desde el principio y paralelamente al proceso de restauración:

- **La transmisión:** entendida como un proceso de identificación y satisfacción de las necesidades del usuario a través de un conjunto de actividades destinadas a dar a conocer, valorar y facilitar el acceso a la oferta cultural.
- **La interpretación:** es decir, la traducción de los valores patrimoniales mediante mensajes apropiables y comprensibles.

De esta manera se responde a una de las prioridades que todo proyecto de conservación del patrimonio debe cumplir, es decir la transmisión a la sociedad de los conocimientos adquiridos a lo largo de la intervención.

Con esta finalidad se puede proponer la organización de actos divulgativos paralelos a la restauración que se esté llevando a cabo y atendiendo a cada colectivo de la ciudadanía con:

- Jornadas de puertas abiertas con visitas guiadas durante el desarrollo de los trabajos de restauración, dirigidos a la ciudadanía en general.
- Programa educativo, dirigido especialmente al público juvenil.
- Seminarios o cursos sobre la intervención que se está llevando a cabo, dirigidos a la comunidad científica.

Desde el inicio de los trabajos de restauración el equipo de trabajo debe procurar asistir a congresos, jornadas, etc., sobre restauración a nivel nacional e internacional (presencial o no presencial), donde se exponga el proyecto y la restauración que se están llevando a cabo, metodología, avances, conclusiones, etc.

Otra herramienta de difusión es la que nos proporcionan las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Paralelamente a todo el proceso de restauración se puede contar con un blog sobre los trabajos desarrollados, complementado con la web del sitio que está siendo restaurado, con entradas textuales ilustradas en función de las necesidades y de la evolución de los trabajos que se estén desarrollando. Se recomienda que la restauración se pueda seguir a través de las redes sociales como Facebook, Twitter y canales como Youtube, Instagram, etc. en cuyo marco se deberán promover diversas actividades de dinamización de los usuarios.

Técnico del PAG, enseñando el proceso de una restauración a maestros artesanos de la Escuela de Artes y Oficios de Tetuán. Marruecos

Además se debe prestar una atención constante a la difusión del proyecto en los medios de comunicación, mediante la organización periódica de ruedas de prensa, en el lugar intervenido, para informar sobre el desarrollo del proyecto y de aquellos aspectos específicos que se consideren de interés especial. Se pueden ofrecer visitas periódicas a las obras a periodistas, así como entrevistas con profesionales y responsables de la misma.

Los materiales de difusión serán diseñados en función de pautas de lo que entendemos por autenticidad: selección de material culturalmente representativo y producción de escenas y manifestaciones que ayuden a proveernos de verosimilitud histórica.

Al término de la intervención los materiales de difusión a producir serán más definitivos, pueden ser los siguientes:

- Publicaciones del proceso y lo resultados finales de la restauración.
- Exposición sobre la restauración.
- Jornadas al final de las obras donde se exponga la restauración, su proceso y todos los avances y logros conseguidos, así como los hallazgos y todas aquellas cuestiones de especial interés a destacar del proyecto.

Paneles didácticos de los procesos de restauración que se llevan a cabo en la Sala de los Reyes de la Alhambra

2. Interpretación

La interpretación y la musealización son las principales fórmulas para la presentación del patrimonio al público, tanto en su contexto, en un yacimiento arqueológico, conjunto monumental o centro histórico, por ejemplo, como fuera de su contexto, en un museo o un centro de visitantes.

La interpretación viene a ser la traducción de los valores patrimoniales mediante mensajes apropiables y comprensibles.

Toda intervención o práctica interpretativa debe responder a un proceso de planificación previo, es decir, a un plan de interpretación que incluyen:

1. **Planificación**
2. **Diseño**
3. **Intervención / desarrollo de los servicios interpretativos**
4. **Evaluación**

1. Planificación: En la planificación se analiza la necesidad de programas, servicios, medios y personal para transmitir mensajes a los visitantes. Define objetivos, examina distintas opciones y alternativas y considera las consecuencias económicas y ambientales de las propuestas.

Los objetivos básicos a los que debe dar respuesta contemplan la comunicación del significado del lugar, para ello se recomienda hacer un inventario de recursos patrimoniales teniendo en cuenta los siguientes criterios de selección:

- Singularidad y rareza del bien patrimonial
- Atractivo
- Definición del tema interpretativo y línea argumental
- Resistencia al impacto

También debe contemplar un análisis de los visitantes potenciales con el objetivo de dar satisfacción a sus necesidades. Así como el buen uso del presupuesto asignado.

Por lo tanto, en el proceso de planificación se debe dar respuesta a:

- ¿Por y para qué? Objetivos
- ¿Dónde y qué? Análisis de recursos
- ¿A quién? Análisis de los destinatarios
- ¿Cómo, cuándo y dónde? Medios y programas
- ¿Cómo y cuando se evaluará? Determinación de indicadores y evaluación

Paneles didácticos de los procesos de restauración que se llevan a cabo en la Sala de los Reyes de la Alhambra

Así como a todas las actuaciones relacionadas con la organización de la visita pública y los servicios que posibilitan su desarrollo. A grandes rasgos estas intervenciones pueden agruparse en los siguientes apartados:

- Estructuración de la oferta de visita.
- Gestión de la visita pública.
- Organización de los servicios relacionados con la atención al visitante.

2. Diseño: El diseño y utilización de medios interpretativos es una tarea que ha de calibrar, por una parte, los intereses de la institución (imagen, posibilidades técnicas, presupuesto) y, por otra, la conveniencia técnica de aplicar tal o cual medio a una circunstancia interpretativa para un público determinado.

Dos serian las dimensiones a tratar en el diseño de actividades concretas de actuación:

a) Dimensión simbólica: Explicación de los valores patrimoniales, es decir, diseño del proyecto expositivo y articulación de la presentación de los contenidos.

b) Dimensión física: Idoneidad de los materiales así como fácil mantenimiento de los recursos utilizados. En el proceso de fabricación e instalación de los diferentes medios es preciso considerar las posibles afecciones o impactos que se pueden causar en el medio (en el propio recurso, en la vegetación, en el suelo, impacto visual, molestias y ruidos, etc.) o en el público (falta de seguridad, ubicación inadecuada, mala accesibilidad, existencia de barreras, etc.), sin olvidar la necesidad de un mantenimiento adecuado (limpieza, desgaste, vandalismo, etc.).

3. Intervención/desarrollo de los servicios interpretativos: Dos son las opciones de los servicios interpretativos:

- Los servicios atendidos por personal (paseos, recorridos, charlas, servicios casuales etc.) son experiencias de comunicación que contemplan una interacción entre el público y una persona que es guía o intérprete.
- Los servicios no atendidos (señales, publicaciones, senderos autoguiados, exposiciones, etc.) no utilizan personal directamente, sino objetos, artilugios o aparatos. Por sí solos, y por muy atractivos que sean, los medios interpretativos no garantizan una interpretación de calidad. Ésta se logra solo cuando el medio es considerado como el más idóneo, cuando en su diseño y ejecución se tienen en cuenta los principios esenciales de la interpretación, y cuando en ellos hay un mensaje claro, breve y atractivo que provoca un impacto en el visitante[55] (Morales, 2001).

55 MORALES MIRANDA, Jorge F. *Guía Práctica para la Interpretación del Patrimonio - El Arte de Acercar el Legado Natural y Cultural al Público Visitante.* Sevilla: Consejería de Cultura (Junta de Andalucía) y TRAGSA, 2001.

Siempre que sea posible se recomienda optar por la primera opción pues la experiencia patrimonial suele ser más positiva.

4. Evaluación: La evaluación es un instrumento y una herramienta transversal y global en la planificación, desarrollo y ejecución de las actuaciones interpretativas, que tiene, en su aplicación final (mediante la definición de indicadores aplicables a cada caso y a cada fase), la utilidad de retroalimentar el desarrollo de la actuación interpretativa y optimizar la consecución de los objetivos generales y específicos buscados.

En evaluación es crucial la formulación de objetivos, que han debido fijarse de antemano. Estos objetivos deben ser específicos, mensurables, realistas y flexibles (Atkinson, 1994) y dirigirse tanto a la gestión, como al recurso y al efecto producido en los destinatarios. "Si empleamos objetivos mensurables y hacemos un seguimiento de los servicios, tenemos una oportunidad de mejorar las ideas que funcionan y abandonar las que no"[56] (Merriman y Brochu, 2003).

Instalación de paneles táctiles con información de la fragilidad de los materiales, donde se invita al visitante a tocar réplicas de obras originales

56 MERRIMAN, Tim y BROCHU, Lisa. *Interpretación personal.* Singapur: The National Association for Interpretation, InterpPress, 2003.

3. La musealización. Estudio de caso

La musealización en cuanto a acción de difusión, comprende tantos las iniciativas de carácter temporal asociadas a las exposiciones así como las de carácter estable relacionadas con la exhibición permanente del monumento o de los bienes patrimoniales objeto de la intervención, y su correcta interpretación en base a las claves obtenidas durante la intervención, siempre y cuando las condiciones de la visita sean compatibles con la correcto conservación de los bienes restaurados.

Las exposiciones temporales, en sus diferentes modalidades, deben configurarse como elemento fundamental de la transferencia de conocimiento, ya que los hábitos de consumo cultural actuales indican que el seguimiento y aceptación de esta fórmula expositiva es mucho mayor que el de otros recursos de comunicación o transferencia.

Para el éxito de estas iniciativas es necesario fijar con claridad la planificación, las etapas y los agentes que han de intervenir en todo el proceso de puesta en marcha.

Etapas y planificación

La **planificación previa** se estructura sobre los pilares que definen la naturaleza del proyecto a ejecutar:

OBJETIVOS: articulación de los objetivos institucionales y técnicos a lograr.

CONTENIDOS: volumen y tipo de contenidos con los que se ha de trabajar (temática, tipo de discurso, recursos museográficos y piezas a exponer).

CONDICIONANTES: análisis de los condicionantes de partida de cada proyecto, especialmente del presupuesto, los espacios a usar, tiempo disponible para su desarrollo y posibles itinerancias o colaboradores.

MODELO DE GESTIÓN: establecimiento de acuerdo con el cliente del modelo de gestión oficial más adecuado: gestión autónoma, colaboración, coproducción, encomienda de gestión, etc.

EQUIPO DE PROYECTO: definición del equipo de acuerdo con la dirección del proyecto (principalmente coordinador/a, comisario/a y asesores, conservadores o responsables técnicos de las colecciones y el registro, educador y diseñador/a).

INTERLOCUCIÓN: definición de acuerdo con la dirección del proyecto del modo de interlocución entre los miembros del equipo y la dirección del proyecto.

Estructura para proteger de las inclemencias del tiempo a los restauradores, a la vez que se hace visible al público el proceso de restauración de la Fuente de los Leones en la Alhambra

Una vez clarificados estos aspectos se ha de tener en cuenta que la exposición no es un fin en sí mismo, sino una herramienta de transferencia del conocimiento y difusión de la intervención, de los resultados o avances obtenidos o de la metodología puesta en marcha durante la intervención.

Si tomamos como referencia una de las intervenciones señeras llevadas a cabo en los últimos años en el marco del Conjunto Monumental de la Alhambra y Generalife, como ha sido la de la fuente y patio de los Leones, podemos establecer una pautas de difusión adecuadas para la intervención en espacios monumentales altamente sensibles.

Una vez iniciados los trabajos de restauración de los Leones, que se trasladaron al taller de restauración, surgió el problema de intervención de la taza de la fuente, lo que provocó que por las dificultades de traslado de la misma, que la intervención restauradora se desarrollara in situ y se articulara la fórmula a través de la cual el visitante pudiera seguir el proceso, con la construcción de una arquitectura efímera[57] que además mejoraba las condiciones ambientales para la realización de los trabajos por parte de los restauradores.

En esta misma intervención y durante los trabajos de arqueología, previos a la adecuación y renovación del sistema hidráulico que alimenta la fuente o las fuentes del patio, se generaron diferentes puntos de información de carácter interpretativo paliando las dificultades que para la percepción del patio suponía para los visitantes la presencia de las zanjas y de la logística de la intervención. Así a través de paneles situados en la antesala del patio se explicaba de forma gráfica en qué consistían los trabajos a realizar en relación al circuito hidráulico. Paralelamente en un multimedia situado en las inmediaciones del patio se daban a conocer los principales avances en la investigación arqueológica que ha deparado grandes avances en el conocimiento del propio patio y de las construcciones preexistentes.

Las exposiciones se configuraron como medio de comunicación, las distintas muestras organizadas para mostrar los resultados de los trabajos de restauración desarrollados en el Patio de los Leones, "El león restaurado" (2005-2008), "Leones, la restauración de un símbolo" (2010-2011) y "Fuente de los Leones. Metodología de una restauración" (2012-2013), constituyen el espejo de una nueva formulación en materia de intervención que integra la difusión como parte activa en el proceso. Esta proyección responde a un enfoque innovador y especializado

57 FERRARIO, Stefano y GARCÍA GARZÓN, Isabel. *"Arquitectura efímera en el Patio de los Leones: Le Restauración del Monumento como experiencia colectiva"*. En: *Actas del VI Congreso Internacional de musealización de yacimientos arqueológicos y patrimonio. Arqueología, Patrimonio y Paisajes Históricos para el Siglo XXI*. Toledo: Consorcio de la Ciudad de Toledo, 2013, pp. 415-420.

que pasa por reconocer la tradición en la que el monumento es referente, potenciar una evolución decidida hacia modelos integrados y soportados por una infraestructura científica suficiente y unos equipos de especialistas altamente cualificados e implicar al público visitante en la preservación de una herencia declarada Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO desde 1984"[58].

Así concluida la intervención sobre las doce esculturas de los leones, se decidió su exhibición en tanto en cuanto se culminaba el proceso de acondicionamiento del circuito hidráulico y pavimentación del patio. Muy significativo en este sentido resultó el éxito de público que generó esta exposición titulada "Leones, la restauración de un símbolo", en la que junto a la exhibición de los doce leones y se proyectaron diferentes audiovisuales de la investigación histórica y filológica, y del proceso desvelando las claves de una intervención en un espacio monumental altamente sensible y reconocible en todo el mundo.

Posteriormente y una vez concluida la intervención y reabierto el Patio de los Leones, repuesto en su autenticidad histórica, se llevó a cabo la exposición temporal denominada "Fuente de los Leones. Metodología de una intervención", en la que se dieron a conocer todos los trabajos realizados, así como las principales conclusiones de las investigaciones histórica y arqueológica y sobre todo se ponía de manifiesto la propia metodología empleada en la intervención destacando la aceptación del público de este modelo expositivo.

A estas exposiciones se unió como estrategia de difusión un curso dirigido a expertos, profesionales y estudiantes universitarios titulado "La restauración de la Fuente de los Leones de la Alhambra: Criterios, procesos y metodologías". El objetivo de este curso fue profundizar en el conocimiento del Patio de los Leones y su fuente, aproximando a los asistentes al curso desde distintos enfoques y metodologías al proceso de intervención en este emblemático símbolo del arte hispanomusulmán.

También se llevó a cabo una publicación monográfica sobre el tema titulada: "Restauración de la Fuente de los Leones". Granada: Patronato de la Alhambra y Generalife, 2013.

Y una importante acción de difusión a través de los medios de prensa, la web y las redes sociales.

58 VILLAFRANCA JIMÉNEZ, María del Mar (dir.). *Restauración de la Fuente de los Leones.* Granada: Patronato de la Alhambra y Generalife, 2013, p.63.

4. La difusión a través de medios sociales

Actualmente Internet es uno de los principales medios de información y comunicación y una de las vías más eficaces para que los diferentes agentes que forman parte del patrimonio cultural puedan establecer un contacto más directo con su público, sobre todo desde el auge y crecimiento de los medios sociales.

Las redes sociales dan la oportunidad de acercar el patrimonio al ciudadano de una manera diferente. Permiten llegar a más cantidad de público, de forma más económica que con las campañas de difusión tradicionales, y suponen la posibilidad de que diversos sectores conozcan un determinado elemento patrimonial, centro, conjunto históricos, yacimiento o museo. Los nuevos modelos de comunicación se valen de las posibilidades de la tecnología y de los entornos en red, pero no se centran únicamente en hacer uso de estos medios, sino también en los cambios conceptuales y organizativos que implica su utilización. La nueva cultura generada desde el nacimiento de la web 2.0 basa sus principios en la interactividad, comunidad, participación, instantaneidad, colaboración, apertura y virtualización, elementos que se han de implementar en cualquier estrategia de difusión cultural en red.

Crear un blog, lanzar una página de Facebook o abrir una cuenta en Twitter es una tarea bastante sencilla, pero hay que hacerlo partiendo de un concepto base de interacción y comunicación activo y siempre que se tenga prevista la capacidad para asumir su correcta gestión. Aunque las redes son medios informales, representan igualmente la imagen del ente patrimonial.

Un modelo de buenas prácticas en medios sociales entiende la comunicación de una manera abierta y bidireccional. A diferencia de los modelos de difusión lineales, el trabajo en medios sociales ha de establecer un diálogo de igual a igual con el usuario, entendiendo que no solo se tiene que trabajar para el público, sino también con el público. Para ello es necesaria la generación y distribución de contenido e información, así como la puesta a disposición de los usuarios de variados canales que permitan la interacción directa y eficaz.

Página web del Patronato de la Alhambra y Generalife

Hay que tener en cuenta que los internautas son cada vez más *consumidores*. Siguen consumiendo información de forma pasiva pero también preguntan, interactúan, comparten y recomiendan, por lo que resulta interesante promover la participación y la colaboración del público en la construcción del conocimiento. Esta generación de comunidad implica que el gestor de redes sociales sea también parte activa de las mismas y no se limite a la mera comunicación de un mensaje, sino que escuche y estudie el *feedback* del usuario, conteste a sus requerimientos y participe directamente en la conversación.

Por tanto, el elemento clave en la difusión 2.0 parte de la creación de un plan de comunicación en medios sociales que recoja un estudio previo del entorno web y en el que se reflexione acerca de los distintos elementos que formarán parte del proceso de divulgación social, los recursos que se van a precisar y

las vías para llevar a cabo los objetivos propuestos. En concreto es recomendable una reflexión previa en la que se recoja: la misión y visión; las líneas de acción organizativas, operativas y programáticas; la persona/personas implicado en el proceso de divulgación y su labor concreta; las estrategias que se van a desarrollar y las metas que hay que alcanzar.

Como estrategia general se recomienda:

1. Entender la presencia en redes sociales como una forma de servicio al usuario y de ofrecerle un valor añadido. Las estrategias meramente publicitarias o de comercialización directa no suelen aportar grandes resultados ni son bien aceptadas en estos medios.
2. Buscar en todo momento la calidad de la información.
3. Desarrollar contenidos propios específicos para estos medios en diferentes formatos.
4. Difundir contenidos de terceros relacionados con los objetivos y fines del producto o servicio patrimonial, previamente seleccionados y una vez verificada su fiabilidad y su fuente. Son adecuados los contenidos provenientes de: • Revistas y medios académicos • Museos • Webs de instituciones públicas • Prensa y medios digitales • Blogs culturales y científicos
5. Establecer un modelo de comunicación abierto.
6. Primar la corresponsabilidad.
7. Potenciar el trabajo colaborativo.
8. Actuar con transparencia.
9. Facilitar y formentar la participación e implicación del usuario, actual, potencial y virtual.
10. Proporcionar respuestas a las dudas y temas de interés de los usuarios.
11. Participar en iniciativas ciudadanas y de otras instituciones.
12. Distribuir el contenido, en la medida de las posibilidades, de forma abierta.

La metodología de desarrollo debe establecer un sistema de trabajo consensuado y planificado, así como la creación de procesos estratégicos que tengan en cuenta los distintos ecosistemas sociales e identifique a los agentes (instituciones y usuarios) que interactúan en ellos. Es igualmente importante el diseño previo de un flujo de trabajo en el que se prevea el tiempo que se puede dedicar a este ámbito si se lleva de manera individual, o que estructure equipos, si se organiza de manera conjunta o dentro de empresas o instituciones, en los que se establezcan recursos, grupos, tiempos, tareas y responsabilidades.

De la misma manera es necesario la medición y cuantificación de resultados, con la monitorización constante del trabajo realizado y los medios adecuados de evaluación de todo el proceso. Para ello resulta imprecindible desarrollar previamente unos indicadores claves de rendimiento o KPI's, que recojan el punto de partida y ayuden a identificar los logros concretos, propósitos marcados en los objetivos y estimación de metas conseguidas. Estos indicadores pueden hacer referencia el número de referencias existentes en la web sobre el ente, marca o agente patrimonial; el número de seguidores en redes; la cuantificación de la interacción ("me gustas", comentarios,

retuits, etc.); así como elementos cualitativos como las opiniones recogidas y el grado de satisfacción de las mismas. Los Kpi's permiten no solo cuantificar los índices de participación y difusión, sino también evaluar las incidencias y establecer medidas correctoras para mejorar los resultados.

Un plan de difusión en red resultará sin duda más efectivo si se implica a diferentes agentes en la creación de contenidos y se establecen canales óptimos para la comunicación con otros artesanos, instituciones o centros que puedan enriquecer la información.

Los contenidos compartidos en las distintas redes, y previamente organizados a través del plan, pueden versar sobre los siguientes aspectos:

- Información básica relacionada con el bien patrimonial, trabajo realizado, centro o institución: contacto, localización, servicios, novedades, etc.
- Información sobre las actividades, actos y eventos relacionados a los que el usuario pueda asistir.
- Información destacada de organismos o entes culturales afines.
- Información sobre actos y actividades en las que se participe: talleres, conferencias, charlas, publicaciones de libros, etc.
- Información cultural relacionada: nuevos estudios, novedades bibliográficas, reseñas, efemérides, etc.
- Información de interés local: noticias culturales de importancia relacionadas con el entorno cercano.
- Artículos divulgativos.
- Artículos científicos.
- Estudios históricos.
- Recursos didácticos.
- Otra información de interés para la comunidad.

Es recomendable igualmente idear campañas concretas y globales de difusión en relación a algún tema, acto, exposición, etc. que abarquen las distintas redes en uso para generar así un mayor impacto.

El desarrollo de este trabajo en medios ha de atender siempre a los derechos de autor y la protección de datos. Se evitará el uso de recursos de terceros protegidos por *copyright* (imágenes, fotografías, música, etc.) y, si han de utilizarse, se citará la fuente original y se limitará el uso a los casos legalmente recogidos en la Ley de Propiedad Intelectual. Es recomendable utilizar contenidos libres y generar los propios contenidos, siempre que sea posible, bajo licencias abiertas, tipo Creative Commons. En ningún momento se han de hacer públicos en los medios sociales datos de carácter personal de terceros o menciones relativas a los usuarios de nuestras redes, debiendo seguirse la reglamentación propia de cada red al respecto.

Otras buenas prácticas recomendadas son:

- Creación de perfiles públicos acorde al concepto del elemento patrimonial, siendo recomendable la unidad corporativa de todos los canales en las que se está presente.

- Si es un perfil oficial, citarlo de manera clara.
- Conectar los diferentes espacios ubicuos en los que se esté presente. Es preciso que las redes sociales indiquen la página web y que desde ella se enlace, de manera clara y fácilmente localizable, con los perfiles sociales, para lo que es recomendable que sean visibles directamente desde la página de inicio.
- Tener en cuenta la multipantalla y facilitar que los contenidos estén adaptados a los distintos tipos de dispositivos (ordenadores, teléfonos móviles, tabletas, televisiones inteligentes, etc.).
- Adecuar la variedad y el número de redes a la capacidad real del centro para alimentarlas adecuadamente.
- Participación y periodicidad regular en las publicaciones.
- Establecer un sistema de escucha activa.
- Segmentar los contenidos por tipo de público.
- Generar conversación y participación.
- Dar valor al hecho de ser fans, seguidores o amigos de la institución en medios sociales (actividades especiales, promociones, concursos, etc.).
- Entender y aprovechar las herramientas específicas que cada red.
- Estructurar y espaciar adecuadamente la información.
- Recabar datos estadísticos de nuestra labor en medios sociales.
- Evaluar resultados.

Por el contrario, se ha de evitar:

- Crear perfiles en redes sociales sin tener una estrategia previa definida.
- Crear perfiles que no se ajusten a las especificaciones que cada red establece para las instituciones o marcas.
- Repetir una misma información en todas las redes sociales; cada espacio debe tener su propio programa de contenido y personalidad.
- Entender las redes como meros tablones de anuncios o como un sitio en el que únicamente vender un producto.
- No conversar con los usuarios ni responder a sus demandas.
- Irregularidad en la actualización, bajo nivel de actualización o perfiles desactualizados, o, por el contrario, exceso de actualizaciones.
- Concentrar todas la información de en día en una pequeña franja horaria en lugar de repartirla a lo largo de la jornada.
- Generar *spam.*

En definitiva, las buenas prácticas en los modelos de difusión en Internet implican conocer el medio de manera óptima, programar las acciones y trabajar bajo una planificación. Además hay que entender que las redes sociales son un espacio de la ciudadanía en el que los agentes patrimoniales se relacionan de igual a igual con sus usuarios. Las estrategias que se lleven a cabo en este entorno han de ser integradas e integradoras, capaces de generar comunidad y fidelizar público, y acordes con la imagen y proyectos del ente cultural.

Bibliografía

"El papel del conservador-restaurador en el museo", documento elaborado por el grupo de trabajo de la Subdirección General de Museos Estatales. *Museos.es*: Revista de la Subdirección General de Museos Estatales nº1, ISSN 1698-1065, 2005, pp. 60-65.

"La conservación-restauración. Formación y ejercicio profesional". IAPH. *PH nº54*: Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, Junta de Andalucía, 2005, p. 84.

"Metodología para la intervención en el patrimonio histórico. Normalización de la documentación". Centro de Intervención en el Patrimonio Histórico. *PH nº47*, Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, Junta de Andalucía, febrero 2004.

"Patrimonio y desarrollo: más allá del beneficio económico". Editorial, *PH nº42*, Boletín del Instituto del Patrimonio Histórico, Junta de Andalucía, febrero 2003.

Acaz Mendive, R.; Gea García, A.; Segoviano Lorenzo. "Restauración de un conjunto de cerámicas islámicas esgrafiadas de Larca". *Alberca: Revista de la Asociación de Amigos del Museo Arqueológico de Lorca*, ISSN 1697-2708, Nº6, 2008, pp. 95-105.

Actualización de los criterios para la selección de bienes culturales objeto de investigación, conservación y restauración en el IAPH. PH Boletín del Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico nº23, Junta de Andalucía, 1998.

Alegre Arbués, J. F. "Restauración de la torre de la iglesia de Belmonte de Gracián: criterios y propuesta metodológica para la restauración de la cerámica vidriada". *XI Simposio Internacional de Mudejarismo: Teruel, 2008. Libro de actas,* 2009, ISBN 978-84-96053-41-0, pp. 185-196.

Almagro, A. "Los estudios previos en la rehabilitación y restauración de arquitectura: Planimetría y fotogrametría". *I Encuentros Nacionales Eduardo Torroja "Investigación Científica y Patrimonio Arquitectónico",* León 1993.

Almagro, A. "*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, 2002. pp. 175-192.

Almagro, A. "El Yeso, Material Mudéjar*". Actas del III Symposium Internacional de Mudejarismo.* Teruel 1986. pp. 453-457.

Almagro, A. "Los aglomerantes tradicionales en restauración". *Técnicas tradicionales de construcción y patrimonio. Actas de las primeras jornadas en Zaragoza 1991*, Zaragoza 1992, pp. 11-30.

Arriaga Martitegui, Francisco. "Restauración de estructuras de madera en edificios antiguos". *Restauración arquitectónica , vol. 1.* Coord. Ignacio Represa , 1998, ISBN 84-7762-261-2, pp. 237-270.

Baglioni, Rainiero. "La iluminación de un bien cultural: Problemas conservativos y nuevos avances". *PH boletín nº23.* Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, Junta de Andalucía, 1998 pp. 51-62.

Baldini, Umberto. *Teoría de la restauración y unidad de metodología, vol 1 y 2.* Traductora: Marta Mozzillo. Ed. Nerea. Florencia, 1997, 1998. ISBN: 978-84-89569-09-6.

Basile, Giuseppe**. "**Restauración e interdisciplinariedad". Servicio para la Intervención de los Bienes Histórico-Artísticos. Istituto Centrale per il Restauro. *PH nº50*, Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, Junta de Andalucía, octubre 2004, pp.40-43.

Basterra, L. A.; Acuña Rello, L. [et al.] "Diagnóstico y análisis de estructuras de madera mediante técnicas no destructivas: aplicación a la Plaza Mayor de Chinchón (Madrid*)". Informes de la construcción*, Vol. 61, Nº. 516, 2009, págs. 21-36.

Bentley, J. Turner. G. P. A. *Química y tecnología de pinturas y revestimientos*. Ed. A. Madrid Vicente, Madrid, 1999. ISBN 84-89922-11-X.

Bernabei, Mauro, Macchioni, Nichola. "La datación dendrocronológica en el estudio de los edificios históricos". *Revista Loggia: Arquitectura y restauración*, Nº. 24-25, 2012, pp. 104-111.

Blasco Castiñeyra, L.; de la Viña Ferrer, S.; San Andrés Moya, M. "Fundamentos y antecedentes de la utilización de enzimas en tratamientos de limpieza". *PH nº53*, Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, Junta de Andalucía, abril 2005, p. 24-34.

Brandi, Cesari. *Teoría de la restauración.* Ed. Alianza, 2002.

Calvo, Ana. *Conservación y restauración:* M*ateriales, técnicas y procedimientos, de la A a la Z.* Ediciones del Serbal, 1997.

Campos Suñol, M. J.; de la Torre López, M. J.; Rubio Domene, R.; [et al.] "Yeserías de Mocárabes de la Alhambra. Estudio no Invasivo in Situ y de Laboratorio". Macla, revista de la sociedad española de mineralogía nº17. Junio 2013.

Caneva, G.; Nugari, M. P.; Salvadori, O. *La biología en la restauración.* Traductora: Rosalía Gómez. Ed. Nerea, Guipúzcoa 2000. ISBN: 978-84-89569-48-5.

Capitán Vallvey, L. F.; Manzano Moreno, E.; Medina Flórez, V. J.; "Anexo: Estudio químico de las pinturas". *La casa nazarí de Zafra.* Ed. Servicio de publicaciones de la Universidad de Granada, Granada 1997, pp. 125-140.

Capitán Vallvey, L. F.; Manzano Moreno, E.; Medina Flórez, V. J. "Alteraciones en los materiales constitutivos de una pintura mural debidos a su propia naturaleza (1ª parte)", *Revista Pátina nº6*, Madrid, 1993, pp. 208-215.

Carta de 1987 de la conservación y restauración de los objetos de arte y cultura. Italia, 1987.

Carta de Cracovia 2000: Principios para la Conservación y Restauración del Patrimonio Construido. Declaración de la Conferencia Internacional sobre Conservación "Cracovia 2000".

Carta de Washington 1987: Carta internacional para la conservación de ciudades históricas y áreas urbanas históricas. Adoptada en la Asamblea General del ICOMOS en Washington D.C., octubre de 1987.

Castro Concha, Alejandra. "Solventes y diluyentes para la remoción de barnices: revisión de la teoría básica para la conceptualización del trabajo práctico", *Revista Conserva 8*, 2004, pp. 122-144.

Coll Conesa, Jaume. “Museo Nacional de Cerámica: criterios de restauración”. *Revista Restauración & rehabilitación nº89*, ISSN 1134-4571, 2004, pp. 50-55.

Coll Conesa, Jaume. “Recientes intervenciones de restauración sobre recubrimientos cerámicos exteriores de arquitectura en España”. *XI Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*, actas, Castellón, octubre de 1996, ISBN 84-86895-79-0.

Collado Espejo, P. E.; Domínguez Alcoba, J. A.; Enríquez Arriano. J. “Metodología para el desmontaje, clasificación, limpieza, protección y almacenamiento de elementos patrimoniales para su posterior recolocación”. *Patorreb 2012: 4º Congreso de patología y rehabilitación de edificios*. Santiago de Compostela, 2012, ISBN 978-84-96712-49-2.

Cristinelli, Giuseppe. “Fundamentos, fines y ámbitos de la intervención para la conservación en la Carta de Cracovia”. *PH nº50:* Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, ISSN 1136-1867, 2004, pp. 57-65.

Cruz de León, José. *Manual para la protección contra el deterioro de la madera*. Comisión Nacional Forestal, Gerencia de Desarrollo y Transferencia de Tecnología Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Méjico 2010.

Cultronel, Giuseppe; Cazalla, Olga [et al.] “Técnicas no destructivas aplicadas a la conservación del patrimonio arquitectónico. Colorimetría”. *PH nº53*, Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, Junta de Andalucía, abril 2005, pp. 6-10.

Dardes, Kathleen [et al.] “Evaluación para la conservación: Modelo propuesto para evaluar las necesidades de control del entorno museístico*”, GCI*, Agosto de 1998.

De Hoz Onrubia, Jaime. “La conservación del Patrimonio histórico y su contribución al desarrollo social y económico”, *A x A: Una revista de Arte y Arquitectura, nº1*, 2009, ISSN 1989-5461.

de Juan Santos, L. F.; Martín Pradas, A. “La normalización terminológica en el SIPHA”. *PH nº45*, Boletín Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, Junta de Andalucía, Octubre 2003.

de Tapol, Benoit. “¿Qué orientación dar a la ciencia de la conservación?”. *Art. Investigación en conservación y restauración: II Congreso del Grupo Español del IIC,* Barcelona, 2005, ISBN 84-8043-154-7, p. 59.

de Villanueva Domínguez, Luis. “Yeserías españolas: Propuesta de tipología histórica”. *Informes de la construcción*, *Vol. 64, Nº. Extra 1: La integración de conocimientos en la Restauración del Patrimonio Arquitectónico*. ISSN 0020-0883, 2012 págs. 7-12.

de Witte, E.; Guislain Wittermann, R.; Masschelein-Kleiner, L.” Comparación entre algunos materiales y técnicas de reintegración”. Trad: González López, M. J.; *PH nº16*, Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, Junta de Andalucía , 1996, pp. 63-65.

Declaración final de AR&PA 2002: Entre tradición y tecnología. Congreso Internacional “Restaurar la Memoria”, Valladolid 2002.

Directrices profesionales de la E.C.C.O: La profesión y su código ético. Documento promovido por la Confederación Europea de Organizaciones de Conservadores-Restauradores y aprobado en Asamblea General. Bruselas, 2002.

Documento de Pavía. Preservación del Patrimonio Cultural: Hacia un perfil europeo del Conservador-Restaurador. Pavía, octubre de 1997.

Doerner, Max. *Los materiales de pintura y su empleo en el arte*. Ed. Reverté, 1998.

El conservador-restaurador: una definición de la profesión. Documento elaborado por el grupo de trabajo para la formación en conservación y restauración, reunión trienal del ICOM, Copenhage, 1984.

Escohotado Ibor, María Teresa. “Innovación y nuevas tecnologías en la especialidad de conservación y restauración de obras de arte”. *Innovación y nuevas tecnologías en la especialidad de conservación y restauración de obras de Arte*. Coord: Rodríguez López, A.; 2012, ISBN 9788498606898, pp. 4-30.

Fernández de Paz, Esther. “Actividades artesanas: cambios socioeconómicos, continuidad cultural”. *PH Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico nº59*, Junta de Andalucía, julio 2006, pp. 66-75.

Fernández Fernández, Teresa. “Nuevas técnicas de búsqueda de recursos en conservación-restauración”. *Innovación y nuevas tecnologías en la especialidad de conservación y restauración de obras de Arte*. Coord: Rodríguez López, A.; 2012, ISBN 9788498606898, pp. 152-172.

Ferrer Morales, Ascensión. *La cerámica arquitectónica: su conservación y restauración*. Ed. Universidad de Sevilla, Sevilla, 2007. ISBN: 978-84-472-0579-0.

Flores Alés, Vicente. *Estudio, caracterización y restauración de materiales cerámicos*. Ed. Secretariado de Publicaciones, Universidad de Sevilla, 1999.

Fortes Román, F.J.; Cabalín Robles. L. M.; Laserna Vázquez, J. J. “Aplicaciones de las técnicas láser en análisis y conservación del patrimonio”. *PH nº74*, Boletín Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, Junta de Andalucía , mayo 2010, pp. 74-93.

Gacto Fernández, M. J. Gacto Sánchez, M. “Los microorganismos y el arte”. *Anales de biología nº33*, ISSN 1138-3399, 2011, pp. 107-115.

Gafsi Slama, Abdel-Hakim. “Herramientas de conservación, restauración y puesta en valor del patrimonio arqueológico morisco-andalusí en Tunicia (1975-2005)”. 30 años de mudejarismo*: memoria y futuro (1975-2005): Actas, X Simposio Internacional de Mudejarismo*. Teruel, 2007, ISBN 978-84-96053-26-7, pp. 367-384.

Gallego Roca F. J. “Revestimiento y color en la arquitectura: conservación y restauración”. *Ponencias del curso Restauración Arquitectónica, Granada, 1993*. Ed. Universidad de Granada, 1996. ISBN 84-338-2209-8

Garabito López, Javier. “La restauración y conservación del patrimonio monumental: estudio sistematizado de los métodos de programación en las intervenciones de restauración”. Tesis doctoral dirigida por Luis María García Castillo. Universidad de Burgos (2005).

García Bueno, A.; Hernández de Pablos, A.; Medina Flórez, V. J. “Capítulo VI: Estudio previo a la restauración de las yeserías del oratorio de la Madraza (Metodología y avance de resultados)”. *Madraza. Pasado presente y futuro*. Ed. Universidad de Granada, Granada 2007, pp. 271-296.

García Bueno, A.; y Medina Flórez, V. J.; “Técnica pictórica empleada en la ejecución de los zócalos de la Alhambra y del cuarto real de Santo Domingo de Granada. Estudio comparado”, *Cuadernos de la Alhambra nº37*, Granada 2001, pp. 9-20.

García Castillo, Luis Mª. “La restauración y conservación del patrimonio monumental”. Universidad de Burgos 2005.

García Fernández, Isabel María. *La Conservación Preventiva y la Exposición de Objetos y obras de Arte*. Ed. KR, Murcia 1999.

García Fernández, Isabel. “Historia de la conservación preventiva: Parte I”. *Ge-conservación nº5*, ISSN-e 1989-8568, 2013, pp. 27-41.

García López, A. Clemente San Román, Carlos. "Recuperación de yeserías, pinturas y artesonado mudéjares en arquitectura civil. Metodología empleada para su restauración en casas urbanas de Sigüenza y Toledo". *Arqueología, arte y restauración: Actas del IV Congreso Internacional "Restaurar la Memoria 2004"*, Valladolid, 2006, ISBN 84-9718-360-6, pp. 631-644.

García Sandoval, Juan. "Conservación, restauración y montaje expositivo de un arco almohade". *Alberca: Revista de la Asociación de Amigos del Museo Arqueológico de Lorca nº1*, ISSN 1697-2708, 2002, pp. 91-102.

Garófano Moreno, Isabel. "Materiales orgánicos naturales presentes en pinturas y policromías. Naturaleza, usos y composición química". *PH nº80*. Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, Junta de Andalucía, noviembre 2011, pp. 56-71.

Garralón Jorba, José. "Eflorescencias". *Ponencias de las Jornadas sobre Restauración y Conservación de Monumentos 1989*, Madrid, 1991, ISBN 84-7483-793-6, pp. 183-190.

Giannini, Cristina. Roani, Roberta. *Diccionario de restauración y diagnóstico*. Traductora: Ariadna Viñas. Ed. Nerea. San Sebastián, 2008. ISBN:978-84-96431-01-0.

Gómez González, María Luisa. *La Restauración: Examen Científico Aplicado a la Conservación de Obras de Arte*. Ed. Cátedra, Madrid, 2005.

Gómez Lozano, David. "Fotografía IR con Cámaras Digitales. Aplicación a la Conservación-Restauración". *Revista Pátina nº13-14*, ISSN 1133-2972, 2006, pp. 57-64.

Gómez Robles, Lucía. "Los valores del monumento restaurado. Una aproximación a la restauración científica" *Revista PH nº75*. Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, Junta de Andalucía, agosto 2010, pp. 80-93.

Gómez-Heras, Miguel. "La Temperatura en los Materiales del Patrimonio". *La conservación de los geomateriales utilizados en el patrimonio*. Instituto de Geociencias (CSIC-UCM), Madrid, 2012.

González Fraile, Eduardo. "Nuevas tecnologías en la restauración: del láser a la biomineralización". *Nuevas tendencias en la identificación y conservación del patrimonio*. Coord. José Javier Rivera Blanco, 2003, ISBN 84-8448-240-5, pp. 43-76.

González López, Mª José. "Metodología de estudio y criterios de intervención en escultura policromada en el IAPH (II). *PH nº45*, Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, Junta de Andalucía, 2003.

González Sánchez, M.; Íñigo Íñigo, A.C.; García Sánchez, A. [et al.] "Caracterización y estudios de deterioro/conservación de materiales pétreos en monumentos históricos". Doc. *Investigación en conservación y restauración: II Congreso del Grupo Español del IIC*, Barcelona 2005, ISBN 84-8043-154-7, p. 31.

González Valcárcel, María Antonia. "Criterios de intervención en conservación y restauración arquitectónica". *Actas de las I Jornadas de patrimonio historico-artístico,* vol. 1. Coord. María Rosa Suárez-Inclán Ducassi, 1982, ISBN 84-500-8274-9, pp. 451-455.

González, J. "Definición, propiedades y funciones de los distintos estratos que conforman la obra pictórica". *Aplicación de técnicas instrumentales al estudio de materiales cerámicos y vítreos del patrimonio cultural*. Ed. Sánchez-Soto, P. J. y Ruiz Conde, A. Sevilla 2003, pp. 64-69.

González-Varas Ibáñez, Ignacio. *Conservación de bienes culturales: Teoría, historia, principios y normas*. Ediciones Cátedra (5 ed.). ISBN 978-84-376-1721-3.

"Hacia una Estrategia Europea sobre Conservación Preventiva". Adoptada en la reunión de Vantaa 21-22 septiembre 2000. EUROPEAN PREVENTIVE CONSERVATION ESTRATEGY ICCROM (International Centre for the Study of the Preservation of Cultural Property) – EVTEK(Institute of Art and Design of Finland, Department of Conservation – Instituto Português de Conservação e Restauro – Centre de Recherche et de Restauration des Musées de France – Ministry of Cultural Heritage of Hungary.

Herráez, Juan A. [et al.] "La conservación preventiva de las obras de Arte". *Arbor nºCLXIV*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, 1999.

La ciencia y el arte: ciencias experimentales y conservación del Patrimonio Histórico, Vol. 1. ISBN 978-84-8181-359-3. Ed. Ministerio de Cultura, 2008.

La ciencia y el arte: ciencias experimentales y conservación del Patrimonio Histórico, Vol. 3. ISBN 978-84-8181-461-3, Ed. Ministerio de Cultura, 2012.

La Conservación Infalible, de la teoría a la Realidad. Actas del III congreso Grupo Español del IIC: International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works. Grupo Español. Congreso, Oviedo, 2007.

Lasagabáster Gómez, Juan Ignacio. "La restauración democrática: principios, metodología y aplicaciones". Servicio de Patrimonio Histórico-Arquitectónico. Diputación Foral de Álava. *PH nº50*, Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, Junta de Andalucía, octubre 2004.

Liotta, Giovanni. *Los insectos y sus daños en la madera: problemas de restauración*. Ed. Nerea, Guipúzcoa, 2000.

López Borges, V. H.; Burgio, L.; Robin J.H. Clark. "Documentación y autentificación de yeserías nazaríes a través del tratamiento de conservación y el análisis científico." *Investigación en conservación y restauración: Actas II Congreso del Grupo Español del IIC*, noviembre de 2005, Barcelona, ISBN 84-8043-154-7, p. 12.

López Collado, Gabriel. "Actuaciones recomendables en restauraciones de edificios antiguos". Ponencias *Jornadas sobre Restauración y Conservación de Monumentos en abril de 1989*, Madrid, 1991, ISBN 84-7483-793-6, pp. 177-182.

López de Letona, A. "Metodología para la restauración de techumbres en madera policromada*". Actas de los XI Cursos Monográficos sobre el Patrimonio Histórico (Reinosa, julio 2000)*, 2001, pp. 159-166.

López Pertíñez. María Carmen. *La carpintería en la arquitectura nazarí*. Ed. Instituto Gómez-Moreno de la Fundación Rodríguez Acosta, Granada, 2006. ISBN 84-611-1072-2.

López Valverde, J. M.; Martín B. Tarma, [et al.] "La estimación de elementos artísticos dentro de la restauración arquitectónica: Un caso particular de armaduras policromadas mudéjares". *IV Congreso Internacional de Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico y Edificación (Cuba '98): libro de actas*. Dir: Fernández Matrán M. A. Cuba, 1998, pp. 498-500.

López Zamora, E.; Dalmau Moliner, C. "Materiales y técnicas de dorado a través de las antiguas fuentes documentales". *PH nº61*, Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, Junta de Andalucía, febrero 2007, pp. 110-129.

Losada Aranguren, José María. "La documentación de los trabajos de restauración en el I.C.R.B.C.". Museo: Revista de la Asociación Profesional de Museólogos de España nº2, ISSN 1136-601X, 1997, pp. 160-171.

Losada Aranguren, José María. "Teoría y praxis de la conservación: el rol del historiador del arte", *PH nº28*, Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, ISSN 1136-1867, 1999, pp. 69-72.

Lupión Álvarez, J. J. Arjonilla Álvarez, M. "La cerámica aplicada en arquitectura: hacia una normalización de los criterios de intervención". *Ge-conservación nº1*, 2010, ISSN: 1989-8568.

Lupión Alvarez, J. J.; Arjonilla-Álvarez, M. "La cerámica aplicada en arquitectura: hacia una normalización de los criterios de intervención", *Revista Ge-conservación nº1*, ISSN-e 1989-8568, 2010, pp. 99-126.

Macarrón Miguel, A. M.; González Mozo, A. *La conservación y la restauración en el siglo XX*. Ed. Tecnos, 2011, ISBN 978-84-309-4136-0.

Macarrón Miguel, Ana María. *Conservación del patrimonio cultural: criterios y normativas*. Ed. Síntesis, Madrid, 2008.

Martín Jiménez, Carlos. "Restauración de yeserías". *Informes de la construcción, vol. 56, Nº493*, ISSN 0020-0883, 2004, pp. 39-46.

Martínez Cabetas, Celia. *Diccionario técnico Akal de conservación y restauración de bienes culturales*. Ediciones Akal. ISBN 84-460-1227-8

Martínez Cubetas, C.; Rico Martínez, L. *Conservación y restauración de bienes culturales*. Ed. AKAL, Madrid, 2003.

Martínez Justicia, María José. *Historia y teoría de la conservación y restauración artística*. Editorial Tecnos, 2008.

Masschelein-Kleiner, Liliane. "Observaciones sobre la utilización de disolventes en tareas de conservación". *PH nº23*, Boletín Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico, Junta de Andalucía, 1998, pp. 67-71.

Masschelein-Kleiner, Liliane. Les solvants. Ed. *Institut Royal du Patrimoine Artistique, 1981*.

Matteini, M. Moles, A. "La química en la restauración". Traductor: Emiliano Bruno y Giuliana Lain. Ed. Nerea. ISBN: 978-84-89569-54-6.

Matteini, M. Moles, A. *Ciencia y restauración*. Traductora: Marina Martínez. Ed. Nerea. Guipuzcoa, 2001. ISBN: 978-84-89569-53-9.

Mayer, Ralph. *Materiales y técnicas del arte*. Hermann Blume, ediciones Turssen, Madrid, 1993.

Mingarro Martín, Francisco (dir.) "Degradación y Conservación del Patrimonio Arquitectónico". Actas Cursos de verano del Escorial 1996. Editorial Complutense, Madrid, 1996.

Monterroso Montero, J. M. *Protección y conservación del patrimonio: principios teóricos*. Ed. Tórculo, Santiago de Compostela, 2001.

Morales Güeto, Juan. *Tecnología de los materiales cerámicos*. Ed. Consejería de educación de la Comunidad de Madrid, 2005.

Moreno Cifuentes, María Antonia. "Aspectos sociales de la conservación y restauración del patrimonio". *Ge-conservación nº3*, ISSN-e 1989-8568, 2012, pp. 186-200.

Morente del Monte, María. "El concepto actual de patrimonio cultural". *PH nº58,* Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, , mayo 2006, pp. 40-43.

Mosquera, M. J. "Nuevos productos para restauración y conservación del patrimonio cultural". *RIIPAC: Revista sobre Patrimonio Cultural nº3*. ISSN-e 2255-1565, diciembre 2013, pp. 153-172.

Nuere Matauco, E.; Aranzadi J. L. "Recuperación de los artesonados mudéjares del Museo Picasso de Málaga". *Revista Restauración & rehabilitación nº82*, ISSN 1134-4571, 2003, pp. 54-59.

Nuere Matauco, E.; López de Roma, A. [et al.] *La Madera*. Ed. Instituto Juan de Herrera, 2000. ISBN 84-95365-69-3.

Nuere Matauco, Enrique. "El techo del salón de Comares". *Cuadernos de La Alhambra nº40*, ISSN 0590-1987, pp. 103-122.

Nuere Matauco, Enrique. "La madera en la arquitectura monumental". *Restauración & rehabilitación nº33*, ISSN 1134-4571, 1999, pp. 30-37.

Nuere Matauco, Enrique. "Madera, en restauración y rehabilitación". *Informes de la construcción Vol. 59, Nº506*, ISSN 0020-0883, 2007, pp. 123-130.

Nuere Matauco, Enrique. "Restauración de madera en edificios históricos". *Nuevas tendencias en la identificación y conservación del patrimonio. C*oord: José Javier Rivera Blanco, 2003, ISBN 84-8448-240-5, pp. 125-136.

Nuere Matauco, Enrique. "Restauración estructural de la madera". *Actas de los XI Cursos Monográficos sobre el Patrimonio Histórico Reinosa 2000*, Cantabria, 2001, pp. 141-150.

Nuere Matauco, Enrique. *La carpintería de armar española*. Ed. Ministerio de Cultura, 1989. ISBN 84-7483-616-6.

Nuere Matauco, Enrique. *La carpintería de lo blanco: lectura dibujada del primer manuscrito de Diego López de Arenas*. Ed. Ministerio de Cultura de España, 1985.

Oggetti nel tempo : principi e tecniche di conservazione preventiva. Istituto per i Beni Artistici Culturali e Naturali della Regione Emilia-Romagna, Servizio Musei e BeniCulturali. Ed. Clueb, Bologna, 2007.

Ontiveros Ortega, Esther. "Programa de normalización: Morteros, aglomerante y agua de amasado". Centro de Intervención del IAPH. *PH nº45,* Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, Junta de Andalucía, octubre 2003.

Orihuela, A. "Restauración de casas andalusíes en Granada". *La ciudad medieval de Toledo: Historia, Arqueología y Rehabilitación de la casa*. Coord: Jean Passini y Ricardo Izquierdo. Ed. Universidad de Castilla- la Mancha, Toledo, 2007, pp. 213-233.

Orihuela, A. "La conservación de alicatados en la Alhambra durante la etapa de Rafael Contreras (1847-1890): ¿modernidad o provisionalidad?". *La Alhambra: Lugar de la memoria y el diálogo*. Eds: José Antonio González Alcantud y Abdellouahed Akmir, Granada, 2008, ISBN: 978-84-9836-369-2, pp. 125-152.

Orihuela, A. Sáiz Jiménez, C. Rogerio Candelera. M. A. "Metodología en la conservación del patrimonio arquitectónico medieval". *La Investigación sobre Patrimonio Cultural*. Eds: Cesáreo y Miguel Ángel, RTPHC-CSIC , Sevilla, 2008, ISBN: 978-84-691-0049-3, pp. 87-98, 262-264.

Pancorbo, Francisco J. *Corrosión, degradación y envejecimiento de los materiales empleados en la construcción*. Ed. Marcombo S. A. Barcelona, 2011.

Pascual i Miró, Eva. *Conservar y restaurar madera*. Parramón Ediciones S.A., 2004.

Pasíes Oviedo, Trinidad "Reconstrucciones desmontables como alternativa reversible en el proceso de reintegración de materiales arqueológicos". *Ge-conservación nº3*, ISSN-e 1989-8568, 2012, pp. 117-131.

Pérez Sánchez, A. Sanz Zaragoza, J. M. "La tradición del uso del yeso en exteriores". *Revestimiento y color en la arquitectura : conservación y restauración. Ponencias presentadas en el curso de restauración arquitectónica, Granada, marzo 1993*, 1996, ISBN 84-338-2209-8, pp. 183-200.

Pinilla Velasco, Fernando. "Métodos de eliminación de humedades por capilaridad". Ponencias *Jornadas sobre Restauración y Conservación de Monumentos 1989,* Madrid, 1991, ISBN 84-7483-793-6, pp. 199-203.

Prieto, A.C. Sanz, L. F. Torres, B. Sánchez, D. "Caracterización de pigmentos mediante espectroscopia Raman", *Investigación en conservación y restauración : II Congreso del Grupo Español del IIC*, noviembre de 2005, Barcelona,, ISBN 84-8043-154-7, p. 13.

Principios para la preservación, conservación y restauración de pinturas. Ratificados por la 14ª Asamblea General del ICOMOS, en Victoria Falls, Zimbabwe, octubre de 2003.

Programas de Conservación y Restauración, Planes Generales de Bienes Culturales I, II, y documento propuesta III, Junta de Andalucía, 1996-2014.

Protocolos I, II y III. Metodología de Intervención para la conservación y restauración. Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, Junta de Andalucía, 2014.

Rodríguez López, A.; Escohotado Ibor, M. T.; Baceta Gobantes, F. *Innovación y nuevas tecnologías en la especialidad de conservación y restauración de obras de arte*. Ed. Universidad del País Vasco, Servicio Editorial, Bilbao 2012. ISBN 9788498606898.

Román Sánchez, María del Mar. *Estudio de los agentes de deterioro que afectan a la conservación de la pintura mural: una metodología para la evaluación de su estado de conservación* (tesis doctoral). Ed. Universidad de Sevilla 2005.

Rubio de Hita, Paloma. *Evaluación del estado de la madera mediante técnica de ultrasonidos* (tesis doctoral). Ed. Universidad de Sevilla, 1997.

Rubio Domene, R. F. "El material de yeso: comportamiento y conservación". *Cuadernos de restauración* nº6, ISSN 1138-1299, 2006, pp. 57-68.

Rubio Domene, R. F. "Innovaciones desde la Alhambra". *Revista Restauración & rehabilitación* nº114-115, 2011, pp. 102-113.

Rubio Domene, R. F. "La Sala de las Camas del Baño Real de Comares de la Alhambra. Datos tras su restauración". *Cuadernos de La Alhambra nº43*, 2008, pp. 153-172.

Rubio Domene, R. F. "Restauración de yeserías y alicatados del patronato de la Alhambra y Generalife". *Revista Restauración & rehabilitación nº114-115*, 2011, pp. 92-101.

Rubio Domene, R. F. de la Torre López. M. J. Pardo, S. "Estudio del sistema de fijación de yeserías nazaríes sobre paramentos verticales en la Alhambra, Granada, España" IV Congreso Internacional de Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico y Edificación (Cuba '98): libro de actas, Cuba 1998, pp. 494-495.

Rubio Domene, R. F. *Fijación de paños de yeserías en el período nazarí en La Alhambra, Granada*. Ed. Rubio, R.F. 2002. ISBN: 84-932568-1-1.

Rubio Domene, Ramón F. "Intervenciones en yeserías hispanomusulmanas: Templete Patio de los Leones. Alhambra. Granada". *Actas IX Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales,* Sevilla, septiembre de 1992, ISBN84-606-0979-0, pp. 525-531.

Rubio Domene, Ramón F. *Yeserías de la Alhambra: historia, técnica y conservación.* Ed. Patronato de la Alhambra y Generalife, 2010.

Saiz Jiménez, Cesáreo. "Deterioro de materiales pétreos por microorganismos". *Jornadas sobre Restauración y Conservación de Monumentos 1989*, Madrid, 1991, ISBN 84-7483-793-6, pp. 31-40.

Saiz Jiménez, Cesáreo; García Rowe, Jorge. "Colonización y alteración de la piedra por líquenes, briofitos y plantas superiores". *Jornadas sobre Restauración y Conservación de Monumentos 1989*, Madrid, 1991, ISBN 84-7483-793-6, pp. 71-80.

Salmerón Escobar, Pedro. "La restauración del Alcázar Genil". *Revista Alzada del Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Granada*. Granada, enero-febrero de 1996.

Salmerón Escobar, Pedro. "El papel de la analítica de los materiales en la restauración del patrimonio inmueble. Metodología del diagnóstico y evaluación de tratamientos para la conservación de los edificios históricos". *Colección Cuadernos Técnicos del IAPH*, Sevilla, 2003.

Salmerón Escobar, Pedro. "El Proyecto Alianzas para la Conservación: Granada y la Alhambra", monografía *Indicadores para la evaluación del estado de conservación de Ciudades Históricas. Cuadernos del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*. Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía, Granada, 1999. ISBN 84-8266-076-4. pp. 73-83.

Sacristán Cuadrón, Rocio. "Toxicología de los materiales pictóricos". Tesis Doctoral. UCM, 2004.

Sánchez de las Heras, Carlos. "Relaciones interculturales a través de las artesanías. Alcances del Proyecto Rihla". *PH Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, nº59*, julio 2006, pp. 106-113.

Sánchez Martínez, M.; Alvarez Gasca. D. E. "El papel de la Química en la restauración de monumentos". *Acta Universitaria Vol. 21, Nº Extra 4*, ISSN 0188-6266, 2011, pp. 101-106.

Sardón de Taboada, María Isabel. "¿Cómo elaborar proyectos de restauración y rehabilitación?". *Jornada Técnica Arespa-Investigación y Empresas: actas*. Juan Pablo Duque Soladana (ed. lit.), Miguel Angel Rogerio Candelera (ed. lit.), 2013, ISBN9788469581575, pp. 123-144.

Sedano Espín, Pilar; Moreno Cifuentes, María Antonia. "La investigación en los laboratorios de restauración de museos históricos". *Arbor: Ciencia, pensamiento y cultura nº717*, ISSN 0210-1963, 2006, pp. 87-97.

Sepulcre Aguilar, Alberto. *Influencia de las adiciones puzolánicas en los morteros de restauración de fábricas de interés histórico-artístico* (tesis doctoral). Ed. Universidad Politécnica de Madrid, 2005.

Tavaresi, M.; Cristian MagalhãesII, A.; Aguiar, J. "Métodos de diagnóstico para revestimientos de edificios antiguos. Importancia y aplicabilidad de los ensayos in situ". *PH nº53*, Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, Junta de Andalucía, abril 2005, p. 11-17.

Villa, Juan Manuel. "Cuidar el arte: la conservación y restauración del patrimonio artístico como fuente de riqueza". *Revista Sesenta y más nº313*, 2012, ISSN 1132-2012, pp. 56-57.

Villegas Sánchez, R.; Espinoza Gaitán, J. "La investigación científica aplicada a la caracterización de materiales y la selección de tratamientos de conservación". *PH nº8*, Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, ISSN 1136-1867, pp. 120-130.

Villegas Sánchez, Rosario; Sebastián Pardo, Eduardo. *Metodología de diagnóstico y evaluación de tratamiento para la conservación de los edificios históricos*. Ed. Junta de Andalucía. Consejería de Cultura. Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico y Editorial Comares, ISBN: 84-8266-370-4, 2003.

La ciencia y el arte: ciencias experimentales y conservación del Patrimonio Histórico, Vol. 2. ISBN 978-84-8181-461-3, Ed. Ministerio de Cultura, 2010.

VV.AA. Actas del Symposium "Adhesives and consolidants", Canadian Conservation Institute, Ottawa, 2011.

VV.AA. Conservación Preventiva en Lugares de Culto, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Madrid 2012.

VV.AA. Indoor Air Quality in Heritage and Historic Environments. Standards and Guidelines,10th Internacional Conference. University College London, 2012.

VV.AA. Actas de las Jornadas sobre "Documentación Gráfica del Patrimonio Histórico. Presente y Futuro", Ministerio de Cultura, 2011.

VV.A. "La conservación de los geomateriales utilizados en el patrimonio". Instituto de Geociencias IGEO (CSIC-UCM) 2012.

VV.AA. "La Restauración en el Siglo XXI. Función, Estética e Imagen". IV Congreso del Grupo Español del IIC, Cáceres, 2009.

redalh
innovando la tradición

PROGRAMA Cooperación Transfronteriza España-Fronteras Exteriores

Unión Europea
Fondo Europeo de Desarrollo Regional
Invertimos en su futuro

JUNTA DE ANDALUCIA

Patronato de la Alhambra y Generalife
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE

المملكة المغربية
وزارة الثقافة
المديرية الجهوية لطنجة تطوان
Reino de Marruecos
Ministerio de Cultura
Dirección Regional de Tánger Tetuán