

VIII REUNIÓ TÈCNICA DE CONSERVACIÓ I RESTAURACIÓ

Escola d'Arts i Oficis
de la Diputació de Barcelona
25, 26 i 27 d'octubre de 2001



Grup Tècnic

Associació professional
dels conservadors-restauradors
de béns culturals de Catalunya

VIII Reunió Tècnica de Conservació i Restauració

VIII Reunió Tècnica de Conservació i Restauració

Escola d'Arts i Oficis
de la Diputació de Barcelona
25, 26 i 27 d'octubre de 2001



Grup Tècnic

Associació professional
dels conservadors-restauradors
de béns culturals de Catalunya

Primera edició: abril de 2003

© 2003, Grup Tècnic. Associació Professional
dels Conservadors-Restauradors de Béns Culturals de Catalunya
Portaferrixa, 24. 08002 Barcelona

La responsabilitat de les afirmacions fetes en les comunicacions correspon exclusivament als seus autors. L'opinió expressada per aquests no coincideix necessàriament amb la del Grup Tècnic.

Tots els drets reservats. Cap part d'aquesta publicació es pot reproduir, transmetre ni emmagatzemar de cap manera ni per cap mitjà sense l'autorització escrita dels titulars del copyright.

Edició i maquetació a cura de Conrad Galli
Fotomecànica: Victor Igual, s.l.
Impressió: Hurope, S.L. Lima, 3 bis. 08030 Barcelona

Impress a Espanya - Printed in Spain
Dipòsit legal: B. 23.557-2003
ISBN: 84-930225-3-5

Sumari

PRESENTACIÓ

CONSERVACIÓ

- 11 Accions conservatives en l'art en moviment, *per Xavier Rossell*

PINTURA

- 15 La restauració de les pintures murals de l'església de sant Víctor de Dòrria, *per Pere Rovira i Pons*

MATERIAL ZOOOLÒGIC

- 31 La restauració dels peixos del Museu de Zoologia de Barcelona, *per Núria Moragas, Carles Orta i Eulàlia Garcia Franquesa*

PAPER I MATERIAL D'ARXIU

- 38 Metodologia interdisciplinària de recerca: detecció d'infeccions i altres patologies en fons d'arxius, *per M. Àngels Balliu Badia, Josep Girbal Lladó, Rosa Rocabayera Viñas i Isabel Salgado Gispert*

VIDRE

- 59 Conservación y restauración de dos vidrieras del siglo XVIII en la catedral de Girona, *per Fernando Cortés Pizano*

RESTAURACIÓ ARQUITECTÒNICA

- 79 La conservació-restauració d'elements ornamentals en la rehabilitació arquitectònica: el cas de la ciutat de Barcelona, *per Salvador García Fortes*

PROGRAMA EUROPEU LEONARDO DA VINCI

- 95 Propuesta de referencial de formación para el técnico en conservación-restauración de obras pictóricas, *per Escola EPSAR*

PRESENTACIÓ DE PRODUCTES

- 113 Aerosol Biocida CSC Book Saver®
Conservación de Sustratos Celulósicos, S.L.
- 120 Nuevos productos en Mètode Store
Mètode Store, S.L.
- 135 Posibilidades de conservación del papel con Filmoplast R
Neschen Productos España, S.A.
- 141 Productos de conservación y restauración
CTS España. Productos y Equipos para la Restauración, S.L.
- 177 El mito de los rayos ultravioletas y la decoloración
DTI. Distribución de Tecnología Internacional, S.A.

Presentació

Presentem un nou volum de la col·lecció que aplega les comunicacions de les Reunions Tècniques de Conservació i Restauració, la vuitena edició de les quals va tenir lloc a la sala d'actes de l'Escola d'Arts i Oficis de la Diputació de Barcelona els dies 25, 26 i 27 d'octubre de 2001.

Amb aquesta són ja quatre les edicions que veuen les seves actes publicades en forma de llibre i, doncs, podem dir amb convenciment que el camí que vam iniciar el 1997 constitueix una trajectòria consolidada que estem segurs que continuarà donant nous fruits.

La present edició es manté fidel als seus objectius primordials de difondre els continguts de les reunions, facilitar l'intercanvi d'informació entre els professionals de la conservació i la restauració i donar a les activitats del Grup Tècnic una major projecció pública. Convé destacar, però, que aquest volum es fa ressò també, com a novetat important, de l'oferiment a empreses especialitzades en la producció i la distribució de materials i procediments per tal que poguessin exposar les seves darreres novetats en els àmbits de la museologia, la conservació i la restauració de béns culturals.

El fet que la VIII Reunió Tècnica hagi augmentat la seva durada a tres dies dona una idea clara de la seva consolidació com a simposi professional, i no podem sinó expressar el nostre desig que les properes edicions comptin amb una participació creixent.

Barcelona, juny de 2002

Anna Nualart
Presidenta del Grup Tècnic

Accions conservatives en l'art en moviment

Xavier Rossell, conservador-restaurador del Servei de Conservació-Restauració del Macba

El Museu d'Art Contemporani de Barcelona (Macba) va organitzar l'abril de 2000 una exposició anomenada *Camps de forces. Un assaig sobre el cinètic*. Era una proposta per fer una nova lectura de l'art cinètic en què es reflecteix una preocupació contínua per l'art com a possible model de l'univers. En paraules del comissari convidat de l'exposició, Guy Brett, «aquesta exposició en particular hauria de sensibilitzar l'espectador sobre l'existència d'un llenguatge del moviment, que probablement sigui un dels grans desconeguts de l'art del segle XX».¹

L'art cinètic (del grec *kineticós*, moviment) és un dels aspectes més oblidats per la història de l'art, entre altres motius perquè resulta complex mantenir i conservar les obres, pel seu caràcter lúdic i pels requisits necessaris per a la seva instal·lació.

Els grans especialistes sobre l'art cinètic diferencien el tipus de moviment. Trobem el moviment virtual i el moviment real. En el virtual o il·lusori, té lloc més aviat una experiència mental o física on l'espectador participa amb el seu propi moviment (obres amb il·lusions òptiques). En el moviment real hi ha una modificació espa-

1. Guy Brett. «El siglo de la cinestesia», dins *Campos de fuerzas. Un ensayo sobre lo cinético*. Barcelona: Actar / Macba, 2000.

cial produïda per objectes mecànics o canvis de color a través de mitjans mecànics.²

L'exposició estava constituïda per més de dues-centes obres, un terç de les quals s'enquadraria dins el grup del moviment real i serien per tant sensibles a problemes mecànics, mentre que els dos terços restants caldria enquadrar-los dins el grup del moviment virtual, ja que es tracta de peces realitzades sobre suports tradicionals (la majoria, tela, paper o fusta) i sensibles, per tant, als problemes més usuals en l'àmbit de la conservació-restauració.

Per preveure els problemes que ens podíem trobar amb les obres que arribessin a l'exposició, el Servei de Conservació-Restauració va proposar un Pla d'Acció per revisar totes les obres mecàniques. La primera mesura va ser que el Departament de Coordinació, quan va demanar les obres, va fer omplir als propietaris un petit formulari sobre les característiques mecàniques de cadascuna. Aquesta informació ens donava algunes pistes sobre les necessitats reals que podria presentar l'obra. S'ha de dir que algunes vegades vam obtenir resposta a les preguntes, però la majoria de vegades la informació era incompleta o simplement no va arribar. Es tractava de preguntes com ara: «Amb quin tipus de corrent funciona la seva obra? Funciona el motor?»

Els passos següents del Pla d'Acció van ser:

- Desembalar l'obra.
- Intentar identificar el motor.
- Identificar el tipus de corrent necessari:
220 V: connexió directa al fluid elèctric general.

Altres voltatges (110/130 V): necessitat d'un transformador de corrent.

- Identificar el tipus d'endoll que porta (els endolls d'Estats Units o de Suïssa, per exemple, són diferents dels usuals a l'Estat espanyol):
Si és diferent de l'usual aquí s'ha d'instal·lar un adaptador.

Si no hi ha adaptador, amb el permís del prestador, es pot fer un canvi d'endoll.

- Un cop identificat el tipus de corrent, connectar l'obra per comprovar que funciona:

Si funciona, establir criteris conservatius d'exposició.

2. Franck Popper. *L'Art Cinétique*. París, 1970.

Si no funciona, intentar localitzar l'avaria, reparar-la i establir criteris conservatius d'exposició.

Els problemes més freqüents que ens vam trobar van ser: cables vells i trencats, connexions trencades, endolls que no s'adaptaven al nostre sistema de connexió amb el fluid elèctric, algun motor que no funcionava.

Un cop solucionada aquesta part més tècnica o mecànica de posada en marxa de les obres es va continuar amb la segona fase del Pla d'Acció, en la qual es van establir criteris conservatius d'exposició:

- Instal·lació de polsadors (digitals o de peu), per a totes aquelles obres que els requerissin.
- Els rellotges interns dels polsadors es programaven perquè les obres funcionessin durant un lapse d'entre 15 i 35 segons.
- En algunes obres (les més delicades) es van instal·lar temporitzadors, que marcaven el temps de pausa del motor.
- Indicar en tot moment si una obra funciona o no.
- Indicar el temps de funcionament de les parts mecàniques.
- Indicar el temps de pausa dels temporitzadors.

Per concloure podem assenyalar dues coses. Per a la bona conservació de l'art cinètic és important formar un equip tècnic interdisciplinari: un especialista elèctric, un manyà, un rellotger, les persones de seguretat de les sales, els conservadors, coordinadors, etc. D'altra banda convé recordar que, prenent les paraules del conservador Arthur Ketnath, els objectes cinètics, a més de les tres dimensions de l'espai, en tenen una altra: la quarta dimensió del moviment.³

Un dels problemes que ens trobem amb aquest tipus d'objectes és que sense el moviment no es pot entendre l'obra. L'espectador, quan contempla un objecte cinètic la part mecànica del qual no funciona, observa un objecte escapçat o mutilat, més proper als objectes arqueològics. Aquesta és una de les dificultats per a l'exposició d'aquest art, ja que el seu manteniment és constant i costós, atès que no hi intervenen només els paràmetres clàssics de la temperatura i la humitat

3. Arthur Ketnath. «How to Conserve Motion», dins *Modern Art: Who Cares?* Amsterdam: The Foundation for the Conservation of Modern Art i The Netherlands Institute for Cultural Heritage, 1999.

relativa, sinó que hi ha altres paràmetres que cal tenir en compte: temps de funcionament dels motors, revisió del pulsadors o temporitzadors (ja que un ús constant els pot arribar a malmetre), revisió de les corretges dels motors, control de les rodes dentades dels mecanismes... D'aquí la importància que hi hagi un equip darrere l'exposició que es faci càrrec dels objectes cinètics i en tingui cura.

La restauració de les pintures murals de l'església de sant Víctor de Dòrria

Pere Rovira i Pons, conservador-restaurador del Servei de Restauració de Béns Mobles i del SAM de Girona

Dòrria és un petit poble de molt pocs habitants situat a la comarca del Ripollès, concretament a la collada de Tosses, a uns 1.600 metres d'alçada. Un poble que a l'edat mitjana, sota els auspicis dels comtes de Mataplana, gaudia d'una gran importància pel seu treball de pasturatge i comerç, sobretot de la llana. L'església de sant Víctor de Dòrria va ser consagrada pel bisbe d'Urgell l'any 903 i va gaudir de certa importància durant uns segles, abans que la crisi del comerç de la llana fes marxar la seva gent a la recerca de nous sistemes econòmics. Ningú podia pensar que aquella petita església pogués allotjar encara una quantitat tan important de pintura romànica. De fet es tracta d'una de les descobertes de pintura romànica més importants fetes a Catalunya en els últims trenta anys, i encara més quan parlem d'un conjunt on les pintures es conserven al lloc i suport originals.

Val a dir que la descoberta de les pintures murals de Dòrria no és fruit de la casualitat d'un passavolant curiós, ni d'un elaborat procés d'investigació historicocientífica, sinó que és conseqüència de la metodologia de treball que segueixen a les comarques de Girona en relació amb la restauració d'esglésies i monuments la Generalitat i la Diputació. Aquesta metodologia obliga a una coordinació del treball del Servei de Restauració de Monuments de Girona, el Servei d'Arqueologia i el Servei de Restauració de Béns Mobles. Per al Servei de Restauració de Béns Mobles implica la necessitat de realit-

zar prospeccions a l'interior de les esglésies que estan en procés de restauració arquitectònica o arqueològica a fi de detectar possibles elements decoratius que pugui ser interessant conservar, abans que es realitzi la remodelació interior. Aquestes prospeccions condicionen el treball interior de les esglésies, ja sigui perquè es pugui remodelar l'interior amb la seguretat de no mutilar o destruir cap conjunt mural (si no es troben restes pictòriques importants) o per modificar el disseny de remodelació interior i el sistema de treball plantejat pels arquitectes (si és que apareix algun tipus de pintura mural). Aquesta metodologia de treball fa que es puguin conservar conjunts importants de pintura mural, com en el cas de Dòrria.

Les pintures murals romàniques de l'església de sant Víctor de Dòrria es van descobrir el novembre de 1997 a partir del projecte de la restauració arquitectònica de l'edifici realitzat pel Servei de Monuments de la Diputació de Girona, a càrrec de l'arquitecte Lluís Bayona. Abans d'iniciar les obres de remodelació de l'interior, es van fer prospeccions a l'absis, a la volta i a les parets per detectar algun indici de pintura de certa antiguitat, amb la intervenció dels tècnics del Servei de Restauració de la Generalitat sol·licitada pel Servei de Monuments, sobretot quan ja s'havien detectat possibles restes de pintura ornamental durant la remodelació arquitectònica.

Sota cinc capes de guix i calç, agregades als murs en èpoques passades, van aparèixer les primeres mostres de pintura. En una església on les reformes i ampliacions arquitectòniques van desdibuixar l'estructura primigènia era poc imaginable que es conservés cap resta de pintura mural. Segurament aquest fet, i la condició d'església d'absis pla remodelat, va fer que les pintures passessin per alt als estudiosos de la Junta de Museus i no fossin adquirides i arrencades més tard pel Museu Nacional, com va succeir a l'església veïna de sant Cristòfol de Tosses el 1952. Però el fet va ser que en la zona de l'absis, i en la seva continuació a la volta de la nau, que conservaven l'estructura arquitectònica original, va aparèixer una capa de morter continuada amb pintura romànica. La sort continuava amb el fet que la volta estructural de l'absis i la volta de la nau s'haguessin mantingut fermes durant tants segles, i que, en general, les capes de morter fossin molt compactes i ben adherides al mur, malgrat haver sofert moviments i esquerdes amb les consegüents filtracions d'aigua. No cal dir que la seva conservació, tot i els factors citats anteriorment, es deu sobretot al fet que van ser tapades i, per tant, ocultades

als ulls humans pocs segles després de la seva realització. Tot i això, van desaparèixer en bona mesura a causa de l'acció humana durant les continuades remodelacions i ampliacions. Malgrat aquest fet irreparable, la característica plana del seu absis va condicionar que les escenes allà ubicades es conservessin tot i la seva ampliació per la paret est i l'obertura d'una finestra i una porta que conduïa a la sagristia, a la paret sud. Una sort ben diferent van tenir les pintures de la volta de la nau, ja que l'obertura de dues capelles laterals (nord i sud) i l'ampliació de la nau per l'oest les van mutilar en gran part.

Davant la descoberta es van realitzar les oportunes anàlisis, consultes i prospeccions per confirmar la tipologia de pintura al fresc, la seva originalitat romànica i la seva dimensió. Confirmades les característiques romàniques de la pintura, es va prioritzar la intervenció, i un equip del Servei de Restauració de Béns Mobles va procedir a la seva total descoberta i subsegüent restauració.

A la primera fase, realitzada a l'any 1998, es van retirar les capes de guix i calç que tapaven les pintures, per tal de determinar-ne la dimensió total i poder valorar-ne l'estat de conservació. Aquest procés implicava, alhora, la subjecció provisional de les capes de pintura al mur i al sostre per evitar-ne el desprendiment.

Les capes de guix, més gruixudes, no mantenien una adhesió gaire forta amb la capa romànica, per la qual cosa la seva retirada es va fer amb escarpres petites i martell, subjectant amb punts d'escaiola les parts de pintura romànica que podien presentar un risc de caiguda en retirar les capes que les tapaven. Altrament, adherida a la capa original de pintura, apareixia una fina capa de calç que en moltes zones, de manera irregular, mantenia una forta adherència amb la pintura romànica, la qual cosa en complicava la retirada. Com que en molts llocs requeria una consolidació de l'*arriccio* es va posposar la retirada de capes adherides fins que no s'hagués fet la consolidació total al mur de les capes de pintura romànica. En aquest punt, es va iniciar l'estudi organolèptic per valorar l'estat de conservació de les pintures, assenyalant les zones més alterades i amb alt risc de pèrdua, realitzant les anàlisis oportunes de les alteracions que presentava la pintura i fent les proves de consolidació, fixació i neteja que determinarien el procés de restauració més adequat a seguir.

A les parets no s'hi observava cap tipus d'humitat per filtració, malgrat que els rastres n'evidenciaven la presència en el passat, el

que demostra que la restauració arquitectònica de l'estructura de les parets i de la volta per l'exterior havia aturat qualsevol tipus de filtració. Les parets no tenien cap mena d'humitat per capilaritat ni per condensació en el moment de les anàlisis, tot i que apareixien degradacions causades per aquesta activitat. Amb tot, apareixien esquerdes i fissures pròpies d'aquest tipus d'edificis, sobretot al punt central de les voltes, que en major o menor mesura havien afectat les pintures. No cal dir que les alteracions més importants eren causades per l'agressió directa, ja sigui per les remodelacions de l'edifici o per les incisions per a la subjecció de capes superficials de calç i guix. De fet, les àrees que limitaven en aquests punts són les que més deteriorades estaven i que presentaven un risc més gran de pèrdua.

L'anàlisi de les mostres obtingudes determinava que es tractava d'una pintura al fresc o mig fresc, amb alguns acabats en sec. La capa de carbonatació del fresc s'evidenciava per sobre d'una capa llicada (*intonaco*) de la calç amb poca sorra. Per sota d'aquesta apareixia la capa de morter d'adhesió al mur (*arriccio*) de calç i molta sorra. L'*arriccio*, en general, tenia una bona adhesió al mur, amb algunes cavitats i desprendiments puntuals com a conseqüència del moviment de la volta. El seu caràcter de morter feia que en algunes zones, on la humitat s'havia filtrat, presentés una descohesió important. L'important gruix de l'*intonaco* i la seva consistència han determinat en bona mesura la supervivència de les pintures. Tot i això, presenta zones amb aixecaments i cavitats, així com fissures i esquerdes que trenquen aquesta consistència.

La capa de fresc presenta les clàssiques alteracions d'aquest tipus de pintura, amb desprendiments puntuals de la capa d'*intonaco*, microfissures, embalmats puntuals deguts a migracions a la superfície del carbonat càlcic o a conseqüència de la combinació de l'aigua i l'anhidrid carbònic que dissol el carbonat càlcic. No apareix cap acció important de sals solubles ni cristallitzacions del carbonat càlcic. Superficialment, però, apareix en determinades zones una capa molt dura i prima de calç, aplicada posteriorment, molt ben adherida a la pintura al fresc, que representa un gran problema. Puntualment, també apareixen adherides per la humitat en superfície restes de morter i incrustacions terroses. No apareixen restes vegetals ni activitat biològica important que deteriorin les pintures. Algunes àrees presenten un cert decolorament causat pel fum i la pols acumulada mentre eren al descobert, evidenciat segons el tipus de pigment.

De l'anàlisi dels pigments cal destacar la paleta típica de la pintura al fresc. Apareix el blanc de calç, el negre de carboni i pigments d'òxid de ferro, com l'ocre, el mangra i el siena cremada. De la combinació d'aquests pigments es va extreure una gamma molt important de colors, cosa que demostra la bona tècnica dels artistes.

Alternativament a les anàlisis, es concretava amb l'arquitecte la presentació final de les pintures per tal que s'unifiqués la restauració interior de l'edifici amb la restauració de les pintures, procurant que els materials emprats en la restauració arquitectònica no poguessin alterar l'estabilitat de les pintures un cop restaurades. Finalitzades totes les operacions prèvies es podien concretar i planificar el sistema de treball i el procés de restauració a seguir.

La segona fase, realitzada entre l'any 1998 i 1999, potser la més complexa, va incidir en la consolidació al mur de pedra dels estrats de la capa pictòrica (*arriccio* i *intonaco*), ja que la pintura presentava moltes zones amb aixecaments i descohesions que podien repercutir en la seva conservació.

El tractament base consistia a donar una certa cohesió al morter de calç i sorra de l'*arriccio* amb una aplicació amb xeringa o pinzell d'una barreja de Primal AC-33 al 5% en un litre d'aigua destil·lada, amb 10 ml d'humectant (Agepon) i 1 g de fungicida (Nipagine). Aquesta consolidació prèvia permetia donar consistència als estrats abans de reomplir-los. La resta de processos incidien en el farciment de les esquerdes, forats i cavitats existents per manca de substrat. Per al farciment es va tenir en compte el tipus de morter original i el seu comportament estructural, ja que era molt disgregable. Dels aglutinants coneguts es va preferir utilitzar la lletada de calç segons la fórmula base de Mora & Phillipot, ja que presentava una millor afinitat amb el tipus de substrat original i li donava la cohesió necessària. A partir d'aquest aglutinant s'anaven farcint les obertures, esquerdes i cavitats amb pastes més o menys fluïdes. De fet no apareixia cap cavitat prou gran i fràgil perquè es pogués utilitzar un tipus de farciment lleuger de tipus PLM, Ledan o pols de pozzuolana.

Les cavitats petites i les fissures s'omplien amb una barreja, diluïda en aigua destil·lada (més o menys fluïda segons convenia), de lletada de calç amb pols de marbre fi, fungicida (Nipagine) i una inclusió de Primal AC-33 al 10% en aigua destil·lada, segons si el preparat era més o menys espès, a fi de restar-li contractivitat. Per afavorir-ne la

penetració es donava prèviament a la zona afectada una impregnació amb alcohol etílic. Per al farciment de les grans cavitats i de les esquerdes amb gran pèrdua de substrat original s'utilitzava el mateix tipus d'aglutinant que en l'anterior operació però afegint-hi morter original i calç amarada, per donar-hi més matèria. La fluïdesa depenia de la zona a tractar, afegint-hi més o menys aigua destil·lada i el preparat de lletada de calç. Es repetia l'operació tants cops com calgués, deixant reposar uns dies la zona tractada entre aplicació i aplicació, fins omplir els forats. Tots els tractaments de farciment es deixaven per sota del nivell de la pintura original, procurant retirar les taques que es produïen abans que s'assequessin. Les zones amb risc de caiguda eren sostingudes prèviament amb tires de paper japó amb cola cel·lulòsica i amb pegats puntuals i reversibles d'escaiola, així com les parts que calia apretar perquè retornessin al seu lloc original. El tipus d'aglutinant i càrrega utilitzats feien que els processos d'assecatge fossin lents, alhora que permetia una certa manipulació de la zona tractada. Alternativament, i quan la consolidació ja estava garantida, s'anaven retirant les restes de capes de guix que encara tapaven parts de pintura original.

A la tercera fase, realitzada l'any 1999, un cop ben consolidades les capes de substrat del fresc i amb els additius ben assecats, es va procedir a la neteja de la pintura de restes de calç, incrustacions i brutícies superficials que alteraven i impedièn la visió de les escenes representades, així com de les sals solubles presents en superfície. Per retirar la capa de calç i de carbonats es combinaven dues tècniques: l'estovament de la capa i la posterior retirada per mitjans mecànics més precisos, com el torn de dentista. L'estovament de la capa es realitzava amb l'aplicació temporal d'apòsits de paper Arbocel amb aigua destil·lada. Si no era prou eficaç per dissoldre-la s'aplicaven progressivament apòsits de paper Arbocel amb carbonat sòdic al 40% en aigua destil·lada o del preparat AB-57, sol o afegint-hi EDTA, protegint prèviament la superfície amb paper japó. La realitat és que la duresa de la capa feia que el treball és realitzés mil·limètricament i amb permanència dels apòsits durant períodes llargs de temps controlat. Al mateix temps s'anaven fixant les zones de la capa de fresc que presentaven descohesions i aixecaments. Per a la fixació es va emprar bàsicament Primal AC-33 diluït en aigua fins a un màxim d'un 10%, segons les necessitats.

La neteja final consistia en diversos fregaments lleugers i intensius de la superfície pictòrica una mica humitejada, mitjançant gamusos i draps de fil, a efecte de retirar les restes de pols de calç adherida superficialment que emblanquinava i embalmava la pintura.

En la darrera fase, realitzada al primer semestre de l'any 2000, es va treballar en el sistema de presentació de les pintures. Tots els marges de les pintures es van bisellar seguint el relleu, amb una pasta que emprava la mateixa fórmula del consolidant, però amb la inclusió d'una barreja de pigments de terra per donar un to adequat. Abans, però, si el marge era molt esmicoladís s'impregnava amb pinzell amb un fixador fet de Primal AC-33 al 10% en aigua destil·lada i Agepon. Un cop fet el bisellat, les àrees perdudes interpictòriques es tapaven amb un nou morter acolorit, per sota del nivell de les pintures. Aquest morter de presentació estava compost per tres parts de sorra torrada molt fina, dues parts de calç hidràulica i la part necessària de Primal AC-33 al 25% en aigua destil·lada. L'obtenció d'una capa uniforme per sota del nivell de les pintures feia que presentés gruixos diversos segons les irregularitats de la zona. Els marges exteriors es van unificar amb el morter que els paletes van utilitzar per lliscar la nau, per tal de donar uniformitat entre les pintures i les parets de les naus restaurades. El morter utilitzat és el mateix que l'emprat per les zones perdudes dins les pintures però amb un to diferent, evitant així que els morters hidràulics habituals usats pels paletes en obres d'arquitectura afectessin les pintures. Val a dir que això suposa una entesa entre restauradors arquitectònics i restauradors pictòrics, i un treball més difícil per als paletes, més avesats a productes més adherents, com ara el Griffi. Aquesta capa d'arrebossat final, exterior a les pintures, ocupava l'absis i la volta fins al terra de la nau, la qual cosa va significar un treball intensiu, ja que s'havia de fer d'un sol cop per evitar contrastos en el to. Les pintures es van deixar reposar un temps per observar si apareixien humitats o sals, i per permetre l'assecat dels morters emprats en la reintegració de les zones perdudes i del lliscat de les parets.

Seguint un criteri estrictament arqueològic, es va procedir a la reintegració pictòrica amb aquarel·la i guaix. Aquesta reintegració implicava només tapar les petites pèrdues i els petits punts de restes de calç que no s'havien pogut retirar en la neteja. Es va evitar completar les línies i les àrees de color, malgrat que la seqüència figura-

tiva i linial ho pogués permetre, per tal d'atorgar una visió real d'unes pintures que han estat amagades durant centenars d'anys.

Com a acabat final, es va donar una capa de protecció amb Paraloid B-72 al 3% en toluè, aplicat amb pinzell molt treballat i evitant les possibles brillantors per manca d'absorció. Prèviament es va comprovar que no hi havia humitats i que les pintures es mantenien estables, evitant així possibles emblanquinaments i pèrdues d'intensitat.

El seguiment de l'estat de conservació de les pintures es fa cada sis mesos mitjançant controls puntuals sobre el mur per detectar possibles humitats per filtració o condensació, i amb la mesura ambiental de l'interior de l'església. També s'observa la possible emergència de sals solubles en superfície i possibles alteracions dels materials afegits. Val a dir que el sistema de ventilació natural de l'església i el no tancament de les finestretes, que determinen la renovació de l'aire i eviten la condensació, asseguruen la conservació de les pintures. De fet, l'església manté les pautes ambientals que havia tingut des de sempre i que han permès la conservació d'aquest excel·lent conjunt.

L'aspecte actual de les pintures és el testimoni que ens ha quedat del passat romànic de l'església i de les alteracions que ha patit. No s'ha incidit en la reconstrucció i l'embelliment de les escenes pintades, ja que s'ha considerat oportú conservar-les amb la seva originalitat i les seves deficiències, però amb l'estabilitat necessària per garantir-ne la perdurabilitat. De fet, el panorama pictòric final no deriva de cap esquema tradicional en la figuració romànica. La volta de l'absis quadrangular està presidida per una *Maiestas Domini* en una mandorla ovalada, acompanyada pel tetramorf i una tríada d'àngels i arcàngels a cada banda, tot això envoltat per una sanefa geomètrica. A la paret nord (de l'Evangeli) apareixen els símbols de l'àliga de sant Joan i del bou de sant Lluc, malgrat que, per error, s'atorga el nom de Marc (MARCH) al bou de sant Lluc. A la paret sud (de l'Epístola) apareix l'àngel de sant Mateu i el lleó de sant Marc, tot i que no se n'indiquen els noms (queda per determinar si al lleó de sant Marc li van posar Lluc, seguint la tònica de la paret de l'Evangeli). A sota, a banda i banda de la paret absidal, apareixen els dotze apòstols en posició frontal, envoltats per sota amb una sanefa diferent. Els apòstols, curiosament, no segueixen l'esquema simètric general, sinó que queden repartits set apòstols a la paret nord i cinc a la paret sud, possiblement a causa de l'esquema representat a la

desapareguda paret est. Sota d'aquests apòstols, i només a la paret nord, apareix l'inici d'un cortinatge amb medallons que de moment no s'ha pogut concretar. Seguidament, a l'inici de la volta de la nau apareix una aurèola circular a la zona més alta, presidida per un personatge entronitzat que, per la mà dreta alçada, podria ser Crist o un sant. A cada costat hi ha dos àngels que sostenen l'aurèola i entre ells la imatge d'un profeta: David a la paret nord i Jeremies (?) a la pared sud. Al frontis de l'arc triomfal apareixen símbols profans del zodíac. Evidentment, cal un estudi profund i seriós del contingut estilístic i iconogràfic de les pintures per poder-les explicar i contrastar correctament.

Alternativament a la restauració de les pintures romàniques, van aparèixer a la paret est de la capella lateral dreta unes restes de pintura mural al tremp, suposadament del XVI, que confirmaven el pasat esplendorós d'aquesta església. En aquesta pintura es pot veure la imatge escapçada de Nostresenyor acompanyat per un donant, molt més petit, agenollat i amb espasa, envoltat per un espai monocrom informe on puntualment apareixen estrelles.

Equip de treball

Restauració pictòrica

Realització: Servei de Restauració de Béns Mobles.

Coordinació de la restauració: Pere Rovira.

Restauradors de la fase de descobriment: J. M. Xarrié, Maite Toneu, Àngels Planell i Pere Rovira.

Restauradors de la fase consolidació i primera neteja: Mònica Guibert, Marisa Latorre i Pere Rovira.

Restauradors de la fase neteja: J. M. Xarrié, Maite Toneu, Pep Paret i Pere Rovira.

Restauradors de la fase de reintegració i presentació: Maite Toneu, Pep Paret i Pere Rovira.

Restauració arquitectònica

Realització: Servei de Monuments de la Diputació de Girona.

Arquitecte: Lluís Bayona i Prats.

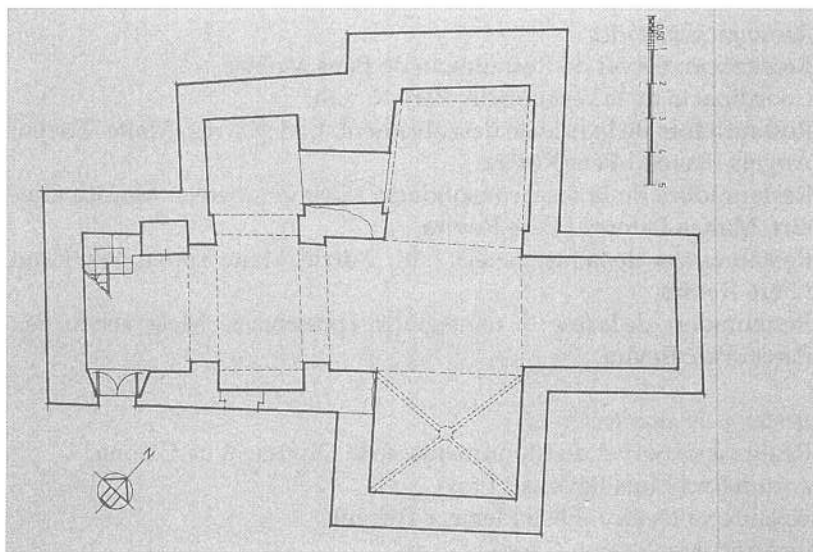
Arquitecta tècnica: Elisa Llenas i Torrent.

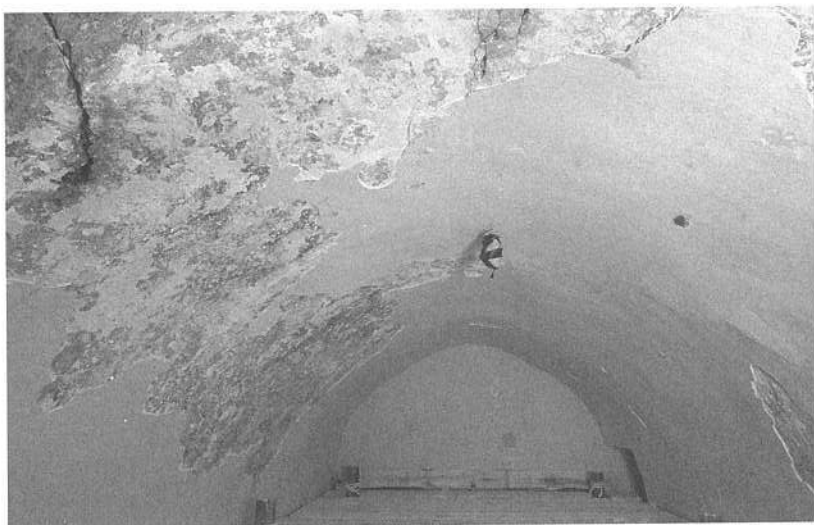
Contractista: Ramon Gassó i Girmé.



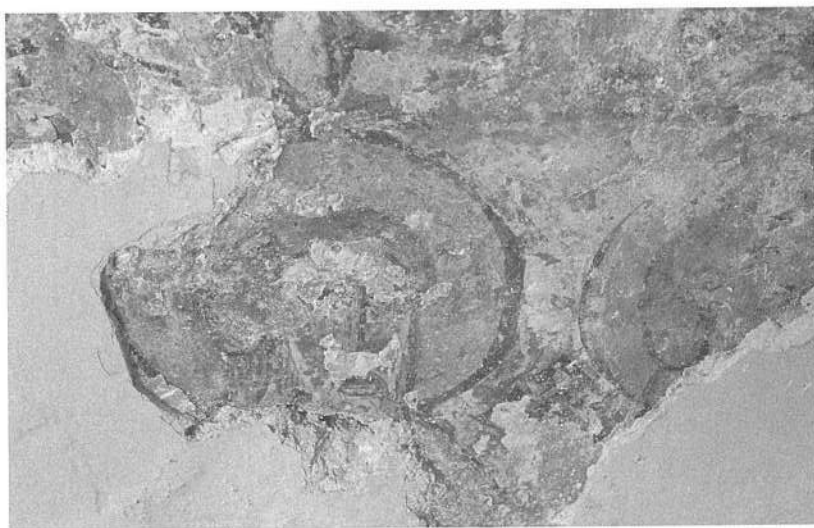
Vista de l'exterior de l'església de sant Víctor de Dòrria, en el moment de la intervenció.

Dibuix de la planta de l'església, amb el seu característic absis pla.

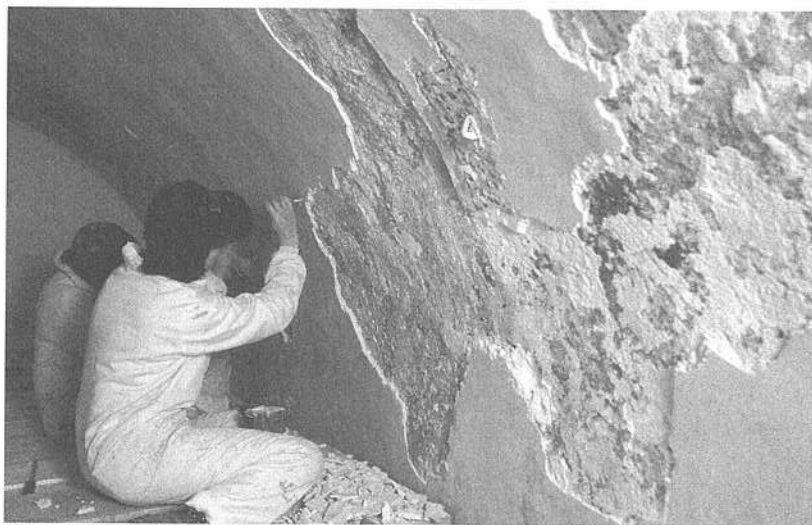




Aspecte de la volta a l'inici dels treballs.



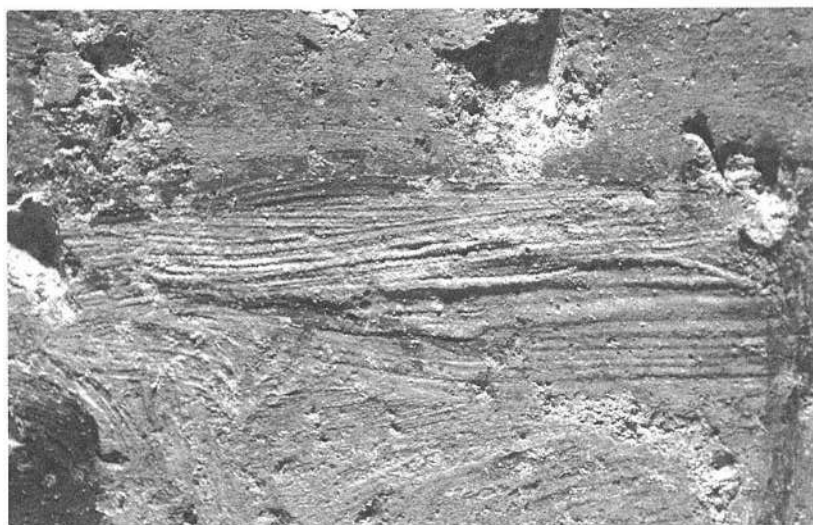
Aparició de les pintures, sota les capes de guix i calç.



Treballs de retirada del guix i la calç per al descobriment de les pintures.



Detall del procés de restauració.



Fotografia de la superfície amb llum rasant.



Aspecte general de la volta, un cop descobertes les pintures.



Paret nord de la volta (de l'Evangeli), amb set apòstols, l'àliga de sant Joan i el bou de sant Lluc.



Vista de la part central de la volta, amb la mandorla ovalada.



Detall de les pintures de la volta: tetramorf i tríada d'àngels.



Detall de les pintures.



Detall de les pintures.

La restauració dels peixos del Museu de Zoologia de Barcelona

Núria Moragas, restauradora, col·laboradora del Museu de Zoologia, llicenciada en Belles arts

Carles Orta, preparador, Laboratori de Preparació Zoològica del Museu de Zoologia, llicenciat en Belles arts

Eulàlia Garcia Franquesa, conservadora de Vertebrats del Museu de Zoologia, llicenciada en Biologia

El Museu de Zoologia de Barcelona és ubicat des de 1934 a l'edifici modernista de Lluís Domènech i Montaner conegut popularment com el Castell dels Tres Dragons, al Parc de la Ciutadella. Custodia una col·lecció zoològica estimada en més d'un milió d'exemplars, la major part dels quals són insectes, tot i que hi ha una bona representació de mol·luscos i de vertebrats. La major part de la col·lecció es conserva en els espais de reserva i té una utilitat eminentment científica.

El Museu de Zoologia té dos departaments de preparació d'exemplars zoològics: un per a invertebrats i un altre per a vertebrats. Aquests departaments s'encarreguen de transformar els exemplars zoològics que ingressen al museu en material zoològic perdurable i, quan cal, efectuen feines de neteja i restauració. Actualment, la tipologia de col·leccions, és a dir de material preparat, abasta exemplars de vertebrats naturalitzats, exemplars d'insectes i altres assecats, preparacions d'insectes (*genitalia*), conquilles, animals sencers en alcohol, esquelets, pells d'estudi, nius, ous, plomes i teixits. Des de fa dos anys el museu compta amb una restauradora que s'encarrega del manteniment i la restauració dels exemplars exposats.

Una part del fons es troba a l'exposició permanent que el museu dedica a mostrar com és el món animal. L'exposició presenta l'ordenació de les espècies animals en grans grups i les característiques

d'aquests. Els exemplars exposats de vertebrats són majoritàriament naturalitzats. Pel que fa als grups de les aus i dels mamífers hi ha actualment la possibilitat de substituir alguns exemplars, ja que el museu rep donacions i de vegades naturalitza nous exemplars. En el cas dels peixos, els amfibis i els rèptils, el recanvi d'exemplars naturalitzats és pràcticament inexistent. En el cas dels amfibis i els rèptils la seva exposició al museu s'ha pogut millorar gràcies a la realització de rèpliques i a les restauracions d'algunes closques. En el cas dels peixos hi ha hagut alguna taxidèrmia i actualment es treballa en la restauració d'exemplars.

La col·lecció de peixos naturalitzats es compon de prop d'un centenar d'exemplars, la majoria d'ells mostrats al públic a l'exposició permanent del museu. Es tracta d'exemplars considerablement antics que actualment presenten una coloració que té poc a veure amb la que presenten a la natura. La causa d'això és l'oxidació que ha patit el vernís que els recobreix per protegir-los de possibles danys. Això s'ha agreujat pel fet que alguns exemplars han estat envernissats diverses vegades i que s'han decolorat els materials pictòrics utilitzats en el moment de realitzar la taxidèrmia.

El fet que els peixos dissecats presentin una textura rígida fa que les aletes siguin extremadament fràgils i que es trenquin amb facilitat quan es mouen per netejar-los, per canviar-los d'ubicació o per transportar-los a altres museus.

Amb la finalitat de millorar l'exposició dels grups de peixos del museu i preservar les espècies de les quals no és possible obtenir altres exemplars, es va considerar oportú i necessari iniciar la restauració per aquest grup d'animals vertebrats.

Tècniques

La restauració dels peixos ha seguit el procés que es resumeix a continuació:

1. Decapat, per eliminar la brutícia i el vernís oxidat amb els anys.
2. Reintegració volumètrica, amb la reconstrucció d'aletes, escates i apèndixos que s'han perdut. Aquests elements són creats seguint la documentació gràfica pertinent. La reintegració es du a terme mitjançant un aglutinant (Araldit) i una càrrega (Aerosil).

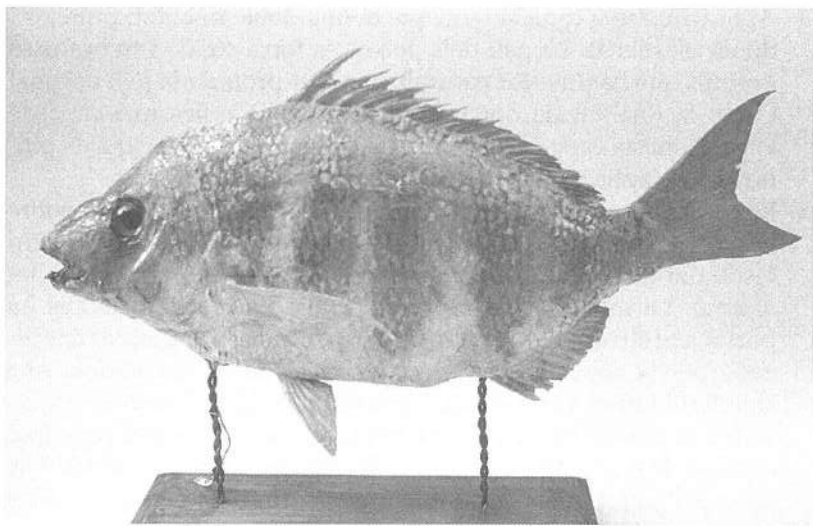
3. Aplicació d'una capa aïllant, que té una doble finalitat: protegir i donar elasticitat. La pell dels peixos és força rígida i trencadissa després que hagin estat naturalitzats. Per protegir la pell original i amb la finalitat de donar-li elasticitat s'hi aplica una capa de làtex. Aquesta capa permet aïllar la pell original de la capa de pintura que s'aplicarà al damunt.
4. Reintegració pictòrica, a partir de documentació gràfica sobre l'espècie zoològica que es treballa, per tal que l'exemplar sigui testimoni fidel de la coloració que té l'espècie en el seu hàbitat natural. La dificultat de representar els colors originals ens ha portat a utilitzar la tècnica de pintar per transparència, caracteritzada per la superposició de capes pictòriques, de manera que sigui l'ull humà que visualitzi el resultat final. Les pintures utilitzades haurien d'haver estat de base aquosa, per la seva principal qualitat de transparència, però la seva poca resistència al pas dels anys ens ha fet optar per utilitzar altres pintures més adequades a l'objectiu desitjat: els esmalts sintètics.
5. Protecció final, que es realitza amb làtex. Amb aquesta aplicació protegim i donem elasticitat alhora que obtenim un resultat final molt adequat a la brillantor que tenen els peixos dins l'aigua.
7. Restauració de les peanyes de fusta.

El manteniment posterior d'aquests exemplars es basa en una neteja superficial. En casos en què cal aprofundir en la neteja, s'utilitza un líquid d'ús domèstic que és regenerador i abrillantador.

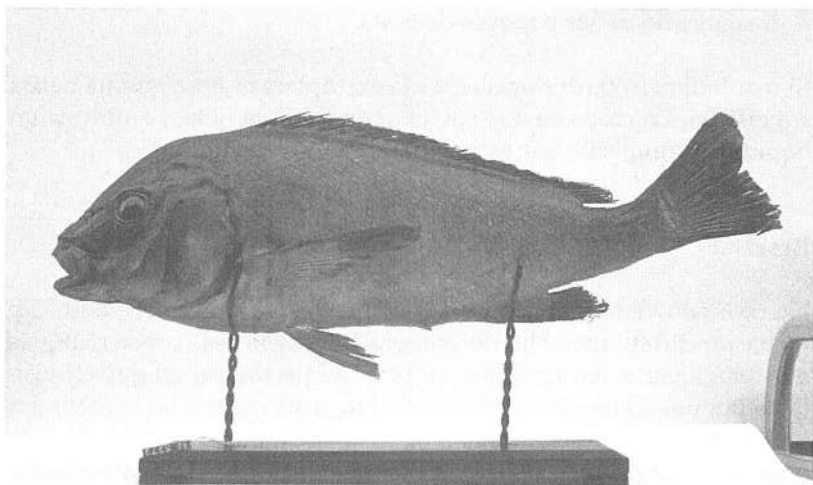
Resultats

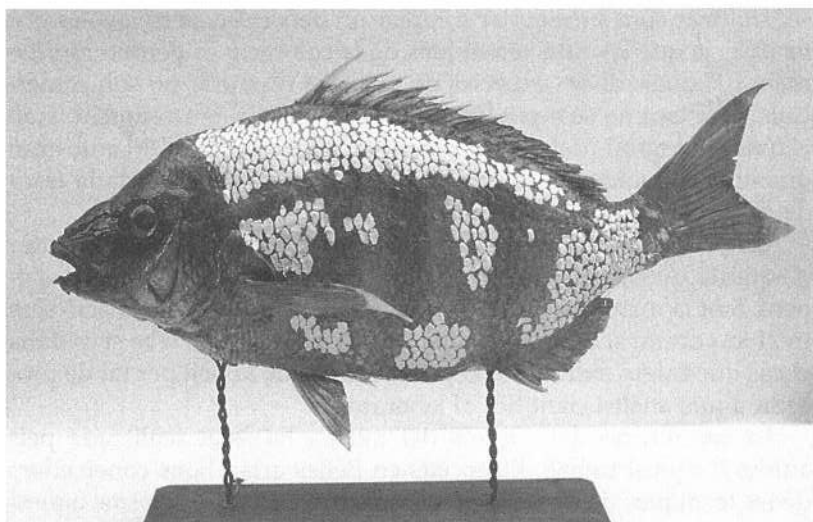
Els resultats obtinguts mostren que la restauració permet, sense cap mena de dubte, restablir de manera fidedigna les característiques morfològiques externes dels exemplars de peixos per tal que els visitants puguin veure quin és l'aspecte d'aquesta espècie en la natura.

Aquesta restauració, força laboriosa, inclou a més una tasca a la qual cal dedicar força temps: la documentació prèvia a la restauració. Això és important perquè a la natura la coloració d'un mateix peix pot variar, fet que repercuteix també en les fotografies fetes sota l'aigua i després publicades. Com a conseqüència d'això cal buscar una gran quantitat d'informació. Una bona font d'informació podria

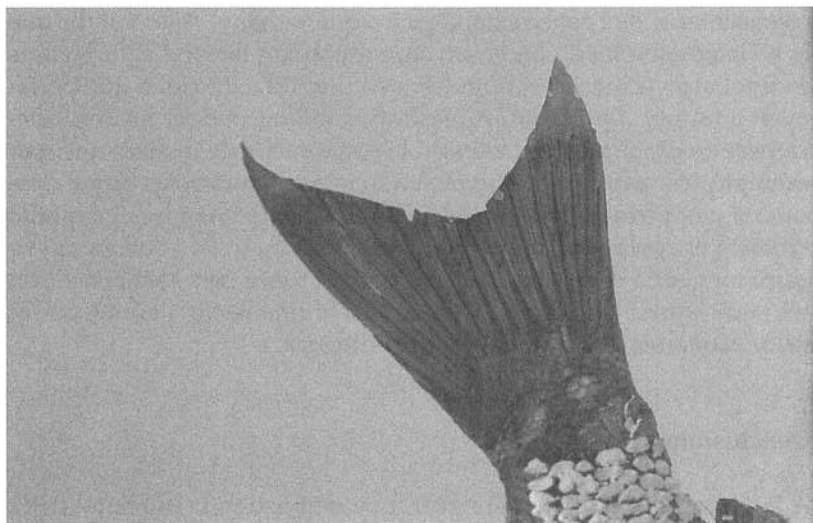


Dos exemplars abans de ser restaurats





Detalls del procés de restauració.



ser utilitzar com a exemplar a copiar un peix fresc, però això és poc factible, ja que les característiques de la coloració es perden ràpidament i algunes de les espècies de peixos a restaurar no són comercials i per tant no se'n pot disposar amb facilitat. Sortosament, amb el fons bibliogràfic del museu i amb l'aparició de CD-ROM amb gran quantitat d'imatges es pot resoldre de manera satisfactòria la tasca de documentació prèvia.

Els processos seguits en la restauració de cada exemplar i l'autor d'aquesta quedaran reflectits en la documentació o fitxa corresponent, tant la manual com la informatitzada. Aquesta informació serà molt important si l'exemplar s'ha de restaurar de nou o bé si es dona el cas que calgui extreure una petita mostra de la pell per tal de procedir a una anàlisi científica al laboratori.

La restauració dels peixos del museu ha estat realitzada pels autors d'aquest treball, llicenciats en Belles arts i bons coneixedors de les tècniques de restauració d'obres d'art. Per dur a terme aquestes restauracions s'han seguit els mateixos criteris que s'utilitzarien per a una obra d'art. No obstant això hi ha grans diferències entre el material artístic i el material zoològic. La principal és que l'obra d'art és original, mentre que un exemplar zoològic és un dels possibles representants de l'espècie zoològica a què pertany. Això vol dir que hi ha la possibilitat d'obtenir un altre exemplar, llevat d'alguns casos excepcionals (espècies extingides o en perill d'extinció, o que pertanyen a faunes llunyanes). Aquesta possibilitat permet un cert relaxament en els criteris utilitzats en la restauració, de manera que, per exemple, els materials no permeten que la restauració es pugui considerar completament reversible. Altres diferències entre el material artístic i el zoològic són que l'antiguitat del material zoològic no va gaire més enllà d'un segle, fet que permet saber com està constituït, tot i que aquest procés no consti en la documentació, i també que el valor econòmic del material és força diferent.

Conclusions

A la vista dels resultats obtinguts, que demostrin la idoneïtat de la restauració dels peixos dissecats exposats al Museu de Zoologia de Barcelona, considerem que la restauració és el camí per permetre mostrar al públic com són les espècies de peixos. La finalitat última

d'un espècimen zoològic exposat en una vitrina és mostrar la seva morfologia externa i el seu aspecte (coloració) en el seu medi natural.

El manteniment curós dels exemplars de peixos i la seva restauració, quan es tracta d'exemplars antics, permeten aprofitar perfectament el material ja existent a la col·lecció zoològica amb finalitats expositives.

Metodologia interdisciplinària de recerca: detecció d'infeccions i altres patologies en fons d'arxius

M. Àngels Balliu Badia i Rosa Rocabayera Viñas, Escola Superior de Conservació i Restauració de Béns Culturals de Catalunya

Josep Girbal Lladó i Isabel Salgado Gispert, Unitat de Botànica del Departament de Biologia animal, vegetal i ecologia de la Universitat Autònoma de Barcelona

En aquesta ponència volem presentar l'efectivitat de la pluridisciplinarietat en l'àmbit de la conservació i la restauració, a partir de la nostra experiència en els treballs de detecció de fons i altres patologies en les 13.337 caixes de documentació de l'Arxiu Municipal Administratiu de l'Ajuntament de Barcelona. Aquesta tasca s'havia de realitzar en només cinc mesos, entre el 15 de març i el 15 d'agost de 2000, i es va adjudicar en concurs públic a Mètode, Sistemes de Conservació i Restauració, a principi de març de 2000.

La documentació que calia revisar estava ubicada a dues seus: la seu de prearxivatge, on s'emmagatzema la documentació que ha de passar el procés de selecció, i l'Arxiu Municipal Administratiu, on hi ha la documentació que s'emmagatzema definitivament. En ambdues seus hi ha la possibilitat de consultar la documentació.

El primer que es va plantejar va ser la necessitat de crear un equip que inclogués especialistes en les disciplines necessàries per realitzar correctament aquesta tasca. Aquest equip pluridisciplinari de professionals es va formar amb un grup de restauració (una coordinadora i quatre restauradors), un grup de biòlegs especialitzats en el deteriorament biològic del patrimoni, i un grup de conservació preventiva. Tots tres grups van treballar coordinats al llarg dels cinc mesos per tal de poder revisar les 13.337 caixes, determinar quines patien infecció i fer les recomanacions d'actuació a l'Arxiu.

Per centralitzar coordinadament tota la feina dels restauradors i tota la informació que s'havia de recollir, el pas següent va ser crear una base de dades informatitzada, pensada específicament per a aquest arxiu però adaptable a qualsevol col·lecció, on es pogués deixar constància de tots els paràmetres i patologies observades pels restauradors i de les anàlisis fetes pels biòlegs que podien interessar per a l'estudi i per a la redacció de l'informe final. Aquesta base de dades havia de tenir una fitxa individual per a cada caixa de documentació, ja que els problemes podien ser diferents fins i tot en el cas de caixes consecutives, tal i com es va poder observar posteriorment.

NÚM FITXA	759	B Azule Man. Administr	C Diposit Presseiat
SÈRIE	ELABOR: PUB	TOPOGRÀFIC	(B-3-E-1)
OBSERVACIONS	PLANOLIS		
SUPPORT			
A Paper ☒		B Dinar ☐	C Vegetal ☐
D.3. Fotomem ☐		E. Teia ☒	G Altre ☐
F Plàstic ☐			
ALTERACIONS			
BRUTITJA	AE	OXIDACIÓ	C. TRITES
Valor	2	Valor	Valor
ACIDESA	AE	FOXING	A. Insectes
Valor	1	Valor	Valor
TALLS/etc.	AE	ROSGEGADOR	ALTRES
Valor	1	Valor	TAQUES HUMITAT
			Valor
NECESSITAT NETEJA ☒			
NECESSITAT RESTAURACIÓ ☒		NECESSITAT DESINSECTACIÓ ☐	
POSSIBLE ATAC MICROBIOLÒGIC			
ATAC MICROBIOLÒGIC ☒			
pH			
TAQUES/PIGMENTACIONS			
Color	Percentatge	Estal	
Blanc ☐	25% ☐	Polisnotes ☒	FOTOGRAFIA ☒
Gris ☒	25% ☒	Llises ☒	
Negre ☒	50% ☐	Han Traspassa ☒	CAIXA INFECTADA ☒
Marró ☒	75% ☐		
Marró-fosc ☐	75% ☐	Tipologia	NEC. CANYI CAIXA ☐
Marró-oliva ☒		Puntejada ☒	
Verd-blau ☐		Filamentosa ☐	PRESA DE MOSTRA ☒
Verd-gris ☐		Radials ☒	NÚM MOSTRA
Groc-verd ☐			B-0001
Groc-tançola ☐		LOCALITZACIÓ DOCUMENT	CAP: 25%
Groc-ocre ☐		LOCALITZACIÓ CAIXA	MIG/FINAL
OBSERVACIONS 2			

Exemple de la base de dades amb la fitxa específica utilitzada pels restauradors.

Una base de dades és un instrument informàtic que permet centralitzar tota la informació que es reculli per tal de poder ordenar-la més tard en funció de diferents interessos, de manera que es puguin fer consultes de diversa mena amb l'opció d'elaborar informes. És fàcil, doncs, veure les possibilitats que ens va oferir aquesta eina per gestionar tota la informació recollida de les més de tretze mil caixes. És impensable que s'hagués pogut fer amb un sistema tradicional de fitxes. La base de dades està estructurada en diverses parts:

Primera part

Localització i identificació de la caixa a revisar, on consta la seu de l'Arxiu, la sèrie a què pertany i el codi topogràfic. També hi consten altres dades d'ordre intern, com el número de fitxa, el restaurador que fa la revisió i la data.

Segona part

A la segona part s'especifica el tipus de suport dels diferents documents que integren la caixa revisada (paper, paper de diari, paper vegetal, plàstic, tela, material fotosensible, etc.).

Per tal d'aprofitar la revisió exhaustiva que fan els restauradors, també s'identifiquen les alteracions observades, a les quals s'assigna un valor (de l'1 al 3, segons la intensitat). Les alteracions seleccionades van ser les que més freqüentment afecten el material d'arxiu: brutícia, acidesa, talls, estrips i pèrdues, oxidació d'elements metàl·lics i foxing.

Al final s'inclouen ja unes recomanacions bàsiques segons les conclusions extretes de les alteracions observades: necessitat de neteja, de restauració i de desinsectació.

Tercera part

La tercera part és la que avisa d'un possible atac biològic i la que dóna les bases de treball a l'equip de biòlegs.

Els restauradors de patrimoni documental i d'arxiu ens veiem normalment limitats a fer una descripció visual d'allò que sembla un atac de microorganismes. Les pautes que vam establir amb l'assessorament dels biòlegs per a la identificació visual d'una possible infecció van ser:

- Observació del color de les taques produïdes per pigmentació de la cel·lulosa o per la mateixa estructura del microorganisme.

- Observació de l'estat de l'atac, resumit bàsicament en dues possibilitats: polsinoses i llises, amb la comprovació de si han traspassat al revers o a altres documents.
- Observació de la tipologia de les taques, és a dir, si són filamentoses, puntejades o radials.

La combinació de les dades del color, l'estat i la tipologia de la taca dona als biòlegs una informació morfològica important per a l'estudi previ als cultius.

Altres aspectes que es van tenir en compte van ser també:

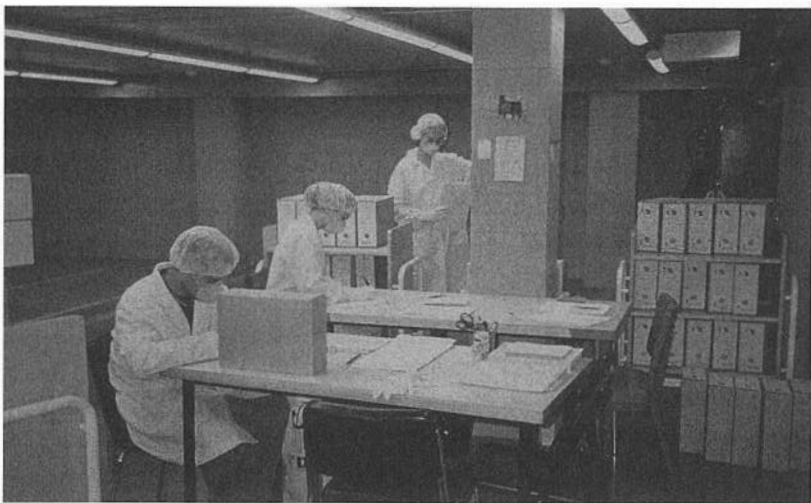
- La localització de la zona infectada del document, i dels documents infectats dins la caixa. És important tenir-ho en compte, ja que pot ajudar a establir possibles causes de l'alteració.
- Percentatge de l'atac en el conjunt de les caixes, amb uns paràmetres que van des de menys del 25% fins a més del 75%.
- La documentació fotogràfica, ja que les imatges ajuden a la determinació de la tipologia i morfologia de l'atac.
- L'apartat de presa de mostres s'omplia, en primer lloc quan els restauradors trobaven interessant la possibilitat de prendre mostres d'aquella caixa, i després, definitivament quan els biòlegs, en revisar la fitxa i la caixa, trobaven necessàries l'anàlisi i la identificació de l'atac mitjançant un cultiu.

Aquesta fitxa es complementa amb la fitxa específica creada pels biòlegs, on es descriu la metodologia utilitzada i els resultats, que s'explicarà més endavant.

La revisió exhaustiva de les 13.337 caixes realitzada per restauradors ha estat una oportunitat única per estudiar altres problemes de conservació importants, com ara l'estudi dels paràmetres ambientals per intentar establir la seva possible relació amb la infecció o amb altres patologies. Les conclusions extretes ajuden a determinar futurs plans d'actuació i faciliten la priorització de les intervencions.

El treball de l'equip de restauració

L'equip de restauradors estava constituït per una coordinadora i els quatre professionals de la conservació i la restauració. Era necessari formar aquest equip, ja que la documentació és d'una gran importància històrica i documental, i la detecció visual de patologies infeccioses sobre el paper requereix una certa experiència i professionalitat.



L'equip de restauradors, durant la revisió de la documentació.

tat per no caure en errors que puguin alterar les conclusions finals. Els restauradors van treballar intensament durant quatre mesos per realitzar una revisió visual exhaustiva de cadascuna de les caixes i per poder localitzar la documentació amb possible infecció.

La metodologia de treball va ser estudiada i revisada constantment per tal que la seva efectivitat i el rendiment fossin al més adequats possibles a la tasca que calia realitzar. Per desenvolupar la tasca prevista es va procedir d'acord amb la seqüència següent:

- Els restauradors van condicionar un espai adequat a les seves necessitats.
- Un cop repartides les caixes a revisar segons les llistes aportades per l'Arxiu, cada restaurador les agafava i les transportava.
- Les caixes s'obrien individualment, extraient-ne tot el contingut per tal de revisar exhaustivament tots els expedients.
- Per a cada caixa s'introduïa a la base de dades la informació corresponent.
- Per a les caixes assenyalades com a problemàtiques per infecció es completava la part de la fitxa corresponent a l'atac microbiològic.
- La documentació sospitosa de patir un atac microbiològic s'aïllava dins un sobre blanc per tal de poder detectar-la ràpidament.

- Les caixes afectades es van assenyalar amb un punt vermell a la part inferior. En cas que el volum afectat representés més del 50% dels documents, aquests no es van ensobrar, i la caixa es va assenyalar amb una «T».
- Els restauradors es van basar en el resultat dels mecanismes d'alteració dels microorganismes per indicar que un document estava infectat.
- Es va col·laborar en tot moment amb els biòlegs per a la presa de mostres segons les indicacions de les fitxes omplertes pels restauradors.

Resultats de la revisió visual

Un cop acabada la revisió de les 13.337 caixes, i gràcies a les possibilitats de la base de dades, s'han extret tota una sèrie de resultats, a més de la llista de les caixes amb documentació afectada per problemes de deteriorament biològic. Aquests resultats, es poden obtenir en forma d'informes, i en el moment que interressi es pot disposar de la llista de les caixes amb documentació afectada per una alteració concreta.

El resum de la situació de les caixes és el següent:

<i>Caixes revisades en total</i>	13.337
<i>Caixes revisades a la seu de prearxivatge</i>	1.994
Caixes infectades	404 (20,26%)
Caixes afectades per oxidació d'elements metàl·lics	1.425
Caixes afectades per foxing	140
Caixes afectades per acidesa	1.064
Caixes afectades per altres problemes (cintes autoadhesives, gomes elàstiques, coles...)	536
<i>Caixes revisades a la seu de l'Arxiu Administratiu</i>	11.343
Caixes infectades	449 (3,96%)
Caixes afectades per oxidació d'elements metàl·lics	7.193
Caixes afectades per foxing	8.571
Caixes afectades per acidesa	10.690
Caixes afectades per altres problemes (cintes autoadhesives, gomes elàstiques, coles...)	1.036

Estudi biològic

En aquest estudi s'han seguit els procediments establerts per a la determinació de contaminació microbiològica. S'han analitzat tant el material de la documentació que requeria l'estudi com els contenidors d'aquesta, és a dir, les caixes, les carpetes, els prestatges, etc., i l'àmbit on estan ubicades les peces. S'ha fet, doncs, dos estudis paral·lels i simultanis: per un costat s'ha considerat el grau d'afectació dels documents i per l'altre s'ha considerat l'estat de conservació dels espais.

El treball realitzat pels restauradors i les seves observacions reflectides a la base de dades van servir per facilitar la tria dels documents a mostrejar. A partir de les preses de mostres es van determinar les tipologies d'alteració i es van relacionar amb les diferents patologies.

Tot l'estudi s'anava registrant a la fitxa específica de la base de dades realitzada pels biòlegs, que era adequada per recollir la relació dels materials i les patologies amb els agents d'alteració i els seus mecanismes.

Metodologia de treball

Es van prendre les mostres del material revisat pels restauradors *in situ*, amb diferents tipus de mostrejadors, i després, en el laboratori, es realitzaven els cultius pertinents en diversos medis.

A l'hora de triar la documentació es va fer ben palesa la importància de la tasca realitzada pels restauradors, perquè es podien buscar ràpidament aquelles tipologies d'alteració que fossin més interessants de mostrejar. Amb tot, s'ha seguit un ordre donat pels valors en percentatges d'infecció de les caixes.

Presa de mostres de l'aire

La presa de mostres de l'aire (SAS: System Air Sample) es va fer estacionalment. Aquest és un control microbiològic de l'aire que avalua el contingut d'organismes en un determinat volum i permet en poc temps fer un estudi del contingut microbià d'un espai. El dispositiu aspira volums predeterminats de l'aire a través d'una superfície perforada a una velocitat preestablerta. Aquest aire és impel·lit a una placa amb medi de cultiu on queden retingudes les partícules en suspensió.

Presa de mostres del substrat

La presa de mostres en els suports o mostreig directe es va fer amb diferents tècniques:

- *Laminocultius*: Sistemes de medis de cultiu ja preparats per a control de superfícies. Les lamine que contenen el medi de cultiu es posen en contacte amb la superfície a mostrejar i s'incuben a l'estufa.
- *Swaps*: Aquest és un sistema de control de superfícies basat en l'ús d'hisops entubats de manera unitària i estèril. A dins de cada tub hi ha una solució de 5 ml de líquid humectant i conservant que afavoreix el creixement fúngic. L'hisop explora una superfície determinada.

ESTUDI BIOLÒGIC		NUMETXA:	788	
NÚM MOSTRA	B-0001	ESTUDI BIOLÒGIC	1	
MÈTODE MOSTREIG				
Laminocultiu	☐	Swaps	☒	
Contacte	☐	Mostra directe	☐	
LOCALITZACIÓ DE LA PRESA DE MOSTRES				
Cartó	☐	Paper	☒	
Plàstic	☐	Radiografia	☐	
Altres 1				
MEDIS DE CULTIU				
MEA	☒	MRB	☐	
CZAPECK	☐			
TEMPS CREIXEMENT COLÒNIES		10 dies		
VIABILITAT				
ACTIU	☒	INACTIU	☐	
NÚM COLÒNIES		< 10		
COLOR DE LES COLÒNIES				
ANVERS	gris/marró		REVERS	marró
DETERMINACIÓ				
NÚM 1	U. chaptarium			
NÚM 2				
NÚM 3				
QUANTIFICACIÓ (COLÒNIES/M)				
TIPUS DE DANY				
Cel·lulòtics	☒			
Patogenis	☐			
Altres 2				
TRACTAMENT				
Aïllament	☐			
Neteja	☒			
Biocida	☐			

Exemple de la base de dades amb la fitxa específica utilitzada pels biòlegs.

El líquid se sembra i s'obtenen els valors, que podran donar-se en UFC/cm² (UFC: unitats formadores de colònies).

– *Mostra directa*: Es recollen fragments de material de diferents zones en condicions estèrils. Amb ells se segueixen els mateixos procediments esmentats de l'hisop o bé de cultiu en placa directa.

Procediment en el laboratori

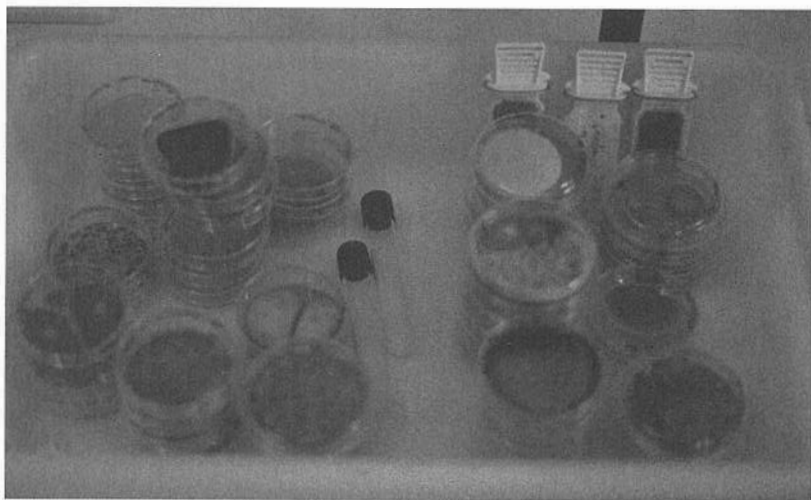
Tot el material recollit en cada ocasió es transportava al laboratori, on es feia els tractaments necessaris per a l'obtenció de resultats:

– *Cultius*: Els mostrejadors utilitzats que porten incorporat el medi de cultiu poden incubar-se directament a l'estufa. La resta del material, com ara les dilucions i els materials recollits directament, s'han-vien d'inocular en medis de cultiu preparats.

– *Microscopia òptica*: Es procedia amb les tècniques habituals per fer les observacions amb els augments adequats. Amb les morfologies i mesures observades es facilitava la determinació de les diferents espècies de fongs.

– *Microscopia electrònica*: Els criteris són el mateixos que en el cas anterior però treballant amb més augments. S'utilitza quan hi ha dubtes, i també permet veure la interacció dels fongs amb el substrat.

– *Contactes i repics*: Per comprovar resultats amb mitjans selectius.



Plaques i tubs de cultiu.

Resultats de l'estudi biològic

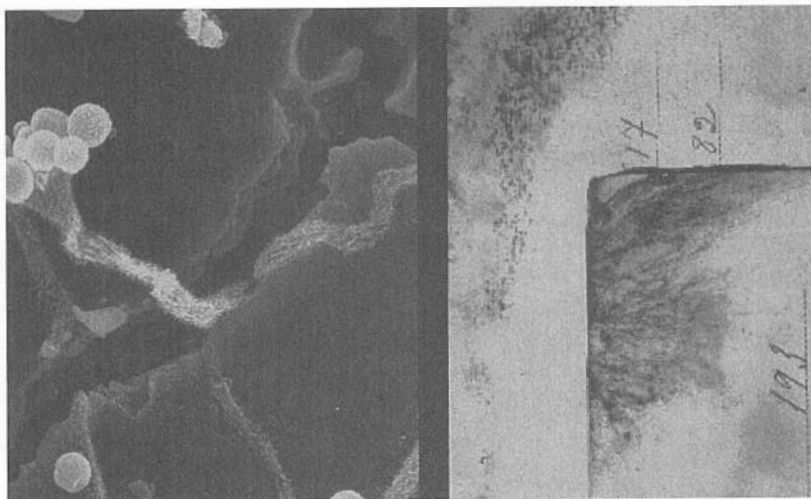
Aire

En aquest cas identificàvem les espècies aïllades i en quantificàvem la presència en valors UFC. És a dir, s'obtenien els valors quantitatius i qualitatius de les espècies fúngiques presents en cada sala i en cada seu. Els valors UFC ens interessaven per determinar la qualitat de l'aire.

En conjunt, la contaminació aerobiològica estava dintre dels paràmetres de normalitat. Això va ser important per poder descartar possibles fonts de contaminació. El fet que els valors UFC fossin normals però que es trobés documentació infectada ens ajuda a establir un altre origen del problema, com la procedència o anterior ubicació dels documents o expedients i la brutícia ja acumulada.

Suport

Atès que totes les mostres recollides amb els diferents tipus de mostrejadors havien estat introduïdes a la base de dades amb un número identificatiu, els resultats es van poder donar en diferents llistats, segons la consulta concreta realitzada: organismes aïllats en cada sèrie, percentatge de les espècies a cada seu, sèries més afectades, etc.



Visió microscòpica de l'agent d'alteració i efecte en el substrat (paper).

CLASSIFICACIÓ DELS AGENTS FÚNGICS AÏLLATS EN FUNCIÓ DEL RISC D'INFECCIÓ

Fongs i bacteris	Cel·lulolític	Patogen	Sapròfit
<i>Actinomicets</i>			••
<i>Ascotrycha</i>	•••		
<i>Aspergillus luteus</i>	•	•	•
<i>Aspergillus niger</i>	•	•	•
<i>Aspergillus ochraceus</i>	•	•	•
<i>Aureobasidium pullulans</i>	••	•	
<i>Bacteris</i>	•	•	•
<i>Botrytis sp.</i>			•
<i>Botrytis cinerea</i>			•
<i>Cladosporium cladosporoides</i>			•••
<i>Cladosporium herbarum</i>			••
<i>Cladosporium sp.</i>		•	•••
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>			
<i>Chaetomium sp</i>	••••	••	
<i>Chaetomium globosum</i>	•••	•	
<i>Gliomastix canvoluta</i>	•		
<i>Llevats</i>			••
<i>Microsporium sp.</i>		•••	
<i>Monodictis asporospora</i>	•••		
<i>Monodictis sp.</i>	•		
<i>Myxotricum sp.</i>	•••		
<i>Penicillium aurantiogriseum</i>			••••
<i>Penicillium brevicompactum</i>			••
<i>Penicillium chrysogenum</i>			•
<i>Penicillium expansum</i>			•
<i>Penicillium frequentans</i>			•
<i>Penicillium glabrum</i>			••
<i>Penicillium griseofulvum</i>			••
<i>Penicillium notatum</i>			••
<i>Penicillium sp.</i>			
<i>Rhizopus nigrescens</i>	•		••
<i>Rhizopus stolonifer</i>			•
<i>Rodotorula</i>		••	•
<i>Scopulariopsis sp.</i>	••	•	
<i>Stachybotris atra</i>	•••	••	
<i>Talaromyces sp.</i>	•		•
<i>Thricoderma viridae</i>	•	•	••
<i>Ulocladium chartarum</i>	•••	••	

També vam establir una classificació on s'indica el criteri de la valoració dels danys produïts per cadascun dels microorganismes trobats, que s'han classificat en tres grups:

- *Grup cel·lulolític*: Els micromicets amb capacitat per degradar la cel·lulosa. En alguns casos la seva efectivitat és molt gran, com succeeix en els gèneres *Chaetomium*, *Ascotricha* o *Stachybotris*.
- *Grup patogen*: Fongs que tenen capacitat de produir alguna patologia. A través de les espores, micotoxines i per l'emissió de compostos volàtils poden causar malalties com l'aspergilosis.
- *Grup sapròfit*: Micromicets amb un gran poder d'adaptació que els obliga a competir amb molts altres per l'explotació d'un substrat.

Paràmetres ambientals

Per tal de realitzar un estudi adequat dels paràmetres ambientals, vam considerar necessari realitzar una descripció exhaustiva dels edificis i l'entorn de la documentació.

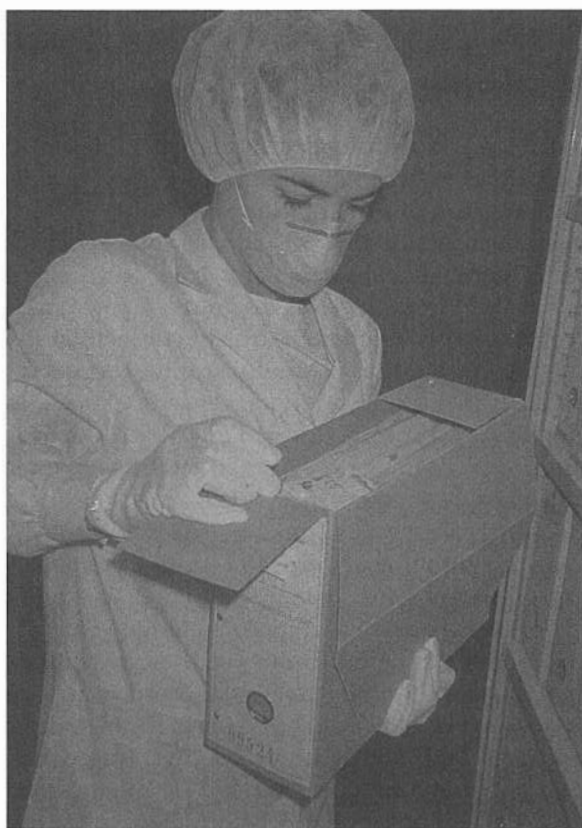
La seu de prearxivatge està ubicada en zona semiindustrial i la documentació és a l'edifici des de l'any 1988. No té cap sistema de control ambiental, només finestres de grans dimensions, sense persianes ni cortines, que s'obren regularment per facilitar la ventilació.

La seu de l'Arxiu Municipal Administratiu, molt pròxima al front marítim, és un edifici de nova planta, sense finestres a les sales de dipòsit. L'ambient es controla des de l'any 1998 mitjançant aparells climatitzadors que regulen la humitat relativa i la temperatura durant el dia, caps de setmana inclosos.

Els paràmetres seleccionats com a norma per l'Arxiu són d'entre 18°C i 20°C de temperatura i d'entre 45% i 55% d'humitat relativa. Es controlen amb sensors fixos, permanentment connectats a un ordinador, que donen lectures històriques i en temps real.

L'estudi ambiental d'aquestes dues seus es va centrar a determinar si els paràmetres d'humitat relativa i temperatura de les sales, dels compactes (en el cas de la seu de l'Arxiu Municipal Administratiu) i, sobretot, de l'interior de les caixes de documentació eren els adequats per afavorir o no el creixement de microorganismes a la documentació i a les dues seus de l'Arxiu. La humitat relativa ideal se situaria entre el 45% i el 60%. La temperatura convé que es mantingui estable entre 18°C i 20°C.

Per dur a terme aquest estudi es van fer servir enregistradors de dades Testo 175.2, que es programen a l'ordinador per captar a través d'un sensor lectures de la temperatura i humitat relativa ambientals. Un cop programats, es poden instal·lar en qualsevol lloc, atès que funcionen amb bateries, de manera que no necessiten cablejat, i són de petites dimensions. Cada aparell té capacitat per emmagatzemar 2.000 lectures de cadascun dels paràmetres. Per extreure la informació captada pels sensors, es tornen a connectar a l'ordinador i se n'obtenen lectures en forma de taula i de gràfic.



Col·locació de l'enregistrador dins una caixa de documentació.

La metodologia de treball s'ha centrat en la correcta instal·lació dels enregistradors de dades Testo 175.2 i en l'observació de les característiques ambientals i constructives de les dues seus. La instal·lació dels enregistradors s'ha realitzat en tres fases que ens donen informació de tres aspectes ben diferenciats:

- El comportament climàtic de l'edifici i el comportament climàtic de l'interior de les caixes de documentació en relació amb els paràmetres ambientals de l'edifici.
- El comportament climàtic a l'interior de les caixes de documentació en el decurs dels mesos en què s'ha dut a terme aquest estudi.
- El funcionament de la climatització i dels sensors fixos de temperatura i humitat relativa instal·lats a la seu de l'Arxiu Municipal Administratiu.

A la seu de prearxivatge es van instal·lar, quasi permanentment, entre un i tres enregistradors des del 27 de març i fins al 6 de setembre de 2000. El resultat d'aquest estudi al llarg de cinc mesos és sorprenentment favorable per a la correcta conservació de la documentació. La humitat relativa s'ha situat entre el 45% i el 58,1% i la temperatura entre els 18°C i els 30,4°C. L'efecte també que es produeix a l'interior de la caixa de documentació aconseguix mantenir una humitat relativa força estable, i suavitza en gran mesura els canvis sobtats de la sala, situant la humitat relativa sempre per sota del 60%, límit a partir del qual s'afavoreix el creixement de microorganismes

A la seu de l'Arxiu Municipal Administratiu cada sala té una climatització pròpia que es regula separatament i, com a conseqüència, cada planta és una zona climàtica diferent. Per realitzar un estudi més precís, a més de ser totalment imprescindible obtenir dades d'un cicle anual sencer, caldria un nombre d'enregistradors molt superior del que hem pogut disposar. No obstant això, els resultats obtinguts ens donen les tendències generals del comportament climàtic d'aquesta seu de l'Arxiu. En general podem dir que l'estudi del comportament climàtic d'aquest edifici, que depèn totalment del sistema de climatització, dona resultats negatius per a la correcta conservació de la documentació. Segons les dades de què disposem, en els cinc mesos de durada de l'estudi, la temperatura ha estat l'adequada, molt constant a totes les sales, i en general s'ha situat entre els 16°C i els 25°C, amb una variació diària poc significativa. La humitat relativa, però, és diferent a cada sala i a l'interior de les cai-

xes que s'han estudiat s'ha situat pràcticament sempre per sobre del 60%, i ha arribat en el decurs del mes d'agost al 70%. Aquests paràmetres són extremadament alts i afavoreixen en gran mesura el creixement de microorganismes.

Caldrien més dades per poder explicar amb certesa si la corba ascendent de la humitat relativa a l'interior de les caixes està determinada exclusivament per la climatització de la seu o si també està influïda per la humitat relativa exterior.

Un altre factor molt important és que els paràmetres que regeixen la climatització es regulen segons les lectures que donen els sensors de control climàtic de l'Arxiu, que estan permanentment connectats a l'ordinador. Aquest sistema és molt eficient perquè la mínima variació dels paràmetres ideals queda reflectida i es pot corregir de seguida. Els aparells que hem instal·lat al passadís interior de l'Arxiu, que han estat allunyats dels sensors de control climàtic de l'edifici, però també molt a prop de les sortides d'aire i humidificació de la climatització donen lectures molt més elevades: entre el 49% i el 71% HR. Sembla, doncs, que els aparells climatitzadors no estan tots regulats d'acord amb els mateixos paràmetres o que la circulació d'aire provoca un augment de la humitat relativa al passadís interior.

Conclusions

Com s'ha pogut veure, aquest treball, amb l'ajut de la base de dades, és l'equivalent d'un estudi de l'estat de conservació de les caixes revisades, no només pel que fa a l'atac microbiològic sinó també pel que fa a tots els paràmetres importants per a la conservació dels materials d'arxiu. Aquesta base de dades, naturalment, permetrà establir també comparacions amb l'estat de conservació de la documentació d'aquí un temps, i a més és ampliable, ja que dona la possibilitat d'introduir nous camps.

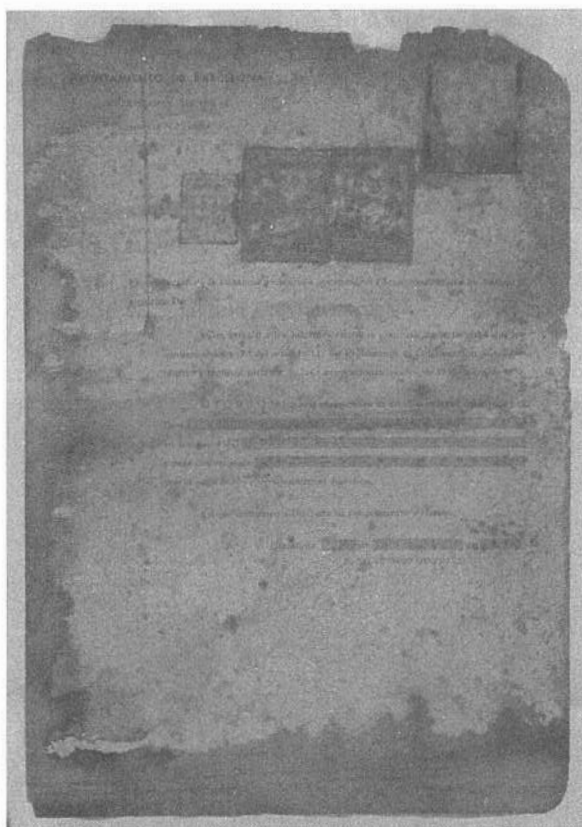
També cal dir que és amb el treball diari, quan es revisa la tasca feta i sobretot quan es comparteixen els resultats i les metodologies amb altres professionals, quan es poden apreciar més adequadament les possibilitats de millora.

La finalitat principal del treball era localitzar les caixes amb documents infectats, però l'ampliació de l'examen organolèptic, la introducció a la base de dades d'altres alteracions observades i altres

recomanacions i l'estudi dels paràmetres ambientals han permès veure l'estat de conservació d'aquesta documentació des d'altres perspectives prou importants per tenir-les en compte.

La lectura conjunta de tots aquests informes ha de permetre elaborar un pla estratègic d'actuació pel que fa a la conservació i la restauració a fi de resoldre els diversos problemes d'una manera coherent i efectiva.

Segons l'anàlisi dels resultats de l'equip de restauració, de biòlegs i de conservació preventiva, es poden obtenir una sèrie de conclusions. Aquestes conclusions relacionen la revisió dels suports amb



Exemple de document molt afectat per brutícia originada a la seva ubicació anterior.

els resultats dels biòlegs i intenten establir una relació amb els paràmetres ambientals estudiats.

La brutícia és un dels aspectes que fan de nexa d'unió dels resultats dels tres equips, ja que està estretament relacionada amb la infecció. La brutícia s'acumula sobretot a les zones més exteriors dels documents, que es corresponen amb les zones on normalment es localitzen les zones infectades. Això indica dues coses: D'una banda, la brutícia, com sabem, està constituïda per partícules higroscòpiques que són una font de contaminació microbiològica i que actuen com a focus d'infecció. A més, molts components de la pols o del greix aportat per la manipulació mateixa actuen com a nutrients que afavoreixen aquesta contaminació. Si, a més, els paràmetres ambientals, tal i com s'ha explicat, estan per sobre del 60% d'humitat relativa aconsellable, el risc de la proliferació de la infecció és encara més important.

L'altre factor important que cal tenir molt en compte en relació amb la brutícia és el fet que la localització de la major part de les zones infectades correspon amb la franja més exterior dels documents (és a dir els talls dels documents), que també són les zones on s'acumula més la brutícia. Això ens indica que moltes vegades la causa primera de la infecció pot haver-se donat abans que el document s'emmagatzemi a l'Arxiu, en ubicacions o sistemes de protec-



Exemple de brutícia acumulada als talls dels expedients.

ció anteriors, de manera que el document hagi arribat ja malmès, amb independència que hi hagi pogut haver altres causes de degradació derivades de la seva manipulació i consulta. Davant qualsevol alteració és important intentar deduir les causes que l'han provocada, ja que el seu coneixement ha d'evitar que el factor de risc continuï actuant.

Recomanacions

Després dels estudis realitzats i amb uns resultats i unes conclusions establertes conjuntament, es van donar unes recomanacions que havien de servir de pauta d'actuació per a l'Arxiu. Aquestes recomanacions es van estructurar en diversos apartats:

Informes

Informes extrets de la base de dades amb unes recomanacions molt concretes a partir de l'estudi visual dels restauradors:

- Necessitat de canvi de caixa.
- Necessitat de restauració (estrips, pèrdues, eliminació de cintes autoadhesives, gomes elàstiques, taques...).

Actuacions

Actuacions aconsellades per l'equip pluridisciplinari encarregat d'aquest estudi, estructurades en diverses fases:

- Actuacions prèvies al tractament de desinfecció:

No manipular les 853 caixes senyalades per evitar que circulin espores.

- Tractament de desinfecció:

La desinfecció de les caixes marcades amb una «T», a més de les marcades amb un punt vermell, és prioritària.

La toxicitat i el desconeixement dels efectes dels productes químics que s'estan aplicant en les desinfeccions periòdiques sobre el suport documental i sobre les persones i la dificultat de la seva correcta aplicació són raons prou importants per no recomanar-ne l'ús. Desconeixem quin és l'excipient o el vehicle amb el qual s'aplica el biocida. Si més no cal estudiar el producte més adequat o demanar un estudi de detall a l'empresa proveïdora del producte desinfectant, i per tant als que l'apliquen.

Recomanem l'ús de tractaments alternatius no tòxics per a la docu-

mentació infectada, com la congelació¹ o l'ús de gasos inerts.² En ambdós mètodes és indispensable assegurar que els paràmetres ambientals de la documentació estiguin controlats i dins els marges aconsellats. Si aquesta condició no s'acompleix, qualsevol procés de desinfecció perd tota efectivitat.

– Actuacions posteriors al tractament de desinfecció:

És imprescindible una neteja mecànica exhaustiva d'aquesta documentació amb material de microaspiració específic per a material d'arxiu, amb filtres adequats per a la captura d'espores. Aquesta recomanació es fa extensible a la totalitat de la documentació de l'Arxiu Municipal Administratiu, i és indispensable que tot document que es traslladi des de prearxivatge a l'Arxiu Municipal Administratiu es revisi i es netegi en profunditat per tal d'evitar que comporti riscos per a la resta.

Recomanacions per a la millora dels paràmetres ambientals

– Assegurar el correcte funcionament de la climatització, verificant que tots els aparells es regeixin pels mateixos paràmetres. És a dir, realitzar una correcta calibració dels aparells

– Cal que els aparells de climatització tinguin en bones condicions els filtres i que siguin els adequats per evitar l'entrada de partícules aerovagants. Si s'utilitzen les finestres per ventilar, aquestes han de comptar amb una protecció que limiti l'entrada d'espores i insectes.

– Realització d'un estudi climàtic complet, d'un any de durada. Dins d'aquest estudi és indispensable analitzar a fons l'estructura de l'edifici, la circulació de l'aire a les sales i la influència dels paràmetres climàtics de l'exterior a l'interior de les dues seus.

Per acabar, cal remarcar que el fet que l'Arxiu Municipal Administratiu lluités per aquest projecte i que n'hagi procurat la continuïtat és admirable i constitueix un exemple. És evident que conservar grans quantitats de documentació és en si mateix un problema, i qualsevol intervenció suposa un esforç humà i econòmic important.

1. Florian, M.L. «Eradication Control of Fungal Activity», dins *Heritage Eaters*, pàg. 145-153. Londres: Science Publishers, 1997.

2. Valentín, N. «Biodeterioration of Library Materials. Desinfection Methods and New Alternatives», dins *The Paper Conservator*, 10, pàg. 40-45. Journal of the Institute of Paper Conservation (1986).

Bibliografia

- AREAL, R., *et al.* «Procedure for Simultaneous Deacidification and Sizing of Paper», dins *Restaurator*, 1995, pàg. 175-193.
- BARÓ I LLAMBIES. *Preservació i conservació de materials de biblioteques i d'arxius de Catalunya*. Barcelona: Diputació de Barcelona, 1990.
- BRANDT, A. C. *Mass Deacidification of Paper*. 1992.
- CABRERA, M. *Los métodos de análisis físico-químicos y la historia del arte*. Granada: Universidad de Granada, 1994.
- CANEVA, G. *et al.* *Biology in the Conservation of Works of Art*. Roma: ICCROM, 1991.
- Conservation of Photographs*. Rochester, N.Y.: Eastman Kodak Company, 1985.
- COUTURE, R. «Les phases de la désacidification en masse aux Archives Nationales du Canada», dins *Conservation of Historic and Artistic Arts on Paper*, 1994, pàg. 31-32.
- DUCHEIM, M. «El edificio como medio de protección de los archivos», dins *Curso de introducción a la bioarchivística*. Sevilla: UIMP, 1995.
- FEDERICI, C.; ROSSI, L. *Manuale di conservazione e restauro del libro*. Roma: La Nuova Italia Scientifica, 1992.
- FLEDER, F.; DUCHEIN, M. *Livres et documents d'archives: savagarde et conservation*. París: Unesco, 1983.
- FLORIAN, M.L. «The role of Conidia of Fungy in Fox Spots», dins *Studies in conservation*, 41 (1996), pàg. 65-75.
- FUTERNICK, R. «Alternative Techniques in Paper Conservation», dins *Conservation of Historic and Artistic Works on Paper*, 1994, pàg. 85-92.
- GALLO, F. *Facteurs biologiques de deterioration du papier*. Roma: ICCROM, 1985.
- GARCÍA, A. «Homo archivi», dins *Curso de introducción a la bioarchivística*. Sevilla: UIMP, 1995.
- GUICHEN, G. *Climat dans le musée*. Roma: ICCROM, 1980.
- JAMES, C. *et al.* *Manuale per la conservazione e il restauro de disegni e stampe antichi*. Florència: Leo Olschky, 1991.
- LIENARDY, A.; VAN DAMME, P. *Interfolia. Manuel de Conservation et de Restauration du Papier*. Brussel·les: Institute Royal du Patrimoine Artistique, 1989.
- NAVARRETE, A. «Tratamiento integral de archivos», dins *Curso de introducción a la bioarchivística*. Sevilla: UIMP, 1995.

- PARKER, T.A. *Estudio de un programa de lucha integrada contra las plagas en los archivos y bibliotecas*. París: Unesco, 1989.
- ROPER, M. *Planning, Equipping and Staffing an Archival Preservation and Conservation Service: a RAMP Study with Guidelines*. París: Unesco, 1989.
- THOMAS, D.L. *El control de seguridad y el almacenamiento de las colecciones de archivo. Un estudio RAMP con directrices*. París: Unesco, 1987.
- VALENTÍN, N. *et al.* «Microbial Control by Low Oxygen, and Low Relative Humidity Environment», dins *Studies in Conservation*, 35 (1990), pàg. 222-230.
- VALENTÍN, N. «Contaminación microbiológica en materiales de archivo y bibliotecas. Técnicas de evaluación y sistemas alternativos de control», dins *Curso de introducción a la bioarchivística*. Sevilla: UIMP, 1995.
- VALENTÍN, N.; VAILLANT, M. *Principios básicos de la conservación documental y causas de su deterioro*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia, 1996.
- VIÑAS, R. *Estabilidad del papel en las obras de arte*. Madrid: Mapfre, 1996.
- VIÑAS, V. *La conservación de bibliotecas y archivos municipales*. Madrid: 1991.

Conservación y restauración de dos vidrieras del siglo XVIII en la catedral de Girona¹

Fernando Cortés Pizano

La catedral de Girona conserva uno de los conjuntos de vidrieras históricas más importantes de España, que datan entre la primera mitad del siglo XIV y mediados del siglo XX. Los dos grandes rosetones situados en el presbiterio y la fachada oeste fueron diseñados y realizados en 1704-1709 y 1732, respectivamente, por el famoso maestro vidriero de Barcelona Francesc Saladriga. Estas dos vidrieras son, probablemente, las más monumentales y de mayores dimensiones del Barroco conservadas en España y, en el caso de la de san Miguel, la única de este periodo firmada y datada conocida hasta la fecha.

En algún momento todavía no documentado, probablemente durante la segunda mitad del siglo XVIII, un gran número de vidrieras de la catedral, incluidas las de los dos rosetones de principio del siglo XVIII (ilustraciones 1 y 2), fue objeto de una selectiva y brutal

1. Escrito en febrero de 2001 y traducido al castellano el julio siguiente. Con las lógicas variaciones de la traducción y las nuevas aportaciones tras concluir la intervención (las vidrieras se reinstalaron en mayo de 2001), el artículo se basa en otro del autor publicado en las Actas del IV Foro Internacional sobre la Conservación y la Tecnología de la Vidriera Histórica («Le vitrail comme un tout, histoire, techniques, deontologie des restitutions et compléments», Troyes-en-Champagne, Francia, 17-19.5.2001): Cortés Pizano, F., «Reconstruction of Two 18th Century Rose Windows in the Cathedral of Girona, Spain», en *CVMA Newsletter*, 48 (mayo de 2001), pp. 79-87.

destrucción, cuyos motivos siguen siendo desconocidos en la actualidad. Como consecuencia de ello, muchos vidrios originales desaparecieron, especialmente los de las carnaciones de las figuras humanas, como los rostros y cuerpos, o las cartelas y banderolas.²

Durante la restauración de las vidrieras afectadas, llevada a cabo seguramente poco tiempo después, probablemente hacia mediados del siglo XVIII, estas importantes partes perdidas fueron reintegradas con vidrios blancos (ilustración 3), pintados en frío por la cara interior, seguramente al óleo y en varios colores.³ Con el paso de los años, estas pinturas en frío han desaparecido casi por completo en la mayor parte de los vidrios, dejando visible tan sólo un difuso rastro de los motivos en su día representados (ilustración 4). Ello ha motivado una grave pérdida de la legibilidad general de muchas de las vidrieras de la catedral, especialmente en los dos rosetones del siglo XVIII, donde la cantidad de vidrios blancos es notablemente superior.

Estado de conservación

En diciembre de 2000 se procedió al desmontaje de estas dos vidrieras para su restauración (ilustración 5). Durante el estudio detallado

2. Tal como ya se señala en el volumen II del CVMA *Cataluña* (Ainaud de Lasarte, J.; Vila-Grau, J.; Assumpta Escudero i Ribot, M.; Vila i Delclós, A.; Marquès, J., Roura, G.; Márquez, J.M., «Els vitralls de la Catedral de Girona», en CVMA *España*, 7; CVMA *Cataluña* 2. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans, 1987, p. 122.), llama la atención que tan sólo las cabezas de algunos personajes secundarios se hayan conservado, mientras que las de los personajes principales han desaparecido en su totalidad. Este tipo de destrucción selectiva de vidrieras, si bien no es el único conocido, es un caso muy interesante y peculiar dentro de la historia de la vidriera europea. Las hipótesis hasta la fecha propuestas, tales como iconoclastia, expolio, «barroquización» de las figuras, limpieza con métodos abrasivos, etc., siguen sin poder demostrarse. Tan sólo los resultados de un estudio más en profundidad de los documentos de archivo conservados en la catedral podrán dar una respuesta coherente sobre el motivo, origen y fecha de esta destrucción.

3. La expresión «vidrios blancos», utilizada ya en el volumen del CVMA *Cataluña* II, 1987, p. 122, al referirse al problema de las «cabezas blancas», teniendo en cuenta las propiedades químicas y ópticas del vidrio, sería incorrecta, dado que los vidrios no presentan prácticamente coloración alguna, sería más lógico sustituirla por la de «vidrios incoloros». No obstante, hemos decidido mantenerla en este artículo porque define de forma más clara la situación aludida.

del estado de conservación de las vidrieras realizado en el taller se diagnosticaron las siguientes patologías de deterioro:

- red de plomo muy frágil y deteriorada,
- gran cantidad de vidrios químicamente afectados por una fase muy avanzada de *crizzling* en la cara exterior,⁴
- vidrios fracturados,
- vidrios total o parcialmente desaparecidos,
- deterioro y pérdida casi total de las pinturas en frío,
- gruesas costras de distintos depósitos de suciedad,
- pérdida general de legibilidad provocada por la presencia de numerosos vidrios blancos.

Esta breve descripción del estado de conservación de las obras es, en líneas generales, válida para ambas vidrieras. No obstante, existen también importantes diferencias entre ambas que conviene destacar, ya que plantean toda una serie de cuestiones muy interesantes sobre la historia material de las vidrieras.

La primera diferencia es la concerniente a su autoría. El estudio de los documentos originales llevado a cabo por Marquès i Casanovas en 1981⁵ parece indicar que la vidriera de san Miguel fue diseñada y realizada por Francesc Saldriga entre 1704 y 1709⁶ (ilustración 6), mientras que la de la Asunción de la Virgen María, si bien fue también diseñada por Saladriga, fue realizada por un tal Aloi

4. Por *crizzling* se entiende un fenómeno de deterioro químico típico de vidrios fabricados en los siglos XVII y XVIII. Es el resultado de una mezcla mal proporcionada de los ingredientes del vidrio, especialmente por exceso de álcalis y carencia de cal. En un ambiente de elevada humedad, los álcalis son extraídos o emigran hacia la superficie, provocando la descomposición y eventual desintegración de la estructura interna del vidrio. Los primeros síntomas son una superficie húmeda (*weeping glasses*) y un cierto olor agrio, seguido de la aparición de una fina red de microfisuras superficiales. Si se produce un descenso de la humedad relativa, el vidrio se deshidrata y las microfisuras se convierten en un craquelado que poco a poco va opacificando la superficie del vidrio y haciendo que pierda transparencia. Es importante destacar que, según los documentos estudiados por Marquès i Casanovas, parece ser que los vidrios utilizados en ambas vidrieras fueron importados de Venecia.

5. MARQUÈS I CASANOVAS, J., «Els vitralls de la Seu de Girona», en *Revista de Girona* (1981), p. 273.

6. La fecha del encargo de la vidriera señalada en los documentos hasta ahora revisados es la de 1704. Sin embargo, después de la limpieza realizada, se ha podido localizar la fecha de 1709 en la vidriera. Ello parece indicar que si bien en 1704 se produce el encargo, su realización no se pudo llevar a cabo hasta 1709.

Xifreu en 1732. La similitud en la composición general, especialmente en las cenefas, apunta en efecto a un mismo autor para el diseño de los cartones, seguramente el mencionado Saladriga. De ser cierto, ello podría explicar algunas de las diferencias materiales y estilísticas existentes entre ambas vidrieras, como la peor calidad de pinturas y vidrios en la vidriera de la Asunción.

El peor estado de conservación de la vidriera de la Asunción nos hace plantearnos una serie de preguntas para las que no tenemos aún una respuesta convincente: ¿Fue la vidriera pintada originalmente en frío y durante restauraciones posteriores se aplicaron nuevas pinturas en frío? En ese caso, nos hallaríamos ante un caso característico, pero por otro lado muy excepcional e interesante, al haber muy pocos ejemplares conservados de vidriera del siglo XVIII pintada y restaurada con pinturas en frío. Por otro lado, si las pinturas originales hubieran sido cocidas, habrían dejado algún tipo de traza o rastro sobre el vidrio, lo que no ocurre. Esta hipótesis apoya la suposición de que la vidriera de la Asunción fue pintada totalmente en frío.

Proceso de intervención

En líneas generales, el proceso de restauración de ambas vidrieras contemplaba las siguientes intervenciones:

- Refuerzo de la red de plomo mediante soldadura de las fracturas y sustitución de plomos perdidos o muy deteriorados.
- Fijación y consolidado de las pinturas mediante Paraloid B-72 (10%), tan sólo en aquellas zonas donde era posible.
- Limpieza en seco mediante pinceles blandos a fin de no hidratar los vidrios atacados por *crizzling* o eliminar las pinturas en frío.
- Reposición de vidrios perdidos y sustitución puntual de vidrios posteriores no integrados. Todo vidrio nuevo fue firmado y datado.
- Pegado de vidrios fracturados con resina epoxi (Araldit 2020).

Paralelamente, la principal medida de conservación preventiva llevada a cabo fue la instalación de un acristalamiento isotérmico de protección exterior sobre los bastidores originales, utilizando vidrios laminados de 3 mm, ligeramente mateados al ácido por la cara exterior (ilustración 7). Para ello fue necesario la adaptación de los bastidores de forja originales al nuevo sistema y el refuerzo de los paneles originales mediante nuevos marcos de perfil en «U» y barras

horizontales de latón. El montaje de este acristalamiento de protección y el de la vidriera se realizaron entre abril y mayo de 2001.

La reintegración de los vidrios blancos

Aparte de estas operaciones realizadas, el reto principal de esta intervención ha sido el tratamiento de las zonas perdidas o vidrios blancos presentes en ambas vidrieras. Después de un detallado estudio y evaluación del problema con ayuda de fotomontajes, llegamos a la conclusión de que era necesario intervenir en el estado actual de esos vidrios blancos por una serie de motivos estéticos de peso, que pueden resumirse en que permiten el paso de una mayor cantidad de luz, por lo que retienen nuestra atención en mayor medida que el resto de los vidrios y afectan por tanto a la legibilidad y el disfrute de la obra de arte.

Dado que no existe una única solución para la reintegración de lagunas, sino toda una serie de interpretaciones sobre el tema desde distintos puntos de vista, el problema presentado era bastante complejo. En primer lugar procedimos a establecer los principios de la intervención:

- Los vidrios blancos aportan información insustituible y documentan la historia de las obras, por lo que deberían conservarse *in situ*.
- Toda nueva adición debería ser reversible, integrarse de manera respetuosa con los materiales originales sin llamar la atención más que éstos y sin crear interferencias físicas.
- Todo el proceso de debate e intervención debería enfocarse de manera interdisciplinar.

Una parte importante del debate generado se centró en la evaluación de los valores originales y actuales de ambas obras. Toda creación artística posee una serie de valores originales que justifican esta denominación y que con el paso del tiempo pueden incrementarse o devaluarse. Estos valores pueden ser, entre otros, de tipo artístico, histórico, material, social, cultural, científico, propagandístico, pedagógico, iconográfico o económico.

Hoy en día, algunos de esos valores originales de estas dos obras, especialmente los artísticos, iconográficos y pedagógicos, se han visto reducidos considerablemente debido a la particular historia material de las vidrieras. Este hecho ha producido una importante pérdida de legibilidad, que afecta seriamente al disfrute estético de

las obras. Por otro lado, dado que se trata de dos de las pocas obras conservadas de Saladriga, y sin duda las más monumentales del Barroco, y además reflejan de manera muy particular las formas de trabajo y restauración de ese periodo, su valor como documento histórico y material es en la actualidad muy importante. Asimismo, dado que estas vidrieras están compuestas por vidrio de color, de un periodo en el que la producción de vidrio de color era muy escasa, y que por otra parte esos vidrios, especialmente los de la Asunción, están seriamente atacados por *crizzling*, fenómeno de deterioro muy atípico en vidrieras, su interés material y científico se ha visto también incrementado.

En resumen, nos hallábamos ante dos vidrieras cuyo estado de conservación era lamentable y cuyos valores originales habían sido en su mayoría, a consecuencia de ello, seriamente alterados. Así, las preguntas que debíamos formularnos eran: ¿Es posible recuperar parte de esos valores perdidos sin falsear la historia de las obras? ¿Es ético hacerlo?

La respuesta a esta pregunta no es sencilla. La reintegración de lagunas sigue siendo en la actualidad uno de los aspectos más controvertidos de la intervención en obras de arte y bienes culturales. Los criterios deontológicos de la profesión no ofrecen soluciones concluyentes y definitivas, sino sólo algunos principios de actuación y diferentes alternativas de trabajo en las que las únicas premisas válidas serían el principio de la reversibilidad, la distinción de los nuevos elementos añadidos, el respeto por la historia y los materiales de la obra y el detenerse allí donde entremos en el campo de la hipótesis y la falsificación.

Por otro lado, cualquier alternativa de intervención presenta una serie de ventajas e inconvenientes, por lo que siempre encontrará partidarios y detractores. Si miramos hacia las teorías de intervención del pasado, veremos que entre la opción más pura de conservación de John Ruskin y la opción de restauración estilística de Violet-le-Duc existen toda una serie de matices y alternativas (como por ejemplo los enfoques científicos de Camilo Boito, Luca Beltrami o Cesare Brandi), que pueden ser defendibles o criticables dependiendo de nuestro punto de vista. Desde la carta de Venecia de 1964, los únicos consejos ofrecidos en este campo son detenerse allí donde comiencen las conjeturas e intentar distinguir las nuevas adiciones, las cuales deben llevar un sello contemporáneo, de los elementos originales.

Las distintas opciones de intervención valoradas

Entre las principales opciones de intervención aceptables evaluadas para llevar a cabo la reintegración de los vidrios blancos, quisiéramos destacar las tres siguientes:

Opción 1: evitar cualquier tipo de reintegración.

Opción 2: hacer una reintegración sutil, evocativa y mínima de los vidrios blancos.

Opción 3: hacer una reintegración creativa, innovadora y artística de los vidrios blancos.

Opción 1: evitar cualquier tipo de reintegración

El punto de partida de esta opción es la consideración de que, dado que carecemos de cualquier tipo de documentación histórica, gráfica o fotográfica sobre la que basar una posible reconstrucción de las lagunas, la actitud más coherente y respetuosa sería dejar las obras en su estado actual. Su estado actual, resultado del inevitable paso del tiempo, puede también ser considerado como un documento de gran valor sobre su historia y, por tanto, debería ser preservado sin nuevas adiciones hipotéticas y carentes de fundamento. Esta opción implica básicamente la aceptación de los efectos del paso del tiempo, el deterioro y envejecimiento de la obra de arte, descartando cualquier intento de devolver la obra a un hipotético estado original.

Opción 2: reintegración sutil, evocativa y mínima de los vidrios blancos

En este caso, la consideración principal es que los vidrios blancos producen zonas muy marcadas de mayor paso de luz, por lo que al retener nuestra atención en mayor medida que el resto de los vidrios dificultan la lectura de la obra y su disfrute, y por lo tanto es necesario intervenir. Sin embargo, dado que, como ya hemos visto, carecemos de cualquier tipo de documentación histórica, gráfica o fotográfica, sobre la que basar la reconstrucción de las lagunas, no podemos proceder a una reintegración detallada ya que caeríamos en la hipótesis, la invención y el falso histórico. El objetivo de este tipo de reintegración sería matizar la excesiva luminosidad de las lagunas, recuperando de esta manera, en la medida de lo posible, parte del estado original de la obra. Sin embargo, esta actuación reduciría la mayor atención de los vidrios blancos pero no recuperaría la legibilidad de la obra. Los rostros y cuerpos de las figuras,

reintegrados sin sugerencia de rasgos humanos, perderían la capacidad de transmitir el mensaje de la obra y por lo tanto las emociones asociadas. Las figuras permanecerían como ilegibles sombras neutras y planas. Así pues, la nueva intervención debería insinuar y sugerir pero sin llegar a ofrecer una nueva legibilidad demasiado explícita.

Opción 3: reintegración creativa, innovadora y artística de los vidrios blancos

Esta opción viene avalada por la convicción de que ante una obra de arte que ha perdido gran parte de su integridad y valores originales no tiene sentido intentar recuperar su legibilidad original, si bien la actitud de intervención más coherente podría ser ofrecer una nueva legibilidad contemporánea a las zonas perdidas. Esta opción, sin duda polémica en el contexto actual de la conservación y restauración de obras de arte, implica la aceptación del efecto del paso del tiempo y el envejecimiento de la obra, sin intentar devolverla a un hipotético «estado original», sino más bien a un nuevo «estado actual». En resumidas cuentas, esta opción supone integrar, con gran respeto por los materiales originales existentes, una nueva capa contemporánea con las capas del pasado. Este tipo de reintegración usaría un vocabulario, técnico y estilístico, decididamente contemporáneo, más coherente con los nuevos tiempos. En nuestra opinión, lo lógico en este caso sería realizar un concurso público en el cual diferentes artistas y creadores pudieran plantear diferentes visiones o maneras de plantear ese diálogo de integración entre lo nuevo y lo viejo, el presente y el pasado.

Tras un largo debate interdisciplinar, la opinión general fue que si bien no era posible intentar practicar una reconstrucción hipotética, tampoco lo era dejar la obra en su estado actual. Optamos por una solución final basada en las líneas argumentales aportadas por las opciones 1 y 2 (ilustraciones 8 y 9), con la aceptación del valor documental de los vidrios blancos pintados en frío, los cuales serían íntegramente conservados *in situ* (opción 1) y la necesidad de matizar la presencia de los vidrios blancos y de recuperar la legibilidad hasta un nivel en que se insinuase la presencia de los personajes y demás elementos (opción 2).

El proceso de reconstrucción adoptado

A fin de poder llevar a cabo esta reconstrucción decidimos trabajar mediante un novedoso sistema de doblaje o laminado exterior de las piezas originales con vidrios modernos, los cuales serían portadores de las diferentes pinturas aplicadas en la reintegración. Decidimos usar vidrio flotado incoloro y sin textura, en primer lugar para distinguir sin problemas las adiciones de nuestra intervención y en segundo lugar porque esos vidrios modernos⁷ tan sólo debían actuar como una segunda piel que sería el soporte de las nuevas capas pictóricas, sin ocasionar nuevas interferencias indeseadas en la legibilidad de la obra. Estos doblajes se colocaron a una distancia de los paneles originales de 5 mm en el caso de los doblajes individuales y de 10 mm en el caso de los doblajes completos, por la cara exterior de los vidrios originales, con el fin de que ocuparan un segundo plano y evitar así que se antepusieran físicamente a las piezas originales y pudieran interferir más de lo deseado en la lectura de las mismas. El objetivo era crear una segunda piel que reflejara el uso de materiales y técnicas contemporáneas.

Por lo que respecta al doblaje de los paneles, optamos por la aplicación de dos sistemas distintos, según el estado de cada panel:

- *Doblaje individual*, compuesto por una sola pieza de vidrio del mismo tamaño que la original y de unos 3 mm de grosor. Aplicado en aquellos paneles en los que sólo había una o dos piezas que reintegrar. El laminado individual consiste en la instalación, por la cara exterior del vidrio original, de una nueva pieza de vidrio emplomada con un perfil en «U», montada sobre el plomo original de aquel con soportes pequeños y discretos, también de plomo, permitiendo una cámara de ventilación de unos 5 mm entre ambos vidrios.

7. El método de doblaje o laminado, utilizado para la consolidación y protección de vidrios históricos en vidrieras se remonta a principios del siglo XX. El caso más conocido y difundido es el de los doblajes realizados entre los años treinta y sesenta por Richard Jakobi, director del Departamento de Química y Física del Instituto Max-Doerner (Múnich, Baviera) en Nuremberg, Múnich y Colonia. Este método, en sus distintas variantes, ha ido evolucionando y perfeccionándose con los años. En la actualidad se sigue utilizando con los mismos fines, si bien de forma muy aislada. Su aplicación más importante se encuentra en los doblajes con cámara de ventilación utilizados para la reintegración de lagunas pictóricas, como es el caso de esta intervención en la catedral de Girona.

- *Doblaje completo*, compuesto por una única lámina de vidrio del mismo tamaño que el panel original y unos 4 mm de grosor.⁸ Se optó por este laminado en los paneles donde las zonas a reintegrar eran demasiado abundantes. El laminado completo consiste en la instalación de paneles de vidrio, reforzados con un plomo de perfil en «U», por la cara exterior del panel original, permitiendo una cámara de ventilación entre ambos paneles de unos 10 mm.

La separación física entre ambos paneles tiene dos finalidades. Por un lado separa físicamente la obra original de la obra nueva, pasando esta última a un segundo plano posterior. Por otro lado, la cámara de ventilación creada entre el panel original y el vidrio de doblaje, en combinación con las cámaras de ventilación características de los acristalamientos isotérmicos de protección, da como resultado un sistema que aporta un gran número de ventajas de cara a una mejor conservación de la obra, como el hecho de evitar la acumulación de partículas de polvo y la formación de condensaciones sobre los vidrios originales, evitando por lo tanto la formación de colonias de microorganismos y el avance del deterioro químico de los vidrios.

En la elección de los tonos y colores adecuados para la reintegración de los vidrios blancos, se optó principalmente por los de los vidrios originales conservados en ambas vidrieras. Así, para las carnaciones, de las que no había ninguna conservada en la vidriera de la Asunción, se utilizaron como referencia las de la vidriera de san Miguel. Igualmente, para la reintegración de los cabellos de los ángeles en la vidriera de la Asunción utilizamos como referencia el tono marrón anaranjado del cabello de María. Para las nubes, caso en el que no disponíamos de referencia original, optamos por un ligero tono gris azulado relativamente neutro basado en los restos de pinturas en frío de esas zonas.

Por lo que respecta a las capas pictóricas, se aplicaron, en un estilo libre y completamente distinto al del periodo de las obras, sombras o veladuras y trazos o perfilados para sugerir la presencia de las figuras y formas desaparecidas. Para ello, se utilizaron grisallas de diferentes tonos, aplicadas en dos finas capas superpuestas y cocidas.

8. La posibilidad de construir los nuevos paneles de doblaje completo mediante el emplomado de distintas piezas de vidrio siguiendo el trazado del plomo del panel original fue descartada, dado que la presencia de estos plomos podría proyectar sombras indeseadas sobre el vidrio original y por lo tanto interferir en su legibilidad.

Conclusión

Estamos convencidos de que el enfoque adoptado en esta intervención, especialmente en lo concerniente a la reintegración de las lagunas, satisface las exigencias deontológicas actuales de las intervenciones en bienes culturales. Las nuevas adiciones son completamente reversibles, distinguibles de los elementos originales por el uso y forma de aplicación de materiales contemporáneos, matizan la excesiva atención originada por las lagunas y recuperan parcialmente el mensaje y la legibilidad originales de las vidrieras al enfatizar de forma sugerente la presencia de las figuras y demás elementos hasta ahora ilegibles (ilustraciones 10 y 11).

Agradecimientos

Quisiera expresar mi agradecimiento a todas aquellas personas que de una manera u otra han colaborado durante el proceso de conservación y restauración de estas dos vidrieras:

Los miembros del equipo director de las obras de conservación en la catedral de Girona, en especial Gabriel Roura (deán y presidente del Cabildo), Jaume Julià (vicario general), Joan M. de Ribot, Josep Ros, Joan Viader, Jordi Paulí, Josep Fuses, Josep M. Pla, Josep Pla, Montserrat Nogués y Carme Vich (arquitectos), Sònia Vergés y Jaume Vila (aparejadores), Pere Freixes y Genís Baltrons (historiadores del arte), Pere Rovira (conservador) y Josep M. Nolla (arqueólogo).

Joost Caen, miembro del CVMA Bélgica y Profesor de Conservación y Restauración de vidrieras en la Real Academia de Bellas Artes de Amberes.

Silvia Cañellas, May Domínguez y Esther Balasch, historiadoras del arte y colaboradoras del CVMA Cataluña.

Ignasi Domènech, historiador del arte y director del Centre del Vidre de Barcelona.

Stefan Lücking, Frank Schüren, Steffen Holtmann y Peter Adrian, los trabajadores de Glasmalerei Peters que han llevado a cabo la mayor parte del trabajo de desmontaje, conservación, restauración e instalación de las vidrieras.

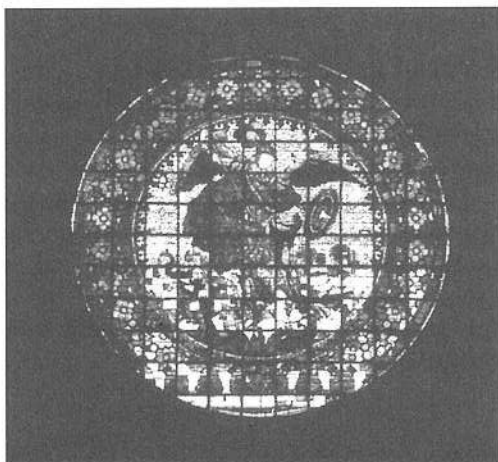


Ilustración 1. Rosetón del presbiterio (san Miguel y el dragón), antes del desmontaje.

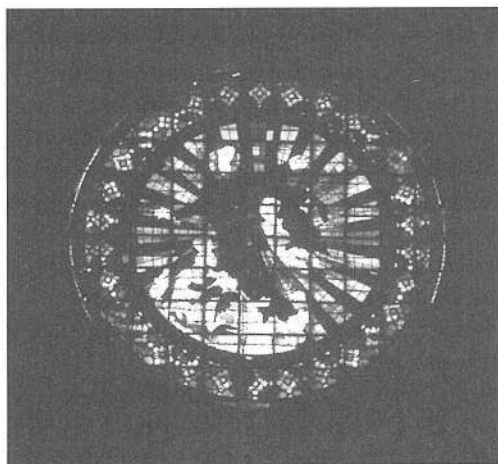


Ilustración 2. Rosetón de la fachada oeste (Ascensión de la Virgen María), antes del desmontaje.



Ilustración 3. Cuatro ejemplos de la peculiar destrucción de figuras en las vidrieras de la catedral de Girona, de distintos periodos:

- 1) Vidriera S-II (Maestro del Presbiterio, hacia 1348).
- 2) Vidriera n-IV (Guillem Letumgard, 1357-1358).
- 3) Vidriera S-II (Jaume Fontanet I, 1520).
- 4) Vidriera n-V (artista desconocido del siglo xvii).

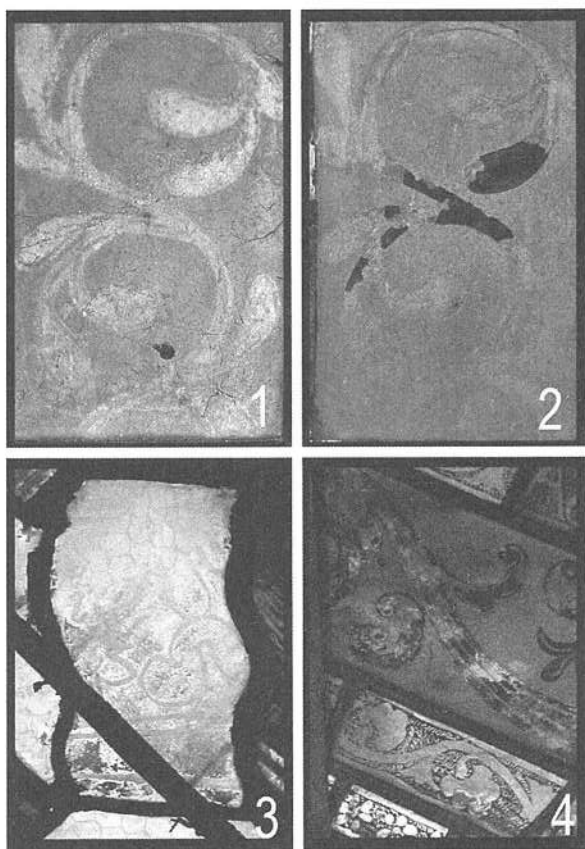
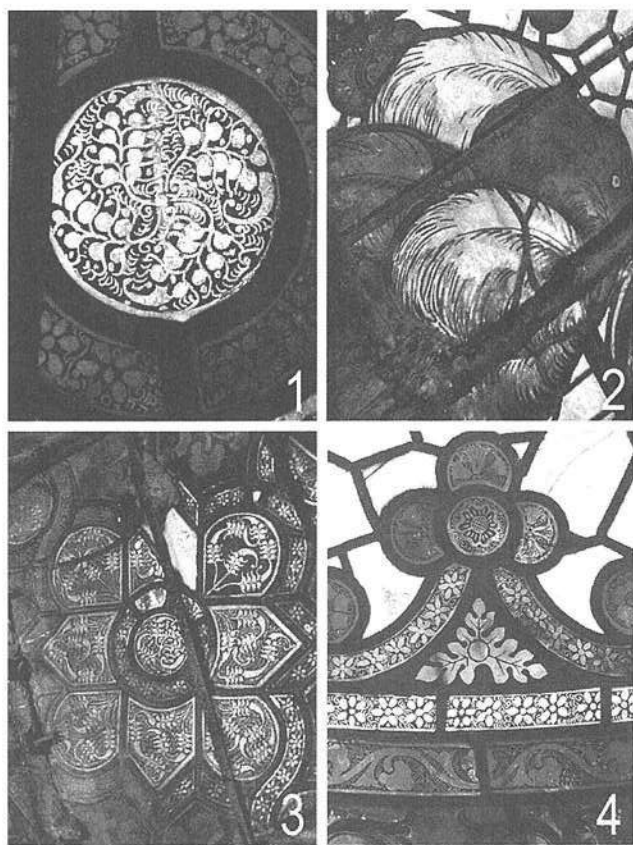


Ilustración 4. Distintas fases de deterioro de las pinturas en frío en los rosetones de la Asunción (figuras 1 y 2) y san Miguel (figuras 3 y 4), antes de su restauración.



Ilustración 5. Detalle del proceso de desmontaje del rosetón del presbiterio con ayuda de dos elevadores de 34 m de altura, en diciembre de 2000.



Il·lustració 6. Detalls de interessants exemples del bon estat de conservació i la gran qualitat tècnica i pictòrica de les grisalles originals realitzades per Francesc Saladriga en la vidriera de san Miguel, estado anterior a la intervenció. En la vidriera de la Asunción no se localizó ninguna pieza de vidrio con grisallas cocidas.

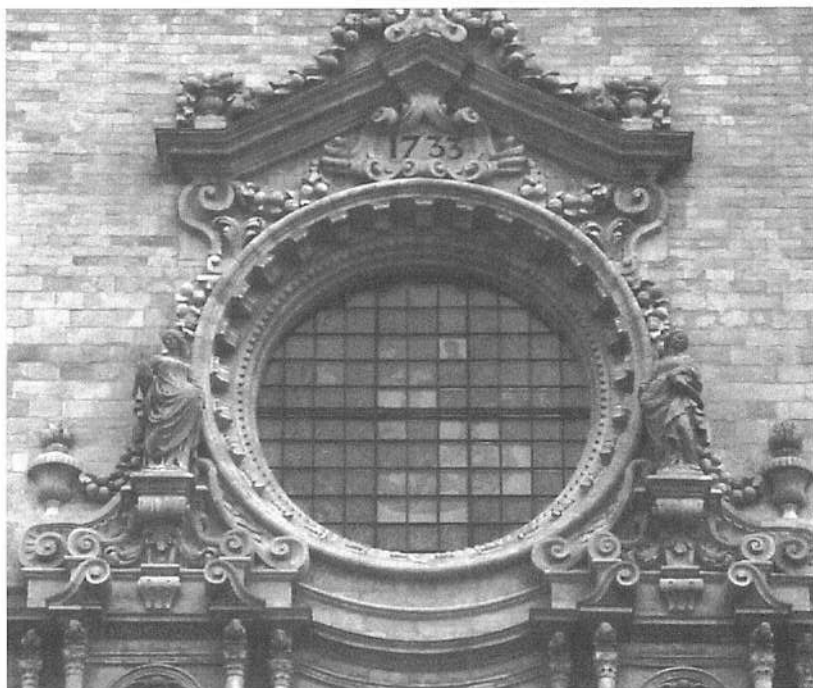


Ilustración 7. Vista exterior del rosetón de la Asunción tras la intervención, con el acristalamiento isotérmico de protección.

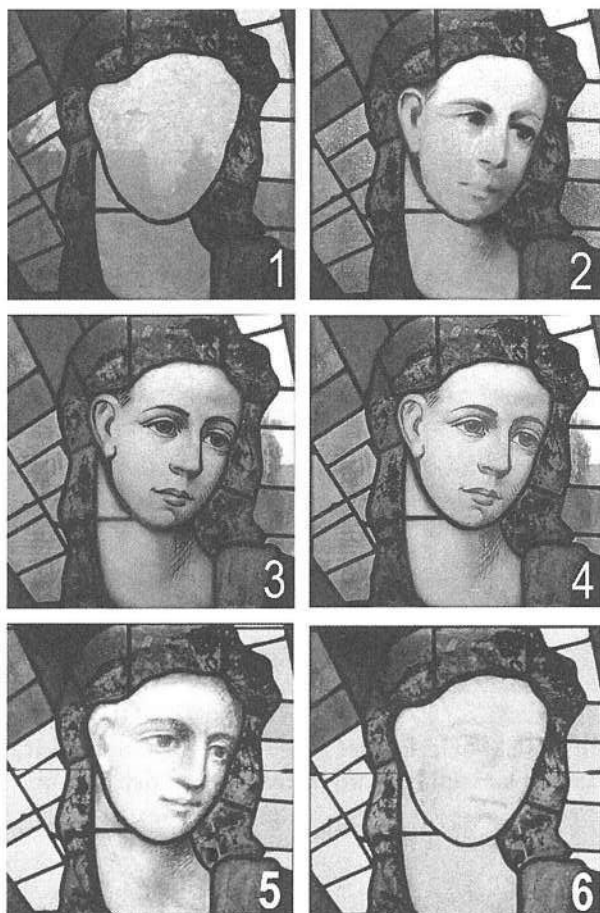


Ilustración 8. Diversos intentos realizados, mediante vidrios de doblaje, para la reconstrucción de la legibilidad en la cabeza de la Virgen María, en el rosetón de la Asunción: 1) estado original; 2) grisallas cocidas, en forma de suaves veladuras muy aguadas; 3) grisallas cocidas, en forma de veladuras y perfilado; 4) grisallas cocidas, en forma de veladuras y perfilado y una ligera carnación cocida; 5) grisalla de color, cocida en forma de tamponado; 6) grisalla de color algo más difuminada, cocida en forma de tamponado (versión definitiva).

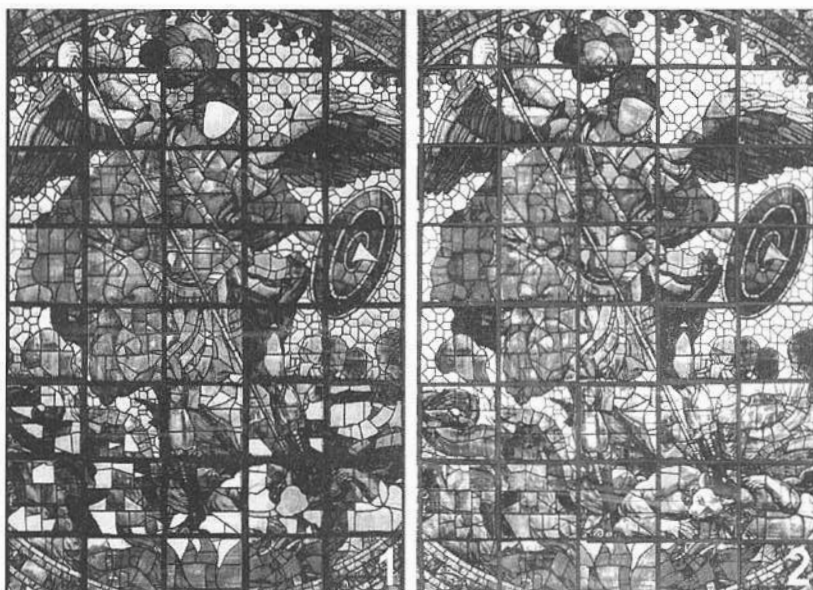


Ilustración 9. Rosetón de san Miguel. Fotocomposición de la parte central: 1) estado original; 2) propuesta de reintegración.

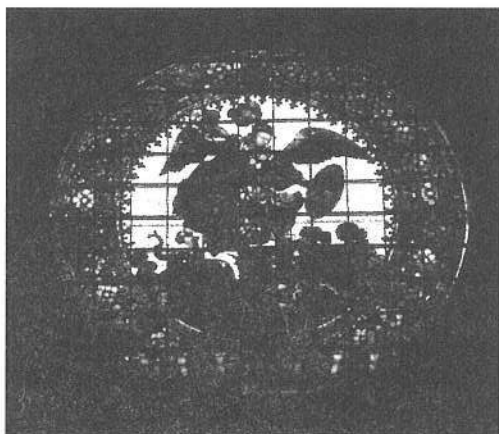


Ilustración 10. Rosetón de san Miguel tras la intervención.

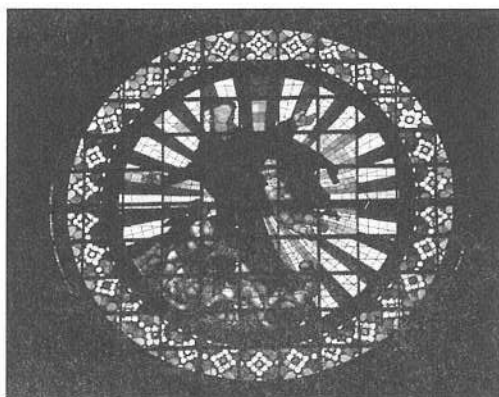


Ilustración 11. Rosetón de la Asunción tras la intervención.

La conservació-restauració d'elements ornamentals en la rehabilitació arquitectònica: el cas de la ciutat de Barcelona

Salvador García Fortes, conservador-restaurador

Una arquitectura, un edifici, és el resultat de la combinació de diversos materials agrupats, segons la seva funció, en constructius i ornamentals. Dues funcions que no són excloents, ja que un mateix element, constructiu o ornamental, pot participar en la funció de l'altre grup compatibilitzant, en major o menor mesura, totes dues funcions.

La rehabilitació arquitectònica té com a finalitat primera restablir la utilitat i l'ús de l'edifici, moment en el qual s'intervé alhora sobre la part constructiva i ornamental de l'immoble.

La necessitat de garantir la seguretat de les construccions i de recuperar les seves qualitats estètiques –iniciatives de caràcter privat fomentades per instàncies municipals– i la revalorització dels edificis han estat l'origen de les recents campanyes d'intervenció massiva sobre el patrimoni arquitectònic de la ciutat de Barcelona.

Molts d'aquests edificis rehabilitats tenen una antiguitat superior als cent anys i són testimonis d'un moment històric de la ciutat que s'expressa en una manera d'urbanitzar, de construir i d'ornamentar.

Pretenem amb la nostra comunicació fer balanç d'aquestes intervencions de rehabilitació arquitectònica executades darrerament i de la possible repercussió sobre la conservació dels seus elements ornamentals, balanç que anticipa aspectes positius, que cal mantenir, i altres de negatius que faran pertinents les propostes de caràcter con-

ceptual, de criteris i de pràctica de la conservació-restauració que impossibilitin qualsevol tipus de pèrdua de les qualitats estètiques, històriques o materials d'aquest tipus de patrimoni.

Ornament i arquitectura

L'arquitectura com a patrimoni cultural forma part dels béns immobles. El concepte de bé immoble està definit per l'article 334 del Codi Civil, que estableix que, entre altres, són béns immobles «tot gènere de construccions adherides al sòl», incloent-hi a més «tot allò que estigui afegit a un immoble de manera fixa, de tal manera que no pugui separar-se'n sense trencament de la matèria o deteriorament de l'objecte». Així mateix, seran béns immobles «les estàtues, relleus, pintures o altres objectes d'ús o ornamentació col·locats en edificis o heretats pel propietari de l'immoble en tal forma que reveli el propòsit d'unir-los d'una manera permanent al *fundus*».

A més dels enumerats al Codi Civil, l'article 14.1 de la Llei 16/1985, de 25 de juny, del patrimoni històric espanyol, defineix com a béns immobles «tots aquests elements consubstancials amb els edificis i que formin part d'aquests i del seu exorn».

Per tant, una arquitectura no és només la concreció en una edificació d'un disseny i d'un projecte, fent ús d'elements constructius. L'arquitectura és l'espai adequat per a qualsevol tipus d'expressió ornamental, sent l'ornament tot allò que, formant part d'aquesta arquitectura, no tingui funció constructiva, encara que els elements constructius puguin tenir alhora qualitats decoratives i ornamentals.

Així, l'ornament inclourà tots aquells elements secundaris, no estructurals, no constructius, d'una arquitectura i tindrà caràcter ornamental, per extensió, tot allò que estigui ubicat als estrats més exteriors dels elements constructius, a la pell de l'edifici. Espai per a les textures, els colors, els ritmes...

No obstant la seva funció «secundària», s'haurà de considerar l'ornament com a inseparable dels materials constructius d'un immoble, formant-hi una unitat tant des del punt de vista arquitectònic com des de la consideració de bé cultural. Unitat que s'ha de preservar durant els possibles treballs de conservació-restauració que pugui patir al llarg de la seva història.

L'ornament com a element definidor de l'arquitectura de Barcelona

El patrimoni arquitectònic de la ciutat de Barcelona comprèn conjunts i individualitats que són en bona mesura producte dels diferents estils i moviments que han estat vigents al llarg de la seva història i que només als darrers dos segles presenta importants exemples del neoclassicisme, l'historicisme, l'eclecticisme, el modernisme o el noucentisme, entre altres. L'ornament és, en molt casos, el primer índex material del moment històric i estètic en el qual s'inclou la seva construcció, de manera que fins i tot la «pell» dels edificis de l'etapa racionalista presenta ritmes, colors i textures que la fan partícip del fet ornamental.

L'ornament serà el testimoni tangible de diferents tècniques tradicionals de revestir els elements constructius, que utilitzen com a primeres matèries la sorra, la pols de marbre, la calç i els pigments que hi són compatibles. Materials que seran la base d'arrebossats i lliscats com ara els esgrafiats, l'estuc al foc dels interiors i els marbrejats que imiten pedres de diferents colors (taronges, grocs, blaus i verds) de les façanes de mitjan segle XIX. Materials presents en totes les tècniques pictòriques a la calç, que inclouen la pintura al fresc i molts treballs decoratius que imiten carreus, finestres i balcons i que són els ingredients necessaris de la numeració de cases i de les lletres dels anuncis de botigues, comerços, fàbriques i els seus productes manufacturats.

Ornaments que són l'expressió de la capacitat creativa d'artistes i artesans, desplegats en tots els camps i tècniques: escultures, relleus, mosaics, vitralls..., que són el reflex de les diferents professions que intervenen en la decoració arquitectònica, com ara ebenistes, estucadors, pintors i guixaires. Ornaments com a productes manufacturats realitzats en sèrie i que indiquen la puixança de la indústria de la ceràmica i de la fonèria. Ornaments que es poden localitzar en qualsevol espai exterior (façanes, terrats, finestres, balcons, cornises, balustrades, terrats, teulades...) o en qualsevol estança interior (escales, terres, sostres, sòcols, ascensors...). Ornaments com a patrimoni immens d'ús i gaudiment general o particular i que formen part de la nostra vida quotidiana i del nostre paisatge urbà.

Actuacions de rehabilitació arquitectònica a la ciutat de Barcelona i la seva incidència en els elements ornamentals

El deure de conservació i manteniment dels propietaris dels edificis de la ciutat està regulat ja des de 1979 per l'Ordenança sobre protecció del Patrimoni Arquitectònic Històrico-Artístic de la ciutat de Barcelona, norma actualitzada per l'Ordenança dels usos del paisatge urbà de la ciutat de Barcelona, de 1999.

L'11 de desembre de 1985, el consell plenari de l'Ajuntament de la ciutat aprovà per unanimitat la Campanya municipal per a la protecció i millora del paisatge urbà. Diversos accidents produïts al llarg de 1997, fins i tot amb resultat de mort, conseqüència del desprendiment d'elements de les façanes dels edificis, van fer necessària la promulgació, el 29 de gener de 1998, de l'Ordenança sobre conservació i seguretat dels paraments exteriors dels edificis. En aquesta normativa municipal s'exigia que «tots els propietaris d'edificis d'una antiguitat superior a quinze anys havien de disposar del corresponent certificat de seguretat, emès pel tècnic competent o entitats col·laboradores que es puguin crear, en el qual s'acrediti l'estat de conservació i de seguretat dels elements exteriors dels edificis que donin a la via pública o puguin afectar tercers».

Per complir aquesta exigència, s'establien diferents terminis, segons l'antiguitat de l'edifici: tres anys per als edificis de més de 100 anys, cinc per a construccions d'una antiguitat entre 50 i 100 anys i sis per a aquelles que tinguin entre 10 i 50 anys d'antiguitat.

La Campanya municipal per a la protecció i millora del paisatge urbà de 1985 pretenia, segons el seu lema, que Barcelona es posés «guapa». La recent Ordenança de 1999 incideix en la necessitat de la seguretat. Una Barcelona guapa i segura, arquitectònicament parlant, com a resultat de la continuïtat dels programes de restauració i rehabilitació d'edificis. Restauració i rehabilitació arquitectònica que obliguen a realitzar obres de millora, restauració i manteniment de façanes, terrats i mitgeres, és a dir, de les parts exteriors dels edificis. Com s'ha especificat en l'apartat anterior, és en aquestes parts exteriors on es presenten aquells elements i materials que considerem no constructius o ornamentals.

El Procediment regulador del foment de les activitats de la campanya municipal per a la protecció i millora del paisatge urbà (2000), en el seu annex 1, detalla els tipus d'elements susceptibles d'inter-

venció, entre els quals s'inclouen la pedra, la ceràmica, la terracota, la pintura, els estucs, els arrebossats, els esgrafiats, els elements escultòrics i els elements metàl·lics. Així mateix, a l'esmentat annex s'indiquen les possibles actuacions que poden comprendre la neteja, el decapatge, l'estucament, el reestucament, la pintura, la reconstrucció o restitució i la protecció.

El mateix procediment regulador, en el seu annex 2, especifica els criteris tècnics generals d'actuació. En ell s'indica que, en el cas de la neteja de pedra natural i artificial i dels paraments ceràmics, aquests «s'hauran de netejar per mètodes no abrasius ni agressius (en general aigua i sabó neutre i raspall)». Els criteris cromàtics tenen com a objectiu principal la recuperació del cromatisme original, mitjançant l'estudi cromàtic o la seva adequació al Pla del Color de Barcelona. Per al reestucament dels estucats tradicionals es recomana emprar mètodes tradicionals, encara que és possible, amb el vistiplau de l'Institut Municipal de Paisatge Urbà i la Qualitat de Vida, la utilització de monocapes. En qualsevol cas, s'hauran de «respectar les textures, línies o definicions geomètriques originals i mantenir el cromatisme». També s'admet l'ús de pintures, preferentment pintures minerals al silicat. Pintures al silicat que també es podran fer servir com a veladures en reparacions de pedra artificial.

La Campanya «Barcelona, posa't guapa» ha generat en quinze anys una inversió de 228.384.600 euros (38.000 milions de pessetes), ha implicat 300.000 propietaris i veïns i el 17% de les façanes de ciutat. No obstant, les xifres estadístiques que quantifiquen la feina feta no reflecteixen el grau de respecte envers els elements ornamentals i envers les seves qualitats materials, històriques i estètiques en el moment de l'execució de les tasques de rehabilitació arquitectònica. Per això cal fer balanç dels resultats, una vegada finalitzada la restauració, examinat l'aspecte final que presenten aquestes façanes, terrats i parets mitgeres.

Valoració de resultats

L'objectiu de la Campanya municipal per a la protecció i millora del paisatge urbà que s'anuncia sota el lema «Barcelona, posa't guapa» es pot qualificar d'excel·lent des del punt de vista publicitari i de màrqueting. No obstant això, pel que fa a la conservació-restauració

del patrimoni, el qualificatiu «guapa» no pot esdevenir un valor absolut i definitiu. Aquest adjectiu s'ha convertit en la pràctica en sinònim de netedat i en una fita en si mateix. D'aquesta manera, s'ofereix una fórmula simplista per abordar un problema –el de la conservació-restauració del patrimoni immoble– extraordinàriament complex i amb moltes facetes a tenir en compte. En conclusió, creiem que la rehabilitació arquitectònica s'ha centrat de manera excessiva en la neteja i en la recuperació dels colors de les façanes dels edificis de la ciutat.

La neteja

La necessitat d'aconseguir eliminar la brutícia de façanes, terrats i parets mitgeres dels edificis ha comportat, malgrat les recomanacions dels criteris tècnics de la Campanya de protecció i millora del paisatge urbà, la realització en nombroses ocasions de neteges amb procediments i materials abrasius i agressius, inadequats i perjudicials per als components originals dels elements constructius i ornamentals dels immobles. S'han utilitzat productes químics que han pujat el color de la pedra. Una revifalla cromàtica que no és altra cosa que l'acceleració de l'oxidació dels components fèrrics de la pedra sorrenca de Montjuïc, primera matèria de carreus, relleus i escultures de moltíssims edificis de la ciutat.

Així mateix, no es pot considerar excepcional l'ús de sistemes de neteja abrasius. És el cas dels raspalls metàl·lics i de la terrible buixarda, eina, aquesta última, que en l'eliminació de la brutícia superficial fa desaparèixer sense pietat un gruix considerable del material original.

Es tracta en aquests casos d'una neteja que no discrimina la brutícia i els materials constitutius de l'obra i que oblidat el criteri fonamental de la conservació-restauració: el respecte per l'original. Així, el diseg de superfícies netes ha esborrat noms de botigues, de fàbriques, de manufactures que havien romàs inscrits sobre la superfície d'aquests edificis com a testimonis inqüestionables d'un temps, d'un ús i fins i tot de la vitalitat comercial i industrial d'un barri. Una manca de criteri que ha eliminat també part de les qualitats històriques i documentals que posseeixen i que podem descobrir a les façanes dels edificis de la nostra ciutat.

Les superfícies i els colors

Una altra manera de fer guapa Barcelona ha estat la recuperació del color. Recuperació cromàtica que, si bé ha estat precedida per un estudi, una recerca sistemàtica i la utilització d'una metodologia científica, ha estat condicionada en la seva posada en pràctica per la interpretació simplista de propietaris, arquitectes i constructors. D'aquesta manera, Barcelona ha recuperat, genèricament, els seus colors, encara que la seva gamma i la seva combinació concreta i singularitzada en cadascun dels edificis ha estat, en nombroses ocasions, resultat més de la recreació que d'una reintegració respectuosa amb el seu cromatisme original.

La recuperació cromàtica no ha suposat la utilització dels materials ni de les tècniques tradicionals d'execució. És generalitzat l'ús de les pintures al silicat o de pintures plàstiques i gairebé mai s'han fet servir pintures a la calç.

Pintura que, utilitzada de manera indiscriminada a les façanes com a sistema d'uniformització dels acabats, amaga alhora qualsevol resta de brutícia i les petites irregularitats superficials. Pintar esdevé d'aquesta manera un repintat absolut que cobreix amb una capa gairebé tota mena de materials. Així, en comptes de netejar la terracota vuitcentista i noucentista, s'ha cobert, de manera generalitzada, amb tons vermellorsos i ataronjats les balustrades de terracota de molts edificis construïts entre els anys seixanta i vuitanta del segle XIX de la Ciutat Vella, de l'Eixample i de Gràcia, i els relleus, escultures i elements pseudoconstructius de l'antic Mercat de les Flors, en la seva adequació per al Teatre Lliure.

La recuperació cromàtica d'un edifici no és només l'aplicació automàtica de la carta de colors que es deriva del preceptiu estudi cromàtic, sinó que obliga a la utilització de materials i de tècniques harmonioses amb la composició i amb l'aspecte dels seus elements originals. En cas contrari, el desconeixement de les tècniques tradicionals d'estucats i lliscats i la substitució dels morters de calç per altres de ciment Portland limiten o impossibiliten la consecució d'un acabat superficial similar a l'original i, en conseqüència, moltes de les façanes dels edificis rehabilitats presenten superfícies amb textures i relleus que les allunyen dels acabats originals. D'aquesta manera, els lliscats llisos de mitjan segle XIX alternen pedaços rugosos, resultat de reparacions mal executades, o es transformen en superfi-

cies senceres d'arrebossats i lliscats aplicats amb la tècnica de l'arremolinat. Tècniques més apropiades per a les cases rurals d'Eivissa o d'Andalusia, i desconegudes a la nostra ciutat.

Reconstrucció i eliminació d'elements

Per a la reconstrucció o restitució d'elements volumètrics, com ara motllures, ampits de finestres o volades de balcons, s'utilitza de manera quasi exclusiva el ciment Portland o altres variants comercials; ciments que no són compatibles amb els materials tradicionals, que tenen un envelliment molt diferent de la resta de materials constructius i ornamentals i que són font inesgotable de sals minerals, amb tot el que això suposa per al futur de qualsevol tipus de patrimoni arquitectònic, sigui o no historicoartístic.

L'eliminació de peces o elements sencers de caràcter decoratiu forma part de la «rutina» quotidiana durant les tasques de rehabilitació arquitectònica. Amb aquesta lògica, s'han eliminat trams sencers de balustrades de fang, que s'han substituït per unes altres de ciment o pedra artificial que no tenen res a veure amb la construcció original.

Rajoles de ceràmica catalana dels segles XVII i XVIII s'han eliminat dels sotabalcons d'edificis catalogats i s'han substituït per altres d'aspecte, dibuix, colors, grandària i, fins i tot, tècnica diferent: peces de gres o de terracota han ocupat l'espai tradicional de les rajoles esmaltades del cartabó.

Aspectes negatius que es presenten tant en edificis catalogats com en els no catalogats, en construccions rehabilitades acollides o no a la campanya «Barcelona, posa't guapa». Problemes localitzats tant en edificis de propietat privada com en els de propietat municipal, del Govern de la Generalitat com d'altres institucions.

Propostes per a una adequada conservació-restauració dels elements ornamentals

El diagnòstic sobre la conservació-restauració dels elements ornamentals de l'arquitectura de Barcelona assenyala les possibles causes de les seves deficiències i, per tant, qualsevol proposta positiva sobre

aquesta qüestió obliga a canvis en la pràctica actual de la rehabilitació arquitectònica.

En primer lloc, creiem que la normativa vigent és massa genèrica i no té els mecanismes necessaris per a la seva execució. Les ordenances municipals haurien de concretar de manera més clara les diferents tasques de conservació-restauració que es poden realitzar amb els materials, els mètodes i les eines que es poden fer servir en cada cas i quines queden totalment prohibides. Tasques que, en el cas de la neteja, obligarien a fer servir sistemes discriminatoris amb la brutícia i els materials constitutius dels elements originals, que incloguin el concepte de consolidació envers el de sanejament, el concepte de reintegració volumètrica envers el de substitució i el concepte de reintegració pictòrica envers el de repintat.

Ordenances que haurien de ser més expeditives pel que fa al seguiment i les sancions. El patrimoni malmès no es recupera amb una multa, un arbre tallat es podrà substituir amb el temps per un altre. El paisatge urbà, el patrimoni col·lectiu és irrecuperable si desapareix. Per això, la normativa municipal no pot preveure només la possibilitat de sancionar econòmicament o retirar subvencions als propietaris que no compleixin les normes, sinó que hauria d'estar acompanyada dels mecanismes de prevenció i del personal suficient per al seguiment i la inspecció de tots i cadascun dels treballs de rehabilitació arquitectònica. Personal d'inspecció format per tècnics del camp de l'arquitectura i de la història, però també del camp específic de la conservació-restauració de béns mobles.

En l'actualitat, a les bastides dels edificis històrics (els catalogats i tots aquells de tipus clàssic realitzats amb tècniques artesanals o tradicionals, fins a la dècada de 1930, segons la normativa municipal) podem trobar el mateix tipus de personal del camp de la construcció i de la pintura que executa feines en edificis de nova planta. En aquest sentit, caldria demanar a les empreses de rehabilitació la seva especialització en aquest camp i el reciclatge del personal específic en el coneixement de les tècniques i materials tradicionals del camp de la construcció i de l'ornamentació arquitectònica i reivindicar la presència dels professionals de la conservació-restauració a peu d'obra, sense els quals, com s'ha vist, és impossible l'aplicació de criteris adequats i respectuosos amb aquest patrimoni.

Criteris que obliguen a la utilització de materials, eines, tècniques i procediments que siguin absolutament compatibles amb l'obra ori-

ginal. Compatibilitat demostrada per la bibliografia científica i pels laboratoris i centres d'investigació independents. Actualment és el fabricant qui ofereix el seu producte a l'operari i és aquell qui ha fet la recerca i qui decideix si aquest producte és l'adequat per al problema plantejat (de vegades per ell mateix).

L'experiència demostra que els productes utilitzats en gairebé totes les rehabilitacions arquitectòniques són aquells que mostren la seva efectivitat de manera més immediata, que netegen més ràpidament o que cobreixen amb més opacitat. L'envelliment, les conseqüències per a la salut del treballador i pels materials constitutius dels elements constructius i ornamentals de l'edifici queden relegats a un darrer terme. Es demana que siguin efectius mentre s'utilitzen sobre la bastida. Després serem nosaltres, passejant pels carrers, que veurem, si es fa evident en la distància, la possible transformació dels materials originals i dels afegits. En altres casos serà la història la que determinarà la possible intervenció incorrecta.

La nostra ciutat es presenta com a camp d'investigació interessant i ineludible en relació amb la conservació-restauració de la pedra de Montjuïc, utilitzada de manera generalitzada en infinitat d'edificis. Malgrat això, no s'ha fet cap estudi de caracterització, de tractaments i de la seva avaluació, com a referent per recomanar o prohibir mètodes d'execució presents i futurs, sobretot de les tasques de neteja. Neteja que hauria de ser un procés controlat en totes les seves fases, gradual i selectiu, sense efectes secundaris, que no produeixi modificacions, microfractures, abrasions de la superfície i que no augmenti la porositat superficial de la pedra.

Bibliografia

- «Barcelona, posa't guapa», *tretze anys*. Barcelona: Ajuntament de Barcelona, 1999.
- BRANDI, C. *Teoría de la restauración*. Madrid: Alianza Editorial, 1989.
- CAPITEL, A. *Metamorfosis de monumentos y teoría de la restauración*. Madrid: Alianza Forma, 1988.
- ECCO. «El conservador-restaurador: la professió i codi d'ètica», Brussel·les, juny de 1993, dins *Full Informatiu, Butlletí de Conservació-Restauració del Grup Tècnic, associació professional dels conservadors-restauradors de Catalunya*, Barcelona, juny de 1997, núm. 21, pàg. 14-16. Traducció d'Anna Nualart.
- GÓMEZ DE TERREROS GUARDIOLA, M. G.; Alcalde Moreno, M. *Metodología de estudio de la alteración y conservación de la piedra monumental*. Sevilla: Universidad de Sevilla, 2000.
- ICOM, «El conservador-restaurador: una definició de la professió», Copenhague, setembre de 1984, dins *Full Informatiu, Butlletí de Conservació-Restauració del Grup Tècnic, associació professional dels conservadors-restauradors de Catalunya*, Barcelona, març de 1997, núm. 20, pàg. 14 i 15. Traducció de Salvador García Fortes.
- Legislació sobre patrimoni cultural de Catalunya*. Barcelona: Generalitat de Catalunya, Departament de Cultura, 1995.



Capitell de pedra d'ordre jònic (mitjan segle XIX), al carrer del Call, 10.

Barana de foneria (1849), al carrer de l'Hospital, 99.



Anuncis de comerços
del carrer Peixateria,
cantonada Guillem.
Aquests anuncis van
desaparèixer un cop
rehabilitat l'edifici.



Escultura exempta
de terracota, a l'antiga
seu de la fàbrica de
ceràmica Antoni
Tarrés (1853),
al carrer Tallers, 45.





Canvis de color de la pedra a conseqüència d'un sistema de neteja agressiu. Plaça del Regomir, 2.

Substitució als sotabalcons de les rajoles originals per altres d'aspecte, mides i dibuix diferents. Carrer del Correu Vell, cantonada amb Groc.



Repintat idèntic que
cobreix tots els
materials i dóna a tota
la façana (1950) un
aspecte uniforme
sense els seus matisos.
Carrer Tallers, 62.



Repintat de la terra-
cota i substitució del
lliscat original llís per
un altre de rugós.
Carrer Tallers, 72.





Lliscat arremolinat.
Carrer del Call, 22.

Propuesta de referencial de formación para el técnico en conservación-restauración de obras pictóricas¹

Escola EPSAR

Capítulo 1. El diploma en su contexto

Construir el mapa europeo de la enseñanza superior y organizar la movilidad de las personas exige una lectura exhaustiva de los sistemas de formación de los diferentes países. El estado inicial está hecho con la voluntad de establecer un referente común para las formaciones y los diplomas, sobre la base comparativa de cursos y niveles. La armonización para la validación de cursos en el ámbito europeo (reglados en 3-5-8 años) incita a adaptar los diplomas establecidos a una estructura común que facilite la circulación de estudiantes.

1. La situación en el medio de la restauración del patrimonio

Constatamos en la Unión Europea tantas diferencias como países. Los estudios recientes sobre este hecho demuestran la necesidad de una homogeneización en los ámbitos de la formación y de la cualifi-

1. L'Escola EPSAR presenta el document que es reproduceix, que és fruit dels treballs realitzats per a la definició de la formació dels tècnics en conservació-restauració d'obres pictòriques en el context del Programa europeu Leonardo da Vinci.

cación de los actores del sector. A pesar de las diferencias, parece que se establece un acuerdo alrededor de las federaciones de restauradores y de organismos públicos apoyándose en las cartas deontológicas.

No trataremos las formaciones privadas, que son bastante numerosas según los países, y que de hecho todas buscan la homologación posible (nivel II o III) sin tener por lo tanto un control de «calidad». Frente a este tipo de enseñanza, algún vínculo se ha creado con las formaciones oficiales, pero de una forma anárquica. El resultado es evidente al nivel del mercado del trabajo y se entiende que sobre las obras de arte...

El único punto en común de las formaciones oficiales es la orientación mixta de la actividad del sector: clientela pública (museos, administraciones locales...) y clientela privada.

El estatus está establecido en el sector de obras pictóricas, sobre todo de derecho privado (artesanos, profesiones liberales, prestatarios de servicios, empresas), pero poco o nada en los museos o direcciones culturales, es decir, en ningún puesto de decisión.

La clasificación de las formaciones se hace por reconocimiento nacional: diplomas universitarios o de estado. Paradójicamente estos diplomas no ofrecen el reconocimiento oficial de la profesión de restaurador.

En Francia, el ejercicio de la profesión en el seno de los Museos Nacionales necesita un consentimiento suplementario librado por la Dirección de Museos de Francia.

En Bélgica es el IRPA (Institut Royal du Patrimoine Artistique) el que organiza el ejercicio de la profesión al servicio de las instituciones públicas.

En Grecia es el Servicio Arqueológico del Ministerio de Cultura quien reglamenta el ejercicio de la profesión en el sector público.

En España, la actividad está reglada a dos niveles. Según los planes locales de los ayuntamientos o según los planes regionales (Generalidad).

2. Conclusión

Estas diferentes formaciones son validadas por un diploma adaptado al número de años o a la cualificación. Esta situación pone en evi-

dencia la disparidad y hace necesario, en el seno de la Unión Europea, dirigir una armonización de la formación y del diploma que se obtiene.

El esquema directorio de funcionamiento sería:

- Necesidad de pre-requisitos.
- Concurso de entrada para la admisión.
- Formación orientada en los cuatro sectores generales:
 - Materias de conservación-restauración.
 - Materias humanísticas.
 - Materias artísticas.
 - Materias científicas.
- Evaluación de un trabajo individual al final de los estudios reconocido por un diploma.

3. La proposición de Ecoresta

Apoyándonos en la creación de una escuela griega, según una formación de 3 años, hemos optado por la elaboración de un referencial de formación de «técnico en conservación-restauración». Nos proponemos este nivel de formación como referencia para armonizar un primer nivel de formación de restaurador. El nivel superior es el de «Conservador-Restaurador o Restaurador del Patrimonio».

La carpeta contiene:

- Reseña en atención al consumidor (Notice a l'attention de l'utilisateur).
- Proposición de referencial de formación (TCROP).
- Cuaderno de directorio técnico para una escuela (o centro) de formación (cahier de charges).

4. Interés

Nuestra sensación es que la puesta en marcha de un nivel básico de formación puede aportar una ayuda a la clarificación de las formaciones superiores y crear vínculos entre ellas.

Estas nuevas relaciones nacionales y comunitarias permitirán descubrir técnicas, saber-hacer, o productos para el intercambio de formadores y estudiantes. Los objetivos son dobles: desarrollar un

mejor conocimiento del patrimonio y analizar a grandes rasgos los mejores medios de conservación-restauración, teniendo como ejemplo los mejores.

Nuestro proyecto inicial era recoger los inventarios o estadísticas tradicionales y hacer proposiciones concretas. Apoyándose sobre los programas de formación existentes, los diferentes socios de este proyecto han podido estimar el nivel de especialidad mínimo y necesario para el ejercicio de la actividad.

Si hemos llegado a un acuerdo a cuatro, aspiramos a que este trabajo pueda convencer al resto de países de la Unión y federarlos a un nivel de formación y de un estatuto. Los futuros diplomados de esta formación verán elevadas las dificultades encontradas por sus predecesores, en el ámbito nacional o internacional, al reconocimiento profesional de su cualificación.

Durante años, esta profesión no ha obtenido un real reconocimiento oficial. Las formaciones en talleres, tan diferenciados, no pueden satisfacer las exigencias públicas. Formaciones superiores han sido creadas al final de los años 70. Es entonces, solamente después de una treintena de años, que se tiene la tentación de poner en marcha un nuevo sistema. Este no es más que el balbuceo de la elaboración del perfil de toda una profesión.

Actualmente los restauradores no pueden acceder directamente a una función en el seno de una dirección cultural y aportar sus conocimientos técnicos a la gestión del patrimonio. No existen ni un puesto ni un reconocimiento a este respecto. Los restauradores no son simplemente practicantes sino, sobre todo especialistas, pudiendo ligar los exámenes técnicos con el conocimiento del patrimonio. Son los colaboradores privilegiados de conservadores y científicos.

Se constata así, por ejemplo, que en 1999 en Francia se reagruparon dos servicios históricos en uno solo, el C2RMF (Centre de Recherche et de Restauration des Musées de France). Esta reagrupación tiene por objetivo poner en práctica la política de dirección de museos en materia de investigación, conservación preventiva y restauración de bienes culturales conservados en los museos franceses. Señalamos que no hay restauradores en estas estructuras.

Es necesario entonces trabajar en la elaboración de un reconocimiento de formaciones de primer nivel hasta llegar a niveles superiores, con el objetivo de integrar a largo plazo los diplomas en el mecanismo de la administración.

5. Los triunfos del referencial propuesto

En materia de formación inicial o continua, dos métodos pedagógicos diferentes pueden ser utilizados:

- La enseñanza tradicional (a partir de contenidos de cursos y de títulos de capítulos en los que el formador establecerá la secuencia de formación).
- La formación de la pedagogía por objetivos (PPO), opción nuestra.

Esta última opción se apoya no tanto en los contenidos como en el desarrollo de las capacidades «observables y evaluables». El formador debe listar las capacidades utilizando obligatoriamente los verbos de acción. Es preciso también que atienda al estudiante en el desarrollo de la formación, sobre todo indicando que es lo que debe hacer «él»... La evaluación de la atención a los objetivos por el análisis de los comportamientos al final de la formación es más fácil. Todo el interés se centra sobre la noción de competencia definida como: «La puesta en escena, por un individuo, de una suma de capacidades adquiridas en la formación en términos de saberes, saber-hacer y saber-ser/estar.»

Capítulo 2. Competencias terminales del técnico en Conservación-Restauración de obras pictóricas

Al término de la formación, el técnico deberá poseer las competencias siguientes:

- Asistir al restaurador en las intervenciones de conservación-restauración.
- Aplicar el plan de trabajo y de intervención elaborado por el restaurador.
- Recoger las informaciones necesarias en la redacción del informe del estado inicial.
- Realizar un informe de intervención.
- Asegurar la logística de una obra.
- Administrar el mantenimiento del taller, del material, del equipamiento y de los estocs.
- Dar prueba de métodos y de imaginación para mejorar la fiabilidad y rentabilidad del tratamiento propuesto por el restaurador.

Perfil del puesto

Posteriormente a la obtención de su diploma, el técnico podrá por sí mismo proponer sus servicios en talleres públicos o privados que practican la conservación-restauración de obras pictóricas.

Podrá negociar su empleo a un restaurador; no podrá en ningún caso declararse e instalarse como restaurador.

El dominio de la tecnología (desarrollado por la formación predominantemente práctica) y el conocimiento de diferentes tratamientos y técnicas serán los puntos fuertes de su función.

Debe ser considerado como un ejecutante habiendo asumido una formación superior de tres años.

Capítulo 3. Pre-requisitos y obligaciones

Para integrarse en la escuela los candidatos deberán:

- Tener la mayoría de edad legal en su país.
- Tener menos de 35 años.
- Justificar un nivel escolar de estudios secundarios.
- Dominar una lengua extranjera (prioritariamente el inglés).
- No tener antecedentes penales.
- Aportar certificado médico de aptitudes específicas para el oficio (alergias, visión y percepción de los colores...).

Condiciones de admisión para la integración en escuela o centro de formación en conservación-restauración

1. Dossier:

Aportar en el período de inscripción los siguientes documentos:

- Carta de presentación con motivos de interés en la formación.
- Currículo.
- Justificantes administrativos del apartado anterior.

2. Pruebas:

Ejercicios de percepción visual.

Cultura general y científica.

Copia/pintura.

Ejercicios de habilidad manual.

Cultura técnica general.

3. Audiencia:

Un jurado, constituido por un miembro de la dirección de la escuela (o centro) y un representante del equipo pedagógico, recibirá a los candidatos. Esta audiencia tiene como objetivo verificar las motivaciones y las informaciones contenidas en la carpeta.

4. Resultados:

Los candidatos recibirán, después de la decisión del jurado, los resultados. La escuela (o centro) se reserva el derecho de justificar o no los resultados en caso de rechazo.

Capítulo 4. Lista de capacidades «generales»

Capacidades «generales» en los dominios siguientes:

- Historia del arte, de la obra y de las culturas.
- Tecnología.
- Conocimiento del entorno.
- Ciencias aplicadas.
- Documentación.
- Técnicas artísticas.
- Higiene - Seguridad - Toxicidad.

Capítulo 5. Conocimientos complementarios

Deontología:

Lengua viva (extranjera).

Mercado de trabajo.

Conocimiento de la empresa.

Estancias en empresas. Son períodos integrados en la formación durante los cuales el estudiante se encontrará inmerso en una situación de descubrir la realidad sobre la profesión y el ejercicio del oficio.

1. *Objetivos:*

Tener información sobre el funcionamiento administrativo de una empresa.

Ponerse en situación para aprehender los aspectos siguientes sobre la práctica de la conservación-restauración:

- Ritmo y gestión del tiempo.
- Organización del trabajo.
- Relaciones humanas.
- Actividades prácticas.
- Aproximación a las técnicas propias del restaurador que acoge.

Contacto con las técnicas de búsqueda de empleo.

Comparación entre la formación recibida y la realidad.

Mirada exterior aportada por el restaurador que acoge.

2. *Períodos:*

Las prácticas están repartidas de la siguiente forma:

Segundo año: 2 x 4 días y medio.

Tercer año: 2 x 9 días.

3. *Empresas de acogida:*

Para las prácticas de segundo año serán empresas locales o nacionales. Para el tercero se recomienda que uno de los dos períodos sea efectuado en un país extranjero.

El restaurador que acoge al estudiante debe justificar titulación o 10 años de experiencia.

4. *Informes:*

Al finalizar las diferentes prácticas, el estudiante deberá redactar un informe reducido que contendrá los siguientes aspectos:

- Presentación de la empresa de acogida.
- Resumen de su puesto: desarrollo, organización, tareas efectuadas.
- Comentarios libres.

Capítulo 6. Lista de capacidades prácticas (tronco común)

Antes de empezar:

Este capítulo es el más delicado de exponer teniendo en cuenta:

- La diversidad de obras pictóricas.

- Los diferentes términos utilizados para nombrarlas (las obras pictóricas consideradas principalmente son: pintura de caballete, tela o madera...; pintura mural; pinturas de arte decorativo).
- Las operaciones que se ejecutan sobre ellas y que no pueden ser jerarquizadas.
- Situaciones de intervención múltiples y diversas.

Las capacidades de cada una de las cuatro grandes etapas están listadas por orden alfabético. Los puntos suspensivos al final de los párrafos, demuestran el aspecto no cerrado de cada parte.

Presentamos entonces una lista de capacidades calificadas como «tronco común». El estudiante al final de la formación deberá ser capaz de:

1. Operaciones previas.
2. Tratamiento de los soportes.
3. Tratamiento de las capas pictóricas.
4. Operaciones posteriores de conservación-restauración.

Capítulo 7. Material personal y cuaderno de notas del estudiante

Material:

1. Para la restauración:
 - Utensilios generales.
 - Operaciones minuciosas sobre la capa pictórica y el soporte.
 - Retoques de la capa pictórica.
2. Para dorar.
3. Para dibujo y perspectiva.
4. Para fotografía.
5. Para copia al óleo o al huevo.

El cuaderno de notas:

1. Vínculo pedagógico.
2. Herramienta de trabajo personal.
3. Interés:

El cuaderno de notas es una especie de memoria escrita permanente de los recuerdos de casos concretos de restauración, de ideas de intervenciones y de reflexiones que ayudan al futuro profesional, que es el estudiante, a tratar las solicitudes del restaurador en el taller y a organizarse.

La fecha y el tiempo de trabajo señalados permitirán al estudiante analizar sus progresos o sus dificultades; y, por lo tanto, comprenderlos y poder paliarlos.

4. Utilización:

El cuaderno de notas no es sancionable pero es una forma de poder dialogar con los formadores que son los profesionales, y de impulsar las discusiones, pudiendo de este modo hacer progresar al estudiante técnicamente y también en el ámbito de la gestión del tiempo en su trabajo.

Observación: Los puntos de vista que tiene en cuenta el formador, citados anteriormente, no deben quitar al alumno su espontaneidad en las observaciones. Es necesario no olvidar que se trata sobre todo de una herramienta personal y que no tiene sólo el objetivo de ayuda individual durante su aprendizaje, sino también en su carrera profesional.

5. Función complementaria del cuaderno de notas:

El cuaderno de notas es también un útil que debe ser usado durante las estancias que el estudiante efectúe externamente a la enseñanza pedagógica que recibe en la escuela.

Se recogen los mismos tipos de información. Esto ayudará al estudiante a formatear un informe escrito y documentarlo (fotos, esquemas...) en el acta (resumen) de la estancia, que será corregido por un formador de tecnología y que contará en su evaluación semestral.

Capítulo 8. Condiciones de realización de la formación

1. Desarrollo de la formación:

Teniendo en cuenta que el técnico es sobre todo un «todo terreno» en términos prácticos, su formación ha de ser predominantemente práctica. Para ello el reparto siguiente se aplica conjuntamente durante los tres años.

Capacidades prácticas: 60%.

Capacidades en materias generales: 35%.

Capacidades en dominios (conocimientos) complementarios: 5%.

2. Recomendaciones pedagógicas:

A modo de armonizar los tres años, en la transferencia de saberes, saber-hacer y saber-ser, deberá alternarse:

- Aportaciones informativas.
- Demostraciones.
- Trabajos prácticos y trabajos dirigidos.
- Estudios de casos.
- Trabajos individuales e investigaciones personales.

Los dos primeros años serán esencialmente un período de apropiación, en el que los interventores estarán muy solicitados.

El tercer año, período de aplicación intensa de los conocimientos adquiridos, el alumno deberá exigirse más a sí mismo. El equipo pedagógico deberá asegurar un seguimiento y asistencia personalizada.

El Trabajo de Fin de Estudios (TFE) ocupará al estudiante una buena parte del último curso; son mayoritarias las aplicaciones prácticas.

3. Perfil de los interventores:

En materias generales, se recomienda la intervención de los formadores de nivel universitario o equivalente.

En materias técnicas y prácticas, propias de la actividad de conservación-restauración, se evidencia el preponderar la intervención de profesionales en activo, con el fin de que la formación esté próxima a la realidad cotidiana.

Para los conocimientos complementarios, se requerirá especialistas que intervengan puntualmente.

Capítulo 9. Modo de evaluación de la formación y validación del diploma

Introducción:

El estudiante admitido el primer año habrá satisfecho las pruebas de admisión que se han precisado en el capítulo 3 de este manual.

1. *Evaluación durante la formación*

El ciclo de formación está establecido en tres años, se proponen tres fases de evaluación:

Primer y segundo años:

Pruebas de evaluación al final de cada semestre. El formador de cada dominio (conocimiento/saber/área) será responsable, con toda

libertad, de preparar y gestionar los ejercicios de evaluación. Al final del curso, facilitará al responsable pedagógico el resultado de cada estudiante, de la forma siguiente: UV lograda o UV no conseguida. Los detalles (notas, apreciaciones...) estarán reflejados en el libro de formación del estudiante (libro de escolaridad).

Para pasar a segundo (y tercer) año, el estudiante deberá haber obtenido:

Las unidades de valor: tecnología práctica y teórica – documentación.

Cuatro quintas partes de las unidades de valor: historia del arte – ciencias aplicadas – conocimiento del entorno – técnicas artísticas – higiene, seguridad, toxicidad.

Una sesión al término del segundo año permitirá al estudiante volver a presentarse a una UV no conseguida.

Tercer año:

Este curso es de hecho el de aplicación de los conocimientos adquiridos en los dos años precedentes. Es el año del diploma. Para ello, los estudiantes deberán realizar un dossier técnico sobre la restauración de una obra pictórica (TFE: trabajo de fin de estudios).

Este documento contendrá las partes siguientes:

- Historia del arte.
- Elementos científicos.
- Intervenciones sobre la obra en materia de restauración.
- Los conocimientos sobre las otras áreas deberán aparecer.

2. Pruebas terminales al final de los cursos para la obtención del diploma de Técnico

1) Una exposición del trabajo final de estudios abierta al público. La evaluación se efectúa a dos niveles: el contenido del TFE y la presentación oral.

2) Debate entre el candidato y un restaurador profesional sobre una obra pictórica. Esta prueba permite evaluar la capacidad de reflexión del candidato frente a un caso concreto. El estudiante dispondrá de la obra antes del debate a fin de realizar el estudio previo.

3) Revisión del libro de formación del estudiante (escolaridad) teniendo en cuenta su asistencia, resultados, participación, estancias en empresas, etc. Esta parte será un complemento para poder atribuirle una mención.

Los estudiantes podrán presentarse a las pruebas al depositar su TFE en la fecha prevista por el tribunal. El equipo pedagógico podrá rechazar a un estudiante el derecho de presentarse a las pruebas terminales si considera que no está preparado.

Al término de las pruebas organizadas por el centro o escuela, el candidato obtendrá una nota que deberá tener entre el 10/20 mínimo para obtener el diploma. El jurado aplicará para las notas más altas el baremo de menciones.

En caso de suspender (no acreditar la prueba), el centro o escuela se reserva el derecho de readmitir al estudiante en un nuevo tercer año.

3. Composición del jurado

El tribunal que ha de validar a los estudiantes tendrá una doble composición (interna y externa):

Miembros externos:

- 1 representante de Cultura o gestor del patrimonio.
- 2 restauradores profesionales reconocidos.
- 1 historiador.
- 1 científico.

Miembros de la escuela o centro:

- El director del centro o un representante suyo (a título consultivo).
- El responsable pedagógico (para el estudio del dossier escolar).
- El formador en tecnología (a título consultivo).

ESQUEMA A

DIPLOMAS ACTUALMENTE RECONOCIDOS EN LOS CUATRO PAÍSES
COLABORADORES DEL PROYECTO ECORESTAU

País	Escuela	Título	Años
Bélgica	ENSAV, Escuela Nacional Superior de Artes Visuales de la Cámara (Bruselas)	Conservador-Restaurador de pintura	5
	IFPME (Wavre)	Diploma de jefe de empresa en restauración de pintura de caballete	3
		Diploma de jefe de empresa en restauración de obra sobre papel	3
	ISBASL, Instituto Superior de Bellas Artes St Luc (Lieja)	Graduado en artes plásticas, orientación en conservación de objetos de arte	3
España	Universidades, Facultades de Bellas artes: Barcelona, Bilbao, Granada, Madrid, Pontevedra, Valencia	Licenciado en Bellas artes	5
	Escuela Superior: Barcelona (Aiguablava)	Técnico superior en Conservación-restauración de Bienes Culturales	3
Francia	París, ENP-IFROA	Diploma de Estudios con detenimiento en Restauración de Obras de Arte Restaurador de Patrimonio	4
	París I, Universidad MST	Maestro de Ciencias y técnicas en Conservación y restauración de Bienes Culturales	4
	Aviñón, Escuela de Arte	Diploma de Estudios Superiores en Conservación y restauración de Obras Pictóricas	5
	Tours, Escuela de Arte	Diploma de Estudios Superiores en Conservación y restauración de Obras Escultóricas	5
Grecia	TEL, Instituto de enseñanza tecnológica de tipo universitario	Diploma en Conservación y restauración de antigüedades y obras de arte	4
	IEK, Instituto de formación profesional	Diploma de técnico en Conservación y Restauración de Obras de Arte, reemplazado por Asistente-Restaurador de Obras Pictóricas	2/1

Nota: EPSAR, de Barcelona, socio de este proyecto, no aparece en esta tabla por su estatuto de enseñanza privada. Al final de la formación otorga un diploma de Conservación-restauración de muebles antiguos.

ESQUEMA B

ORGANIGRAMA DE DIFERENTES ACTORES EN RELACIÓN
CON LA CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE OBRAS DE ARTE

Funciones	Responsable de la colección	Responsable del laboratorio	Responsable del taller de conservación-restauración
Formación en 4 años o más	Conservador del patrimonio	Ingeniero de investigación	Conservador-restaurador o restaurador del patrimonio
Formación en 3 años	Asistente en conservación	Ingeniero de estudios	Técnico en conservación-restauración

ESQUEMA C

ESQUEMA COMPARATIVO DEL NÚMERO DE AÑOS DE ESTUDIO
DE DIFERENTES FORMACIONES Y EL PROYECTO ECORESTAU

	4	4	4	4	4			
	3	3	3	3	3			
3 ¹	2	2	2	2	2	2	3	
2	1	1	1	1	1	1	2	2
1	AP ²	TC ³				TC	1	1
Proposición Técnico Ecorestau	EAAT ⁴ (F)	ENSAV (B) ⁵	MST (F)	IFROA (F)	TEI (GR)	ISBASL (B) ⁵	IFPME (B)	IEK (GR)

Notas:

1. Los tres años de formación conducen a un nivel Bac +2.
2. Año propedéutico.
3. Tronco común.
4. EAAT: Escuelas de Arte de Aviñón y Tours.
5. El tiempo de formación es susceptible de modificación. Sólo se toma en consideración la Bélgica francófona.

Presentació de productes

Aerosol Biocida CSC Book Saver®

Conservación de Sustratos Celulósicos, S.L.

Plaça Mossèn Jacint Verdaguer, 12, 4^a 1^a. 08221 Terrassa (Barcelona)

Tel.: 93 786 09 00 – Fax: 93 786 09 12

E-mail: info@cscbooksaver.com

El Biocida CSC Book Saver® ha demostrado un amplio espectro antimicrobiano frente a bacterias y hongos que degradan el papel. En su composición se utilizan exclusivamente productos de eficacia probada y utilizados habitualmente en el campo de la farmacia y de la cosmética, por su ausencia de toxicidad y su bajo impacto ambiental.

La aplicación del Biocida CSC Book Saver® en aerosol permite desinfectar de forma totalmente eficaz y segura cualquier tipo de libro o documento, ya que la deposición del agente antimicrobiano en cada hoja garantiza la inhibición del crecimiento de microorganismos, ya sea a nivel preventivo o terapéutico. Los agentes antimicrobianos utilizados son totalmente compatibles con el Desacidificante CSC Book Saver® por lo que se abre la posibilidad de aplicar al papel simultáneamente un tratamiento desacidificante y biocida.

Factores biológicos que alteran el papel

Los agentes biológicos que causan la alteración del papel son esencialmente roedores, insectos y microorganismos, como los hongos y las bacterias, capaces de aprovechar las sustancias presentes en los materiales celulósicos para su desarrollo. El Biocida CSC Book Saver® centra sus efectos en inhibir el crecimiento de dichos microorganismos.

mos, principales responsables, junto con la acidez, de la degradación y ruptura de las cadenas de celulosa, lo que reduce por tanto la permanencia y durabilidad del papel.

Factores de activación

Bacterias y hongos se desarrollan en condiciones de temperatura y humedad relativa elevadas, superiores a 22°C y 65%, respectivamente.

La acumulación de polvo por una mala ventilación también es pernicioso, dado que en dicho polvo se encuentran un gran número de bacterias aerobias así como multitud de esporas de hongos.

Junto a estos factores ambientales, otro factor favorece de forma notable el desarrollo de hongos: la acidez del papel.

Medidas preventivas

Para evitar la infección por hongos y bacterias deben tomarse medidas preventivas adecuadas, tales como:

- El control de la humedad ambiental (humedad relativa igual o inferior al 50%) y de la temperatura de almacenamiento (inferior a 18°C).
- Proceder a la desinfección de las zonas de almacenaje, pues en caso contrario, aunque se eliminen los microorganismos contaminantes de los libros o documentos, se pueden producir reinfecciones. Además, debe contemplarse la desinfección de nuevos documentos antes del almacenamiento, en caso necesario.
- El pH óptimo para el crecimiento de los hongos celulolíticos oscila entre 4,5 y 6; mientras que para las enzimas celulolíticas es algo menor de 6. Por ello, la desacidificación del papel es fundamental en la mayoría de los procesos de conservación de patrimonio sobre soporte celulósico, para prevenir el desarrollo de la actividad fúngica.

Bacterias

Las bacterias son microorganismos unicelulares de multiplicación rápida. En forma de esporas son capaces de sobrevivir en condiciones ambientales desfavorables.

La acción de las bacterias sobre el papel se traduce en un reblanqueamiento del mismo en la zona afectada, que adquiere un aspecto algodonoso, llegando a un estado de desintegración total al desaparecer el apresto e hidrolizarse la celulosa. El grado de pigmentación no es un índice fiable del grado de infección. Hay bacterias que no pigmentan el papel y por el contrario lo fagocitan totalmente. Las bacterias actúan sobre los pergaminos y el cuero de las encuadernaciones produciendo efectos perniciosos sobre los mismos.

Las principales causas de contaminación son la utilización de colas vegetales y animales que se encuentran infectadas por esporas, las cuales se desarrollan posteriormente sobre el libro bajo condiciones de humedad y temperatura adecuadas, y el polvo presente en archivos y bibliotecas, pues la mayoría de estas bacterias son aerobias.

El rango de temperatura que favorece su desarrollo se sitúa entre los 22 y los 35°C. La humedad relativa que más las favorece es del 90-100%. El nivel de humedad mínimo para que las esporas puedan desarrollarse es de un 8-10%.

TIPOS DE MATERIALES DAÑADOS POR ALGUNAS BACTERIAS

Bacteria	Papel/cartón	Cuero	Pergamino	Colas	Textiles
<i>Serratia</i>			•	•	•
<i>B. subtilis</i>	•	•	•	•	•
<i>B. circulans</i>	•	•	•	•	•
<i>B. cereus</i>		•	•	•	•
<i>Nocardia</i>	•				

Hongos

Los hongos son más abundantes, existiendo una mayor diversidad de especies que atacan a materiales celulósicos, y se desarrollan preferentemente en medio ácido. En la mayor parte de los casos no son observables a simple vista. Se propagan por el aire mediante esporas, que se producen en un número muy elevado (tres millones por pulgada cuadrada) en los cuerpos en que fructifican. Se desarrollan si existe una materia orgánica donde puedan simplemente germinar o llegar incluso a subsistir y formar nuevas colonias.

La temperatura que favorece su desarrollo se encuentra en el intervalo de 20-35°C para la mayoría de especies. La humedad relativa que más los favorece es del 65-100%. El contenido de humedad mínimo para que las esporas puedan desarrollarse es de un 8-10%.

Es muy importante que el papel no sea ácido, pues el pH óptimo para el crecimiento de los hongos celulolíticos suele estar comprendido entre 4,5 y 6, mientras que el pH óptimo de las enzimas celulolíticas suele ser algo menor de 6. Es importante señalar que uno de los subproductos metabólicos de los hongos celulósicos es el peróxido de hidrógeno, agente catalítico principal en la reacción de Fenton (oxidación catalítica de la celulosa mediante radicales OH*).

Los géneros más abundantes que atacan a los materiales celulósicos de las bibliotecas son *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Chaetomium*, *Rhizopus*, *Penicillium*, *Phoma*, *Trichoderma*, *Paecilomyces*, *Trichothecium*, *Cephalosporium*, *Scopulariopsis*, *Monilia*, *Aureobasidium*, *Stachybotrys*, *Stemphylium*, *Serpula* y *Fusarium*. Los hongos del género *Aspergillus* son responsables del 80% de las destrucciones de las encuadernaciones. *Trichoderma lignorum* destruye la celulosa pura.

MATERIALES ATACADOS POR HONGOS

Hongos	Papel/cartón	Cuero	Pergamino	Tinta	Colas	Textil	Fotos
<i>Rhizopus</i>	•	•	•			•	•
<i>Chaetomium</i>	•	•	•			•	•
<i>Aspergillus</i>	•	•	•	•	•	•	•
<i>Penicillium</i>	•	•	•	•	•	•	•
<i>Phoma</i>	•					•	
<i>Trichoderma</i>	•	•	•			•	•
<i>Paecilomyces</i>	•	•				•	•
<i>Trichothecium</i>	•		•		•		•
<i>Cephalosporium</i>	•		•			•	
<i>Scopulariopsis</i>	•	•	•			•	•
<i>Monilia</i>	•		•			•	
<i>Aureobasidium</i>	•	•				•	
<i>Stachybotrys</i>	•				•	•	
<i>Cladosporium</i>	•	•	•			•	
<i>Alternaria</i>	•	•	•		•	•	•

Desinfección

Criterios determinantes

Los criterios determinantes para escoger un método de eliminación de hongos y bacterias son los siguientes:

- Eficacia del biocida frente a las especies biológicas a eliminar.
- Posibles alteraciones producidas por los productos químicos y/o los procesos físicos (radiación, etc.) utilizados en la desinfección sobre los sustratos o las tintas de los libros o documentos.
- Posible toxicidad para las personas y el medio ambiente de los productos químicos utilizados y la forma de evitarla para poder aplicarlos con criterios de seguridad.

Biocidas CSC Book Saver®

El desarrollo de esta solución se basa en dos observaciones. Por un lado, combinaciones de los ésteres alquílicos del ácido p-hidroxibenzoico, a bajas concentraciones, tienen una actividad contrastada en el campo de la farmacia y de la cosmética frente a un conjunto de microorganismos que también se encuentran presentes en el papel y son causantes de la degradación del mismo. Por otra parte la disolución de dichos compuestos biocidas en propanol tiene lugar a su vez en todas las proporciones con HFC 227 o HFC 134a, los gases utilizados por CSC en todas sus líneas de producto por su ausencia de toxicidad y su respeto por la capa de ozono. Ello permite reducir al máximo la presencia de propanol en el compuesto final.

Aplicaciones

Estos resultados han permitido desarrollar y patentar una nueva línea de aerosoles biocidas para la preservación de libros, documentos, periódicos, mapas y en general materiales celulósicos: los Biocidas CSC Book Saver®. Las características de este producto son:

- Presentan un amplio espectro antimicrobiano frente a bacterias y hongos.

- Mantienen la actividad antimicrobiana en medios neutros, ácidos y alcalinos.
- Están basados en productos utilizados en los campos de la farmacia, la cosmética, la higiene personal y la alimentación, debido a su nula o muy baja toxicidad.
- No dañan la capa de ozono e implican un bajo impacto ambiental.

Además, el Biocida CSC Book Saver® es totalmente compatible con el Desacidificante CSC Book Saver®, por lo que se puede aplicar simultáneamente un tratamiento desacidificante y un tratamiento biocida.

Actividad antimicrobiana

Los ésteres alquílicos del ácido p-hidroxibenzoico presentan, en general, propiedades antimicrobianas frente a:

Bacterias: *Bacillus aureus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Klebsiella aerogenes*, *Lactobacillus buchneri*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aureoginosa*, *Pseudomonas fluorescens*, *Serratia marcescens*, *Staphylococcus aureus* y otras bacterias.

Hongos: *Aspergillus niger*, *Cladosporium herbarum*, *Penicillium crustaceum*, *Penicillium digitatum*, *Penicillium expansum*, *Penicillium notatum*, *Rhizopus nigricans*, *Trichoderma viride* y otros hongos que atacan el papel.

Para que tenga lugar el efecto inhibitorio deseado sobre el crecimiento de los microorganismos, la concentración del producto antimicrobiano debe ser superior a la llamada CMI (concentración mínima inhibitoria). Por encima de este umbral se consigue la acción biocida y para ello está especialmente diseñado el aerosol Biocida CSC Book Saver®, pues la concentración de ésteres del ácido p-hidroxibenzoico depositada en el papel supera la CMI (0,02-0,1%) para la totalidad de microorganismos potencialmente dañinos que se han citado anteriormente.

Información toxicológica

Los distintos compuestos que pueden encontrarse en el Biocida CSC Book Saver® son los siguientes:

Conservantes antimicrobianos: ésteres del ácido 4-hidroxibenzoico.
Vehiculante y disolvente del conservante: HFC 227 o HFC 134a.
Disolvente del conservante: n-propanol.

Ninguno de estos productos está clasificado como peligroso para la salud. Únicamente se recomienda que la aplicación del Biocida CSC Book Saver® se haga en locales ventilados. También se ha comprobado que todos estos productos representan un bajo impacto ambiental.

La presencia de propanol, a pesar de su baja concentración, presenta un riesgo de inflamación, por lo que no debe vaporizarse hacia una llama o cuerpo incandescente y se recomienda mantenerlo alejado de fuentes de ignición.

La información toxicológica detallada está disponible y puede ser solicitada en todo momento.

Nuevos productos en Mètode Store

Mètode Store, S.L.

Ribes, 105. 08013 Barcelona

Tel.: 93 244 48 40 – Fax: 93 245 40 73

Mètode Store pretende ir más allá de lo que es una simple tienda, para estar presente en el mundo que envuelve la conservación y la restauración y formar parte activa de él. Nuestro objetivo es crear un espacio donde el restaurador, conservador, museólogo... encuentre no sólo los productos habituales sino un equipo dispuesto a colaborar con él para encontrar la mejor alternativa a sus necesidades.

¿Qué se puede encontrar en la tienda? Se intenta cubrir todas las necesidades en todas las áreas. Se trabaja diariamente investigando y buscando aquellos productos que han sido solicitados, aunque no aparezcan en el catálogo.

¿Quiénes son nuestros proveedores? La gama de proveedores es muy extensa: desde proveedores de material de laboratorio, hasta industriales del campo de la aeronáutica, la metalurgia, la alimentación... desde fabricantes hasta suministradores. Al no existir una industria específica de la restauración, se recurre a multitud de industriales, a veces con una orientación que no tiene nada que ver con el uso final del producto. Uno de los proveedores más habituales son nuestros socios CPR. CPR es una empresa italiana que desde hace tiempo se dedica a la venta de materiales para la conservación y restauración. Su experiencia y la calidad de sus productos que importamos permiten ofrecer una gran variedad de recursos que difícilmente se podrían encontrar aquí.

Mètode Store abastece los siguientes campos:

- Conservación y restauración de papel/archivo.
- Conservación y restauración de pintura: tela, madera, mural.
- Conservación y restauración de madera: desinsectación para bolsas con gas inerte.
- Conservación y restauración arqueológica: piedra, metales, vidrio, cerámica.
- Museografía.
- Embalaje.

Productos

En esta ocasión se han elegido para presentar algunos productos de entre los menos conocidos, ya sea por inusuales o por novedosos:

Conservación y restauración de papel/ archivo

Productos Lineco

Cajas de conservación para archivo

Conservación y restauración de pintura

Limpieza de pinturas:

- Esponja Whisab
- Enzimas
- Saliva sintética

Conservación y restauración de madera

Materiales y productos de desinsectación para bolsas de gas inerte

Novolegno

Protector N

Conservación y restauración arqueológica

Protectores para metal:

- Soter
- Ferstab

Consolidantes para piedra y areniscas:

- RC 70
- RC 80
- Barra de vitroresina + Eurostac

Morteros:

- Ledan
- Polvo o grano de mármol

Presentación y exhibición

Carbón activo

Expositores

Conservación y restauración de pintura

Espojas para restauración Wishab para la limpieza en seco

Las esponjas Wishab se componen de una masa de color amarillo claro y de consistencia esponjosa, suave como el ante, pegada a una base rígida. Dicha masa contiene saktis (especie de linosina), látex sintético, aceite mineral y productos químicos vulcanizantes y gelificantes ligados químicamente. No contiene sustancias tóxicas y su pH es neutro. A través de una suave presión se frota la superficie que se desea limpiar. La suciedad y el polvo se adhieren a las partículas de esponja, que se desmigaja, consumiendo la parte amarilla. En caso de suciedad persistente se debe repetir la operación, realizando siempre movimientos en la misma dirección, de arriba a abajo. Además de los habituales depósitos de polvo permite eliminar el ahumado provocado por las velas de altar y por incienso. Tras la limpieza hay que cepillar la superficie tratada para eliminar los residuos esponjosos. Las manchas provocadas por sustancias grasas requieren otros métodos de limpieza.

USO:

El sistema de limpieza Wishab ha sido experimentado desde hace veinte años con excelentes resultados y en muchos casos es la única solución para problemas específicos.

Se utiliza para la limpieza en seco sobre pared, techo, cuadros, frescos, pintura mural, papel, tela, barnices, etc., tanto en esponja como en polvo.

La esponja se utiliza para grandes superficies, y permite aplicar una fuerza controlada con la mano. El polvo se puede utilizar

manualmente para papel, documentos o como abrasivo, si utilizamos una pistola de microchorro, en superficies como muros o esculturas con características rugosas.

PRESENTACIÓN:

Se presenta como esponja seca o como polvo, en tres tipos: suave, duro o extraduro. Su uso depende de la naturaleza y la densidad de la superficie:

Esponja Wishab tipo suave: superficies delicadas.

Esponja Wishab tipo duro: superficies menos delicadas.

Esponja Wishab tipo extraduro: superficies no delicadas.

Polvo Wishab tipo suave color blanco: superficies delicadas, como tela, papel, etc.

Polvo Wishab tipo duro color pajizo: superficies menos delicadas, como cartón, madera, etc.

Polvo Wishab tipo extraduro color amarillo: superficies menos delicadas, como cartón, madera, etc.

Encimas

Las enzimas utilizadas en la restauración son esencialmente dos: las proteasas y las lipasas. Las primeras son capaces de escindir las moléculas proteicas, y en general actúan «rompiendo» las complejas cadenas que forman una proteína y reduciéndolas en fragmentos más pequeños e hidrosolubles. Las lipasas son capaces de disolver las grasas o lípidos, catalizando la hidrólisis de los triglicéridos, componentes base de los aceites (por ejemplo, el aceite de lino). La elevada especificidad para el sustrato es quizás la característica que mejor responde a los problemas relacionados con la restauración de cuadros: una enzima que actúa, en una cierta reacción, sobre un particular sustrato no es capaz de catalizar ninguna otra reacción química, es decir, no puede transformar una sustancia diversa del sustrato, lo cual permite actuar con total seguridad en la limpieza del cuadro. Otra característica exclusiva de las enzimas es su alta eficacia catalítica: pocas moléculas enzimáticas son capaces de actuar sobre cantidades de sustrato mucho mayores de aquellas transformables por cualquier otra sustancia, sin perder eficacia. Hay que tener en cuenta las grandes ventajas para los restauradores que pue-

den utilizar sustancias privadas de exhalaciones tóxicas o irritantes, como alternativa a los a menudo nocivos disolventes. Dadas estas peculiaridades, las enzimas pueden sustituir el uso de otros detergentes en el tratamiento de limpieza de cuadros.

Lipasa

La lipasa hidroliza las sustancias grasas presentes en los compuestos orgánicos y elimina eficazmente aceites desecantes, ceras y resinas sintéticas.

Proteasa

La proteasa hidroliza las sustancias grasas presentes en los compuestos orgánicos y elimina eficazmente las manchas debidas a pegamentos y gelatinas animales, albúmina, caseína y huevo.

USO:

Es oportuno observar algunas simples precauciones: pueden ser inactivas en temperaturas superiores a los 70°C; no utilizar recipientes ni utensilios metálicos. Se utilizan bajo forma de solución densa. Se disuelven en 500 ml de agua destilada/desionizada, 10 g de carboximetilcelulosa, adjuntando 1 g de encima y mezclando muy delicadamente. A veces se pueden poner unas gotas de hiel de buey a la solución para aumentar el contacto de la enzima al sustrato hidrófugo. Se deja reposar la preparación unos 25-30 minutos y se procede a la aplicación.

La temperatura óptima de la aplicación de la enzima es de 35°C para la lipasa y de 60°C para la proteasa, por lo que se aconseja calentar la superficie a tratar; para la pintura es suficiente con una lamparita a media potencia a una distancia adecuada, prestando atención a no superar 10°C de la temperatura óptima. Aplicar la solución con un tampón de algodón y dejar actuar entre uno y diez minutos, siendo importante evitar el secado del gel. En caso de superficies irregulares se puede trabajar con un pincel suave para garantizar una distribución uniforme del producto sobre el área a tratar. Al terminar el tiempo de aplicación se retira el gel con un tampón pulido y se procede a lavar con agua, siempre por medio de un tampón de algodón. En caso de necesidad se puede recurrir a una segunda aplicación del gel.

PRECAUCIONES:

Es un producto no tóxico. Puede ser irritante para los ojos, mucosa o piel en caso de inhalación o contacto prolongado. Conservar el producto alejado de la humedad y de fuentes de calor.

PRESENTACIÓN:

Tarros de 250 g.

Saliva sintética

Producto de base acuosa sustitutivo de la saliva humana, con propiedad emulsionante y detergente, para retirar la suciedad orgánica e inorgánica de la pintura al óleo o el barniz. Utilizado como agente de limpieza sobre pintura antes o después de la aplicación de las enzimas. Su principio activo es el triamonio citrato, y presenta un pH 7,5.

USO:

Aplicar sobre la superficie de pintura a pincel o con un tampón de algodón. Tras un breve tiempo de inducción, neutralizar con agua destilada.

PRESENTACIÓN:

Botellas de 250 ml.

Conservación y restauración de madera

Novolegno

Es un consolidante para la restauración de la madera deteriorada. A base de resina acrílica y disolvente de alta penetración, el producto, preparado para ser utilizado, permite fortalecer y consolidar la madera deteriorada por el tiempo o por los insectos xilófagos y devolverla a su original dureza. El consolidante es de efecto anticarcoma.

USO:

Hacer penetrar Novolegno utilizando un pincel o por inmersión del objeto para permitir que absorba la mayor cantidad posible de consolidante. Para obtener una mayor penetración en presencia de maderas muy compactas adjuntar a Novolegno un poco de disolvente nitro. Para evitar que la superficie de la madera tenga un aspecto brillante, puede darse una pasada final de disolvente nitro puro, lo que ayudará a la penetración del Novolegno en la madera y evitará que el material se adhiera a la superficie.

PRESENTACIÓN:

Envases de medio litro.

Protector N

Protector para madera (no contiene endosulfuro, lindano o DDT) eficaz contra los insectos xilófagos: carcoma (*Anobium punctatum*), capricorno de la casa (*Hylotrupes bajulus*), lictus (*Lyctus bruneus*), avispa de la madera (*Sirex gigas*), etc. Inodoro e incoloro, no altera los revestimientos de tejido y papel. Protege la madera de bacterias, hongos y algas. Estabiliza la madera reduciendo la absorción de la humedad y las alteraciones de climas secos. No corrosivo, no se degrada con la luz, no tóxico. Homologado según norma 21-CFR-178.3910 de la FDA; supera el estándar europeo UNI EN nº 22 y UNI EN nº 46.

Con Protector N hemos resuelto el problema de disponer de un protector eficaz y poco nocivo para las personas, utilizando como principio activo la permetrina.

USO:

Se utiliza para dar estabilidad a la madera, reduciendo la absorción de humedad. Salvaguarda la madera de bacterias, hongos y algas, y es eficaz contra los insectos xilófagos. Previene de plagas. La madera tratada es barnizable, no ataca la mayor parte del barniz existente y no es corrosivo para el metal.

PRESENTACIÓN:

Botellas de 1, 5 o 10 litros.

Protectores para metal

Soter (protectores de bronce)

Para proteger de la corrosión las manufacturas de interés artístico, histórico y arqueológico, conservadas en ambientes externos o expuestas a agentes atmosféricos es necesario usar productos que, además de inhibir los fenómenos corrosivos, sean reversibles, es decir, fácilmente eliminables sin dañar o alterar el objeto tratado. Soter ha realizado una serie de protectores para manufacturas de cobre, bronce, latón y aleaciones de cobre con estas características, bajo la supervisión del profesor Massimo Leoni (Politécnico de Milán), del doctor Bianco Bianchini (asesor químico de la Sociedad Baraldi, que lo produce) y del profesor Giorgio Bonaga (Centro de Cromatografía de Gases y Espectrofotometría de Massa de la Universidad de Bolonia). El producto se comercializa desde hace años con gran éxito. Algunas de las intervenciones más interesantes han sido:

Estatua de San Pedro sobre la columna trajana (Roma).

Puerta de bronce capilla Zen Basílica de San Marco (Venecia).

Estatua de la Virgen, Kostanz (Alemania).

COMPOSICIÓN:

Ceras naturales cristalinas, polímeros orgánicos, disolventes ésteres y terpénicos, derivados del benzotriazolo, pasivantes e inhibidores. Ausentes: benzol, tolueno, xileno y aminas aromáticas.

CARACTERÍSTICAS:

Aspecto: pasta semifluida.

Densidad: 0,75 (a 20°C).

Punto de inflamabilidad: inferior a 21°C.

Reversibilidad: el producto puede ser fácilmente eliminado usando su disolvente específico.

USO:

Normalmente, la aplicación, con cepillo o pincel, debe ser precedida de un tratamiento de limpieza que elimine polvo, óxidos, suciedad o elementos contaminantes. Pasados unos días es necesario pasar un

pañó o un cepillo de algodón a fin de uniformar la superficie y eliminar los restos del producto.

PRESENTACIÓN:

La línea Soter consta de cuatro productos diferentes que confieren distintos acabados a las superficies tratadas:

Soter 201/LC: brillante claro (transparente).

Soter 202/LS: brillante oscuro.

Soter 501/OC: mate claro (transparente).

Soter 502/OS: mate oscuro.

Diluyente para Soter.

Soter 100/FE (protector de hierro)

A base de ceras polímeras y aditivos antioxidantes que contienen disolventes alifeáticos (aguarrás mineral desaromatizado).

CARACTERÍSTICAS:

Aspecto: fluido, bajísima viscosidad, de color blanco opalescente.

Punto de inflamabilidad: 42°C ($\pm 2^\circ\text{C}$).

Espesor de la película: 27 micras.

Rendimiento: entre 5 y 7 l/m².

Tiempo de secado: entre 30 y 60 minutos.

Ferstab (convertidor / estabilizador del óxido)

Protector de hierro a base de polímeros sintéticos en dispersión acuosa. Se diluye con agua. Estabiliza los productos de oxidación del hierro bajo forma de un complejo hierro tánico de color negro-mate.

USO:

Ferstab es un verdadero transformador del óxido. Se aconseja pulir el óxido excesivo de la superficie a tratar y aplicar después Ferstab con un pincel. El producto penetra fácilmente en los residuos del óxido y reacciona rápidamente. El tiempo de reacción es de tres horas como máximo. Se aconseja una fina capa de Paraloid B-72 como protección final.

PRESENTACIÓN:

Envases de un litro.

Consolidante para piedra y areniscas

Resina consolidante Rhodorsil RC 70

Es una solución en White Spirit de tipo etílico del ácido silícico y etilstanosilosano. El RC 70 no tiene propiedad hidrófuga. Presenta una doble función de consolidante y preconsolidante de areniscas, revoques, terracotas, etc. Su compatibilidad con el soporte de piedra es total, porque su acción no interfiere en el aspecto final.

A través de un catalizador neutro, contenido en el producto, este consolidante se transforma, aproximadamente al cabo de 15 días, en sílice (SiO_2) como ligante, y en el curso de la transformación se libera alcohol etílico. La acción agregante no interfiere sobre el aspecto estético final.

USO:

Al contrario de los comunes silicatos de etilo, estos cosnsolidantes no necesitan ser hidrolizados con ácido clorhídrico. Todas las tecnologías existentes pueden ser usadas para la absorción capilar del producto, por ejemplo: percolaciones lentas con aerosoles a baja presión, pinceles y brochas planas, compresas o tampones, impregnaciones al vacío, etc. Se diluye con White Spirit.

PRESENTACIÓN:

Envases de 1 o 5 litros.

Consolidante hidrófugo Rhodorsil RC 80

De la misma casa comercial ofrecemos el consolidante adicionado con hidrofugante a base de siloxano. El RC 80 es una solución en White Spirit de polimetilsilosano, de tipo etílico, del ácido silícico y de etilstanosilosano.

Adhesivo EP-IN 2501 + barra de vitroresina

Adhesivo líquido EP-IN 2501 + endurecedor K 2502 (lento)

Resina epoxídica líquida de baja viscosidad, sin disolventes, con reactividad regulable, polimerizable a temperatura ambiente y en presencia de elevada humedad. Adecuada en la restauración de estructuras lesionadas de hormigón, madera, piedra, barro cocido, a través del relleno de las fisuras o el anclaje de clavos de acero o resina de vidrio. La baja viscosidad permite la penetración incluso en las fisuras más sutiles. Sus elevadas características mecánicas y de adherencia posibilitan recuperar la homogeneidad inicial de las estructuras lesionadas.

BARRA DE VITRORESINA:

Resina de poliéster de sección circular.

Peso específico: 1,65 - 1,8 kg/dm³.

Contenido de vidrio: 50 - 70% del peso.

Resistencia a la tracción: 40 - 65 kp/mm² (DIN 53455).

Resistencia a la flexión: 30 - 45 kp/mm² (DIN 53452).

Resistencia a la compresión: 25 - 45 kp/mm² (DIN 53454).

Absorción de agua: 0,3 - 0,5% en peso (DIN 53472).

USO:

Para restaurar estructuras de piedra, terracota, madera, etc. cuya lesión comprometa la estabilidad de la obra y para lo cual sea necesario fortalecer las mismas con una pieza de anclaje interior.

PRESENTACIÓN:

Resina epoxi: envases de 1 litro con su catalizador correspondiente.

Barras de vitroresina: de 2 m de largo, con distintas secciones circulares: 3, 6, 8, 10, 12, 14 y 20 mm de diámetro.

Morteros

Ledan

Argamasa formulada específicamente para la consolidación de revocos en fase de separación del soporte.

Se trata de un compuesto a base de cal hidráulica natural con un bajísimo porcentaje de sales solubles, de inertes seleccionados, granulométricamente impalpables, puzolanas naturales (material silíceo que aporta dureza con la ayuda del hidróxido de calcio) y una particular combinación de aditivos específicos, como agentes de inyectabilidad, aerantes, etc.

VARIEDADES:

Ledan C30: Aglutinante a base de cal hidráulica que puede mezclarse con polvo de mármol o con otras cargas inertes. Producto especialmente formulado para resolver problemas en el estucado o en la reconstrucción de partes faltantes en elementos ornamentales de estatuas de mármol, capiteles, columnas...

Ledan TA1: Material con un elevado poder consolidante. Utilizado por inyección en arcos, columnas de piedra, estructuras arqueológicas o estructuras murales.

Ledan TB1/Ledan SM 02: Utilizados para consolidar el soporte mural de los frescos.

PRESENTACIÓN:

5 o 15 kg.

Mármol

El mármol en polvo o en grano es un producto utilizado como carga inerte para argamasas. Tenemos una gama extensa de tipos de mármol que dan a las argamasas y estucos un aspecto mas auténtico sin necesidad de teñirlos con pigmentos.

COLORES:

Blanco Zandobbio.

Blanco de Carrara.

Rojo Verona.

Amarillo Mori.

Rosa Coral.

Verde Alpi.

Tufoлина.

Presentación y exhibición

Carbón activo

La tela de carbón activo fue desarrollada en 1970. La intención del proyecto fue obtener un material que fuera capaz de absorber agentes químicos, que fuera ligero y flexible para incluirlo en vestimenta y mascarillas.

Es la única forma de tejido poroso 100% carbón activo. Esta estructura de microporos tiene una alta fuerza de atracción de las moléculas contaminantes.

El motivo del deterioro del patrimonio viene dado por diversas razones, muchas de las cuales están en el ambiente, como el ozono, el nitrógeno, el dióxido, el sulfuro y el formaldehído, los cuales comúnmente se pueden encontrar en los museos. Otras sustancias encontradas en el ambiente de un museo pueden ser los amonios derivados de la limpieza y desinfección. Incluso dentro de vitrinas podemos encontrar sustancias o vapores corrosivos derivados de madera, plásticos, colas, pinturas, etc.

La solución ideal son las telas de carbón activo. Se trata de un filtro con una alta capacidad de absorción de vapores. Es un absorbente pasivo que no causa ningún daño a las piezas.

Se presenta en metros lineales, y puede colocarse dentro de cajas, o para proteger pinturas, dibujos, etc. Puede laminarse en uno o ambos lados. Se usa actualmente en museos, bibliotecas y galerías de todo el mundo.

Cajas y fundas Mylar para archivo

Las fundas plásticas ideales son de film de poliéster Mylar D, de 50 y 75 micras. Reúnen las más altas características técnicas necesarias para la conservación y restauración de la documentación textual, gráfica y de fondos fotográficos.

El poliéster Mylar es totalmente inerte, muy resistente a la luz, y evita que el documento se vuelva amarillento. Absorbe menos agua que el papel. Se sella a través de ultrasonido, evitando la utilización de adhesivos y evitando así plastificaciones residuales.

El material tiene una transparencia similar al cristal, y es ideal para la consulta, pues permite visualizar con claridad óptima las imágenes custodiadas sin perder la protección.

Las fundas y sobres Mylar D protegen los archivos custodiados del deterioro de tipo mecánico como dedos, abrasiones, manipulación... y son muy resistentes ante ataques químicos. Se pueden sellar a dos o tres bandas y son ideales para la protección directa de manuscritos, dibujos, mapas, pósteres, documentos, cartas, carteles, billetes, sellos, colecciones fotográficas, negativos...

Mylar D ha pasado el Photographic Activity Test (PAT) ANSI IT 9.16, realizado en el laboratorio especializado IPI (Image Permanence Institute, en Rochester, NY), y ha sido homologado por la Comisión Central de Suministros de Productos de Material de Conservación de Archivos y por el Departamento de Economía, Finanzas y Planificación de la Generalidad de Cataluña.

Cartón de conservación amarillo-crema libre de ácidos y ligninas

El cartón amarillo-crema de pasta de papel de calidad con alto contenido de alfacelulosa reúne las características técnicas necesarias para la conservación y la preservación de la documentación textual, gráfica y de fondo fotográfico.

El cartón libre de ácidos y de ligninas es muy resistente a la luz, evitando el amarilleamiento de los productos almacenados.

Este cartón tiene un pH 8,5, sin blanqueantes ópticos, y es resistente a la oxidación. Está totalmente libre de colas adhesivas. Presenta tratamiento de preservación antifungicida.

El cartón libre de ligninas es ideal para ubicar, manipular y fabricar cajas, archivadores, separadores, dosieres, carpetas, etc., para proteger de polvo, luz y contaminantes atmosféricos y ambientales, del borrado fotoquímico, de hongos y de insectos. Las cajas, muy rígidas, están reforzadas con cantoneras metálicas tratadas.

El cartón amarillo-crema LF, ha pasado el Photographic Activity Test (PAT) ANSI IT 9.16, realizado en el laboratorio especializado IPI (Image Permanence Institute, en Rochester, NY), y ha sido homologado por la comisión Central de Suministros de Productos de Material de Conservación de Archivos y por el Departamento de Economía, Finanzas y Planificación de la Generalidad de Cataluña.

Cartón Duo gris interior blanco

El cartón Duo gris interior blanco de pasta de papel de calidad con alto contenido de alfacelulosa reúne las características técnicas necesarias para la conservación y preservación de la documentación textual, gráfica y de fondo fotográfico.

El cartón libre de ácido y de ligninas en la parte interior blanca es muy resistente a la luz, evitando el amarilleamiento de los productos almacenados.

Este cartón tiene un pH de entre 7,5 y 9,5. Está contralaminado con colas adhesivas neutras de pH estable. Sin blanqueados ópticos y resistente a la oxidación. Con reserva alcalina de carbonato cálcico por la parte blanca. El cartón presenta tratamiento de preservación antifúngica.

El cartón Duo gris-blanco barrera es ideal para ubicar, manipular y fabricar cajas, carpetas, separadores o archivadores, para la protección de los problemas externos, como polvo, luz, contaminantes atmosféricos y ambientales, del borrado fotoquímico, de hongos o de insectos. Las cajas, de alta rigidez, están reforzadas con cantoneras metálicas tratadas.

El cartón Duo gris-blanco ha pasado el Photographic Activity Test (PAT) ANSI IT 9.16, realizado en el laboratorio especializado IPI (Image Permanence Institute, en Rochester, NY), y ha sido homologado por la comisión Central de Suministros de Productos de Material de Conservación de Archivos y por el Departamento de Economía, Finanzas y Planificación de la Generalidad de Cataluña.

Posibilidades de conservación del papel con Filmoplast R

Neschen Productos España, S.A.

L'Església, 4-10. 08023 Barcelona

Tel.: 93 217 15 14 – Fax: 93 217 98 77

Nuestra compañía, Neschen Productos España, S.A., está especializada desde hace muchos años en la reparación y encuadernación de alta calidad de libros y materiales de archivo.

Fundada en 1889, la compañía comenzó con la fabricación de tiritas. Después de la segunda guerra mundial, Hans Neschen inventó la famosa película protectora de libros denominada Filmolux, que continúa gozando de una gran reputación en el forrado de libros y siendo líder en el mercado de las bibliotecas públicas en muchos países del mundo.

En 1962 se presentó el primer papel libre de ácidos, el Filmoplast P. Su primera aplicación fue la reparación de desgarros en los libros, aunque pronto los archiveros comprobaron que las excelentes propiedades de este producto (como su transparencia) se mantenían inalterables a lo largo del tiempo.

Para satisfacer las necesidades del mercado de los archivos, así como de los encuadernadores, hemos incorporado una serie de mejoras de alta calidad en el Filmoplast P para producir una cinta de reparación de desgarros hecha de papel, y más tarde con un adhesivo acrílico y un soporte de papel japonés.

A ello siguieron otros nuevos productos y adhesivos para archivos, se desarrollaron nuevas máquinas para atender la demanda del mercado de los archivos, y el enmarcado de obras de arte se convir-

tió en un factor importante en nuestra gama de productos. Filmoplast P90, con un soporte de papel japonés y adhesivo acrílico, fue la respuesta a esas necesidades y en la actualidad es el líder en el mercado en la industria del enmarcado, tanto en Estados Unidos como en el resto del mundo.

Hace nueve años, nuestro director de ventas, el Sr. Voght, realizó una visita a la Biblioteca del Congreso en Washington, donde tuvo la oportunidad de hablar con uno de los conservadores más importantes de esta institución. En este mismo período entramos en contacto especialmente con el problema del papel ácido y el deterioro de los libros y documentos de las bibliotecas de todo el mundo.

Millones de metros lineales, kilómetros de libros, se están deteriorando día a día, y este daño será irreversible si no encontramos los medios económicos para frenar el deterioro, para extraer la acidez del papel y reforzar y proteger los documentos ya dañados.

La idea de disponer de un producto capaz de resistir el paso de los años nos vino inmediatamente al pensamiento cuando tuvimos en nuestras manos el primer libro dañado. La reputación de nuestra compañía en el área de las bibliotecas y los archivos, nuestro estricto control de calidad y nuestras ambiciosas investigaciones y desarrollos garantizan la obtención del mejor producto posible.

Filmoplast R

El nuevo producto es Filmoplast R. Me gustaría, a continuación, dar algunos detalles de dicho producto y de sus propiedades, antes de hablar de nuestra implantación en todo el mundo y de nuestras experiencias.

Decidimos utilizar un papel japonés como soporte que es similar al papel japonés natural por lo que respecta a la resistencia en el tiempo. Este papel, sin embargo, permite un revestimiento con máquinas y está disponible en varios rollos.

El espesor del papel fue escogido para garantizar una capa muy fina y para tener sólo páginas revestidas con poco espesor. Estamos hablando de un material de 8,5 g/m².

El papel está libre de hemicelulosa con una alta proporción de alfacelulosa y no contiene pasta de madera.

El adhesivo que utilizamos es una resina acrílica activada por

calor, basada en un poliéster acrílico copolímero que contiene polietileno como medida de sellado.

Lo más importante es que el adhesivo permanece con un pH de 9,0 a pesar del paso de los años. Por ello hemos soplado el adhesivo con una mezcla de carbonato de magnesio e hidrocarburo de magnesio. Estos carbonatos neutralizan los ácidos que migran del papel al adhesivo. El deterioro de las fibras de celulosa en el papel y en los ácidos se neutraliza con este proceso a efectos del calor, la humedad, el ozono en el aire, los rayos de luz, etc., resultado de una fragmentación y oxidación.

El adhesivo presenta las siguientes propiedades:

Es resistente al paso del tiempo, incoloro, no amarillea y tiene una gran flexibilidad después de ser sellado al papel. Nuestros tests de envejecimiento acelerado prueban que la decoloración de las impresiones y las tintas se produce después de cuatro semanas a una temperatura de 70°C.

El espesor total del producto, incluyendo el papel y el adhesivo, es de 50 mμ; después de un sellado a presión el espesor es de entre 20 y 30 mμ.

Una de las propiedades más importantes del producto que se utiliza para la conservación masiva es la aplicación económica de altos volúmenes. El espesor de los libros que deberán ser reparados se cuenta en kilómetros.

Así, pues, además de la calidad, la aplicación del producto fue un criterio importante. Cooperamos con compañías alemanas de máquinas que estaban en posición de ofrecernos una gran gama de maquinaria, desde una simple máquina de sellado hasta una sofisticada máquina automática con un sistema de corte a lo largo y a lo ancho.

Un cálculo de los usuarios alemanes de Filmoplast R demuestra que es un 40-50% más barato comparado con el trabajo de sellado con polietileno y papel japonés, incluyendo el coste del material.

Otro avance importante de la máquina (aplicación con excelente transparencia del Filmoplast R) es el tipo de papel, que hace que sea prácticamente invisible sobre el documento, así como las excelentes propiedades de sellado sobre las inscripciones, que siguen presentando la misma apariencia después del sellado.

Neschen recibió un certificado del Instituto Alemán Federal Test por Filmoplast R el 8 de febrero de 1993. Los tests de esta ins-

titución prueban que Filmoplast R tiene un valor de pH de 9,6. Este valor de pH es casi idéntico al valor de las cajas de cartón desacidificado para archivos de que disponemos para el almacenado de documentos.

Una cuestión importante para todo archivero es la reversibilidad del producto utilizado en los documentos. Por otra parte, no creemos que diarios fragmentados y revistas, reforzados por ambas caras con Filmoplast R, requieran ser reversibles, pero sabemos que debe ser posible retirar Filmoplast R total o parcialmente del documento.

Filmoplast R puede retirarse con acetona, si los documentos que se han de analizar son resistentes a este disolvente. Se puede utilizar etanol y es menos nocivo. Aplicar calor es la manera más segura y mejor para retirar el Filmoplast R. Si se ha llevado a término la temperatura original de sellado, el producto puede ser retirado del documento. La Sra. Flieder, jefa del departamento de Conservación de la Biblioteca Nacional de París, ha comprobado que aproximadamente un 12% del adhesivo permanece en documentos porosos. La capa de adhesivo se descompone bajo la influencia del calor. La ventaja del Filmoplast R, de cualquier modo, bajo presión sensitiva de materiales, es el efecto no adhesivo de acrílicos, que permanecen en el papel.

La difusión de Filmoplast R

Hemos introducido el Filmoplast R durante los últimos cinco años en archivos de muchas ciudades en todo el mundo. Tenemos filiales en Estados Unidos, los Países Bajos, Francia, Inglaterra, España, Austria, Portugal, Polonia, Rusia, la República Checa y, por supuesto, Alemania, y recibimos una respuesta positiva en relación con el producto y con su aplicación para la conservación masiva.

Me gustaría reproducir un artículo de Walter Rhum, jefe del departamento de Conservación de la Biblioteca Nacional de Austria, en Viena. Discutimos varias veces las posibilidades de un producto para la conservación masiva, y en buena medida el Sr. Rhum es uno de los «padrinos» del Filmoplast R. Dice en su texto Walter Rhum:

UNA BOMBA DE RELOJERÍA PUEDE ESCUCHARSE
EN LOS ARCHIVOS Y BIBLIOTECAS

Titulares como este u otros similares pueden leerse en diarios y revistas con frecuencia. Una razón de ello es el uso de papeles fabricados industrialmente. El contenido de acidez causa un deterioro permanente del papel. A ello hay que sumar las páginas de los libros que se deterioran a causa de los problemas de polución ambiental, páginas que se rompen al ser simplemente manipuladas.

Aquí, en Austria, pero también el Alemania, Francia, Canadá y Estados Unidos se ha analizado el proyecto piloto para la desacidificación de papeles. Tanto los procedimientos con líquidos o con gas se pueden utilizar en este proceso.

El refuerzo de la estructura de las hojas es el avance para el futuro. Para la desacidificación, innovaciones y aparatos específicos asisten a los conservadores y archiveros para salvar los documentos ácidos de mayores peligros.

Puede estimarse una enorme cantidad de papeles desacidificados y sellados, revistas, pósteres, folletos, etc. para ser tratados; la Biblioteca del Congreso en Washington quiere tratar 15.000 libros por semana de esta manera.

Pero, ¿cómo pueden laminarse las páginas despedazadas y repararse sus lagunas? Como restaurador de documentos no recomendaría adhesivos plásticos ni películas. Se han dañado muchos documentos utilizando este tipo de productos.

Pero, por otra parte, no veo ninguna manera de reparar estos altos volúmenes de papel sin utilizar productos de esta compañía. La compañía Hans Neschen, durante muchos años, ha estado liderando la producción de productos para satisfacer las necesidades de los encuadernadores y los talleres de restauración. Filmoplast R, el nuevo producto de Neschen, representa una valiosa contribución para la preservación de papel desgarrado y para material de archivo. Valoro muy positivamente la posibilidad que este producto ofrece para el ahorro de tiempo y como método económico para la preservación del papel.

Viena, agosto de 1993

Walter Rhum

Este producto, pues, nos ofrece un laminado seguro y de gran durabilidad. Refuerza las páginas tratadas, rellena los agujeros y repara los desgarros. La aplicación de Filmoplast R no se limita a la reparación de fragmentos de páginas desgarradas, sino que también es de gran ayuda para reforzar papeles desacidificados, tratados con la variedad de métodos de desacidificación ofrecidos en la actualidad.

El primer test, llevado a cabo en Alemania por el Consejo de Archivos de Westfalia, en Münster, dio excelentes resultados. El magnífico eco que tuvo entre los profesionales de todo el mundo nos dio confianza, y la reputación de Neschen aumentó gracias a productos como Filmoplast P y Filmoplast P90. Nuestra competencia y nuestras habilidades han quedado de manifiesto gracias a la investigación de los problemas de conservación y al desarrollo de Filmoplast R, como una respuesta para liderar el campo de la preservación de papeles de fabricación industrial en los últimos 140 años.

No existe un único producto para cada aplicación, y Filmoplast R no es la respuesta a todas las preguntas en el campo archivístico. Así, no recomendamos Filmoplast R para documentos en papel *chiffon*. En primer lugar porque estos papeles antiguos son muy resistentes al paso del tiempo, y en segundo lugar, porque en muchos casos la estructura de estos papeles es muy difícil de laminar.

Pero como refuerzo para estos papeles desgarrados, Filmoplast R tendrá siempre su lugar en el mundo de los archivos. Este producto está probado por el número de visitantes en nuestros talleres y por el interés de la conservación masiva en todo el mundo.

Estamos en la obligación de preservar para las futuras generaciones el patrimonio histórico en las mejores condiciones posibles. Filmoplast R es una buena ayuda para llevar a cabo este cometido.

Stephane Wahnich

Productos de conservación y restauración

CTS España. Productos y Equipos para la Restauración, S.L.

Monturiol, 9. Polígono industrial San Marco, 28906 Getafe (Madrid)

Tel.: 91 601 16 40 – Fax: 91 601 03 33

E-mail: ctsespana@eurociber.es

I. MORTEROS DE CONSOLIDACIÓN PARA REVESTIMIENTOS PINTADOS: LA LÍNEA PLM

Mortero de inyección: caracterización

¿Cuántas veces un restaurador se habrá encontrado interviniendo sobre frescos o pinturas murales e *intonaco* de particular valor con fenómenos difusos de separación del soporte, con formación de grietas o microfisuraciones? La única intervención eficaz en estos casos consiste en la aplicación de morteros de inyección, específicos para restauración, mediante el uso de jeringas con agujas de diámetro de dimensiones milimétricas. Una correcta intervención requiere que los productos empleados presenten determinados requisitos, especialmente en lo relativo a su compatibilidad con los materiales con los que entrarán en contacto.

La normativa vigente en la actualidad, representada por las recomendaciones Normal, recientemente unidas a la clase de normas UNI con la denominación provisional de normas UNI Normal, presenta todavía lagunas importantes. Por ello es remarcable y digno de encomio el esfuerzo realizado conjuntamente por el ente de unificación nacional y por numerosos investigadores, entre los que se cuen-

tan los del Istituto Centrale per il Restauro di Roma, para la revisión y la compleción de la normativa.

En la norma UNI Normal 26/87: «Caracterización de los morteros de restauración» se detallan las características a examinar en los morteros (frescos y endurecidos) a utilizar para *intonaco*, revestimientos, decoraciones, incentivos y relleno de muraduras y para usos particulares como inyección, impermeabilización, estucado, sellado o estilado. Tales características se resumen en las tablas siguientes:

Mortero fresco:

- a) Facilidad de trabajo.
- b) Retención de agua.
- c) Masa volumétrica aparente.

Mortero endurecido:

- a) Sales solubles (o solubilización) en agua.
- b) Tendencia a la formación de eflorescencias.
- c) Porosidad.
- d) Masa volumétrica aparente y masa volumétrica real.
- e) Permeabilidad al agua en fase vapor.
- f) Absorción de agua por capilaridad en fase líquida.
- g) Color (sea del mortero original o pigmentado).
- h) Durabilidad del color.
- i) Resistencia a la compresión y la flexión.
- j) Módulo elástico y módulo de rotura.
- k) Dilatación térmica e hidráulica.
- l) Retiro higrométrico.
- m) Adherencia.

Tras estas características, sólo la dosificación de sales solubles en agua ha sido a día de hoy normalizada (UNI Normal 26/87). Esta premisa se hace necesaria porque, si queremos caracterizar un mortero de inyección, faltando la norma específica podemos llegar a confrontar parámetros obtenidos con metodologías diversas.

A continuación se resumen los resultados de la experimentación y de las investigaciones seguidas por la Universidad de los Estudios de Trento y por el laboratorio de análisis R & C Scientifica S.r.l. sobre los morteros de inyección PLM-A, PLM-AL y PLM-I.

Las pruebas y los análisis han sido específicamente efectuados con la finalidad de determinar, tanto en la mezcla en polvo como en probetas después de 60 días de envejecimiento en condiciones ambientales normales, las propiedades químicas, mecánicas, reológicas y físicas de los mismos.

Composición de los morteros PLM-A, PLM-AL y PLM-I

A continuación se indica la composición de estos morteros, en un extracto de la ficha técnica del productor:

PLM-A

Ligante: cal hidráulica desalinizada (50%).

Cargas: cuarcita ventilada, arcillas microfinas, talcos seleccionados (46%).

Aditivos: superfluidificantes de bajo contenido salino a base de condensantes de melamina-formaldeide, balanceadores de retiro inorgánico, retenedores de agua a base de éteres de celulosa (4%).

PLM-AL

Ligante: ligantes hidráulicos oportunamente seleccionados de bajo contenido salino (50%).

Cargas: cuarcita ventilada, arcillas microfinas, talcos seleccionados, perlitas microfinas (46%).

Aditivos: superfluidificantes de bajo contenido salino a base de condensantes de melamina-formaldeide, balanceadores de retiro inorgánico, retenedores de agua a base de éteres de celulosa (4%).

PLM-I

Ligante: ligantes hidráulicos oportunamente seleccionados de bajo contenido salino (48%).

Cargas: cuarcita ventilada, arcillas microfinas, talcos seleccionados (48%).

Aditivos: superfluidificantes de bajo contenido salino a base de condensantes de melamina-formaldeide, balanceadores de retiro inorgánico, retenedores de agua a base de éteres de celulosa (4%).

Propiedades químicas

Dosificación de las sales solubles aniónicas y catiónicas (UNI Normal 26/87)

Los análisis efectuados mediante cromatografía iónica HPLC con columna Alltech, anión S., catión Universal, revelador de conductibilidad Wescan y bomba Jasco, sobre una solución obtenida mezclando durante 24 horas 2,0 g de muestra pulverizada con 98,0 g de agua desionizada a la conductividad indicada, han dado los siguientes resultados:

	PLM-A		PLM-AL		PLM-I	
	Mezcla en polvo	Probeta 60d	Mezcla en polvo	Probeta 60d	Mezcla en polvo	Probeta 60d
Cl ⁻	-	-	-	-	-	-
NO ₂ ⁻	-	-	-	-	-	-
NO ₃ ⁻	-	-	-	-	-	-
SO ₄ ²⁻	0,20	0,03	0,25	0,05	0,30	0,07
Na ⁺	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2	0,1
K ⁺	-	-	-	-	-	-
Mg ⁺⁺	-	-	0,4	-	0,10	0,05
Ca ⁺⁺	8,9	4,1	1,80	0,02	4,5	1,0

Datos expresados en porcentaje (%); el guión indica que no se obtuvieron resultados medibles.

Tendencia a la formación de eflorescencias (documento Normal M-33/87)

La valoración de eventuales eflorescencias formadas se realiza visiblemente sobre tres probetas de mortero endurecido y bajopuesto a salida capilar a temperatura y humedad controlada según norma. La prueba ha tenido un valor numérico 0 (cero) correspondiente a la ausencia de eflorescencias.

Composición mineralógica

Mediante análisis difractométrico XRD

El análisis difractométrico XRD, realizado con instrumentación Philips PW 1840, empleando la radiación K emitida por un tubo con cátodo de cobre excitado a 40 mV y 40 mA, ha obtenido los resultados reportados en tabla.

PLM-A

Fase cristalina	Mezcla en polvo	Probeta después 60d	Probeta después 360d
Portlandite	+++	+	-
Larnite	+	+	+
Cal	+	+++	+++
Cuarzo	++	++	++

(+++ : componente principal; ++ : en media; + : en pequeña cantidad; tr: indicios)

PLM-I

Fase cristalina	Mezcla en polvo	Probeta después 60d	Probeta después 360d
Portlandite	+++	+	-
Larnite	+	+	tr
Cal	+	+++	+++
Cuarzo	+	+	+

(+++ : componente principal; ++ : en media; + : en pequeña cantidad; tr: indicios)

Mediante análisis térmico diferencial TGA/DTA

El análisis térmico diferencial realizado con instrumentación Linseis (en aire, con referencia Allumina, a 20 K/min) ha consistido en añadir en la mezcla en polvo un contenido de sustancia orgánica equivalente al 0,6%.

Propiedades mecánicas

Determinación de los tiempos de inicio y fin de toma (UNI 7927)

En el mortero preparado con porcentaje de agua del 60% el tiempo de inicio de toma ha sido fijado en 24 horas, mientras el tiempo de fin de toma ha sido fijado en 48 horas.

Determinación de la andadura de la resistencia mecánica en el tiempo

Preparación de probetas

Las probetas han sido preparadas según las indicaciones del DM del 3 junio 1968, publicado sobre la G.U. n° 180 del 17.7.1968 y recogida por el documento Normal M 33/87.

Se han preparado empastes con porcentajes de agua diversos y con ellos se han preparado probetas utilizando un molde de dimensiones conformes con la norma.

Las probetas se han conservado en laboratorio a temperaturas de 19°C ($\pm 3^{\circ}\text{C}$) y humedad relativa de 60% ($\pm 10\%$) en zona no aireada.

Procedimiento de medida

Las pruebas de resistencia mecánica (módulo de rotura) se han efectuado en la configuración de flexión en tres puntos con distancia entre los apoyos de 100 mm y velocidad de carga de 5 kg/segundo. Las pruebas efectuadas sobre muestras diversas del mismo mortero indican una incerteza del valor del módulo de rotura de 15%. Los resultados se muestran en las tablas siguientes:

EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

Contenido de agua (%)	Envejecimiento (días)	RG (kg/cm ²) $\pm 15\%$
PLM-A		
60	7	3,4
60	15	7,8
60	28	10,2
60	40	12,2
60	60	12,7
80	10	3,0
80	28	6,2
80	60	6,5
PLM-AL		
120	7	2,9
120	15	5,3
120	28	6,9
120	40	7,8
120	60	9,2
60	60	9,2
PLM-I		
60	7	6,5
60	15	13,1
60	28	20,5
60	40	24,9

EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA EN FUNCIÓN DEL TIEMPO
(cont.)

Contenido de agua (%)	Envejecimiento (días)	RG (kg/cm ²) ±15%
60	60	25,9
80	10	4,5
80	28	13,9
80	60	17,1

Propiedades reológicas

Expansión del mortero

La determinación del valor máximo de expansión del mortero se ha realizado mediante el empleo de mesa de traqueteo (UNI 7044-72, 8993-8997, documento Normal M 33/87). Los empastes, preparados con diversos porcentajes de agua, con arreglo a la normativa específica, han dado los resultados siguientes:

Contenido de agua (%)	Valor máximo de expansión (cm)
<i>PLM-A</i>	
50	15
60	24
80	30
<i>PLM-AL</i>	
100	10
120	18
140	30
<i>PLM-I</i>	
60	17
80	28
100	36

Evolución de la viscosidad

Para la determinación de la viscosidad en función del porcentaje de agua se ha utilizado el viscosímetro Rotovisco RV12 de HAAKE Viscometers. Dichas pruebas han dado los resultados siguientes.

Contenido de agua (%)	Viscosidad η (p)
<i>PLM-A</i>	
50	79,3
60	6,9
70	4,1
80	3,6
100	1,5
<i>PLM-AL</i>	
100	140,0
110	80,0
120	8,1
130	3,2
140	1,4
<i>PLM-I</i>	
60	67,7
70	4,2
80	3,1
100	1,3

Propiedades físicas

Densidad

La determinación de la densidad, efectuada sobre probetas preparadas con un empaste al 60% de agua envejecido durante 60 días, según norma, ha dado los valores siguientes:

PLM-A: 1,1 kg/dm³.

PLM-AL: 0,6 kg/dm³.

PLM-I: 1,2 kg/dm³.

Observación microscópica

Una muestra de mezcla en polvo de PLM-A se ha examinado utilizando un microscopio electrónico de barrido (SEM) Philips 515 a fin de verificar la morfología y las dimensiones de los granos. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Fracción granulométrica (μ)	Abundancia estima visible (%)
+200	<1
+88 -200	7
+30 -88	12
-30	81

Área superficial específica y porosidad

El porcentaje de los poros respecto al volumen del material en una muestra de probeta después de 60 días ha sido medida a través de análisis de porosimetría con un instrumento Porosimeter 2000 Carlo Erba. Los resultados son los siguientes:

	PLM-A	PLM-I
Área específica superficial	6,7 m ² /g	8,8 m ² /g
Volumen total acumulativo	338,9 mm ³ /g	762,9 mm ³ /g
Radio medio de los poros	945 nm	1269 nm

Absorción de agua por capilaridad

Para la determinación de la absorción de agua por capilaridad (UNI Normal 11/82), se han realizado pruebas sobre tres probetas en forma de cubo con esquina de 4 cm después de 60 días. Dichas pruebas han dado los resultados que se detallan a continuación, de los que se deriva un $CA=0,05 \text{ g/cm}^2\text{s}^{1/2}$.

Resultado $\Delta M \text{ (g/cm}^2\text{)}$	Tiempo (s)
PLM-A	
0,3	30
0,4	120
0,8	300
1,4	900
2,2	1.800
2,2	3.600
PLM-AL	
0,4	30
0,8	120

Resultado ΔM (g/cm ²)	Tiempo (s)
1,5	300
2,5	900
2,7	1.800
2,7	3.600
<i>PLM-I</i>	
0,4	30
0,7	120
1,2	300
1,6	900
2,4	1.800
2,4	3.600

A partir de la comparación de los valores de los parámetros analizados se puede concluir que los morteros de la línea PLM presentan tiempos de trabajabilidad perfectamente compatibles con las exigencias de utilización y tiempos de aplicación óptimos, y ya después de 60 días de la aplicación el proceso de carbonatación está muy avanzado, y puede considerarse concluido en el curso de un año. Los morteros tienen un contenido de sales solubles, además de limitado a sulfatos, casi despreciable (menor de 0,1%), y no dan lugar a fluorescencias. Si son correctamente dosificados se trata de productos fluidos, fácilmente inyectables gracias también a la apropiada granulometría de la carga. Con valores de entre 0,6 y 1,2 kg/dm³, la densidad es baja en los tres tipos de morteros considerados, lo que se traduce en un bajo peso de las estructuras consolidadas. Las propiedades mecánicas finales, por otra parte, se pueden comparar con las de los materiales estructurales generalmente empleados en el ámbito de los bienes monumentales. De todo ello se deriva que los morteros PLM son perfectamente compatibles con la mayor parte de los materiales a consolidar, resultado que se ha confirmado tras varios años de aplicación con resultados positivos.

II. CONSOLIDANTES PARA LA PIEDRA

La necesidad de proteger las obras en piedra expuestas a la intemperie ha llevado en los últimos tiempos a importantes estudios destinados a determinar qué productos podrían sustituir a los utilizados tradicionalmente en los siglos pasados (ceras, grasas animales, aceite de lino) que por distintos motivos no se consideraban satisfactorios. Esta exigencia se ha hecho más importante con el incremento de la tasa de degradación observada en los últimos cincuenta años, en correlación directa con el aumento de la contaminación ambiental.

Tal degradación, y el hecho que haya dejado de utilizarse la sustitución de elementos como método habitual de mantenimiento, ha hecho que surja la necesidad de consolidar los elementos pétreos disgregados y buscar entre los nuevos materiales que la química ha hecho disponibles en el último siglo los consolidantes, entre los que encontramos las siguientes clases de productos:

Resinas acrílicas: Su empleo se contempla siempre con la adición de productos silicónicos para conferir hidrofugación, o bien con la modificación de su funcionalidad con cadenas fluoradas.

Resinas epoxídicas: Más utilizadas como adhesivos y consolidantes estructurales (inyectadas en las grietas o en agujeros realizados específicamente), un factor que limita su aplicación es su elevada viscosidad, que dificulta la penetración.

Inorgánicos: Se trata, principalmente, de soluciones de hidróxido de calcio o de bario. El efecto consolidante no es elevado, y se obtienen blanqueamientos que deben después eliminarse. Se han estudiado también los carbonatos y los oxalatos.

Derivados del silicio: Excluyendo los fluosilicatos usados en el pasado y descartados tras los problemas surgidos, tenemos:

- Silicatos alcalinos (de sodio y potasio): La acción de formación del sílice ha hecho que hayan sido largamente utilizados en el pasado para la consolidación de areniscas, pero su uso ha sido desaconsejado por la dificultad en la eliminación de subproductos de reacción

(NaOH o KOH), o bien sales fuertemente alcalinas, higroscópicas o directamente deliquescentes.

– Silicato de etilo y los alcoxisilanos: El mecanismo de reacción del silicato de etilo es análogo al de los silicatos alcalinos (o bien formación de silicio), pero el subproducto de reacción (alcohol etílico) evapora y no presenta entonces los problemas de los hidróxidos alcalinos.

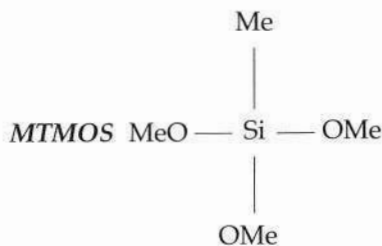
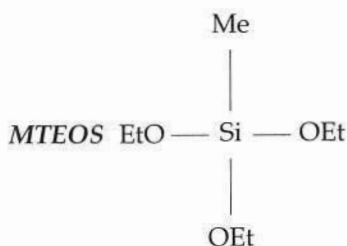
Queremos ahora centrar nuestra atención sobre este último producto, cuyas primeras aplicaciones se hicieron en los años veinte y que entró en uso en los años setenta. Hoy es extensamente utilizado en todo el mundo, y poseemos una rica literatura al respecto.

El silicato de etilo

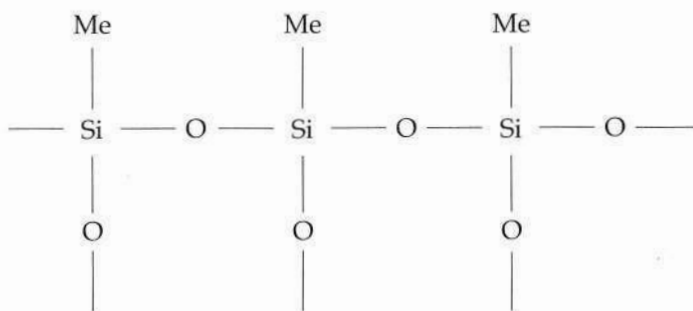
Por silicato de etilo se entiende el éster etílico del ácido silícico. Si la esterificación es extendida a las cuatro funciones ácidas del ácido silícico se obtiene el tetraetilortosilicato (TEOS). Es posible no esterificar completamente las cuatro funciones, o bien esterificar en parte con alcohol etílico y en parte con otros alcoholes (metílico, propílico, etc.), obteniendo así una clase de productos conocidos también como alcoxisilanos.



Si después efectuamos una alquilación sobre el átomo de silicio obtenemos los alquilalcoxisilanos, ya mencionados anteriormente en cuanto a los hidrofugantes:



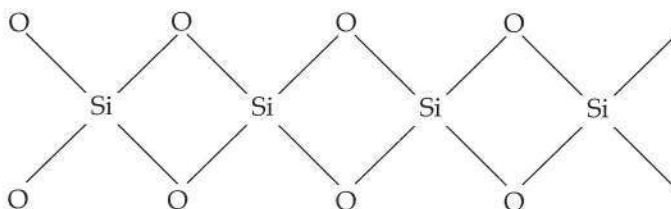
Estos alquilalcóxidosilanos, podemos llamarlos silicatos de etilo (o de metilo...) hidrófobo. En efecto, en el curso de las reacciones que llevan a la consolidación, la cadena alquílica permanece inalterada y constituye una zona hidrófoba situada hasta el exterior de la superficie pétreo.



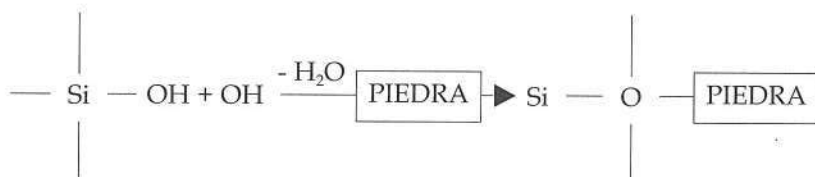
Esta clase de productos es muy distinta de las resinas siliconas utilizadas como protectores: tienen bajo peso molecular y dan soluciones en disolvente de baja viscosidad. Esto permite una buena penetración en el interior de la porosidad del material.

Para todas estas sustancias, el mecanismo de reacción es análogo, y ocurre en dos fases: una hidrólisis (en presencia de agua el éster se hidroliza a silanolo) seguida por una policondensación, que ocurre entre dos silanolos adyacentes con la eliminación de una molécula de agua.

De esta manera se forma a partir de dos monómeros de TEOS un dímero, que condensa posteriormente con otras moléculas de TEOS hasta formar un polímero cuya fórmula bruta es SiO_2 .



Este polímero es el responsable de la consolidación, porque va a ligarse a la matriz silíceica de la arenisca, mediante una particular reacción de condensación con los grupos hidrósilis de la piedra:



Esta reacción nos plantea una serie de preguntas:

¿De dónde viene el agua necesaria para la reacción? Puede provenir de la humedad atmosférica o bien del interior de la piedra misma (que tuviera lugar una imprevista subida capilar sería una circunstancia indeseada).

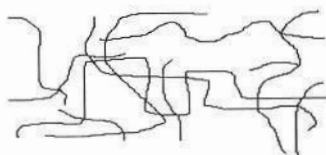
¿El silicato de etilo consolida una piedra distinta de la arenisca? Como hemos visto más arriba, el silanolo puede condensar también con los grupos hidroxil presentes en la piedra, muy numerosos en las areniscas y casi ausentes en las calcitas y en las dolomitas más puras. Aplicaciones hechas en el pasado han evidenciado un efecto consolidante, que puede ser explicado sólo con la formación de SiO_2 en la cavidad de las calcitas (o dolomitas). El relleno de los poros aporta resistencia mecánica, sin formar uniones con los granos.

¿Cuáles son las condiciones ambientales óptimas? La humedad atmosférica óptima es de 30-60%, aunque la reacción se desarrolla de modo aceptable también si los valores se alejan un poco de este intervalo. En cuanto a la temperatura, se aconseja que esta se sitúe entre los 10 y los 25°C. Temperaturas más altas causan una evaporación demasiado rápida del disolvente, mientras que por debajo de los 10°C se interfiere justo con la reacción de condensación.

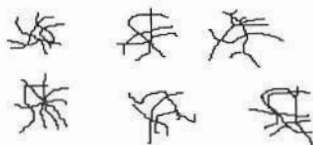
Catalizadores

Las reacciones arriba descritas tienen lugar a temperatura ambiente y son muy lentas. A fin de acelerarlas pueden utilizarse catalizadores.

En ambiente ácido las cadenas se alargan y se ramifican menos, mientras que en ambientes alcalinos predominan las cadenas cortas y ramificadas.



Catálisis ácida



Catálisis alcalina

Los catalizadores ácidos y alcalinos (ácido acético, ácido fluorhídrico, sulfúrico, clorhídrico, amoníaco y aminas, hidróxido de potasio...) han sido aconsejados para aplicaciones sobre monumentos, por su efecto colateral sobre la piedra, dado que al término de la reacción permanecen *in situ*.

Han sido experimentados con éxito, y son ahora ampliamente utilizados, catalizadores a base de estaño (di-n-butilestañodilaurato), que trabajan a pH neutro. Otros catalizadores utilizados son el naftenato de plomo y otros catalizadores a base de titanio.

Transición sol - gel

Esta transición es la base del fenómeno de formación del SiO_2 . Se parte de una solución coloidal homogénea, llamada sol, en la que las cadenas de polímeros están dispersas en disolvente, que pasa después al estado de gel, o bien un retículo tridimensional continuo y poroso, que retiene parte de la fase líquida.

En la práctica, las cadenas que se forman por condensación, como se describe arriba, se acercan entre ellas, favoreciéndose esto por la evaporación del disolvente, y se tienen condensaciones entre una

cadena y la otra de las interconexiones que llevan a la formación de un *cluster*. Los *clusters* se acercan y condensan entre ellos, agrandándose, hasta que todo el volumen de la solución se convierte en un único gran *cluster*, el gel.

El tiempo que transcurre entre el inicio de la reacción y la formación del gel es llamado T_{gel} , o tiempo de gelificación. Naturalmente, el T_{gel} es muy proporcional a los valores de viscosidad, que pasan de un mínimo al inicio de la reacción, para aumentar poco a poco según las cadenas se van alargando y se formando pequeños *clusters*, hasta un rápido aumento cuando los *clusters* se asocian y el disolvente queda bloqueado en su interior. La fase final de formación del gel, ya tenga lugar la reacción en un ambiente ácido, alcalino o neutro, está naturalmente asociada a un valor altísimo de viscosidad, en cuanto a que el gel es asimilable bajo este perfil a un sólido.

¿Qué uso práctico tiene este parámetro con el fin de consolidar la piedra?

Dado que en cercanía de T_{gel} tenemos un repentino aumento de la viscosidad, para poder permitir una penetración óptima del silicato en los capilares de la piedra deberemos estar en tiempos inferiores de T_{gel} . Además, el hecho que en obra los tiempos no pueden dilatarse más allá de ciertos límites y que una vez que T_{gel} llega a la reacción prosigue con posterior eliminación de disolvente nos da ya los límites máximo y mínimo. Decimos que al menos una jornada a baja viscosidad es necesaria para una adecuada penetración, mientras no debe superar la semana si se quiere completar la reacción en las cuatro semanas canónicas. Así, pues, T_{gel} debe estar comprendido entre 1 y 7 días.

¿Qué sucede después de la gelificación?

El gel sufre un proceso de envejecimiento: las reacciones de condensación prosiguen hasta que son accesibles los grupos OH: esto comporta la expulsión de disolvente (agua o etanol), o bien un desecado.

Este desecado está en un momento crítico porque en la estructura del gel las moléculas de disolvente «en salida» recorren los espacios vacíos del retículo: a medida que el retículo se interconecta, para posteriores condensaciones, estos espacios vacíos se hacen pequeños y se crean tensiones internas. Estas tensiones pueden llevar a la formación de grietas, fisuras a través de las cuales se evapora el disolvente. En el transcurso de este proceso la pérdida de disolvente y la

condensación llevan a un acercamiento de las cadenas del polímero, con la consiguiente reducción de volumen.

Tales procesos tienen una importancia particular cuando se busca obtener en laboratorio un monolito, o bien un único macropolímero de SiO_2 . En las condiciones operativas sobre la obra en piedra estas problemáticas son mediadas por la presencia de la piedra misma: a través de los capilares de la piedra el disolvente se evapora sin crear las tensiones que llevan a la rotura del gel.

¿Cuánto tiempo se requiere para completar la reacción?

Se considera un tiempo de reacción, en las condiciones óptimas, de 2-4 semanas. Debemos considerar que al término de este tiempo la reacción prácticamente se ha completado. Ésta es una manera poco científica de decir que se ha alcanzado un buen porcentaje de los sitios que han reaccionado (pensamos en el 90%). El porcentaje restante tiene tiempos de reacción mucho más largos, y en muchos casos se ha observado la presencia de grupos de residuos $-\text{OEt}$ incluso después de 10 años o más.

Porosidad, permeabilidad y consolidación

Es sabido que ciertas intervenciones realizadas en el pasado han ofrecido resultados negativos al cabo del tiempo, como consecuencia de consolidaciones que han reducido enormemente la porosidad de la piedra. En la práctica se efectuaba una «plastificación» del material pétreo, haciendo penetrar en él cadenas poliméricas que ocluían los poros bloqueando la capacidad de «respiración», o permeabilidad, en términos más técnicos. Estos parámetros pueden medirse mediante instrumentos específicos.

Debemos recordar que un problema de la aplicación para todos los productos consolidantes es el de la viscosidad. Habitualmente, un material pétreo a consolidar presenta un estrato externo con elevada porosidad, granos separados y alejados entre ellos. Una vez que nos adentramos en el material los granos se hacen más cercanos e interconectados, y la porosidad disminuye. Un material de alta viscosidad, con largas cadenas poliméricas, entra con facilidad en el estrato más externo, y ahí se para, no siendo capaz de penetrar más en profundidad. Una solución con disolvente puede compensar en

parte el problema, pero con elevadas disoluciones la cantidad de producto se vuelve tan baja que pierde capacidad de consolidación.

El silicato de etilo presenta la ventaja de tener baja viscosidad y alta penetración, dado que el mecanismo de «toma» (gelificación) se inicia después de que el material haya penetrado en profundidad.

En cuanto a cuál es la penetración que se puede obtener, ello dependerá en buena medida de la naturaleza del material pétreo, pero podemos recabar un intervalo de variación de la numerosa literatura a propósito: encontraríamos valores en torno a 1 cm para piedras compactas, y hasta de 4-6 cm para areniscas porosas. Estos datos no toman en consideración areniscas extremadamente degradadas o toba, donde se pueden encontrar valores anormales debidos a la presencia de macroporos.

Por otra parte, no se puede pensar que las aplicaciones de silicato de etilo dejen inalterada la porosidad (y por consiguiente la permeabilidad) de la piedra, dado que se hace de cualquier modo una deposición de material (gel de sílice) sobre las paredes y en el interior de los poros. También en este caso la reducción de porosidad varía fuertemente según el tipo de piedra y de la cantidad de producto aplicado, así como según las modalidades de aplicación. La tabla siguiente recoge los datos reportados por diversos investigadores, determinados con porosímetro de mercurio, y nos da una idea de que las variaciones pueden ser importantes. Considerando negativo el resultado de -41% se debe tener en cuenta que ha sido utilizado también un producto hidrofugante (MTMOS). Para las areniscas, las reducciones (entre el 20 y el 27%) son más que aceptables.

<i>Tipo de piedra</i>	<i>Producto</i>	<i>Piedra no tratada</i>	<i>Piedra tratada</i>	<i>Variación %</i>
Arenisca amarilla de Villarolod	TEOS	17,1	12,3	-27
Arenisca de Villamayor	TEOS	36,2	29,1	-20
Calcárea bioclástica miocénica	TEOS	27,7	21,9	-22
Calcárea Maya	TEOS +MTMOS puro	56	33	-41
Calcárea Maya	TEOS +MTMOS 10%	56	48	-14

¿Qué factores pueden determinar el fallo de un tratamiento con silicato de etilo?

Dos estudios realizados independientemente han determinado que las reacciones del TEOS no tienen lugar en ausencia de agua. Así, un clima extremadamente seco puede ralentizar enormemente la reacción.

De otro lado, también la excesiva humedad provoca la rápida deposición de SiO_2 amorfa con el consiguiente blanqueamiento. Particular atención debe prestarse entonces a evitar lluvia intensa sobre la superficie tratada en la primera semana, así como también las subidas capilares.

Como se explica en relación con los catalizadores, variaciones de pH pueden hacer variar enormemente la cinética. Aplicar el TEOS sobre una superficie limpiada con ácidos, y además superficialmente lavada, lleva a una reacción de catálisis ácida, con inmediata deposición de SiO_2 amorfa sobre la superficie, y el consiguiente blanqueamiento. Operar en estas condiciones lleva a un fracaso seguro.

La presencia de sales hidrosolubles puede producir fenómenos de cristalización por debajo de la superficie tratada (que en el primer período es ligeramente hidrófoba), además de interferir con el mecanismo de gelificación.

Sobre algunas piedras extremadamente frágiles (piedras calcáreas ricas en arcilla) se han observado fisuras después de cuatro semanas de la aplicación, o bien en el período en el cual el gel de sílice, en el proceso de envejecimiento, da lugar a una contracción de volumen. En este caso deberán realizarse pruebas preliminares con un producto diluido en disolvente, para disminuir en el momento del envejecimiento la tensión interna.

Problemas relativos a la salud

Operar en laboratorio nos permite no sólo variar los parámetros de reacción para obtener prestaciones que no son obtenidas en obra, sino también utilizar tóxicos y nocivos sin perjudicar la salud del operador, dado que el uso de campana aspirante y máscara u otros dispositivos de protección personal reducen al mínimo los riesgos. Esto no sucede en obra, y lleva a excluir ciertas variables.

Por ejemplo, ¿puede haber un silicato que trabaje en tiempos inferiores? Sí, sustituyendo el silicato de etilo por el de metilo (TMOS en vez de TEOS), descrito inicialmente. Pero el TMOS libera alcohol metílico (metanol), cuya toxicidad es más de cinco veces superior a la del alcohol etílico.

Además, mientras los efectos a largo plazo de este último son ahora discutidos, el alcohol metílico sabemos que puede producir necrosis en la córnea, hasta llegar (para dosis masivas repetidas en el tiempo), a la ceguera.

Quedan entonces excluidos los silicatos de metilo, que por una parte pueden ser muy útiles, y que han sido comercializados en el pasado (Brethane y Rhodorsil X54-802, de Rhone-Poulenc).

Si consideramos los datos reportados en la ficha técnica del TEOS observamos que el producto en sí es moderadamente irritante para la piel, para los ojos y el aparato respiratorio, y que el límite de exposición es de 20 ppm (170 mg/m³). Por un lado este es un límite más bien bajo y además la volatilidad de este producto es también baja (tiene un punto de ebullición de 163°C), con lo que se reduce notablemente el riesgo. Además es suficiente que se forme el dímero, o bien los oligómeros, para que la toxicidad descienda drásticamente, como también la volatilidad, haciendo de hecho el producto inocuo, como se ha reportado en el tetrámero.

PARÁMETROS IMPORTANTES PARA LA SEGURIDAD

	<i>Peso molecular</i>	<i>TLV (MAC)</i>	<i>Temperatura de ebullición</i>	<i>Otros riesgos</i>
Silicato de etilo monómero	208	20 ppm	163°C	Inflamable
Silicato de etilo tetrámero	650	ninguno	>200°C	Ninguno

III. TEMPLUM ESTUCO: UN NUEVO MATERIAL PARA LA RESTAURACIÓN

El problema

El hombre ha confiado en la piedra como material de construcción desde que ha sido capaz de dotarse de una tecnología apta para su uso: los instrumentos para el corte, la palanca y la rueda para el transporte, etc.

La dificultad de elaboración de la piedra, su peso y, a menudo, la escasez de ésta en las áreas de los asentamientos humanos fueron problemas ampliamente compensados por las enormes ventajas presentadas: resistencia mecánica y ante los agentes atmosféricos y las agresiones humanas, o facilidad de mantenimiento y duración, sin olvidar el aspecto estético.

Algunas de estas innegables ventajas han sido en tiempos recientes puestas en entredicho por la siempre creciente agresión de los agentes contaminantes dispersos en la atmósfera, además de por la pérdida de las intervenciones rutinarias de mantenimiento habitualmente realizadas en el pasado en edificios monumentales.

La degradación de la piedra ha ido, pues, en aumento: fisuras que tiempo atrás se debieron haber estucado permanecen abiertas durante años sobre fachadas de palacios históricos, piedras hace tiempo protegidas por ceras o grasas animales, o blanqueadas con cal, están ahora «desnudas», a veces no protegidas después de una intervención de restauración, degradándose así con mayor rapidez, gracias también a la agresividad del agua de lluvia, cada vez más ácida.

Así resulta necesario efectuar las restauraciones de manera más frecuente, y a veces interviniendo en corto plazo para compensar los daños de restauraciones mal realizadas.

Así, si en el pasado la sustitución de los elementos degradados era una práctica aceptada y frecuentemente utilizada, hoy la restauración prevé un mayor respeto de la obra original, por lo que se busca mantener en obra elementos también fuertemente degradados. La sustitución con piedra nueva, además de ser costosa y llevar a la eliminación de un componente original, no está exenta de problemas, porque comporta la necesidad de patinar las piezas nuevas para homogeneizarlas con las existentes, y entonces es necesario regularizar la zona en la cual colocar dichas piezas nuevas.

Lo dicho para la piedra es aplicable también al barro cocido y al ladrillo, considerados ciertamente materiales pobres respecto al pétreo, pero presentes en muchísimos ejemplos de edificios históricos, iglesias, murallas urbanas.

He aquí la necesidad de efectuar sobre estos materiales estucados y reconstrucciones, y el consiguiente interés de los operadores del sector de recurrir a nuevos materiales para solucionar los problemas de escasa resistencia dadas por los materiales tradicionales, como la cal.

Uno de los materiales que ha representado una auténtica revolución en el sector arquitectónico ha sido el cemento, muchas veces utilizado con despropósito, con la introducción de morteros de altísima resistencia en obras en que ello no era necesario. Sin criticar este último ligante, se observa que si para la reconstrucción y el estucado de partes no sujetas a desgaste había disponibles diversos materiales (cal, puzolana, yeso...), cuando se trataba de intervenir sobre pavimentos, escaleras, umbrales... quedaban pocas soluciones, y ninguna que pudiera satisfacer plenamente los cánones de una correcta restauración.

El estucado/reconstrucción con morteros de cemento, con la introducción de un material más duro que el original, ha causado un desgaste acelerado de este último en la zona de contacto, ya que con los fenómenos normales de dilatación y contracción no es seguramente el mortero de cemento el que sufre los daños. Además aparecían a menudo eflorescencias salinas indeseadas, por el alto índice de sales de los cementos comunes. La necesidad futura de eliminar el estucado o la reconstrucción llevará a la pérdida posterior de la parte original en contacto, dada la alta resistencia del mortero de cemento. Este problema no ha sido superado por los nuevos cementos aditivados, sino que, al contrario, se ha agravado.

Además, la disponibilidad en las últimas décadas de resinas sintéticas ha llevado al uso no siempre correcto de estos materiales, nunca nacidos específicamente para la restauración, pero «tomados en préstamo» por la restauración, confiando en las mejores propiedades de estos materiales respecto a los utilizados tradicionalmente.

Desdichadamente también para las resinas, y en general para todos los materiales de síntesis, la investigación no se ha encaminado nunca hacia la resolución de problemáticas presentadas por la restauración, con un mercado demasiado pequeño para poder justi-

ficar el gasto de nuevos desarrollos, limitados hasta ahora a pocos proyectos llevados a cabo por entes públicos.

La idea

El estucado/reconstrucción con polvo de piedra ligado con polímeros de síntesis es en principio un método válido, pero se enfrenta con una serie de problemas relacionados con la naturaleza de los mismos polímeros, o con el método de preparación. De hecho se ha observado a menudo un desmoronamiento de la integración por colapso del polímero mismo, debido a la escasa resistencia a los UV o a la humedad. Otro problema es el aspecto plástico de la integración, además de no ser absorbente. Esta propiedad lleva a efectos antiestéticos, especialmente cuando la lluvia, o la humedad, lleva a evidenciar dramáticamente las zonas reconstruidas, que permanecen secas, y por tanto de color distinto. Además, se han evidenciado cambios de tono o amarilleamiento. En fin, el exceso de resina ha llevado a integraciones muy resistentes, con un problema análogo al del cemento.

Se ha intentado superar los límites de esta última metodología de intervención, dejando fijo el principio de utilizar un polímero de síntesis (una resina epoxídica) para ligar los inertes que puedan hacer óptica y prácticamente el efecto de una piedra. Se habla por ello de «piedra reconstruida».

Desde esta perspectiva, por lo que concierne a integraciones sobre madera, había presentes en el mercado productos de base epoxídica (Araldit SV427, de Ciba, o Epo 127, de CTS), que son todavía hoy empleados con éxito. De manera similar, en el sector arqueológico Ciba propone Arametal (poliéster) para la reconstrucción de obras metálicas.

La búsqueda va encaminada a una resina epoxídica con elevadas propiedades de resistencia a la degradación y al amarilleamiento en particular, y hacia una técnica de mezcla que permita el uso de cantidades mínimas de resina.

Con Templum Estuco se han superado los límites hasta ahora encontrados: resistente mecánicamente, fácilmente coloreable, no tiene un aspecto plástico y, al contrario, con los oportunos tratamientos, puede presentar el aspecto de una piedra degradada; es, además, un producto reversible.

Características

Analicemos con detalle las características de Templum Estuco. Ante todo, su elevada resistencia mecánica y a la abrasión permite su uso en reconstrucciones de partes de pavimentos de valor o históricos, de elementos decorativos con funciones estructurales como alféizares, escaleras y otros elementos que se prevea que deban sostener tensión mecánica.

Templum Estuco no contiene sales, estando constituido por inertes seleccionados, de manera que no presenta el riesgo de formación de eflorescencias salinas, mientras que la resina epoxídica que constituye el ligante presenta una elevada estabilidad ante los agentes atmosféricos.

Una propiedad que parece secundaria, pero que resulta muy importante, es la de su facilidad de coloreado. Los restauradores, en efecto, se encuentran muchas veces con la necesidad de preparar una serie de muestras preliminares para definir con qué porcentajes de pigmentos obtener el color final, ya que el cemento y la cal presentan un color de empaste distinto al del mortero seco. Templum Estuco puede ser fácilmente coloreado antes de la catálisis, y una vez seco no varía el color. El color puede aplicarse, gracias a la capacidad absorbente del material, también después del secado, permitiendo «arrepentimientos» o diversos efectos cromáticos en las distintas zonas de la reconstrucción, de igual forma que lo permite una piedra sujeta a desgaste.

Templum Estuco puede, con oportuna destreza, hacerse más plástico para obtener elementos decorativos perdidos, modelados, cavidades... Una reconstrucción puede efectuarse en laboratorio utilizando Templum Estuco como un material de calco, y entonces con la ayuda de siliconas reproducir detalles de zonas aún íntegras, para después adherir la nueva pieza a las partes originales mediante pernos con barras de fibra de vidrio y resina epoxídica. Oportunas elaboraciones (mayor o menor compresión del material, uso de instrumentos diversos para el acabado superficial o microarenado, por ejemplo) permiten obtener con facilidad efectos diversos: desde un acabado brillante tipo mármol de pavimentación, hasta una granulometría acentuada tipo arenisca degradada, o travertino deslavado.

El operador puede manipular tranquilamente el material, dado el bajo nivel de sustancias irritantes contenidas. Se aconsejan guantes

de látex para las personas alérgicas o que hayan desarrollado sensibilidad a las resinas epoxídicas, o para quien deba hacer un uso frecuente y repetido en el tiempo.

La reversibilidad de los materiales de reconstrucción ha sido a menudo ignorada, tal vez pensando que no existiera alternativa al cemento (de hecho, el único material utilizado) cuando se requiriese también una alta resistencia mecánica, como en el caso de escaleras, pasamanos, empedrados, etc. Templum Estuco es, al contrario, reversible también con el paso de los años, mediante dos procedimientos distintos:

a) Adición de disolvente, que lleva a un hinchamiento de la resina, con un efecto de «aflojamiento» de los granos y de pérdida de cohesión. La reintegración puede así ser fácilmente eliminada con una espátula o un bisturí.

b) Calentamiento por encima de 150°C, mediante el uso de un soplador de aire caliente. También en este caso, la reintegración puede ser fácilmente eliminada con espátula o bisturí.

Un aspecto verdaderamente interesante de este producto es que con el enfriamiento, o a continuación de la evaporación del disolvente, si se ha utilizado el primer método, adquiere de nuevo sus características de dureza, resistencia mecánica y aspecto. Es útil subrayar cómo eventuales «arrepentimientos» surgidos en el procedimiento de trabajo de restauración son fácilmente realizables en el curso de la obra: no sólo se puede eliminar del todo una reconstrucción o un estucado con Templum Estuco sino además modificarla, reducir sus dimensiones o, al contrario, aumentar el volumen o alterar las proporciones.

Para este material se abren también nuevas perspectivas del todo inéditas, tomando como ejemplo la dificultad de efectuar reconstrucciones momentáneas en excavaciones arqueológicas, teniendo la posibilidad de poder «reflexionar» con calma la intervención, y pudiendo después eliminar la reconstrucción sin dejar huella. O bien poder efectuar reintegraciones de materiales momentáneamente no disponibles, a la espera de encontrar en el mercado el material idóneo para una posterior sustitución.

Templum Estuco es, en conclusión, un material versátil, simple en su uso, respetuoso con las obras en las que se integra, reversible y no problemático en lo relativo a la seguridad.

IV. CONDENSANTES PARA DISOLVENTES

En la práctica de la restauración pueden resultar útiles los disolventes de forma condensada, y en efecto han sido propuestas y utilizadas diversas formulaciones útiles como la *emulsión cerosa*. Están también disponibles *celulosas modificadas*, como el Klucel G, que permiten condensar algunos tipos de disolventes orgánicos polares como el alcohol etílico, las aminas, el dimetilsulfóxido o el dimetilformamida.

Si hasta hoy no ha sido un problema preparar gel de base acuosa o alcohólica, con los productos normalmente accesibles no se consigue formar gel con disolventes apolares, como la esencia de trementina, el hexano o el White Spirit.

Además, en la emulsión cerosa, como en un gel a base de Klucel G, pueden ser añadidas sólo pequeñas cantidades de disolventes apolares, que varían en función del disolvente.

Las soluciones condensadas presentan pues problemas de eliminación del soporte: son necesarias cantidades en torno al 4% en peso de condensante para tener un gel con Klucel G, mientras que para la emulsión cerosa la parte sólida (cera-ácido esteárico) constituye más de un tercio de la emulsión.

CTS, además de proseguir en la investigación con el fin de proponer disolventes con bajos valores de toxicidad en alternativa a los disolventes tradicionales o a los sistemas acuosos como las Preparaciones Enzimáticas CTS, presenta ahora la posibilidad de utilizar un condensante como el Carbopol 934, que permite superar los problemas anteriores, y en particular:

1) El ácido poliacrílico Carbopol 934, en combinación con las aminas Ethomeen, permite la preparación de gel (*solvent-gels*) con todos los disolventes utilizados para las operaciones de restauración, incluidos los más apolares.

2) El ácido poliacrílico Carbopol 934, ya sea en combinación con las aminas Ethomeen como con otras bases (trietanolamina, amoniaco), permite la preparación de gel, también de alta viscosidad, con un contenido muy bajo de condensante (aproximadamente el 1%), lo que acaba con los problemas derivados de la eliminación del residuo sólido.

3) La mezcla Carbopol 934-Ethomeen permite formar gel con disolventes no mezclables entre sí, como agua y xileno, en cualquier proporción.

Carbopol 934 es un polímero acrílico reticulado, hidrófilo, que en agua se hincha pero no se disuelve, ya que sus notables dimensiones (peso molecular aproximado 3.000.000) no permiten ir más allá de una dispersión. Además, las moléculas son «ovilladas», y por ello la dispersión no neutralizada, que tiene un pH aproximado a 3, es sólo poco viscosa. Sólo después del añadido de una base, que salifica los grupos COOH presentes a lo largo de las cadenas, éstas se distienden dando como consecuencia un enorme aumento de viscosidad y llegando entonces a formar el gel.

Preparación de gel acuoso

En el caso de preparaciones de un gel acuoso todas las bases son utilizables, desde el amoníaco a la trietanolamina, desde la soda a las aminas Ethomeen, aunque se aconseja utilizar estas últimas, ya que son aminas etoxiladas, en cuanto a que imprimen al gel propiedades tensoactivas, lo que no hacen las bases restantes.

El procedimiento óptimo de preparación consiste en diluir en agua la base Ethomeen C/25 (100 gramos por litro de agua), y añadir entonces bajo agitación aproximadamente 10 g de Carbopol 934.

Preparación de gel al disolvente

La primera operación consiste en mezclar con el Carbopol 934 la amina Ethomeen. Una vez obtenida la mezcla homogénea se puede proceder a añadir el disolvente que se quiere formar en gel. En este punto no se ha desarrollado el fenómeno de gel: la solución deberá resultar homogénea pero no necesariamente transparente, y sólo ligeramente viscosa. Sólo después de añadir una pequeña cantidad de agua (entre el 1 y el 5%) se formará el gel.

Los dos tipos de Ethomeen deben seleccionarse en base a la polaridad del disolvente: el tipo C/12 para los más apolares, el tipo C/25 para los más polares (como se ha visto para el agua). En particular:

Ethomeen C/12: citrosolv, xileno, tolueno, disolvente nitro, esencia de petróleo, esencia de trementina, en general los hidrocarburos aromáticos y alifáticos.

Ethomeen C/25: agua, alcoholes, acetona, dimetilsulfóxido, dimetil-formamida.

Uso del gel

Aplicar por medio de un tampón o de un pincel sobre la superficie a limpiar, dejándolo actuar por tiempos que oscilan entre algunos segundos y algunos minutos. La transparencia del gel permite observar como actúa sobre la superficie. Proceder entonces a la eliminación.

Para eliminar el gel debe usarse en primer lugar un tampón seco, y después un tampón bañado en disolvente. La elección del disolvente debe respetar el tipo de polaridad del Ethomeen utilizado, teniendo en cuenta que el disolvente puede tener consecuencias sobre la capa pictórica. Por ejemplo, si se ha realizado una limpieza con un gel de xileno, condensado con Ethomeen C/12, entonces puede eliminarse con esencia de petróleo.

Deberá en todo caso evitarse este tipo de materiales en caso de que se observen craquelados, especialmente si son profundos, para no encontrar excesivas dificultades en la eliminación.

V. PREPARACIONES ENZIMÁTICAS

Hace ya años que algunos laboratorios italianos han puesto en práctica el trabajo con enzimas, después de haber adquirido conocimientos en Estados Unidos, donde ya en los años setenta estos sistemas fueron experimentados e introducidos en el uso común.

El primer campo que ha recurrido con cierta frecuencia al uso de enzimas ha sido el de la restauración de papel y documentos gráficos, donde el objetivo primordial es la disolución de viejos adhesivos para separar papel montado sobre soportes (impresiones sobre cartones, etc.).

La investigación en este ámbito ha llevado a resultados interesantes, como la producción de enzimas soportadas sobre película. Para este tipo de aplicaciones, una enzima soportada tiene una impor-

tancia fundamental: en efecto, al contrario de las superficies pictóricas, el papel se presenta como un sistema «abierto», fuertemente hidrófilo y absorbente. Los residuos de enzimas pueden permanecer englobados en la matriz celulósica en cantidades muy superiores respecto a las que, por ejemplo, se encuentran sobre una superficie compacta, uniforme e hidrofugante como la de una pintura al óleo.

Además de consignar la posibilidad de uso de las enzimas también sobre gran escala, cabe señalar el desarrollo relativo al proceso de blanqueamiento del papel en fase de producción: en los años ochenta, con el fin de sustituir el uso del cloro en tal proceso, se experimentó con colonias de hongos de *Phanerochete chrysosporium*. Tales hongos trabajaban lentamente y, además de degradar la lignina (el auténtico objetivo del blanqueamiento), atacaban también la celulosa, despolimerizándola. Tal solución no era entonces aplicable a procesos de gran escala.

Recientemente se han obtenido enzimas (ligninasis, lacasis) que son altamente selectivas y atacan únicamente a la lignina, y que son mucho más rápidas, lo que las hace candidatas a convertirse, en el sector del blanqueamiento, en las protagonistas del nuevo milenio.

Por cuanto concierne a la restauración de la pintura sobre madera o tela el desarrollo de la limpieza enzimática ha sido lento y fatigoso. Ha habido que superar diversos obstáculos, entre ellos, la desconfianza ante un sistema de limpieza completamente nuevo, que prevé también una operatividad distinta a la hasta ahora adoptada.

Sólo una serie de pruebas sobre la materia y la totalidad atoxicidad de estos productos han hecho que en algunos laboratorios esta nueva práctica haya pasado de ser una mera curiosidad a incorporarse en las operaciones de limpieza combinándose con las tradicionales con disolventes.

Las enzimas han tenido fama de ser «algo complejo de utilizar», en parte como consecuencia de la necesidad de realizar controles de pH y temperatura, así como sucesivas intervenciones de eliminación.

Las preparaciones enzimáticas de CTS trabajan a pH neutro (6-8), y el tampón está contenido en la mezcla liofilizada, por lo que el operador no debe preocuparse de tamponar el sustrato ni de verificar que la acidez o la alcalinidad del medio pueda influir sobre el estrato pictórico, sobre los pigmentos en particular.

Además, las preparaciones enzimáticas de CTS poseen un campo de actividad entre 20 y 40°C, y su actividad disminuye lentamente por debajo de 20°C, para pararse completamente a los 10°C. Este rango cubre valores que normalmente podemos encontrar en laboratorio y que difícilmente encontramos en el exterior.

Para la eliminación se debe observar lo que se menciona en el apartado correspondiente: debemos de cualquier modo recordar que pruebas efectuadas por Wolbers y otros autores han evidenciado una eliminación del 99% según el tipo de lavado. El residuo que puede permanecer sobre la superficie está pues constituido por una enzima desnaturalizada, o bien por una proteína, seguida de un residuo de cola animal. No está entonces justificado un alarmismo sobre una posible reactivación de la enzima misma.

Todo ello ha dado conocimientos más profundos sobre una operación, la de limpieza, que puede ser con razón calificada como la más delicada de las que componen una intervención de restauración, en cuanto a que es irreversible y en contacto directo con el estrato pictórico.

Los estudios realizados se han dirigido también a determinar los valores de toxicidad de los disolventes tradicionales y los propuestos como alternativa, llevando a una toma de conciencia de los peligros a que se enfrentan los restauradores.

Por otra parte, no se conocen en literatura los resultados de aplicaciones sobre piedra y pinturas al fresco, porque hasta ahora el control de la temperatura había obstaculizado una rigurosa comparación con los sistemas no enzimáticos. Las nuevas preparaciones enzimáticas de CTS, no vinculadas a estrechas condiciones de temperatura, podrán ser probadas sobre estos tipos de soportes para verificar su eficacia.

Preliminares a las operaciones de limpieza

Como en todas las operaciones de limpieza, el primer paso debe ser la individualización de la sustancia a eliminar, además del tipo de soporte sobre el cual se va a operar. Siendo en efecto las enzimas soportadas en ambiente acuoso, será necesario evitar su uso en el caso de presencia de craquelados, especialmente si son profundos, y en general siempre que la presencia de agua pueda provocar altera-

ciones en el soporte de la tela o la tabla, en la preparación o, con mayor razón, en el estrato pictórico.

Este primer paso llevará a excluir, por ejemplo, cuadros con preparaciones muy débiles, como muchas pinturas modernas y contemporáneas cuyas telas son sensibles a la humedad, lo que puede dar lugar a contracciones o dilataciones. También algunas preparaciones se pueden hinchar notablemente en presencia de agua.

El método de soportar la enzima u otros reactivos (espesantes, ácidos y bases, tensoactivos) con derivados celulósicos, favorece la formación de gel y reduce notablemente los efectos de contracción y dilatación del sustrato.

Además se debe tener presente que el paso sucesivo a la aplicación de la enzima es su eliminación con la correspondiente solución de lavado. Ésta, además de no ser condensada, contiene pequeñas cantidades de tensoactivo, y es por tanto extremadamente bañante. Si se cree que el cuadro no podrá aguantar el uso de tal solución se desaconseja utilizar la limpieza enzimática.

Debe tenerse presente de todas maneras que estas consideraciones son aplicables en general no sólo a los sistemas enzimáticos, sino también a todas las soluciones acuosas utilizadas clásicamente, como por ejemplo el ácido acético en agua, el amoníaco, las mezclas de agua/alcohol/amoníaco y otras «mixtas» que contienen también agua en pequeños porcentajes.

Una vez efectuados los primeros reconocimientos y establecido que la obra puede afrontar una limpieza acuosa, se debe seleccionar el tipo de enzima en base a la sustancia que deba ser eliminada. La caracterización fisicoquímica de la sustancia a eliminar es generalmente efectuada por laboratorios especializados.

Tendremos entonces las siguientes posibilidades de intervención:

Sustancias amiláceas (cola pasta, adhesivos para papel de base almidón...): enzima amilasa.

Sustancias grasas (aceites secativos o no, triglicéridos en general, ceras...): enzima lipasa.

Sustancias proteicas (colas animales, caseína,¹ repintes con tém-

1. La caseína tal cual resulta atacable por la proteasa, que puede entonces no atacar el caseinato de calcio, o bien el producto de transformación de la caseína en presencia de sustratos con contenido de calcio, como ocurre para los colores a la caseína sobre pinturas al fresco.

pera al huevo, «beveroni» con proteínas como la albúmina, etc.): Mix enzimas.

Aplicaciones de la enzima

Una vez seleccionada la enzima se procede con su preparación, solubilizando el liofilizado en el «soportante» con la ayuda de una paleta de vidrio o plástico. Es importante no utilizar instrumentos metálicos y, en general, no dejar la enzima en contacto con superficies metálicas, por cuanto podrían inhibir la actividad enzimática. La preparación enzimática debe ser homogénea y se debe evitar agitar enérgicamente, para no formar burbujas de aire.

Eventuales disoluciones en agua desmineralizada pueden ser aconsejables si se quiere efectuar la aplicación sin recurrir al gel, por ejemplo queriendo sumergir una hoja de papel en una solución enzimática. El agua en este caso no puede ser dura, ni mucho menos contener metales pesados, pues estas sustancias inhiben la enzima ligándose irreversiblemente al principio activo.

Para llevar la enzima a su máximo potencial de actividad se puede calentar al baño maría hasta 35°C, prestando atención a que la temperatura no supere nunca los 50°C.

Se recuerda que las preparaciones enzimáticas de CTS, aunque trabajan también a temperaturas de 15-20°C, poseen siempre el máximo de actividad en torno a los 35°C.

Se procede entonces a la aplicación del gel, extendiéndolo sobre la superficie con un pincel suave o un hisopo de algodón. Se deja actuar un breve periodo (1-3 minutos), eliminándolo seguidamente según el procedimiento descrito en el apartado siguiente. Se valoran los efectos y, si son insuficientes, se puede prolongar el tiempo de contacto hasta 20 minutos, o repetir más veces la aplicación.

La velocidad de reacción puede incrementarse llevando la temperatura a 35-40°C con la ayuda de una lámpara de incandescencia situada encima de la cata de limpieza. Dado que la presencia de una fuente de calor puede provocar el rápido secado del gel, es preferible en este caso cubrir la zona tratada con una pieza de film de poliéster.

En el caso de que sea necesario actuar con enzimas distintas en la misma cata de limpieza, es aconsejable aplicar inicialmente lipasa y

amilasa y al final Mix Enzimas (constituido principalmente por proteasas). Ello es necesario para evitar que la proteasa inhiba el efecto hidrolítico de las otras dos enzimas.

Eliminación de la enzima

Se elimina el gel enzimático primero con un hisopo de algodón seco, después empapado en la solución de lavado, y finalmente con agua desmineralizada. La solución de lavado suministrada junto a la enzima está constituida por un tensoactivo aniónico en agua desmineralizada con propiedades emulsionantes que elimina los residuos liposolubles derivados de la acción hidrolítica de la enzima.

Si no se desea proceder con un posterior tratamiento enzimático se puede efectuar un paso final con hidrocarburos alifáticos (esencia de petróleo, o bien White Spirit). El disolvente desnaturaliza la enzima modificando la estructura del sitio activo que pierde la función de «receptor» para el sustrato.

¿Qué permanece en la superficie?

Estando caracterizadas las soluciones enzimáticas por un bajo contenido de residuo sólido (no supera el 4%), lo que permanece en la zona de limpieza es:

- La enzima (o bien una proteína).
- Un condensante (una celulosa modificada, pero soluble en agua).
- Una sal que tiene la función de tamponar el pH al valor requerido.

A principio de los años ochenta, restauradores y químicos (entre ellos Richard Wolbers, que había propuesto el uso de gel), se habían interrogado sobre el tipo de residuos que podían permanecer sobre la superficie pictórica, y sobre los porcentajes de estos. Tales preguntas se referían no sólo a aplicaciones de preparaciones enzimáticas, sino en general a todos los sistemas gelificados, como los *resin soaps* (jabones resinosos) y los *solvent gels*.

Para dar una respuesta a estas preguntas, la Fundación Getty ha financiado una investigación, en colaboración con la Universidad de

Delaware y el Winterthur Museum, cuyo primer paso ha sido la identificación de una técnica que permitiese individualizar, también cuantitativamente y no sólo cualitativamente, los residuos de los geles en superficies.

El profesor Miller, del Departamento de Química de la California State University, ha desarrollado un procedimiento de análisis marcando con isótopos radioactivos cuatro formulaciones distintas de gel.

En noviembre de 1998 se realizaron las pruebas de aplicación y eliminación de gel con la colaboración de algunos restauradores europeos y estadounidenses, entre los cuales los italianos Paolo Cremonesi y Roberto Bellucci, del Opificio delle Pietre Dure (Florencia). La presencia de restauradores era necesaria para confrontar la metodología aplicada, que podía variar de un laboratorio a otro.

Los resultados finales serán publicados por el Getty Conservation Institute, aunque de los resultados preliminares se evidencian ya indicaciones interesantes. Los componentes más volátiles (alcohol isopropílico, agua) evaporan en breve tiempo, según lo previsto, mientras los de alto peso molecular (celulosas modificadas) permanecen en la zona de limpieza en cantidades muy reducidas.

Además, un lavado con disolventes no parece tener efectos mejores respecto a la técnica estándar, o bien la eliminación con un tampón seco seguida de tampones bañados en agua.

Modificación de las preparaciones enzimáticas

Quien se ha encontrado frente a una limpieza compleja, donde las enzimas daban indicaciones positivas, pero con tiempos largos de reacción, se ha visto tentado con la idea de «potenciar» la enzima, añadiendo pequeñas cantidades de disolventes y otros aditivos. Se debe entonces tener siempre en cuenta que un sistema enzimático es algo estrictamente dependiente del ambiente, y que algunas modificaciones pueden inhibir o desnaturalizar la enzima misma. Así, pues, debemos proceder de la manera siguiente:

Materiales a evitar

Todos los disolventes que alteren la estructura de la enzima y, por tanto, el principio activo.

Salas que alteren el pH. El rango de pH ideal para las enzimas es bien preciso. En efecto, fuera de este campo la actividad enzimática disminuye hasta anularse. Para las preparaciones de CTS, tales valores están comprendidos entre 6 y 8, a fin de garantizar la acción máxima de la enzima.

Materiales tolerados

Condensantes de pH neutro (excluida la carboximetilcelulosa; óptimo el Klucel G) utilizados en caso de que se quiera obtener una mayor viscosidad del preparado.

Tensoactivos no iónicos (Tween 20) o bien aniónicos con un pH que no interaccione negativamente con la enzima.

Entre estos tensoactivos pueden incluirse los jabones resinosos, siempre respetando todo lo dicho anteriormente sobre el pH. El añadido de tensoactivos puede ser necesario en el caso de soportes altamente hidrófugos, es decir, cuando la preparación enzimática no llegue a bañar bien la superficie a limpiar, por ejemplo en presencia de aceites y ceras. Se sugiere utilizar cantidades mínimas de tensoactivos, por ejemplo el Tween 20 en concentraciones del 0,2 al 0,3%.

Para algunas enzimas puede ser necesario añadir una sal metálica como activador. No es este el caso de las preparaciones enzimáticas de CTS.

Un sector en movimiento

En un reciente trabajo publicado en *Studies in Conservation* se hace referencia al resultado obtenido aplicando la enzima lipasa en una pintura de tempera sobre madera. Tal pintura, restaurada en 1970 con la resina sintética Paraloid B-72, presentaba una serie de estratificaciones acrílicas envejecidas por encima de los estratos pictóricos. El uso de la enzima ha favorecido la disgregación de la resina acrílica sin dañar los pigmentos de debajo.

En este trabajo, los autores (Bellucci, Cremonesi y Pignagnoli) identifican el mecanismo con el que la enzima hidroliza los grupos ésteres que constituyen las cadenas laterales del polímero. En este proceso se genera un número suficiente de terminales carbosilícicos llevando todo bastante polaridad para ser después hinchado y exportado por el medio acuoso.

Este resultado abre nuevas expectativas sobre la posibilidad de eliminar resinas de síntesis de otros soportes, como tejidos, madera y otros.

El mito de los rayos ultravioletas y la decoloración

DTI. Distribución de Tecnología Internacional, S.A.

Av. Apel·les Mestres, 36 bis. 08820 El Prat de Llobregat

Tel.: 93 478 78 48 – Fax: 93 478 61 12

www.grupodti.com

E-mail: dti@grupodti.com

DTI, S.A., participó en un extenso estudio de investigación de mercado para conocer mejor cuál es la percepción que tienen los consumidores sobre las láminas de protección solar. El resultado de dicho estudio puso claramente de manifiesto que el motivo principal de la instalación de láminas en el ámbito residencial, museos, galerías de arte y escaparates es la protección contra la decoloración. Con esto en mente, existen algunos datos que deben conocerse.

La mayoría de las personas asocia el problema de la decoloración con las radiaciones ultravioletas. Por tanto, cuando un técnico-comercial presenta una lámina de protección solar con un índice de reflexión ultravioleta del 98 o el 99% no es difícil entender por qué un cliente potencial podría asumir que el problema de la decoloración puede ser evitado o eliminado mediante el uso de una lámina de protección solar. Dado que es un hecho que la mayoría de las láminas de protección solar realmente rechazan casi el 100% de las radiaciones ultravioletas, existen ciertos extremos que conviene aclarar.

Es muy importante entender que los rayos ultravioletas contribuyen significativamente al problema de la decoloración, aproximadamente en un 40%, pero que otros factores intervienen también en una proporción importante. Así, la luz visible, con un 25%, y el calor solar, con idéntico porcentaje, representan en conjunto un 50% de las causas del problema, lo que no es nada despreciable. Con este dato

resulta fácil comprender por qué el control de las radiaciones ultravioletas no eliminará completamente, por sí solo, el problema de la decoloración. Además, no debemos olvidar que el 10% restante de los factores causantes de la decoloración están directamente relacionados con el nivel de calidad de los tintes utilizados en la elaboración de los productos textiles, alfombras, moquetas, tapicerías y otros complementos, o de los pigmentos utilizados en pinturas, esmaltes, decoración, etc.

No existen láminas de protección solar que puedan garantizar la completa eliminación o remediar el problema de la decoloración, pero es importante saber que las láminas de protección solar de calidad profesional pueden reducir de manera significativa la decoloración causada por los rayos solares y que el grado de protección alcanzado guarda una estrecha relación con el tipo de lámina elegido.

Por tanto, si se desea una lámina de protección solar que proporcione un nivel máximo de protección frente a la decoloración, debe elegirse un producto con alto porcentaje de rechazo tanto de las radiaciones ultravioletas como de la luz visible y la energía solar total.

Las láminas de protección solar Solar Gard

DTI produce, para la protección de piezas ante los efectos decolorantes derivados de la luz solar, las láminas de protección Solar Gard. Como se ha dicho, la decoloración no siempre puede evitarse en un 100%, pero mediante las láminas Solar Gard puede retrasarse su aparición y reducirse su intensidad. Su efecto es parecido al de una crema solar sobre la piel humana: nos protege, aunque no nos haga completamente inmunes al sol. Si lo tomamos demasiado tiempo, sufriremos quemaduras aunque hayamos utilizado una crema con un factor de protección alto. Ello no significa que la crema no sea efectiva, sino simplemente que debe usarse como un factor complementario a la prevención.

Las láminas tampoco podrán reducir la decoloración derivada del diseño y la estructura del lugar de exposición (focos directos, escasa ventilación...) ni la que tenga su origen en la calidad de los materiales o de sus pigmentos.

No existe, sin embargo, ninguna otra solución ni protección mejor contra la decoloración que las láminas de protección solar, que

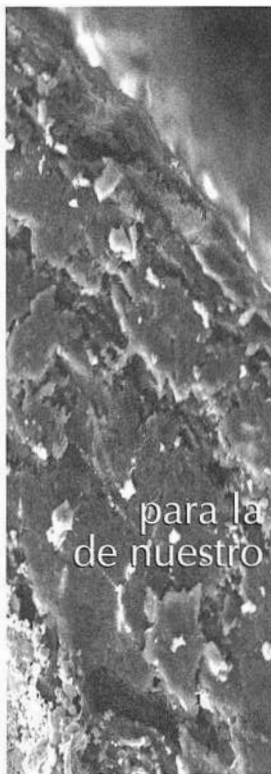
ofrecen al mismo tiempo un óptimo nivel de transparencia en el acristalamiento.

El Instituto Textil de Francia realizó pruebas para controlar el efecto protector de las láminas. Para llevarlas a cabo, se utilizaron tres probetas de vidrio: una sin lámina protectora, otra con lámina incolora y la tercera con lámina metalizada. Bajo ellas se colocaron dos tipos de muestras de color azul: una de solidez a la luz de índice 3 y otra de índice 5. La prueba determinó la disminución colorimétrica global medida con un colorímetro Datacolor 2000 respecto a una muestra no expuesta, tras la exposición de las muestras a una fuente de luz ultravioleta, mediante un equipo Xenotest 450. Los resultados fueron los que muestra la tabla siguiente:

Tiempo de exposición	Sin lámina	Lámina incolora	Lámina metalizada
<i>Muestra de solidez 3</i>			
40 horas	6,8	6,1	1,7
60 horas	11,8	7,0	3,6
80 horas	14,5	8,0	5,1
<i>Muestra de solidez 5</i>			
80 horas	3,1	1,2	0,8
160 horas	5,1	1,8	1,5
320 horas	8,7	3,9	2,9

Además de la protección contra la decoloración, las láminas Solar Gard aportan otras ventajas importantes:

- Aíslan térmicamente, protegiendo del calor solar y evitando fugas de calor.
- Ahorran energía en climatización.
- Reducen los reflejos y deslumbramientos.
- Presentan un acabado estético, moderno y decorativo.
- Presentan una larga duración.
- Se instalan sin necesidad de obras.
- Proporcionan seguridad: en caso de rotura del cristal, los fragmentos permanecen adheridos a la lámina.
- No se rayan en las operaciones habituales de limpieza, pues incorporan un tratamiento antiabrasivo.



Soluciones conservación Patrimonio escrito

CSC, S.L. ha desarrollado y patentado una nueva línea de productos y procesos para afrontar el reto de la conservación del Patrimonio histórico y cultural sobre soporte celulósico.

Mediante una adecuada preselección, la tecnología de desacidificación y desinfección en masa CSC Book Saver® permite un tratamiento sencillo y económico de colecciones completas, que de otra forma estarían condenadas a perderse. CSC a través de sus empresas colaboradoras y representantes ofrece la posibilidad de realizar un diagnóstico previo para evaluar las necesidades de los fondos a tratar.

Para las obras que requieran un tratamiento individualizado, CSC ofrece su gama de productos en nebulizadores.



La tecnología CSC Book Saver® permite el tratamiento masivo de grandes fondos documentales y bibliográficos, frenando el proceso de degradación progresivo que sufren.



- Nebulizadores desacidificantes y fungicidas para la restauración manual.
- Distribuidos en España por Productos de Conservación, S.A. Tel. 91 429 65 77.



Conservación de Sustratos Celulósicos S.L.

Pl. Mossen Jacint Verdaguer, 12, 4º-1ª • E-08221 Terrassa (Barcelona)
Tel. (34) 93 786 09 00 • Fax (34) 93 786 09 12
info@cscbooksaver.com

CULTURAL SENSE

control de l'activitat biològica amb gasos inerts

desinsectacions
control de l'activitat fúngica
actuacions urgents en casos d'incendi o inundació
embalatges amb control higromètric
emmagatzemament a curt o llarg termini

manipulació de bens culturals

embalatge i muntatge d'exposicions
instal·lacions temporals o permanents
sistemes de seguretat
trasllats de bens culturals
condicionament de magatzems

conservació preventiva

estudis d'idoneïtat a nivell de conservació
estudis climàtics
sistemes de control ambiental
informes de conservació
catalogació i creació de bases de dades per col·leccions

museografia

disseny i producció de vitrines
disseny i producció de suports per peces



Películas autoadhesivas para la Protección y Reparación de Libros, Documentos y Encuadernación.

FILMOLUX: Película de protección, transparente, en diferentes acabados superficiales y tipos de adhesivos especialmente creados para estos trabajos. Adhesivos acrílicos con PH neutro.

FILMOPLAST P-90: Antidesgarrante, sin celulosa, adhesivo acrílico, PH neutro. (Reparación de bordes, inserción de páginas, refuerzos, etc.).

FILMOPLAST P: Transparente, papel sin celulosa, no amarillea con el tiempo.

FILMOPLAST T: Cinta textil, disponible en varios colores. Textil compatible con el medio ambiente, biológicamente degradable. Disponible en 8 colores. Para endurecer libros, reparar tapas, laminar cubiertas, reforzar juntas.

FILMOPLAST SH: Textil blanco. (Unir, reforzar, endurecer, reforzar juntas, reparar tapas, etc.).



TERMOSELLADORA:

- Para cubrir recto-verso los documentos con un espesor máximo de 15 mm con el Filmoplast R.
- Colocación de los rollos, fácil y rápida.
- Velocidad de trabajo regulable.

FILMOPLAST R Papel japonés transparente: Papel japonés finísimo, libre de lignina y hemicelulosa, con una proporción alta de alfa-celulosa, revestido con un adhesivo activado por calor a una temperatura aproximada de 120°C. Soplado con carbonato cálcico contra los efectos de ácido.

Para reparaciones virtualmente invisibles de páginas rotas, conservación, protección y mejora de documentos modernos (aprox. posteriores a 1840).

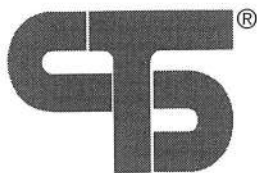


ESTACIÓN BLS PARA EL LAMINADO DE LIBROS:

- Para el laminado rápido, fácil y limpio de libros.
- Características especiales: Cuchillas de corte lateral y horizontal incorporadas.



FILMOPLAST P: Transparente. (Reparación int. impresos).



C.T.S. ESPAÑA

Productos y Equipos para la Restauración, S.L.

C/ MONTURIOL, 9 – Pol. Ind. San Marcos

28906 GETAFE (Madrid)

TEL. +34 91 601 16 40 (4 líneas)

FAX +34 91 601 03 33

E-mail: ctsespana@eurociber.es



**REDUCE LA DECOLORACIÓN
Y PROTEGE LA BELLEZA
DEL COLOR**



Telf.: 902 161 160

INFORMACIÓN PROFESIONAL

Telf.: 902 161 160

