

# Algunos aspectos del tratamiento de los travesaños en los soportes de pintura sobre tabla

Juan Carlos Barbero Encinas\*

En el artículo se tratan dos aspectos relacionados directamente con uno de los procesos más elementales en la consolidación de la pintura sobre tabla. Se hace una revisión teórica del sistema de travesaños basado en elastómeros en la que se incluyen datos acerca de los ensayos físicos a que ha sido sometido el modelo. También se explica una metodología de tratamiento para las alteraciones que sufren las tradicionales pinturas sobre tabla como consecuencia de la oxidación de los clavos utilizados para fijar los travesaños de refuerzo.

*Palabras clave: Pintura sobre tabla, consolidación, travesaños de refuerzo, elastómeros, clavos de forja.*

## *PARTICULAR ASPECTS OF PAINTING BOARD CROSSPIECE TREATMENT*

*This article discusses two aspects directly related to one of the most essential processes in consolidating paintings on board. A theoretical review of the crosspiece system using elastomers is provided, including details of the physical tests that the model underwent. The article also explains the treatment method for the alterations suffered by traditional paintings on board as a result of the oxidation of the nails used to fix in place the supporting crosspieces.*

*Key words: Painting on board, consolidation, supporting crosspieces, elastomers, forged nails.*

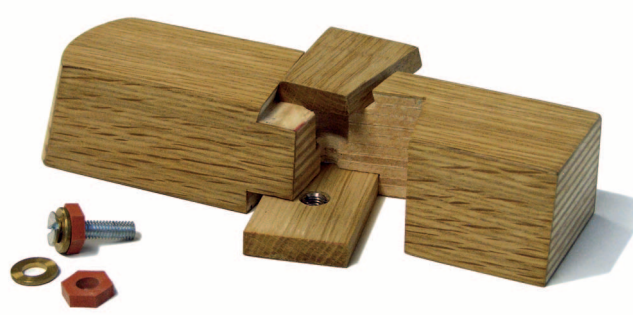
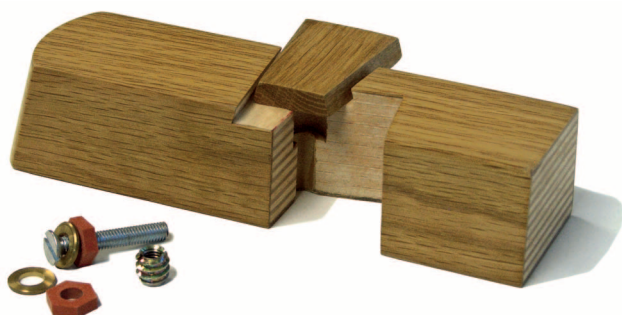
\* Titulado Superior en Conservación y Restauración de Bienes Culturales por la ESCRBC y Licenciado en Geografía e Historia por la UCM. Profesor de la ESCRBC de Madrid.

jcbarbero@terra.es

Recibido: 09/02/2011  
Aceptado: 14/03/2011

## El sistema de travesaños de juntas elastoméricas

Hace ya una década que en la ESCRBC se utiliza el sistema de travesaños con elastómeros para la consolidación de los soportes de pintura sobre tabla. El sistema ya fue descrito en el número 12 de la revista *Pátina* donde se explicaba el modelo básico de funcionamiento. El diseño está orientado a amortiguar los movimientos de las tablas en los paneles de pintura mediante el uso de juntas elásticas. Puesto que las reacciones de la madera ante los cambios de humedad y temperatura ambientales van acompañados de deformaciones por curvatura, las originales conexiones de clavos entre travesaños y tablas significan un freno rígido que puede provocar daños físicos en los soportes. El sistema de juntas elásticas sustituye estas uniones por otras elásticas que permitan a los paneles modificar su curvatura en respuesta a los cambios ambientales sin riesgos.



En esencia se trata de un sistema muy simple. Los elementos de control son dos discos de silicona u otro material elástico, un tornillo, dos arandelas de reparto de presión, y una tuerca de embutir encastrada en la tabla o en una pieza independiente. Todo ello va inserto en el interior de un travesaño nuevo de madera laminada, tanto si es para colocar nuevos travesaños en las tablas como si se pretende modificar los originales (Figuras 1 y 2). Los diferentes elementos del sistema se alojan en dos huecos cilíndricos practicados en el travesaño. El mayor de ellos está ocupado por los elastómeros y arandelas que rodean la cabeza del tornillo; el menor contiene el tornillo que termina enroscado en la tuerca inserta en la tabla. Este último hueco cilíndrico tiene mayor diámetro del necesario con el fin de que el tornillo pueda bascular dentro del travesaño al modificarse la curvatura de las tablas (Figura 3). En el montaje fotográfico de la Figura 4 se detalla este movimiento del tornillo.

**Izquierda.** Fig. 1.

**Derecha.** Fig. 2.

A lo largo de estos últimos años el sistema ha experimentado algunas modificaciones para hacerlo más eficiente a la vez que se ha simplificado su diseño. Los dos cambios más importantes con respecto al modelo original son los cierres de sección trapezoidal y el empleo de discos de silicona de metilo vinilo. En el primer diseño el cierre del sistema elástico se procuraba gracias a un grueso segmento de tornillo de acero cortado a medida. El cierre era lo suficientemente firme y seguro pero la preparación y colocación de este tornillo llevaba dema-

**Izquierda.** Fig. 3.

**Derecha.** Fig. 4.

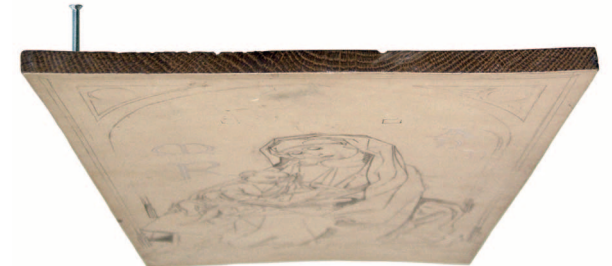
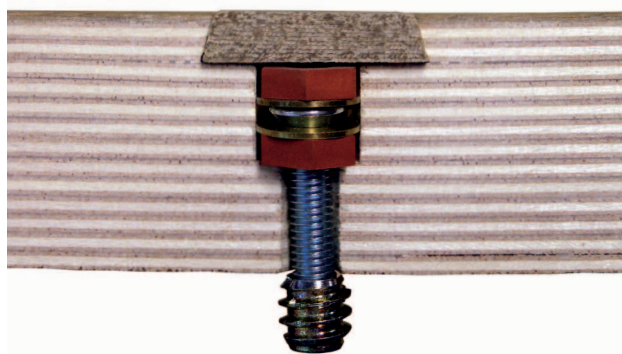
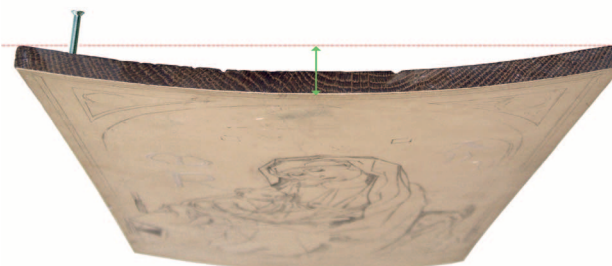
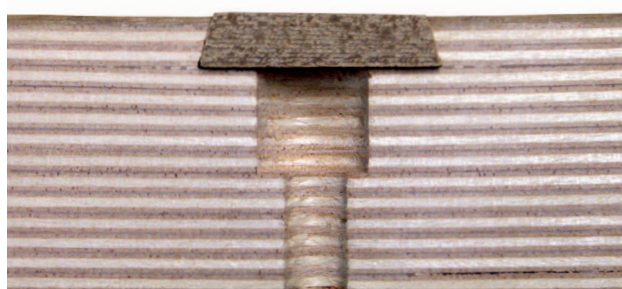




Fig. 5. das cargas. Todo el sistema de travesaños de juntas elastoméricas depende de que los materiales de control sean fiables en términos de elasticidad, es decir, que se comporten elásticamente en todas las situaciones en las que son sometidos a esfuerzos. La ventaja de utilizar elastómeros en lugar de muelles consiste en la posibilidad de reforzar la estabilidad de los paneles sin someterlos a esfuerzo alguno. Los sistemas basados en el empleo de muelles pueden ejercer un control del movimiento de curvatura pero en su colocación deben someter a cierta presión a las tablas para que puedan funcionar en los dos sentidos posibles: tendencia hacia el plano (consecuencia del aumento de la humedad de equilibrio higroscópico), o aumento de la deformación por curvatura (disminución de la humedad de equilibrio). Si el sistema de muelles fuese colocado sin presión, el control del movimiento sólo se produciría en un sentido: aquel que amortiguaría el movimiento de curvatura de las tablas. Naturalmente el comportamiento de la madera no es algo obvio que pueda conocerse a priori ya que depende de factores sobre los que no siempre puede ejercerse suficiente control; por otra parte es conocido que las deformaciones físicas a que da lugar pueden producirse en sentidos opuestos. Por este motivo el modelo de travesaños diseñado en la ESCRBC de Madrid propone un sistema de control elástico que además de gobernar tensiones contrarias, no exige someter a las tablas a ninguna clase de tensión en el momento de su puesta en obra.

Los elastómeros insertos en el travesaño se colocan por encima y por debajo de la cabeza de un tornillo sujeto firmemente a la tabla (roscado). De este modo, cualquier movimiento de la madera (aumento o disminución de la curvatura) es transmitido al tornillo que, a su vez, lo transfiere a los discos elásticos. La presión que así se ejerce sobre ellos está intermediada por dos arandelas que la reparten uniformemente sobre toda su superficie. En esta clase de mecanismo es fundamental la observación de dos requerimientos. Por un lado es necesario que todos los espacios huecos del travesaño queden ocupados completamente por los elementos del sistema. De este modo se asegura la función principal de sujeción del panel que cumplen los travesaños. Por otra parte, y por esta misma razón, también es importante que los elastómeros mantengan la tendencia a recuperar su forma original después de haber sido sometidos a alguna fuerza. Es decir, si las tablas se curvan y comprimen un grupo de elastómeros, estos deben en todo momento acompañar el movimiento contrario, cuando este se produzca, tendiendo a recuperar su forma. Esta elasticidad es la que asegura la función de sujeción de los travesaños además de permitir el movimiento natural de la madera.

Este mismo sistema de control elástico también se ha venido utilizando en la transformación de los antiguos travesaños de las tablas. En términos generales consideramos que la inmensa mayoría de los travesaños originales pueden seguir cumpliendo su función aunque se haga necesaria su retirada temporal. Los adhesivos y consolidantes actuales permiten recuperar sus propiedades resistentes aunque hayan sufrido daños importantes. La aplicación del sistema

elástico a los travesaños originales no presenta grandes cambios en cuando al diseño básico. En esencia, los componentes son los mismos que en el caso de los travesaños nuevos, la única diferencia es que todo el conjunto de elastómeros y tornillos va inserto en un travesaño nuevo que, a su vez, se encastra en una calle practicada en el original (Figura 6). Travesaño original y nuevo quedan unidos gracias a las secciones trapezoidales con que se cajea uno y se cepilla otro. Puesto que vaciar el travesaño original de ese modo exige la utilización de maquinaria estacionaria poco habitual para los restauradores, se recurre al empleo de cuñas de resina epoxídica adheridas a las paredes del travesaño original; entre estas cuñas circula el travesaño nuevo conteniendo los elementos de sujeción y control elástico.



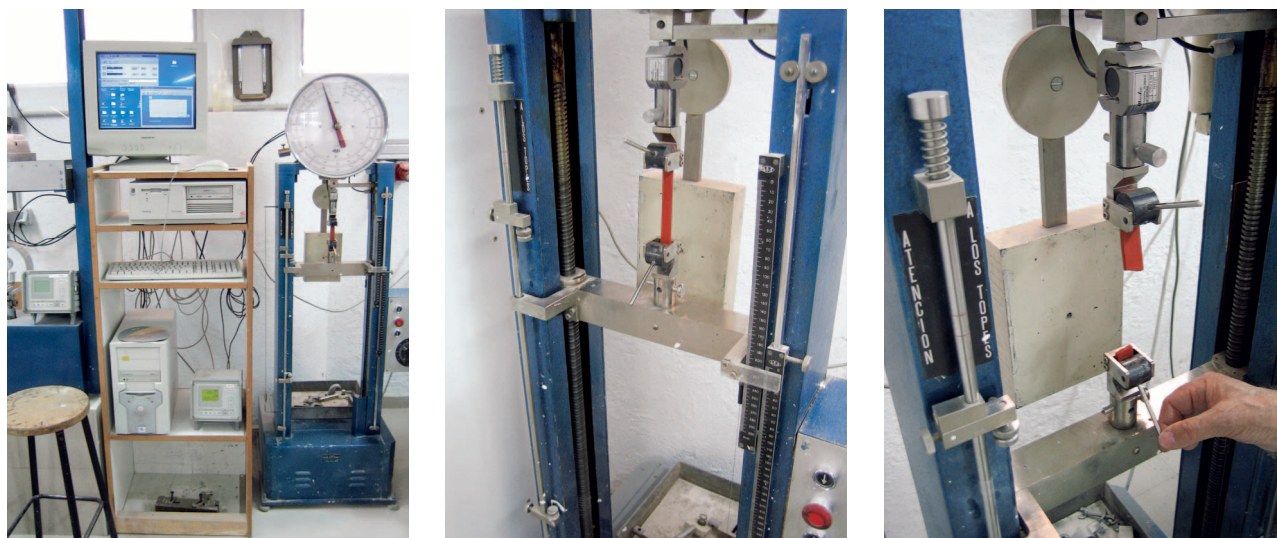
Fig. 6.

## Ensayos del modelo de travesaños de juntas elásticas

En los primeros modelos de travesaños basados en juntas elásticas se utilizaban discos de Neopreno y EPDM (monómero de etileno propileno dieno). Se trata de materiales conocidos por sus propiedades elásticas pero también pueden presentar estados de deformación temporal o permanente si se someten a ciertos esfuerzos. Probablemente la fuerza ejercida por la madera de las tablas antiguas no es lo suficientemente grande para agotar la elasticidad de estos materiales, pero sí supone esfuerzos de cierta duración en el tiempo ya que la respuesta de la madera a los cambios de humedad y temperatura es muy lenta. Precisamente estas tensiones prolongadas son las que provocan deformaciones temporales (tramos de histéresis) en el Neopreno y el EPDM. Por este motivo hace algunos años se sustituyeron estos materiales por la silicona de metilo vinilo, que mantiene sus propiedades elásticas incluso bajo cargas de larga duración.

De entre los ensayos físicos a que puede someterse el conjunto de elementos que componen el sistema de travesaños de juntas elásticas, hasta ahora se han realizado los que evalúan la elasticidad de sus componentes elásticos y la resina epoxi utilizada en la aplicación del sistema a los travesaños originales. El resto de los elementos (madera laminada y tornillería de acero) presenta tales características de resistencia mecánica que no permite dudar acerca de su fiabilidad. Hace algunos años se ensayaron dos tipos distintos de gomas elásticas, las de silicona de metilo vinilo y los elastómeros de poliuretano (ADIPRENE). Ambos son usados en la industria por sus propiedades elásticas y suelen cumplir su función bajo sollicitaciones mucho más exigentes que las demandadas por el sistema de travesaños para el que se vienen utilizando. Antes de llevar a cabo los ensayos parecía evidente que ambos materiales eran capaces de cumplir los requerimientos del sistema pero, a pesar de ello, se consideró importante hacer un estudio técnico que pudiera descartar la existencia de comportamientos plásticos. Para ello se recurrió a una prensa electromecánica de 20 Tm con el software necesario para registrar los datos obtenidos. Fue preciso encargar muestras al fabricante de los elastómeros con las medidas apropiadas a las características del instrumental de ensayo (Figuras 7, 8 y 9).

De los dos materiales ensayados, la silicona de metilo vinilo demostró tener unas propiedades de flexibilidad verdaderamente notables. Sometidas las muestras a tensión constante hasta su límite elástico (rotura), las gráficas no registraron ningún tramo plástico, y la deformación final (temporal en todo caso) fue insignificante. Todos los elastómeros de silicona sometidos a este ensayo soportaron –hasta la rotura– tensiones de más de 4 Mpa (Figura 10). Seguramente esta capacidad es más que suficiente para soportar las cargas provocadas por los movimientos en las maderas antiguas. No obstante, es necesario señalar que aún no se han llevado a

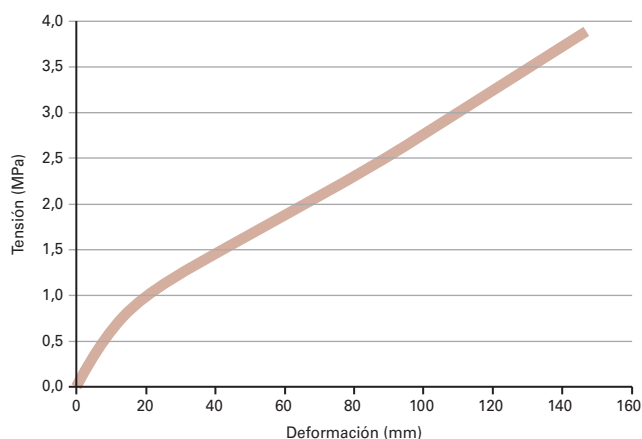


**Izquierda.** Fig. 7. cabo estudios para determinar qué fuerza ejerce la madera de las antiguas pinturas sobre tabla en los elastómeros.  
**Centro.** Fig. 8.  
**Derecha.** Fig. 9.

Por su parte, los polímeros de ADIPRENE mostraron una excelente resistencia a la tracción, mucho mayor que en el caso de las gomas de silicona, pero, al mismo tiempo, las gráficas registraron algunos tramos de plasticidad. Es posible que esta característica no tuviera consecuencias negativas para su uso como elásticos en el sistema de travesaños pero, en cualquier caso, sería necesario conocer a qué rangos de esfuerzo habrían de someterse para el caso de una pintura sobre tabla. También queda pendiente de determinar la dureza idónea para esta clase de polímeros, ya que depende de la fuerza y la velocidad con que se registren los cambios dimensionales en la madera antigua (los elastómeros ensayados tenían una dureza de 70 ° SHORE).

La resina epoxi es un material de adhesividad y resistencia más que probada. Las propiedades de la resina epoxi estaban, antes de los ensayos, netamente validadas por el uso que de esta resina se ha venido haciendo en muy diversos ámbitos de la industria desde hace décadas. No obstante, se decidió evaluar su capacidad para la solicitud específica demandada por la aplicación del sistema elástico a los travesaños originales de las tablas. Para este uso específico era interesante conocer la resistencia de la resina a esfuerzos de cizallamiento, ya que la unión de los dos travesaños, nuevo y original, sólo puede verse comprometida ante los pequeños esfuerzos de flexotracción que ejerce sobre el conjunto de ambos el movimiento de curvatura de la madera. Esta clase de esfuerzos podrían comprometer la unión adhesiva de la resina en contacto con las paredes del travesaño nuevo al traducirse sobre ella en una fuerza cortante.

Fig. 10. Tracción probeta A3.



Para llevar a cabo el ensayo se prepararon probetas de dos clases distintas de madera, pino y roble, por determinar si la especie botánica desempeñaba algún papel en la adhesividad y resistencia de la resina. También se repitió el ensayo en maderas impregnadas con un consolidante (Paraloid B72) ya que habitualmente se hace necesaria la consolidación del travesaño viejo. Los resultados del ensayo pusieron de manifiesto la enorme adhesividad y resistencia a cortante de la resina ya que todas las muestras, sometidas a carga hasta la rotura, se partieron antes de que el adhesivo



Izquierda. Fig. 11.



Derecha. Fig. 12.

podiera verse afectado (Figuras 11 y 12). Como era previsible, las muestras de roble soportaron presiones mayores que el pino, pero también en ellas se alcanzó el punto de rotura sin que la resina epoxi se viera comprometida. La aplicación de consolidante acrílico a la madera no arrojó resultados significativos en cada uno de los dos tipos de madera utilizada.

### Eliminación de los clavos originales

Existen diversas razones por las que es aconsejable la retirada de los travesaños originales. Uno de los motivos que obligan a sustituir los travesaños es el efecto negativo de los clavos sobre la pintura. En muchas ocasiones los procesos de oxidación del metal provocan graves levantamientos de las capas de preparación y pintura llegando incluso al desprendimiento de las áreas cubiertas por los clavos (Figura 13). Por este motivo, una de las tareas involucradas en la metodología de sustitución de los travesaños es la estabilización y corrección de las deformaciones producidas por estos elementos.

La naturaleza y el comportamiento de los soportes en pinturas, ya sean estas lienzos, tablas o pinturas murales, es uno de los principales y más graves factores de alteración de este tipo de obras. La delgadez de las capas de pintura hace que la degradación de los soportes tenga consecuencias tan negativas como directas sobre ella. Fundamentalmente la alteración de los soportes se debe a su propia naturaleza, tanto desde el punto de vista del material, como en lo concerniente al tipo de construcción de los paneles.

Aunque la madera es un material poco apropiado para ser usado como soporte de pintura, lo cierto es que el conocimiento experto y los cuidados en el proceso de cura y corte pueden contrarrestar los efectos negativos provocados por su tendencia a reaccionar ante los cambios de humedad ambientales. Prueba de esto son las tablas del norte de Europa, elaboradas bajo largos y estrictos procesos de tratamiento de la madera, que presentan pocas alteraciones como consecuencia de la higroscopicidad del material.

En el área mediterránea, y particularmente en España, la fabricación de paneles de madera para pintar solía hacerse con escasos cuidados en lo que atañe a la preparación de la madera y a las téc-

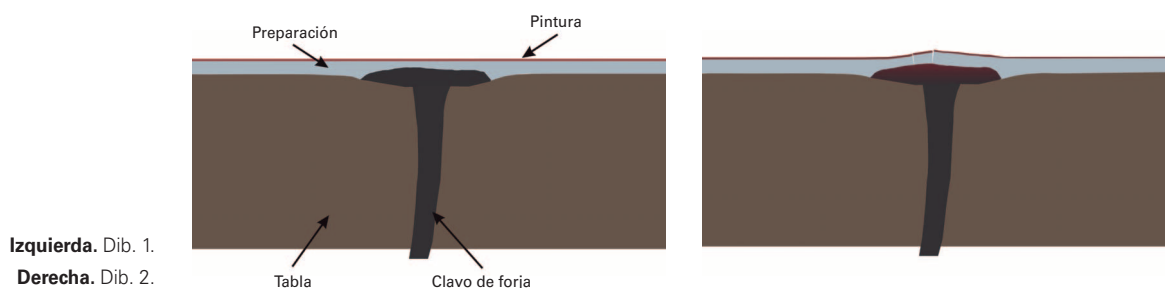
Fig. 13.

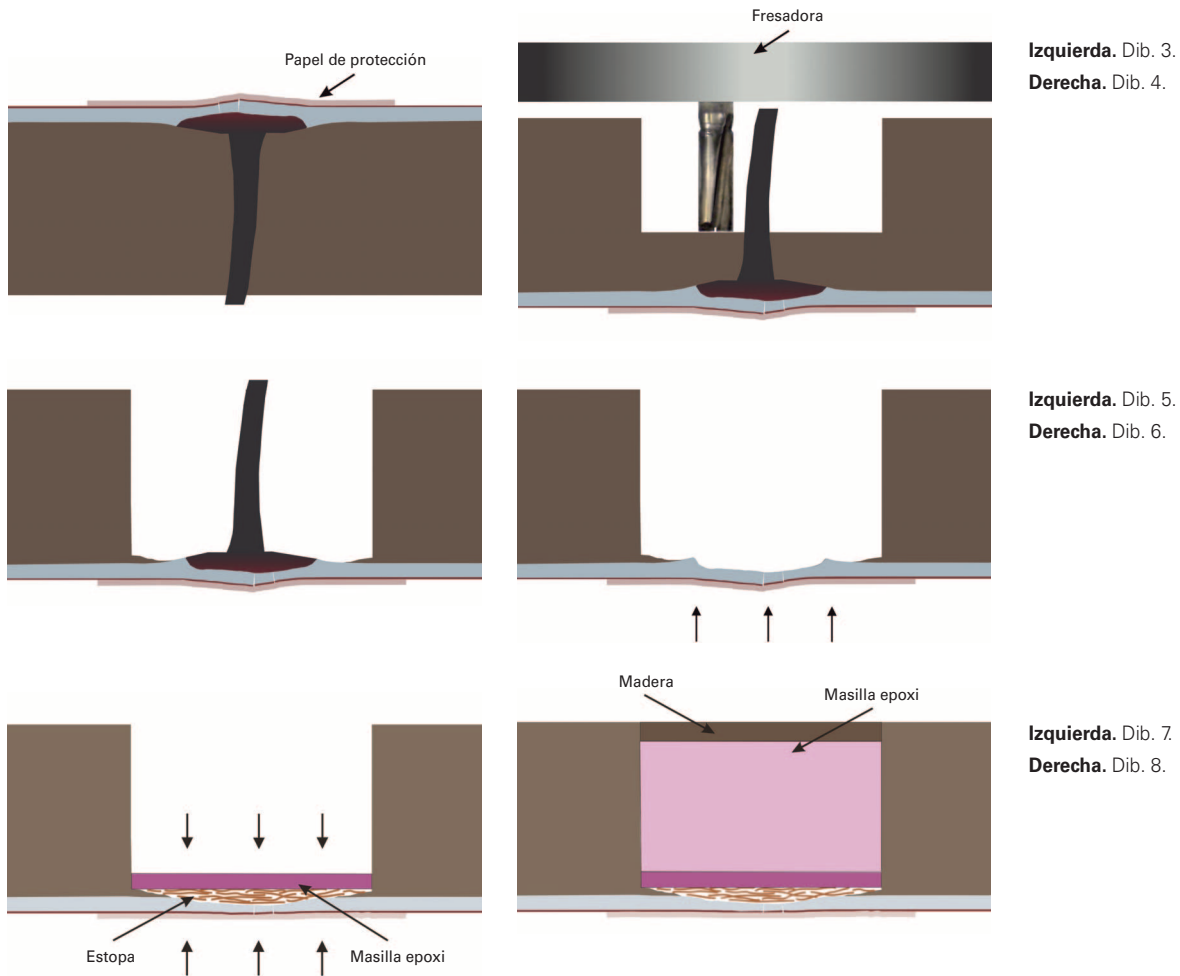


nicas constructivas de los carpinteros. El modelo más generalizado consiste en varias tablas de corte tangencial unidas por una de las caras por medio de dos o más travesaños de madera de pino clavados con clavos de forja. Con el fin de conseguir una superficie lisa sobre la que aplicar la base de preparación, los clavos se hundían a golpes de martillo en la madera, incluso se doblaban los bordes de las cabezas para hacer una sujeción más firme. Como consecuencia de esto, en esas zonas se acumulaba una mayor cantidad de estuco a la hora de preparar la superficie.

Con el paso del tiempo la cabeza de los clavos aumenta ligeramente de tamaño por efecto de la oxidación del metal (esta comienza desde el mismo momento de la aplicación del estuco de yeso muerto y cola). Los dibujos 1 y 2 muestran una sección del área ocupada por los clavos y los levantamientos a causa de la oxidación. La metodología de intervención en estos casos, aunque delicada, no implica mucha dificultad ni supone graves riesgos para la pintura. En los dibujos 3 a 8 se detallan esquemáticamente los distintos pasos a seguir. El proceso de eliminación de los clavos y la corrección de las deformaciones de la pintura se desarrolla del siguiente modo:

1. Protección de las zonas afectadas con papel japonés y cola animal antes de la separación de los travesaños. Las áreas protegidas deben ser lo suficientemente amplias como para facilitar la corrección de las deformaciones y mantener segura la pintura (Figura 14).





2. Una vez retirado el travesaño (cortando los clavos por debajo de él) se cajea superficialmente la zona de madera que ha de eliminarse para poder extraer el clavo. Esta caja de forma regular permitirá después cerrar el hueco con una pieza de madera. La eliminación de la madera alrededor del clavo se realiza con una fresadora eléctrica con control de profundidad. Con esta máquina se evitan las vibraciones que provocaría el uso de herramientas manuales (Figuras 15 y 16).







Fig. 16



Fig. 17

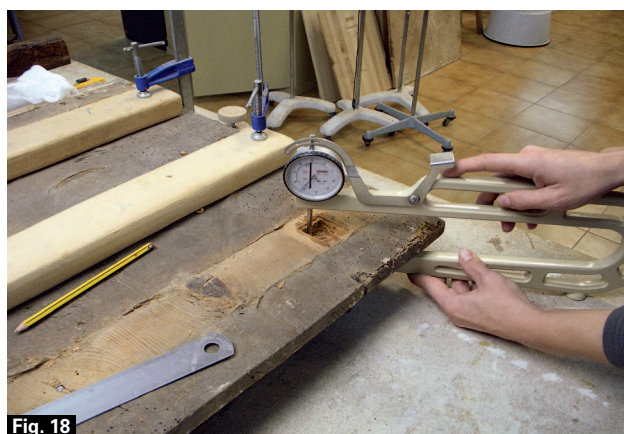


Fig. 18



Fig. 19

3. Naturalmente es necesario que en todo momento la tabla tenga un apoyo firme, especialmente cuando se alcanzan las últimas capas de madera y la base de preparación. Para esto puede calzarse la tabla o utilizar apoyos de presión progresiva colocados bajo la zona donde trabaja la fresadora (Figura 17).
4. Es conveniente el empleo de un espesímetro para calcular sin riesgo la profundidad de frezado en las últimas etapas del trabajo (Figura 18).
5. A medida que se elimina la madera alrededor del clavo, este se va soltando por sí solo hasta que finalmente es posible retirarlo sin el menor esfuerzo. En ese momento queda a la vista la base de preparación y puede intervenir sobre ella para corregir sus deformaciones (Figura 19).
6. En esta tarea es necesario utilizar humedad para ablandar el estuco de yeso y cola. Dependiendo del grado de deformación y de las características particulares de la obra puede mojarse el reverso de la pintura con un pincel suave o bien utilizar una pasta de pulpa de papel y arcilla (sepiolita) capaz de proporcionar la humedad necesaria de manera controlada, y sin riesgo de que se separe el papel japonés de protección (Figura 20).
7. Una vez nivelada la superficie de la pintura es necesario fortalecer la zona para mantener estable la pintura antes de rellenar completamente el hueco. La adhesión de una delgada capa de estopa proporciona la rigidez suficiente, al tiempo que permite la eventual corrección de deformaciones si fuese necesario (Figura 21).



Fig. 20



Fig. 21



Fig. 22



Fig. 23

8. Una vez asegurada la pintura puede rellenarse el espacio vaciado por la fresadora. No obstante, la delgadez de las zonas tratadas las hace lo bastante inestables como para llevar a cabo este proceso de manera más pausada. Por este motivo optamos por hacer un primer relleno de pocos milímetros de espesor a base de resina epoxi ligera. Para mantener nivelada la zona tratada se aplica una presión suave hasta el curado de la resina. Una lámina de espuma de Neopreno junto con una pieza de madera se ocupan de repartir adecuadamente la presión por todo el área. Por supuesto, es necesario aislar la resina con plástico desmoldeante. Una vez que la epoxi ha endurecido ya es posible rellenar el resto del hueco con la misma resina y cerrar la superficie con una tapa de madera (Figuras 22, 23 y 24).

## Nota

La realización de los ensayos fue posible gracias a la colaboración del Dr. Arquitecto D. Alberto Sepulcre Aguilar, profesor del Departamento de Construcciones Arquitectónicas y su Control, de la Universidad Politécnica de Madrid. Se utilizaron los equipos del Laboratorio de Materiales de Construcción de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, UPM.



## Bibliografía

SEPULCRE AGUILAR, A. y BARBERO ENCINAS, J. C.; (2003): «Empleo de la madera laminada para la elaboración de travesaños de refuerzo ajustados a la deformación de las pinturas sobre tabla». *Pátina*, (12). 5-10.

BARBERO ENCINAS, J. C. «Nuevo sistema de travesaños móviles para la consolidación de soportes en pinturas sobre tabla». En Fundación Santa María la Real (Ed.), *Actas del II Seminario sobre Restauración de Bienes Culturales. Aportaciones teóricas y experimentales en problemas de conservación* (103-131); Aguilar de Campoo, Palencia.