



Proceso de conservación y restauración de madera empapada en agua: Fragmento del pecio de "Escombreras I"

Se describe el procedimiento de secado y consolidación de un fragmento de madera empapada procedente de un pecio romano mediante la sustitución del agua por alcohol, éter y resinas, que se realizó en el taller de Prácticas de Conservación y Restauración de tercer curso de la especialidad de Arqueología de la ESCRBCB durante el año académico 2001-2002.

Lola Frutos Flores. Diplomada en Conservación y Restauración de Arqueología por la ESCRBCB. lola_frutos@yahoo.es

"Madera húmeda" es la expresión que se utiliza para definir la madera que se conserva bajo la superficie de un suelo saturado de agua o directamente bajo el agua, como sucede con la madera de algunos restos arqueológicos, restos de navíos, estacas de palafitos, etc. Se trata de un material orgánico que no es común encontrar en los yacimientos arqueológicos, ya que tiende a descomponerse y desaparecer. Sin embargo, ciertas condiciones especiales, como es la falta de oxígeno y los ambientes húmedos, pueden lograr mantener este tipo de objetos, los cuales no conservan sus componentes químicos (celulosa y hemicelulosa) pero sí mantienen su forma gracias a su tercer componente mayoritario, la lignina. La madera saturada de agua también puede sufrir muchos ataques, tanto biológicos (es atacada fácilmente por microorganismos heterótrofos y, en el caso de objetos sumergidos en el mar, ríos y lagos, por otros organismos), físicos (presiones de tierras, erosión por corrientes de agua, oleaje, etc.) y químicos (pH y sales minerales).

A pesar de estas alteraciones, podemos decir que los yacimientos subacuáticos (lacustres, fluviales o marinos) son los que mejor permiten la conservación del material orgánico, y en particular de la madera. Aparentemente, los objetos parecen presentar una buena conservación, pero en verdad son sumamente débiles. Las características generales que presenta la madera saturada de agua son: color oscuro, consistencia blanda y esponjosa, pérdida de peso específico, pérdida de resistencia mecánica, descomposición de sus paredes celulares, lo que las hace más porosas y permeables, y pérdida de la mayoría de sus componentes principales, ya que la celulosa se disuelve y sólo mantiene la forma porque ésta ha sido sustituida por agua. Esta pérdida de componentes provoca que las piezas sean sumamente frágiles, y este estado es de vital importancia para la conservación y restauración de las maderas empapadas en agua, pues un secado incontrolado puede hacernos perder el objeto. Por ello, los tratamientos de conservación van dirigidos principalmente a la sustitución del agua que ocupa los espacios vacíos de la madera por otras sustancias solubles en ésta o en otro disolvente, que permitan mantener su forma.

TRATAMIENTO DE CONSERVACIÓN

El fragmento de madera forma parte del pecio de "Escombreras I", yacimiento situado en la Isla de Escombreras, perteneciente al término municipal de Cartagena (Murcia). En la zona de excavación se han descubierto cuatro naufragios. A falta de una conclusión definitiva por parte de los arqueólogos, se sabe que su sistema de construcción era a casco. Se conservan algunas tracas unidas mediante el sistema de mortaja, lengüeta y pasador, así como clavos de bronce de sección cuadrada y cabeza aplanada, de 5 a 10 cm. "Escombreras I" representa un barco de mediano tamaño (de 500 a 800 ánforas), que puede datarse a mediados del siglo II a.C.

El fragmento de pecio romano a conservar está compuesto de tres elementos: tablón, lengüeta y pasador. Sus medidas principales son las siguientes: 16,6 cm de ancho máximo y 8,5 cm de alto máximo en cuanto al tablón; la lengüeta mide 5,5 cm de ancho y el pasador 1,2 cm de diámetro. Presentaba buen estado de conservación en general, encontrándose empapado de agua y con restos de arena adheridos y suciedad superficial (Fotografía 1). También, en una de sus caras se observaba una capa

blanquecina y rugosa que parecían ser concreciones calcáreas (Fotografías 2 y 3).

La propuesta de intervención se basó en los siguientes apartados:

1. Control y eliminación de sales solubles.
2. Limpieza mecánica.
3. Limpieza química y posterior neutralización.
4. Identificación de madera y determinación de especie: Observación microscópica por comparación con muestras no alteradas.
5. Sistema de secado controlado: Ensayo preliminar con muestras.
6. Capas de protección.
7. Condiciones indispensables para su conservación.

BREVE DESARROLLO DE LAS INTERVENCIONES

En primer lugar se realizó un control de sales solubles con ayuda del conductímetro. Los resultados (8 mS) obligaron a realizar una desalación hasta rebajar los niveles de sales solubles a una concentración de 50 mS. Una vez finalizada esta primera fase, se procedió a la eliminación de las capas de superficie ajenas al objeto. La limpieza de suciedad superficial y arenas adheridas a la pieza se realizó por medios mecánicos, ayudándonos con cepillos suaves. En cuanto a la capa blanquecina, más endurecida, se procedió a una toma de muestras para conocer su naturaleza. Se aplicó sobre ella ácido clorhídrico al 5% en agua destilada, provocando una fuerte efervescencia, lo que llevó a identificar la costra como concreciones calcáreas. Se eliminó con una combinación de medios mecánicos y químicos de forma puntual.

Una vez eliminados todos los agentes externos a la naturaleza del objeto se procedió a la identificación de madera y determinación de especie. Debimos recurrir a la microscopía ya que, por estar empapadas en agua durante largo tiempo y por tanto muy alteradas, era imposible reconocer la especie a la que pertenecían por sus características macroscópicas. Se trata de observar en el microscopio la posición y orientación de las células, volumen de los poros y contenido de agua, lo que se consigue poniendo en relación la muestra con una madera sana de igual especie. De esta manera también se puede conocer el estado de degradación en la que se encuentra la madera arqueológica. El resultado nos confirmó que la parte analizada —sólo la traca del forro— respondía a la familia de las coníferas. Este proceso es fundamental pues, dependiendo de la clasificación de la madera, es más aconsejable el uso de uno u otro tratamiento.

El siguiente proceso, y el más importante, es la desecación controlada. Se trata básicamente de la eliminación del agua que empapa la madera y su sustitución por otros productos sintéticos hasta devolverle su estado natural, evitando el secado brusco que puede distorsionar, agrietar y llegar a desintegrar la madera. Este proceso de conservación sigue los siguientes criterios: estabilización del tamaño y la forma, durabilidad del material aplicado, reversibilidad del proceso, intervención mínima y cuidada apariencia superficial o aspecto estético.

Para la conservación de la madera del pecio de "Escombreras I" se decidió aplicar el método conocido como "alcohol-éter-resina", que consiste en sustituir el agua por distintos disolventes sucesivamente, a los que se añade finalmente una resina que rellena el interior y refuerza la estructura de la madera. Este procedimiento tiene la ventaja de utilizar disolventes que disminuyen la tensión superficial sobre la madera al evaporarse y provocan una desecación controlada por medio de una serie de baños en los que, aumentando la concentración paulatinamente, el alcohol sustituye al agua y finalmente es sustituido por éter.

La impregnación con una cera o resina usando un disolvente no acuoso es una de las técnicas más antiguas usadas para la conservación de la madera empapada. En la documentación más reciente de este método, desarrollada a partir de los trabajos de B. Christensen en Dinamarca, se sigue el siguiente proceso: en primer lugar se blanquea la madera dentro de una solución de 4 ml de amoníaco concentrado y 4 ml de agua oxigenada al 30% en un litro de agua, con la posterior neutralización. Después se deshidrata con etanol, cambiándose, cuando el proceso se ha completado, por éter dietílico. Una vez terminado el cambio de disolvente, se coloca la



madera dentro de una solución de 250 gr de resina *dammar*, 100 gr de colofonia amarilla, 50 gr de aceite de castor (aceite de ricino) y 50 gr de *English oil varnish* en un litro de éter (GRATTAN y CLARKE, 1987, p.186-187). La impregnación dura cuatro semanas, aunque puede acelerarse con la aplicación de vacío.

Como la variedad de resinas y disolventes es muy amplia, admitiendo todo tipo de variaciones sobre el método, se decidió hacer un estudio preliminar con muestras para probar distintas formas del tratamiento y así obtener datos experimentales para decidir qué método era mejor para nuestra pieza. Sobre las muestras, se realizaron ensayos empleando dos tipos de resina (*dammar* y colofonia) para poder ver su reacción con un determinado número de disolventes (cuáles reducen al máximo la tensión superficial en la madera, su reacción con las resinas, índice de solubilidad, etc.), combinando a su vez los métodos y mecanismos de aplicación. Con este ejercicio se intentó asegurar un óptimo resultado en la pieza que queremos conservar.

Para ello, se seleccionaron nueve muestras procedentes de La Draga, yacimiento lacustre situado en Banyoles (Pla de l'Estany).¹ Si bien son maderas de una cronología y un medio subacuático de procedencia muy diferentes, el hecho de que se trate de maderas saturadas de agua hace que estos ensayos puedan ser tomados como referente. El procedimiento seguido para realizar dicho ejercicio constó de las siguientes fases: selección de muestras, cortado y pulido, fotografía, dibujo y toma de medidas, selección y aplicación del tratamiento y conclusiones. Las combinaciones elegidas fueron las siguientes:

MUESTRA	DESHIDRATACIÓN	TRATAMIENTO
1	Metanol / Acetona	Éter Dietílico + Dammar + Colofonia + Aceite de Ricino
2	Metanol / Acetona	Éter de Petróleo + Colofonia + Aceite de Ricino
3	Metanol / Acetona	Éter de Petróleo + Dammar + Aceite de Ricino
4	Metanol / Acetona	Éter de Petróleo + Dammar + Colofonia
5	Metanol	Acetona + Colofonia
6	Metanol	Acetona + Dammar
7	Metanol	Acetona + Dammar + Colofonia
8	Metanol / Acetona	Éter de Petróleo
9	Metanol / Acetona	Éter Dietílico

Todas las muestras se sometieron a un mismo proceso de secado controlado, variando sólo en los disolventes no acuosos que en general fueron metanol y acetona, y en otros casos éter dietílico o éter de petróleo. Para comprobar que el cambio del disolvente era completo se utilizó el tinte Rodamina B, soluble en alcohol e insoluble en éter.

A partir de estos factores se realizaron las mezclas para la inmersión de las muestras, cada una en el tratamiento seleccionado. Todas las soluciones contenían 15 gr de resina en 60 ml de disolvente. En aquellas soluciones en las que se añadió aceite de ricino, se hizo en una cantidad de 3 gr, porcentaje que se corresponde con el método mencionado anteriormente, con el fin de favorecer la solubilidad de las resinas. La aplicación y durabilidad de los tratamientos varió en las muestras, unas se mantuvieron durante una semana en la solución y otras durante veinticuatro horas aplicándoseles el vacío con presión entre -20 cm Hg y -60 cm Hg.

Concluyendo, podemos decir que el éter de petróleo y el dietílico más las resinas resultaron ser el tratamiento más efectivo; además, al secar tendían a reducir la intensidad del color, ofreciendo tonos más acordes con las maderas sanas. En cuanto a la solubilidad de las resinas, el uso del aceite de ricino facilitaba el proceso. De todas maneras, los éteres, y sobre todo el dietílico, son por sí mismos suficientemente válidos.

En vista de los anteriores resultados, se seleccionó para tratar la madera de "Escombreras I" el siguiente método:

- 250 gr de resina *dammar*.
- 100 gr de colofonia.
- 50 gr de aceite de ricino.
- 1.000 ml de éter dietílico.

La madera estuvo sumergida durante tres semanas, y transcurrido dicho tiempo se procedió al secado final al vacío. Tras setenta y dos horas se consideró que el secado había concluido y se extrajo la pieza de la cámara de vacío.

El resultado del tratamiento ha sido bastante satisfactorio, pues aunque la pieza sufrió una pequeña merma en su volumen, ha mantenido la forma perfectamente. Además ha recuperado el color original, más claro que el que tenía al inicio del tratamiento, lo que la dota de un aspecto más real (Fotografías 4 y 5).

Como última intervención se aplicó sobre la madera una capa de protección para asegurar su conservación frente a los agentes externos. Se aplicaron tres capas de Paraloid® B72 al 3% en acetona con un pincel, y posteriormente una capa de cera microcristalina, frotando la superficie con un paño limpio.

Finalmente, se guardó el objeto en una caja acorde a sus dimensiones, protegido con una plancha de espuma de polietileno Ethafoam®, que se recortó adaptándola a la forma del fragmento para evitar movimientos en el interior. El conjunto quedó protegido con plástico de burbujas.

Por último, hay que recordar que el objeto debe mantenerse en unas condiciones determinadas indispensables para su conservación, como son:

- Temperatura no superior a 25° C, evitando en todo momento las fluctuaciones.
- Humedad relativa ideal entre 50-55%, permitiéndose las mínimas variaciones.
- No exponer a la luz del sol ni a fuentes luminosas que provoquen calor.

FOTOGRAFÍAS

1. Visión frontal del fragmento de madera antes de la intervención (Fotografía: ESCRBCB).
2. Visión lateral del fragmento de madera antes de la intervención (Fotografía: ESCRBCB).
3. Reverso del fragmento de madera antes de la intervención (Fotografía: ESCRBCB).
4. Visión frontal del fragmento de madera después de la intervención (Fotografía: ESCRBCB).
5. Visión lateral del fragmento de madera después de la intervención (Fotografía: ESCRBCB).

NOTA

¹ Para más información sobre este yacimiento, véase JÚLIA CHINCHILLA SÁNCHEZ, «El poblado neolítico de la Draga: la conservación de materiales arqueológicos en un medio lacustre», *Unicum* (Barcelona), 2 (2003), p. 16-23.