

Restauración y arqueología

SUBMARINA

Raúl Amitrano Bruno



La arqueología submarina ha experimentado en los últimos años un gran desarrollo y expansión en todo el mundo, incluido nuestro país. Esto ha traído aparejados una serie de problemas de conservación y restauración del material que se extrae, cuyas peculiares características hacen que se vea como necesidad urgente la aparición en escena de un nuevo especialista: aquél que se dedique al mantenimiento de las condiciones idóneas hasta que los objetos lleguen al laboratorio de conservación y restauración y sean sometidos a los tratamientos pertinentes.



Cabeza de bronce, presentando fuerte corrosión.

Este escrito, por lo tanto, no abundará en aquellos tratamientos de laboratorio destinados a “reintegrar” el objeto en un medio ambiente (aire) del que estuvo alejado durante mucho tiempo. Por lo contrario, nos limitaremos a exponer, de manera simple y fácil de llevar a la práctica, todas aquellas operaciones preventivas que deben realizarse en el momento en que la pieza es ex-

traída del lecho submarino, tendentes a evitar los bruscos cambios de ecosistema que son con frecuencia los causantes de los mayores daños. Nos parece fundamental, en todos los casos, que aquellas personas íntimamente relacionadas con la arqueología submarina, entiendan este problema y tomen las debidas precauciones para superar el crítico paso del objeto desde las profundidades del mar hasta el laboratorio de restauración.

Problemas éticos

Es ya conocida la frase “excavación sin conservación es vandalismo”. Muchos de los objetos que podemos encontrar en una excavación subacuática presentan, aparentemente, un excelente estado de conservación. Sin embargo, como ya hemos dicho, se trata de un estado latente e inestable que puede degenerar en una destrucción total e irreversible del objeto si no tratamos de prolongar, durante cierto tiempo y fuera del agua, las condiciones que lo rodearon mientras permaneció inmerso en ella. Por lo tanto, a la hora de decidir o no la extracción de un hallazgo, debemos plantearnos una serie de cuestiones éticas. Si bien algunos pequeños objetos (como los vidrios, cerámica y algunos metales) pueden ser extraídos sin demasiados problemas y ser conservados si contamos con una mínima infraestructura capaz de brindarles los “primeros auxilios”; otras piezas de gran tamaño no deben moverse si no contamos con todas las garantías de que podremos conservarlas sin peligro para su integridad. Por lo tanto, la extracción o no de un hallazgo debe estar condicionada a un análisis previo que nos permita clarificar los siguientes puntos:

- En primer lugar asegurarnos de que contamos con los medios suficientes para poder almacenar los hallazgos y mantenerlos en buenas condiciones hasta que comience el tratamiento de conservación. Este tiempo de almacenaje puede ser variable, desde unas pocas horas hasta, en algunos casos, meses enteros.
- En segundo lugar, debemos tener concertado de antemano un trato con un laboratorio que esté dispuesto a llevar adelante los tratamientos pertinentes.
- Asimismo, nos plantearemos la posibilidad de extraer un solo objeto representativo de cada serie y dejar el resto “in situ”. Recordemos que grandes volúmenes de material extraído crean grandes problemas

de almacenaje y mantenimiento.

- Por otra parte debemos tener en cuenta que algunos materiales se deterioran con más facilidad que otros. Esto puede servir de gran ayuda a la hora de la selección, y por ende, de la conservación y el mantenimiento. Es conveniente, por lo tanto, contar dentro del equipo con una persona experta en la identificación de materiales, aún cuando estos se hallen cubiertos de concreciones y productos de corrosión.

- Debemos contar también, de manera imprescindible, con un especialista a cargo del cual esté todo aquello relacionado con embalaje, mantenimiento y transporte. Será el encargado de tener a punto las soluciones y baños de preservación, manipular los productos químicos y material de embalaje necesarios, así como supervisar el transporte y manipulación de los objetos.

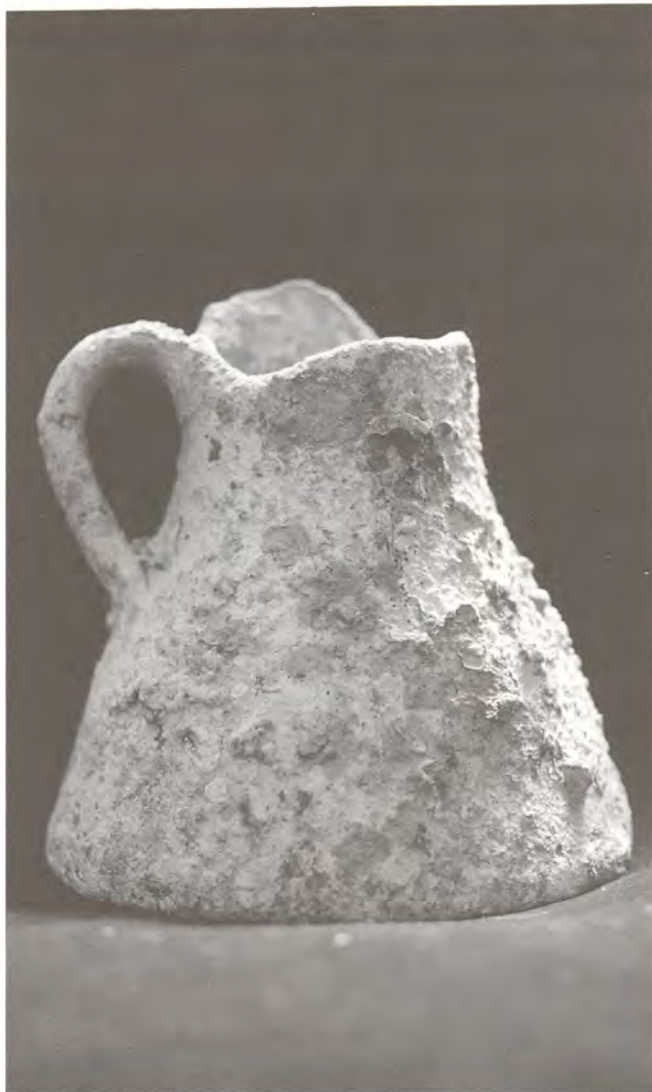
En resumen, una vez sopesados las ventajas e inconvenientes, si llegamos a la conclusión de que no podemos garantizar adecuadamente el buen mantenimiento de un objeto ya fuera del agua, lo más aconsejable es que, una vez ampliamente documentado el hallazgo, pospongamos su extracción hasta contar con los medios adecuados.

Deterioro de los materiales sumergidos

En general, podemos decir que el estado de conservación en que podemos hallar los objetos sumergidos es variable, y depende no sólo de las condiciones ambientales que lo rodean sino también de las características intrínsecas de cada material. Con respecto a lo primero, el entorno puede estar formado por agua salada o dulce, y la "cama" sobre la que el objeto descansa, podrá ser arenosa, cenagosa, coralina, etc. Por otra parte es fundamental la protección que el entorno pueda brindarle: así, un objeto expuesto a las corrientes y al efecto abrasivo de la arena, sufrirá mucho más desgaste que aquel otro que se encuentre al abrigo. Asimismo, los objetos que permanecen totalmente enterrados en arena o barro, tendrán mayores posibilidades de sobrevivir, ya que la total ausencia de oxígeno en el medio en que descansan, retrasará todos los problemas de degradación.

En relación a lo segundo (la composición de cada objeto) las posibilidades de deterioro son generalmente las mismas para cada material. Algunos de ellos, como los metales (en especial los menos nobles) sufren problemas de corrosión galvánica. Para que esto se pro-

duzca es necesario que dos metales se hallen en contacto e inmersos en una solución que, como el agua marina, sea capaz de conducir electricidad. En este medio, se produce una pila de corrosión en la cual un metal (el menos noble) asume el papel de ánodo (polo negativo) mientras el otro toma el de cátodo (polo positivo). El metal ánodo, por lo tanto, se corroerá con mayor rapidez que si no estuviera en contacto con el



Cerámica cubierta de concreciones orgánicas.

cátodo, y este último verá frenada su propia corrosión.

Otros materiales inorgánicos, como cerámica, vidrio, piedra, no participan de este tipo de corrosión. Sin embargo, durante su período de inmersión, se saturarán de sales solubles, las cuales, durante un proceso de secado brusco, pueden recristalizar deteriorando el material que las aloja por un aumento de volumen.

Los materiales orgánicos, por su parte, pueden sufrir serios ataques de organismos marinos así como alterarse profundamente desde el punto de vista de su propia estructura.

En general, podemos decir que todos los materiales alcanzan, durante su tiempo de inmersión, una especie de delicado equilibrio con el medio que los rodea. La brusca ruptura de las condiciones de ese medio será lo que produzca los mayores daños. El modo de prevenir en lo posible estas alteraciones y estos pasos repentinos del ecosistema agua al ecosistema atmósfera, será lo que explicaremos a continuación, dividiendo para mayor comodidad los materiales en dos grupos:

- a) Materiales orgánicos
- b) Materiales inorgánicos

y refiriéndonos a cada uno de ellos en particular.

a) Materiales orgánicos: extracción, primeros auxilios y métodos de mantenimiento.

Podemos definir como orgánico todo aquél material que procede de un ser vivo. Los materiales orgánicos tienen Carbono en alta proporción, lo cual los hace adecuados para pruebas de datación tales como la del C 14. Cualquier material que se destine a este tipo de análisis deberá ser mantenido en agua destilada, libre de fungicidas orgánicos o cualquier otro producto químico que pueda alterar el resultado de la prueba.

Los materiales orgánicos que con mayor frecuencia podemos hallar en excavaciones subacuáticas se dividen básicamente en tres grupos:

Madera y otras sustancias que participan de sus características, tales como corcho y otros tipos de corteza.

Otros productos vegetales, tales como textiles, papel, cartón, cuerda, etc.

Productos animales como hueso, marfil, cuerno, asta, lana, cuero, concha, textiles, etc.

Madera:

En medio marino la madera es atacada por organismos que la taladran, así como por ciertas bacterias y hongos, salvo en ausencia de oxígeno. La presencia de sales de cobre también preserva a la madera de estos ataques, ya que los productos de corrosión de este metal resultan tóxicos para muchos microorganismos. En el momento en que un objeto de madera es extraído del mar, puede presentar, aparentemente, un aspecto

sano; sin embargo, una cuidadosa observación nos revelará una estructura blanda y a menudo esponjosa. Por lo general, esto se debe a la destrucción de los componentes celulósicos, los cuales forman la armadura básica de la madera. Esto lleva a que, en el caso de que el objeto se seque tengan lugar importantes contracciones y deformaciones, fenómenos que pueden empezar a manifestarse a los pocos minutos de exposición al aire. Por lo tanto, es fundamental mantener húmeda la madera extraída de las excavaciones subacuáticas.

Pequeños objetos de madera

En primer lugar, podemos proceder a un lavado en agua dulce con la adición de un detergente neutro², los restos del cual serán posteriormente eliminados totalmente mediante sucesivos en agua limpia. Posteriormente, cada pieza puede introducirse por separado en pequeñas bolsas de polietileno perforadas y con el n° de hallazgo claramente visible. Estas bolsas se colocarán a continuación en recipientes mayores, de plástico o algún metal no oxidable que tengan tapadera de ajuste hermético a fin de evitar la evaporación del agua de la solución de mantenimiento que contengan.

En el caso de que se trate de un período de almacenamiento de pocas horas, esta solución podrá estar compuesta simplemente de agua de mar. En caso contrario se recomienda una solución al 2% de ácido bórico -borax³ en agua dulce (es decir, 14 gr de ácido bórico y 6 gr de bórax por litro de agua. Es preferible mezclar los dos productos químicos en seco entre sí antes de diluirlos en el agua).

Grandes objetos de madera

Una vez tomada la decisión de extraerlos debemos tener en cuenta la problemática que plantean sus dimensiones a la hora de almacenarlos. Por otra parte, las grandes piezas, fuera del agua, son incapaces, en muchos casos, de soportar su propio peso, ya que las hemos quitado del elemento que hasta ese momento las sustentaba: el agua. Por lo tanto las precauciones deberán ser tomadas desde el mismo momento de la extracción y las operaciones de embalaje y refuerzo comenzarán bajo el agua.

En primer lugar, conviene envolver totalmente el objeto en algún material muelle que evite la degradación por abrasión de su superficie. Las planchas de goma espuma pueden ser muy útiles a tal efecto. El segundo paso consistirá en procurar a la pieza un soporte rígido de tamaño adecuado sobre el cual descansa su peso de manera equilibrada. Es preciso evitar, para la confección de estos soportes, materiales que se pudran o deformen, teniendo en cuenta también que no conviene aumentar excesivamente el peso del conjunto. A pesar de que en algunos casos no tendremos más opción que recurrir a tabloncillos de madera, las planchas de poliuretano o poliestireno pueden ser ventajosos sustitutos. Llegado el caso, la relativa fragilidad de estos dos últimos materiales puede reforzarse mediante la adición por la parte posterior de un entramado de barras de aluminio.

Una vez instalado sobre este soporte, el objeto podrá ser izado a la superficie y extraído del agua.

El paso siguiente consistirá en saturar el material amortiguador (goma espuma) con la solución de mantenimiento ya especificada para pequeños objetos de madera. Finalmente, para evitar la evaporación y el consiguiente secado del objeto, se envolverá todo él en una capa de polietileno flexible, adaptándolo bien a toda la superficie del conjunto y se acabará con otra capa de polietileno más fuerte, la cual se sellará de la mejor manera posible a fin de que el objeto se mantenga húmedo en una cámara estanca.

Este método es sólo válido para embalajes temporales. Para largos períodos de almacenaje, las piezas deberán permanecer totalmente sumergidas en tanques de materiales y tamaño adecuados que contengan la solución de mantenimiento ya expresada, la cual debe cubrir al objeto de madera en su totalidad. Si éste tiene tendencia a flotar, se lo lastrará convenientemente a fin de que permanezca sumergido.

Estos recipientes se taparán herméticamente a fin de prevenir la evaporación del agua y la caída de polvo u otras materias extrañas en el baño. Como precaución conviene marcar en las paredes interiores del tanque, el nivel que alcanzaba la solución de mantenimiento en el momento de introducir el objeto; cualquier posible evaporación podrá ser así subsanada. Las tapaderas deben ser opacas a fin de evitar los efectos perjudiciales de la luz.

Otros materiales de origen vegetal

No es frecuente que materiales tales como los textiles, cartón, cuerda, papel, etc. lleguen en buen estado

de conservación hasta nosotros, salvo que hayan permanecido rodeados de condiciones muy especiales. Generalmente, al ser extraídos, se deterioran de modo muy rápido, por lo cual su manipulación debe reducirse al mínimo indispensable. No pueden almacenarse durante largos períodos de tiempo y se debe comenzar inmediatamente con sus tratamientos de conservación y restauración.

Debido a su fragilidad, se debe proceder en primer lugar a obtener una buena documentación de estos objetos "in situ", antes de ejercer sobre ellos ningún tipo de manipulación. A la hora de su levantamiento, es aconsejable introducirlos en bandejas o recipientes de plástico fuertes, colocando en el fondo de éstos un lecho de arena sobre el que descansará el objeto; en algunos casos, conviene también cubrirlo de arena totalmente. El recipiente se subirá a la superficie lleno de agua de mar, la cual será inmediatamente reemplazada por una solución de agua dulce sobresaturada de cristales de timol⁴. Todo el conjunto deberá ser sellado dentro de una bolsa de polietileno y preservado totalmente de la luz. Su transporte al laboratorio, insistimos, deberá llevarse a cabo con la mayor urgencia.

Productos de origen animal

Cuero

A menudo se puede hallar en buen estado, conservando incluso parte de su flexibilidad. Sin embargo, durante un secado incontrolado, se volverá quebradizo y encogerá.

Si se encuentra en condiciones de gran fragilidad, se adoptarán las precauciones reseñadas para derivados vegetales. Se almacenará de la misma forma y, si fuese necesario, podrá ser lavado previamente con agua pura y la adición de un detergente neutro.

Hueso, marfil, cuerno, concha, etc.

A pesar de proceder del reino animal, son materiales compuestos en gran proporción por sustancias inorgánicas tales como el carbonato de Calcio. Poseen una estructura rígida y porosa que se satura de sales durante su inmersión en agua marina, las cuales, si cristalizan durante el secado, pueden producir grandes daños. Por otra parte, problemas de contracción y fisuramiento, así como las posibles alteraciones estructurales, deben tenerse en cuenta a la hora de su extracción.

Si fuera necesario, pueden lavarse en agua dulce antes de su almacenamiento. Este se hará sumergiendo totalmente las piezas en soluciones sobresaturadas de cristales de timol y adoptando todas las precauciones ya reseñadas a fin de evitar evaporación, roturas, etc.

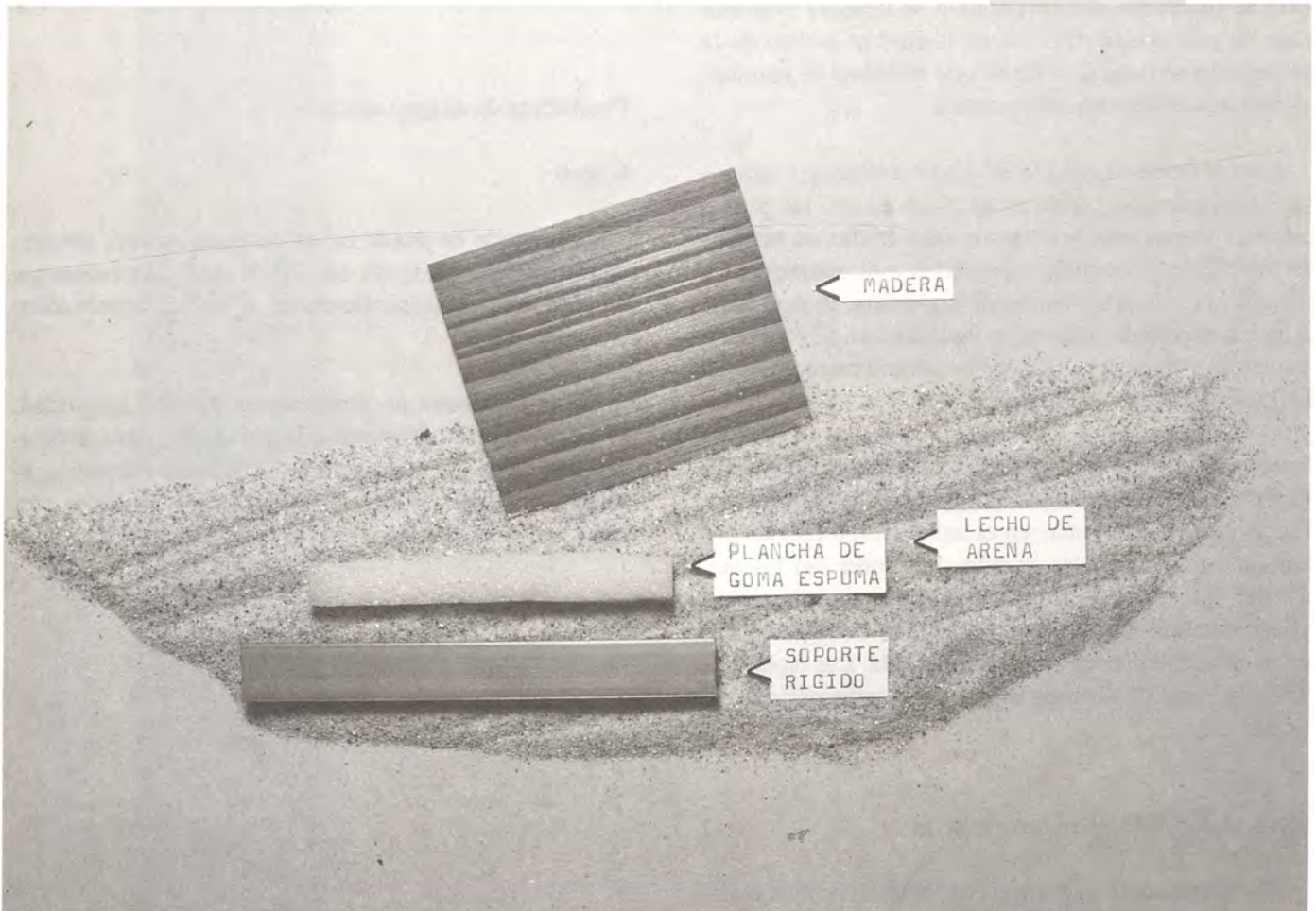
b) *Materiales inorgánicos*: extracción, primeros auxilios y métodos de mantenimiento.

Piedra y cerámica

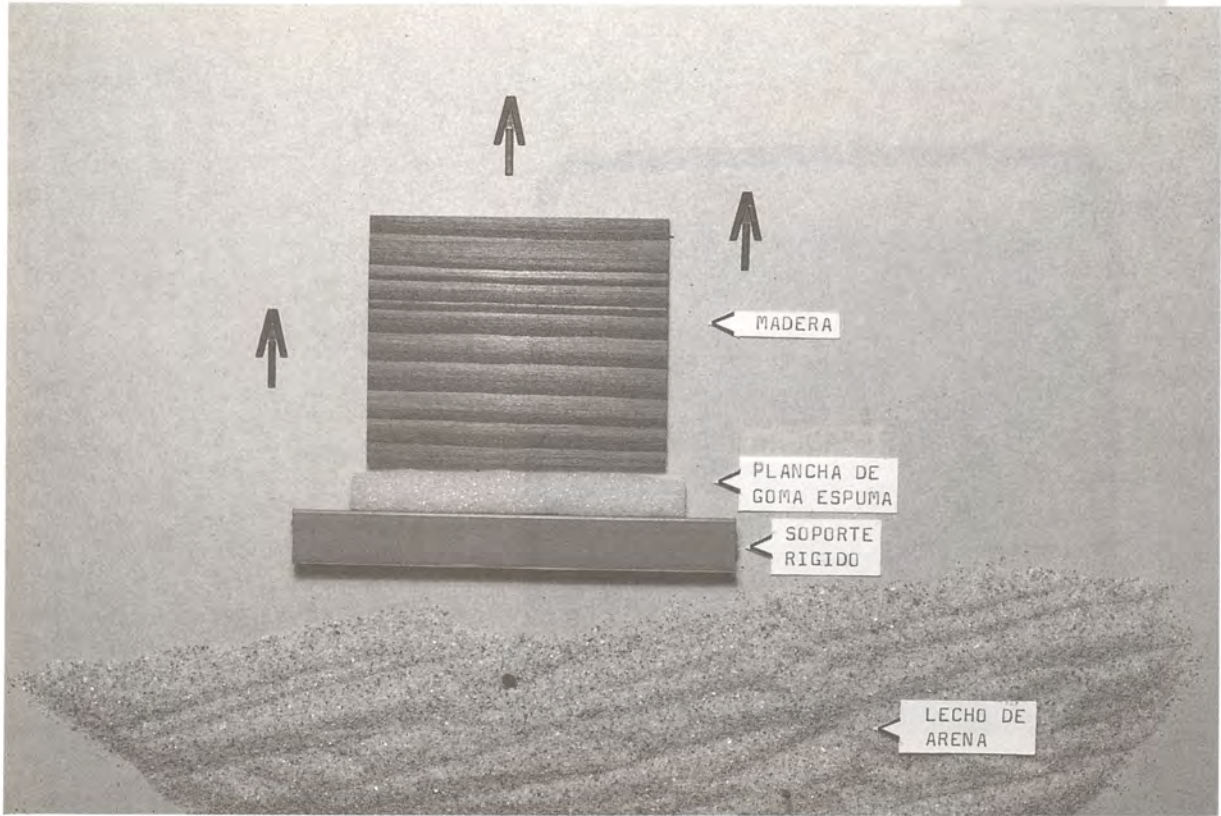
Se trata de materiales relativamente inertes, sin embargo, pueden hallarse cubiertos de incrustaciones de organismos marinos, algunos de los cuales segrean

productos ácidos capaces de atacar materiales calcáreos como algún tipo de piedras. Como ya hemos dicho, estos materiales, además, se saturan de sales solubles durante su período de inmersión, las cuales, al recristalizar durante un secado brusco e incontrolado, pueden producir grandes daños, haciendo que salten capas superficiales o bien produciendo microfisuras internas. Por lo tanto, una de las preocupaciones fundamentales una vez extraídos, será la de mantenerlos húmedos.

Pueden ser lavados con agua dulce y cepillos suaves, teniendo especial cuidado con los bordes de fractura, ya que su desgaste puede afectar a la posterior unión de los fragmentos. Las incrustaciones marinas se eliminarán mientras los objetos estén húmedos, bien mediante medios mecánicos o químicos. Tratándose de operaciones delicadas que pueden dañar al objeto tanto en superficie (caso de las limpiezas mecánicas) como en su estructura interna (caso de las limpiezas ácidas que pueden destruir elementos propios de la pieza), conviene dejar esta tarea reservada al especialista y enviar la pieza al laboratorio con todas sus concreciones. Hasta tanto, deberán mantenerse totalmente inmersas en agua, ya sea dulce o de mar.⁵



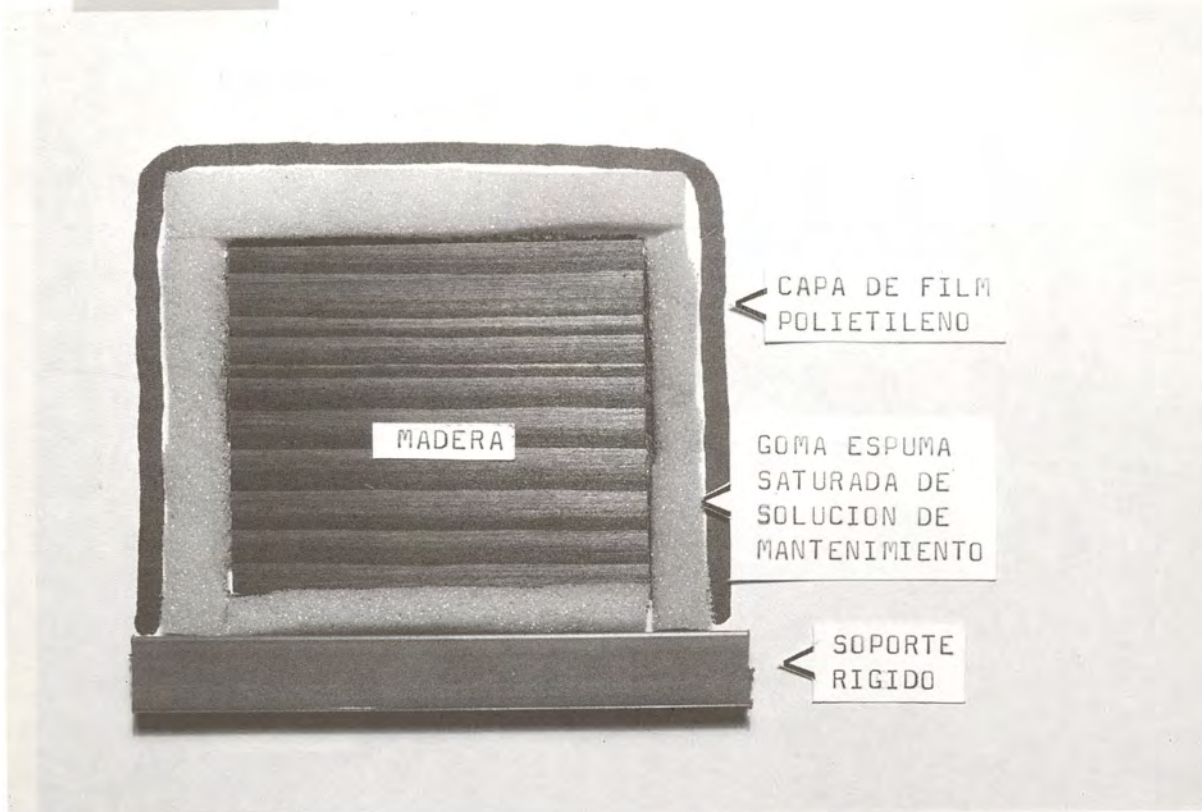
Materiales necesarios para la extracción de grandes estructuras de madera.



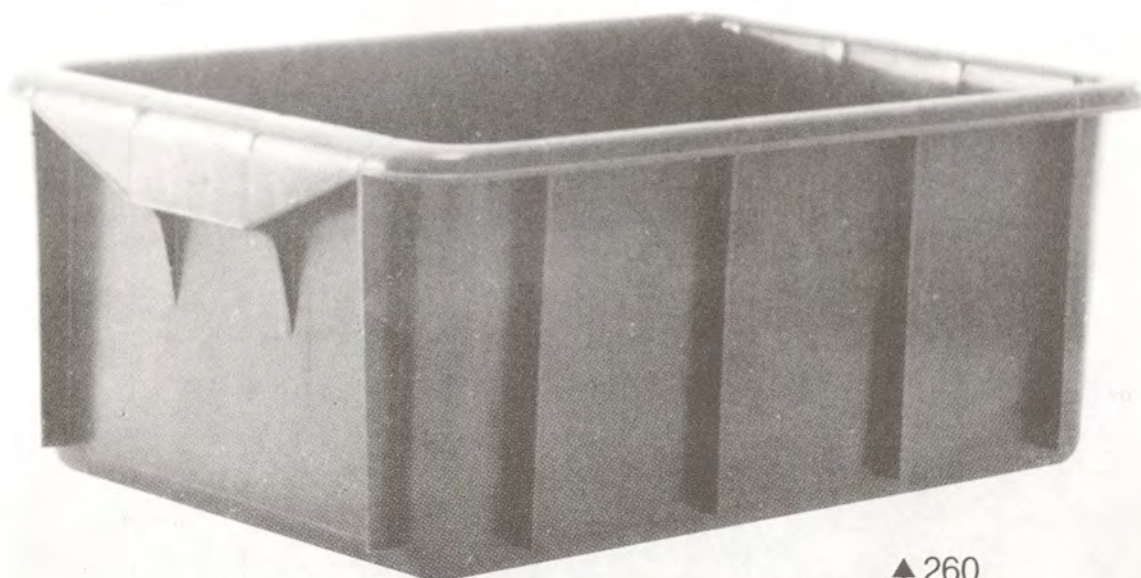
5. Extracción.



6. Extracción.



7. Embalaje, confeccionado en superficie, para mantenimiento del objeto.



TRANSIBOX K-720



Vidrio

Su estado de conservación dependerá de su propia estructura. La liberación o desprendimiento de algunos elementos de la masa vítrea pueden hacer que mientras permanezca húmedo el objeto mantenga sus características de transparencia, mientras que las pierde, opacificando, al secar.

Los vidrios pueden lavarse en agua dulce con la adición de un detergente no iónico. Se mantendrán inmersos en agua dulce (salada si no fuera posible conseguir la primera) hasta su llegada al laboratorio de restauración.

Metales

Plomo y peltre

El plomo sobrevive relativamente bien en medio marino. Sin embargo, debido a su poca dureza, los objetos pueden hallarse muy deformados. Dependiendo de la ductilidad que el material conserve y teniendo en cuenta los problemas de criterios, estos defectos podrán ser o no subsanados.

El peltre también suele hallarse en buen estado de conservación aunque puede presentar erupciones superficiales, en forma de pequeñas ampollas que en ningún caso deben ser removidas.⁶

Luego de un lavado en agua pura y en lo posible hervida, estos metales deben secarse perfectamente.⁷

Durante su almacenaje deben evitarse los recipientes de cartón o madera, ya que el plomo y el peltre son fácilmente atacables por ácidos orgánicos que emanan algunos tipos de pintura, adhesivos o plásticos, así como algunas maderas (especialmente el roble) y cartones. Por lo tanto, deben envolverse en papel libre de emanaciones ácidas y en envases de poliestireno.⁸

Los secados pueden llevarse a cabo en estufa (a temperaturas relativamente bajas) o con la ayuda de algún producto desecante como el gel de sílice. Si estos procesos no pueden llevarse a cabo en el sitio de la excavación, deberán mantenerse inmersos en agua de mar hasta su traslado al laboratorio.⁹

Hierro y concreciones

Las concreciones y productos de corrosión que se forman sobre los objetos de hierro durante su inmersión, no son estables cuando se exponen a la atmósfera. En este medio, comienzan a formarse nuevos productos cuyas consecuencias son la aparición de fisuras en superficie, escamaciones y ampollas. Este proceso puede tener lugar en pocos días, por lo cual se aconseja mantener las piezas sumergidas en soluciones inhibitorias.

Si los objetos se nos presentan totalmente cubiertos de concreciones marinas, se aconseja no removerlas ya que ayudan a retrasar reacciones de corrosión secundarias.

La solución de mantenimiento indicada para objetos de hierro y concreciones se compone de 5% de carbonato de sodio en agua de mar o dulce (es decir, 50 gr del producto por litro de agua) o bien de 2% de hidróxido de sodio en agua de mar o dulce (20 gr del producto indicado por litro de agua).¹⁰

Las concreciones amorfas que suelen encontrarse a menudo en yacimientos arqueológicos submarinos, deben ser almacenadas de la misma manera y, en lo posible, examinadas con rayos X.

Se tendrá en cuenta, para los objetos de hierro y las concreciones, todo lo antedicho en cuanto a hermetismo de los envases, preservación del polvo y la luz, etc.

Con respecto a los grandes objetos de hierro, tales como anclas, cañones, etc., deberán envolverse, una vez extraídos, en materiales empapados de la solución inhibitoria (bolsas de arpillera, planchas de goma espuma, etc.) y proceder como con los grandes objetos de madera, teniendo en cuenta que se trata de una solución temporal.

Cobre, bronce y latón

En medio marino, el cobre y sus aleaciones forman gran variedad de productos de corrosión, sin embargo, es frecuente encontrar objetos en buen estado de conservación. No obstante, este estado puede alterarse rápidamente al ser objeto expuesto al aire, dando lugar a una desestabilización que generalmente se traduce en la aparición de focos de cloruro de cobre, de un verde característico y de acción degradante muy activa.

Se aconseja como medida preventiva general no remover las concreciones superficiales, especialmente en los casos en que se sospeche que el objeto tiene en superficie un baño de otro metal, como por ejemplo plata.

Para períodos cortos de almacenaje, bastará con mantener el objeto inmerso en agua dulce, o bien de mar si no se dispusiera de la primera. Sin embargo, para tiempos de mantenimiento más largos, deberá prepararse una solución de Benzotriazol al 1% en agua destilada.¹¹

Para objetos de gran tamaño, se procederá como ya se ha indicado, utilizando esta vez la solución correspondiente. Luego de permanecer algunas semanas en esta solución, se puede intentar un secado de los objetos; sin embargo, si se notara la aparición de nuevos focos de cloruros, deberán ser devueltos inmediatamente al baño de preservación. Los objetos ya secos deberán ser mantenidos en recipientes herméticos que contengan un producto desecante como el gel de sílice.

Oro

El oro puro, sin ningún tipo de aleación, no sufre alteraciones y se encuentra en excelente estado de conservación. Sin embargo, en aleación con cobre, presentará productos de corrosión propios de este metal.

En general, los objetos de oro podrán ser lavados en agua dulce y sometidos a un buen secado. En caso de que los productos de corrosión del cobre sean muy inestables, se procederá según se ha indicado cuando se habló de ese metal.

Plata

Se puede hallar formando objetos enteros o bien como baño sobre algún otro metal, lo cual incidirá directamente en su estado de conservación y en las diferentes concreciones y productos de corrosión que podamos hallar en su superficie.

Puede lavarse en agua dulce y secada, manteniéndola en una atmósfera de baja HR. En caso de que se hallara como baño sobre otro metal, nos abstendremos totalmente de remover las concreciones y procederemos según el metal de base de que se trate.

Estaño

No es frecuente encontrar objetos compuestos totalmente por este metal, ya que como la plata, suele hallarse en forma de baño sobre otros metales, principalmente hierro, no sólo como efecto decorativo, sino como protección de ese metal contra la corrosión.

Los objetos de estaño pueden lavarse cuidadosamente en agua dulce y almacenarse totalmente secos. En caso de que se hallen sobre otro metal, en forma de baño, se adoptarán las precauciones indicadas para ese metal de base.

Objetos compuestos

Es frecuente hallarse con objetos compuestos de dos o más materiales, lo cual, a la hora de la conservación, crea una serie de problemas especiales. Si hay presencia de materiales orgánicos como hueso o madera, mantendremos el objeto sumergido en las soluciones adecuadas para esos materiales. En todos los casos, sin embargo, procuraremos que el objeto pase a manos de un especialista en el menor tiempo posible.

Recomendaciones generales

Para todos los objetos hallados en excavaciones subacuáticas, conviene observar una serie de normas que facilitarán las tareas de extracción y, posteriormente, aquellas otras de conservación y restauración que tendrán lugar en el laboratorio:

- Por razones de practicidad a la hora de almacenarlos en las soluciones de mantenimiento, conviene, siempre que se pueda, extraer los objetos en grupos según el material de que se trate. Es decir, las cerámicas por una parte, los metales por otra, etc.
- Procuraremos contar con la mayor cantidad de productos necesarios en reserva y poder conseguir algún otro que no hubiéramos previsto sin tardanza y fácilmente.
- Algunos de los productos químicos que se emplean en las soluciones de mantenimiento son cáusticos o tóxicos. Por lo tanto es necesario que una sola

persona se encargue de su manejo, control y preparación de las soluciones.

- Debemos especificar con todo detalle aquellos tratamientos de preservación aplicados al objeto. Esta descripción será remitida con la pieza al laboratorio donde se llevarán a cabo los tratamientos de restauración.

- Deberán asimismo registrarse todas aquellas circunstancias especiales que rodeen el hallazgo y que se considere puedan contribuir al éxito del posterior tratamiento.

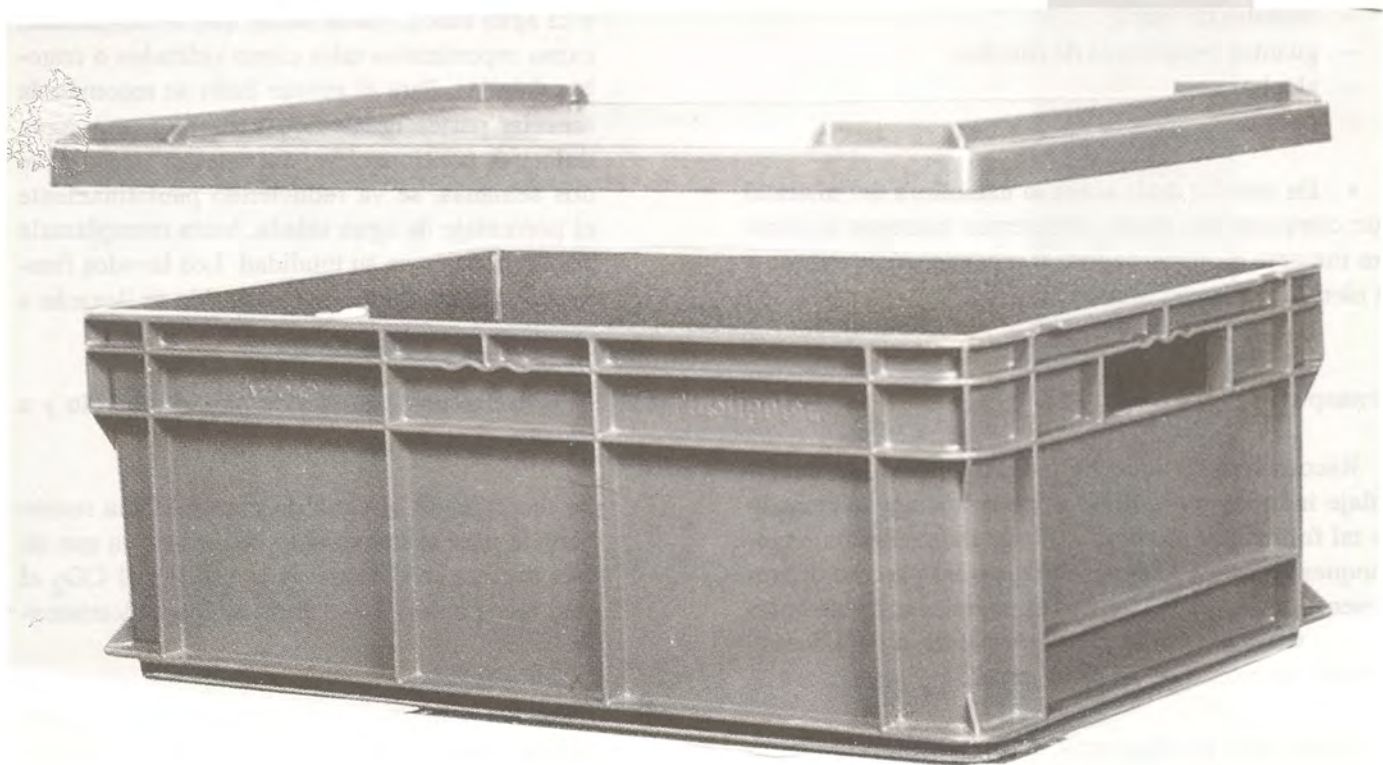
- Los tanques de almacenamiento prolongado deberán tener colocado, en lugar visible, el n° de registro del hallazgo, el material del que se trata, el tipo de solución que contiene el depósito y la fecha en que se almacena el objeto.

- Si por algún motivo, tal como la necesidad de proceder a su dibujo o fotografía, debe extraerse un objeto de su baño de mantenimiento, se tratará de que no pierda humedad durante su tiempo de exposición al aire. Esto puede conseguirse mediante la continua y regular vaporización de agua.

- En caso de que no sea estrictamente necesario, nos abstendremos de remover las concreciones marinas y los productos de corrosión de la superficie del objeto.

- Debemos disponer de un mínimo equipamiento entre el que se cuenta:

- un amplio surtido de brocas, pinceles y cepillos de distintas durezas;
- bisturís de hojas intercambiables y surtido de las mismas;
- pinzas y tijeras;



Recipiente adecuado para las soluciones de mantenimiento.

- probetas graduadas para medición de líquidos;
- balanza;
- cubos y cubetas de plástico;
- rótulos y rotuladores resistentes al agua;
- recipientes herméticos;
- cajas de poliestireno con tapadera;
- cinta adhesiva para sellar juntas;
- un gran tanque (por lo menos) para almacenar grandes objetos;
- planchas rígidas de poliuretano expandido o poliestireno, o en su defecto el material para poder fabricarlas;¹²
- planchas de goma espuma de diferentes grosores;
- polietileno de diferentes grosores. Para algunos casos son especialmente recomendados los tubos;
- papel tissue libre de ácidos;
- bolsas de papel y polietileno;
- mantas de algodón o arpillera;
- Benzotriazol;
- Bórax (tetraborato de Sodio);
- ácido bórico;
- desmineralizador de agua;
- gel de sílice con indicador;
- carbonato de sodio;
- hidróxido de sodio;
- detergente no iónico;
- cristales de timol;
- guantes protectores de caucho;
- alcohol;
- acetona;

• En caso de duda sobre la naturaleza del material que compone un objeto, deberemos mantenerlo siempre inmerso en agua de mar y proceder rápidamente a la identificación del mismo.

Transporte

Recordemos finalmente que cada objeto, en su embalaje individual o colectivo, deberá ir acondicionado de tal forma que se eviten en todo momento los roces, choques entre los mismos objetos o las paredes del recipiente, etc. Para tal fin podemos rellenar los posibles huecos existentes dentro del recipiente de almacenamiento con trozos de goma espuma.

Todas estas precauciones, desde la extracción hasta su envío al laboratorio de restauración van encaminadas principalmente a que el objeto recuperado no sufra más deterioro a partir del momento en que cayó en nuestras manos que aquel que sufrió durante su tiempo de inmersión bajo el agua; por lo tanto, para lograr este fin, todos los cuidados que pongamos en la tarea, estarán plenamente justificados.

Notas

- (1) Este escrito está basado principalmente en trabajos de Colin Pearson y Wendy Robinson.
- (2) Estos productos actúan como agentes tensoactivos, es decir, disminuyen la tensión superficial del agua, permitiendo un mejor lavado, ya que tienden a convertir el barro, normalmente en estado de gel coloidal, en una solución coloidal que cesa de adherirse al objeto. Normalmente se usan marcas como Teepol o Lissapol. En caso de que no conviniera el uso de un producto de este tipo, podremos añadir alcohol al agua de lavado, con lo cual obtendremos también una disminución de la tensión superficial de la misma.
- (3) Tetraborato de Sodio. Debe evitarse su contacto con la piel así como su inhalación.
- (4) Deberán manipularse con precaución debido a su toxicidad.
- (5) Es importante, sobre todo si el objeto se ha secado totalmente, no sumergirlo en agua dulce. La presión osmótica que se crea por la diferente concentración salina entre el interior de la pieza y el agua dulce, puede hacer que se desprendan capas superficiales tales como vidriados o engobes frágiles. Para el primer baño se recomienda mezclar partes iguales de agua de mar y agua dulce. A continuación, durante un período de dos semanas, se va reduciendo paulatinamente el porcentaje de agua salada, hasta reemplazarla por agua dulce en su totalidad. Los lavados finales y los tratamientos de desalación se llevarán a cabo con agua desmineralizada.
- (6) El peltre es una aleación de plomo y estaño y a veces antimonio.
- (7) Se recomienda el agua desmineralizada recién hervida para el tratamiento de plomo, ya que de esta manera se elimina en lo posible el CO₂ el cual ataca a este metal formando un bicarbonato.
- (8) Entre los adhesivos que deben evitarse en este tipo de embalaje, figura el acetato de polivinilo.
- (9) Conviene usar gel de sílice con indicador de Cobalto. Cuando el producto está seco, presenta un color azul intenso, que va virando hacia el rosa a medida que absorbe humedad. Puede regenerarse mediante su secado en una estufa.

- (10) Ambos productos son cáusticos y corrosivos. Debe por lo tanto ser evitado el contacto con la piel y la inhalación de los productos en polvo.
- (11) El benzotriazol se usará como inhibidor de corrosión. Es muy estable frente a los ácidos y los álcalis, a la oxidación y la reducción.
- (12) Como marcas comerciales de Poliuretano expandido, podemos citar Urene y Urate, productos que se mezclan en partes iguales al peso y expanden luego de un enérgico batido formando estructuras rígidas y muy livianas.

Bibliografía recomendada

PEARSON, Colin. *Conservation of the underwater heritage*. En: Protection of the underwater heritage. UNESCO, París 1981.

ROBINSON, Wendy: *First aid for marine finds*. Handbooks in Maritime Archaeology n° 2. National Maritime Museum, 1981.

Varios: *Conservation of waterlogged wood*. International Symposium on the Conservation of large objects of waterlogged wood. Netherlands National Commission for UNESCO. 1979.

LOPEZ DE ROMA, Alejandro. *Conservación y tratamiento de maderas extraídas en un medio subacuático*. En: La madera en la conservación y restauración del Patrimonio Cultural. Ministerio de Cultura. Madrid, 1985.

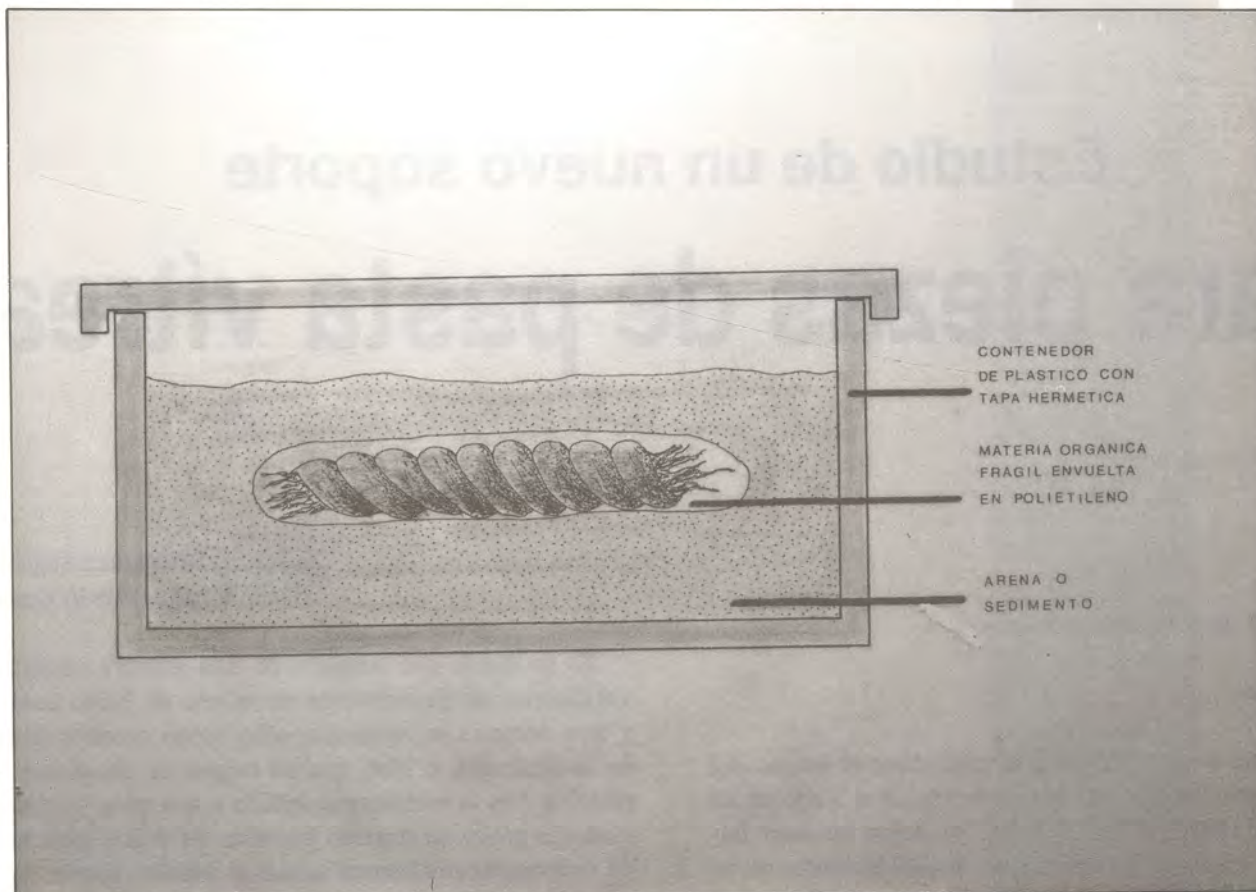
SALDAÑA DE GOUST, Carmen. *Consideraciones bibliográficas sobre conservación de maderas empapadas de agua*. Actas del VI Congreso Internacional de Arqueología Submarina. Cartagena 1982. Ministerio de Cultura, Madrid, 1985.

GONZALEZ PENA, M^a L. y RUIZ RIVERO, P. *Tratamiento realizado "in situ" para la conservación y restauración de ochenta y ocho piezas de plomo*. Actas del IV Congreso de Conservación de Bienes Culturales. ICROA. Comité Español del ICOM. Madrid 1984.

REES-JONES, S.G. *Some aspects of conservation of iron objects from the sea*. Studies in Conservation. vol. 17, n° 2. 1972

Varios. *Conservation of iron*. Maritime Monographs and reports, n° 53. National Maritime Museum. Greenwich. London 1982.

FOTI, G. y NICOSIA, F. *I bronzi di Riace*. Fratelli Alinari Editrice. Firenze 1981.



3. Manera de realizar un embalaje temporal para objetos orgánicos de gran fragilidad.