

Materiales orgánicos: su conservación en yacimientos arqueológicos

María Luisa González Pena

1.-INTRODUCCION

La Conservación de los Bienes Culturales depende fundamentalmente de tres factores:

Primero, de las Características Físicas de la materia que constituye la pieza, por no comportarse de igual manera un material orgánico y otro inorgánico.

Segundo, del Medio en el que se encuentra, ya que no es lo mismo un medio terrestre, aéreo o acuoso.

Y tercero, del Factor Humano. Sobre el primer apartado diremos que existen dos tipos de materiales: los Orgánicos y los Inorgánicos y que su naturaleza y alteración nada tienen que ver unos con otros.

Los Materiales Orgánicos provienen del mundo animal y vegetal. Podemos decir, por consiguiente, que todo aquel material que procede de un ser vivo, es orgánico.

Normalmente, si se inflaman, arden y se consumen. Esto es debido a su alto contenido en carbono, lo que permite realizar pruebas de datación tales como la del C14.

Son sensibles a la luz.

Si hay una HR sobre el 65%, con escasa ventilación y sin luz, pueden desarrollar microorganismos que, a la larga, terminan por debilitarlos.

La mayoría de los materiales orgánicos son higroscópicos y absorben agua rápidamente, experimentando un cambio en sus dimensiones. Esta característica hace que siempre tiendan a mantener su contenido de agua

en equilibrio con la HR del ambiente.

Los Materiales Inorgánicos, por el contrario, provienen del mundo mineral.

No es habitual que ardan si son calentados.

No son sensibles a la luz.

Por lo general, no crecen microorganismos en ellos y, si lo hacen, no es a sus expensas.

Sin embargo, los materiales inorgánicos también son sensibles a la HR; ya que la absorben cuando se trata de materiales porosos, tales como la piedra y cerámica, o sufren cambios químicos en el caso de los metales y vidrios.

Sobre el segundo apartado, es decir, sobre el Medio, hay que decir que existen tres tipos: el Terrestre, el aéreo y el acuoso. El Medio Terrestre se caracteriza por la naturaleza de la roca madre y por los componentes del suelo: Cuando la roca madre es ácida, el suelo tendrá propiedades ácidas; y cuando es básica, las propiedades del suelo las tendrá también básicas.

En los suelos ácidos las precipitaciones exceden a la evaporación, y ésto contribuye a crear suelos ricos en sílice. El agua de lluvia se filtra en el suelo, disuelve los componentes alcalinos y alcalinotérreos y deja un esqueleto mineral esencialmente silíceo.

Por el contrario, en los lugares donde la evaporación excede a las precipitaciones, éste es el caso de los suelos básicos, se aprecian suelos ricos en compuestos metálicos. Los componentes

alcalinos y alcalinotérreos se depositan, y el suelo se enriquece de elementos alcalinos.

La actividad biológica es relativamente menos importante en los suelos ácidos que en los básicos, permitiendo una mejor conservación de los materiales orgánicos en general.

La ausencia de luz, una Temperatura y HR extremadamente estables y el acceso limitado de Oxígeno, serían las características que habría que añadir a este apartado.

El Medio Aéreo se caracteriza fundamentalmente por la presencia de luz, aire (que contiene Oxígeno y Nitrógeno, además de Dióxido de Carbón, Dióxido de Azufre y otros gases), y una HR variable, con valores considerablemente más altos o más bajos que los del suelo.

Dentro de estas condiciones, tendrá especial importancia la luz y la HR.

La luz constituye uno de los mayores peligros, porque es energía. No olvidemos que los cambios químicos tienen lugar en presencia de energía.

La luz es una pequeña parte del espectro electromagnético que comprende: las Ondas Radio, Ondas Radar, Ondas Infrarrojas (IR), Luz Visible, Rayos Ultravioletas (UV), Rayos x y Rayos Gamma. Cada uno de estos nombres cubre una banda de longitud de onda. Cuanto más corta es la longitud de onda de la radiación, mayor es la capacidad de destrucción de la misma.

Así tenemos tres bandas fundamentales: la de la Radiación

María Luisa González Pena pertenece al Departamento de Restauración del Museo de Zaragoza.

Ultravioleta, la de la Luz Visible y la de la Radiación Infrarroja. La Radiación Ultravioleta es la más perjudicial de las tres, ya que los fotones emitidos son muy energéticos y pueden iniciar una reacción química, sinónimo de degradación.

La radiación ultravioleta es inferior a 400 nanómetros (nanómetro: mil-millonésima parte del metro).

La Luz Visible provoca variedad de daños porque posee fotones energéticos que golpean el objeto durante mucho tiempo. Nuestros ojos son sensibles a la gama de ondas electromagnéticas que van del violeta (400 nanómetros) al rojo (720 nanómetros).

Los efectos de la Radiación Infrarroja son prácticamente nulos, excepto cuando hay una elevación sensible de la Temperatura.

La radiación infrarroja es superior a 720 nanómetros.

Como hemos dicho anteriormente, cuanto más corta es la longitud de onda de la radiación, mayor es la capacidad de destrucción de la misma.

Cuando un objeto es iluminado por el sol, se encuentra sometido al mismo tiempo a radiaciones ultravioletas, infrarrojas y visibles.

El Medio Acuoso se caracteriza por tener muchas sales minerales disueltas y en suspensión. El mar es un medio que tiene gran número de estas sales y fundamentalmente de cloruro de sodio. La concentración varía según la profundidad y la distancia con respecto a la costa.

La Temperatura también está determinada por el mismo fenómeno: Y así tenemos que cuanto más alejado esté de la costa y cuanta más profundidad haya, menor será su Temperatura y su salinidad.

Semejante acontecimiento ocurre con el Oxígeno, que normalmente suele ser escaso. El poco Oxígeno existente en el Medio Acuoso proviene de la actividad de los vegetales, y ve descender su cuantía a medida que aumenta su profundidad.

En el plano agua-sedimento es donde se encuentra la mayor distribución de microorganismos: A 9 cms. las especies aeróbicas, y a 65 cms. las anaeróbicas. La mejor protección de los objetos está en un enterramiento rápido en los sedimentos, ya que la ausencia de Oxígeno retrasará todos los problemas de degradación. Por el contrario, un objeto expuesto a las corrientes y al efecto abrasivo de la arena, sufrirá mucho más.

No obstante, y en líneas generales, se puede afirmar que el agua salada es más estable que la dulce y, por consiguiente, menos perjudicial que esta última, la cual depende del suelo por donde pase.

Cuando los objetos están en uno u otro medio, aunque me voy a ceñir al medio terrestre fundamentalmente, durante tiempo y en condiciones casi constantes, tienden a adquirir un estado de EQUILIBRIO con su MEDIO. Cuando se lleva a cabo una excavación y se desenterran objetos, se rompe el equilibrio

que la pieza ha establecido con el medio que le rodea, desencadenándose así una serie de fenómenos físico-químicos que inciden directamente en la integridad del objeto.

El pasar de un medio a otro puede ser sumamente traumático porque el objeto sufre una transformación, leve o no, pudiendo producirse su total destrucción. Para evitar esto, es esencial ENTENDER la condición del objeto en el momento de su descubrimiento y los cambios que ha tenido que experimentar durante el tiempo que ha permanecido enterrado.

Sólo por casualidad prevalece en la superficie la misma HR que bajo tierra, ya que normalmente el medio aéreo es más seco que el terrestre. Por lo tanto, en el momento de desenterrar un objeto, el aire secará los materiales tanto orgánicos como inorgánicos. El resultado será una rápida transferencia de vapor de agua del objeto hacia el aire, causando una contracción en la superficie del material y una presión en su interior.

En el caso de los materiales orgánicos, sucede algo similar.

Pero además de que la HR sea un elemento primordial a tener en cuenta, también lo es la luz. El sol emite radiaciones visibles, más una gran cantidad de radiaciones infrarrojas y ultravioletas, y es, por consiguiente, la fuente más peligrosa. La radiación infrarroja emite calor, favoreciendo reacciones fundamentalmente físicas como contracciones o dilataciones, aparición de

fracturas y grietas, deformaciones, etc. La radiación ultravioleta posee energía suficiente para ocasionar reacciones químicas en las materias más inestables (materiales orgánicos en general), ocasionan decoloraciones y la destrucción total de las fibras naturales.

Por consiguiente, desde el momento exacto en que el objeto es expuesto al aire, comienzan los procesos de descomposición y corrosión. En los materiales orgánicos, este proceso puede ser muy rápido; en los inorgánicos extremadamente lento o casi nulo.

Sin embargo, en la mayoría de los materiales excavados, se produce inevitablemente un deterioro. Y es aquí, en este momento, cuando comienza el TRATAMIENTO DE CONSERVACION de los objetos enterrados que, fundamentalmente, debe ser lento y gradual.

Para permitir que el objeto conserve su mensaje lo más intacto posible, es esencial tomar una serie de MEDIDAS PREVENTIVAS para evitar que éste, ya mutilado por su permanencia bajo tierra, se deteriore aún más al ser sacado a la luz. Y es en este momento cuando introduciríamos lo que sería el Factor Humano, como el Tercero de los factores del que depende la CONSERVACION DE LOS BBCC. Desde el momento en que un objeto es desenterrado hasta que es expuesto o reservado en un Museo, el material es sometido a una serie de manipulaciones que, dependiendo de cómo hayan sido,

Fig. 1. A: Lana. B: Algodón. C: Seda. D: Lino.

conferirán integridad o no al objeto. Y de cómo se haya tratado cuando fue desenterrado, dependerán las subsiguientes manipulaciones o intervenciones; y en definitiva la conservación del material.

2.-MATERIALES ORGÁNICOS

Los Materiales Orgánicos agrupan todas las producciones naturales procedentes del mundo vegetal y animal. Podríamos definirlos como todos aquellos materiales que proceden de un ser vivo.

La unidad fundamental de esta materia viva es la CELULA que, a su vez, se organiza en TEJIDOS; tejidos de RESERVA, de SOSTEN y CONDUCTOR, en los VEGETALES, y tejidos

CONJUNTIVO y OSEO, en los ANIMALES.

Para comprender la naturaleza de los materiales orgánicos, es necesario conocer los elementos constitutivos, es decir, las células, su composición química y el modo de organizarse en tejidos.

2.a.- COMPOSICION Y ESTRUCTURA

Las células **VEGETALES** están limitadas por una pared donde los principales compuestos químicos son la CELULOSA, las HEMICELULOSAS y la LIGNINA.

La primera pared de la célula vegetal es extremadamente fina; pero a medida que transcurre su desarrollo, se va espesando progresivamente a base de capas de celulosa, hasta configurar la pa-

red propiamente dicha.

Los materiales vegetales más importantes son: El algodón, el lino y la madera.

El **algodón** contiene del 88 al 96% de celulosa.

Al microscopio, la fibra de algodón aparece lisa, acintada (forma de cinta) y además torcida sobre sí misma. (Fig. 1B)

El **lino**, que sería otro de los materiales orgánicos vegetales más importantes, contiene el 70% de celulosa, y se convierte prácticamente en celulosa pura, después de ser tratado.

Al microscopio, las fibras de lino parecen tubos cilíndricos, marcados por abultamientos y roturas, que recuerdan los tallos del bambú. (Fig. 1D)

La **madera** contiene el 50% de celulosa y casi el otro 50% de lignina.

Está constituida por una aglomeración de células tubulares de forma y longitud variable. Esto hace que su estructura sea la más elaborada y acabada del mundo vegetal.

En un corte Transversal, en oposición al corte Longitudinal de la madera, se pueden apreciar diversas zonas: (Fig. 2)

En Primer lugar, y en el centro, están la MÉDULA (A) y los radios medulares, que parten de ella hacia la periferia.

En segundo lugar se encuentra el DURAMEN (B), que está formado por madera dura y consistente.

En Tercer lugar, la ALBURA (C), que es la madera joven. Posee más sabia que la anterior y con el tiempo se transforma en

duramen.

En Cuarto lugar está el CAMBIUM (D), que está por debajo de la corteza, y tiene la función de crecimiento, formando lo que se denominan "anillos de crecimiento".

Y en quinto lugar está la CORTEZA (E), que tiene la misión de aislar y proteger los tejidos del árbol.

Como en la célula vegetal, la composición y organización de las paredes de las células animales son las más importantes de sus propiedades.

Las membranas de las células **ANIMALES** están constituidas de un 60% de proteínas y de un 40% de lípidos complejos.

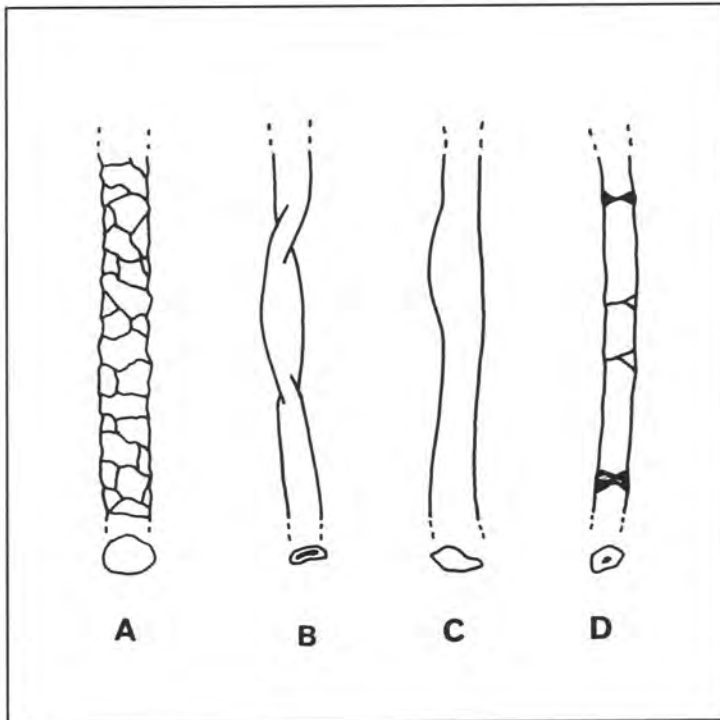
Los materiales animales más importantes son: La lana, la seda y la piel.

La **lana** está compuesta esencialmente de una proteína llamada "queratina". Una fibra lanosa se compone de tres partes: La cutícula, la zona cortical que es la que forma la masa de la fibra, y el canal medular.

Al microscopio se puede apreciar que la cutícula está formada por escamas que montan unas sobre otras. (Fig. 1A)

La **seda** se compone de dos "hijos" de la proteína llamada "fibroína", unidos por una cola soluble denominada sericina, que representa del 10% al 25% de su peso. (Fig. 1C)

La **piel** está compuesta por dos capas: Epidermis y dermis, perfectamente vinculadas entre sí y al tejido subcutáneo que recubren y protegen.



1.

Fig. 2. A: Médula. B: Duramen. C: Albura. D: Cambium. E: Corteza. (Según M. C. BERDUCOU).

Bioquímicamente, la piel se estructura en células, formadas a partir de proteínas, lípidos y fundamentalmente, agua. La proteína más importante de la piel es el "colágeno".

Sin embargo, aunque los materiales descritos anteriormente representan los fundamentales de los materiales orgánicos animales, también hay que incorporar el HUESO.

El **hueso** es considerado como material orgánico en la medida en que nace del mundo animal. Sin embargo, presenta una naturaleza mixta en cuanto a su composición química se refiere.

El hueso está formado por una matriz orgánica de naturaleza proteínica, sobre la que se incrustan sales minerales que le

dan rigidez. De proporción variable según las especies, la fracción mineral representa cerca de las 2/3 partes de su peso en fresco.

Pero antes de seguir adelante, conviene aclarar un poco el término HUESO, ya que se trata de una palabra un tanto ambigua. Como tal se entiende tanto un fragmento óseo como la sustancia química que lo compone. De esta manera se agrupan las denominadas "materias duras" de tejido óseo, es decir, de la misma composición química. Así tenemos los huesos, dientes (marfil, por consiguiente) y las denominadas "maderas de cérvidos" o astas, de composición mineral y orgánica idénticas. Quedan excluidos, por lo tanto, los cuernos, uñas, pezuñas y plumas, de

composición diferente ("queratina") y los esqueletos de los no-vertebrados.

Una vez aclarado el vocablo HUESO, conviene decir también que así como todos estos compuestos tienen en común su composición química, no tienen de la misma manera su estructura física.

El **hueso** es un tejido de sostén, exclusivo de vertebrados, y constituye su esqueleto interno. Como los restantes tejidos conjuntivos, está formado por células y matriz extracelular. Pero a diferencia de aquellos, sus componentes extracelulares están mineralizados, cumpliendo una misión de soporte y protección.

Las células óseas se llaman osteocitos y presentan forma fusiforme irregular. Cada célula está situada en una pequeña cavidad llamada osteoplasto. Estos osteoplastos se comunican entre sí y con los espacios medulares. La matriz extracelular del hueso consta de un componente orgánico y otro inorgánico. El primero está formado por fibras de colágeno; y el segundo por fosfato tricálcico, carbonato cálcico y fosfato de magnesio, fundamentalmente. En los huesos frescos, el componente mineral está fijado al orgánico en forma de pequeños cristales microscópicos, principalmente de HIDROXIAPATITA.

La **madera de cérvido** es un tipo de hueso modificado, ya que se trata del crecimiento de los huesos del cráneo de algunas especies de animales.

Tiene una espesa capa exterior de hueso compacto, de apariencia oscura y rugosa, con médula interna de tejido esponjoso. Provista de vasos sanguíneos internos, la madera de cérvido es más densa y pesada que el hueso.

El **marfil** tiene una composición química muy semejante a la del hueso.

Sin embargo, su estructura física difiere mucho de la de aquel.

La mayor parte de los dientes de los mamíferos, están constituidos por un compuesto denso y duro llamado "dentina", recubierto de una capa exterior de esmalte. La fracción orgánica se deposita en capas sucesivas a lo largo del crecimiento del diente, confiriendo al marfil una estructura laminar, frente a la estructura lagunar del hueso. (Fig. 3) Habitualmente, el marfil es más blanco, duro, denso y pesado que el hueso.

2.b.-ALTERACION DE LOS MATERIALES ORGANICOS

Como ya hemos dicho en la introducción de esta exposición, la conservación de los materiales orgánicos está en relación por una parte, con su estructura y composición y por otra, con el medio en que se encuentran. Atendiendo a estos dos factores, amén del tercero o factor humano que recordareis, se pueden producir una serie de alteraciones que por sus características las hemos dividido en FISICAS, QUIMICAS y BIOLÓGICAS.

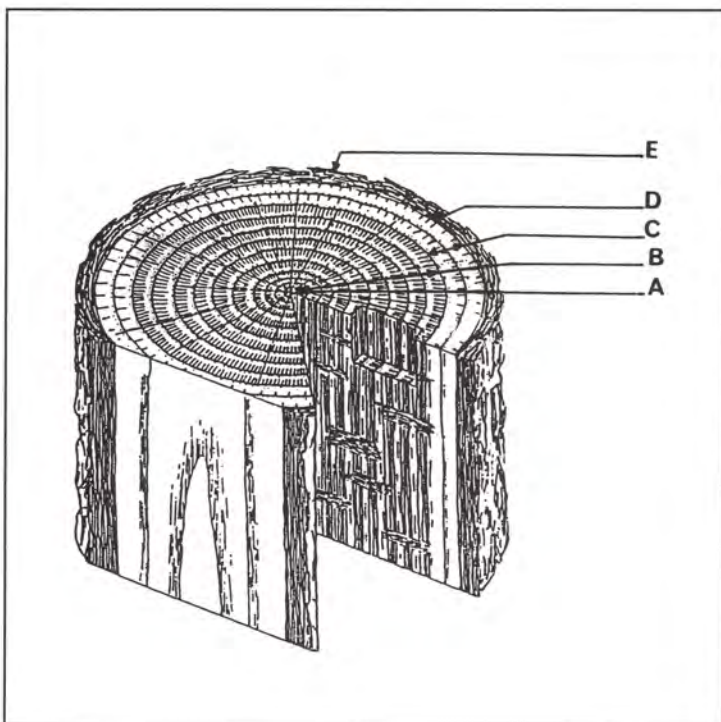


Fig. 3. 3a: Corte de una defensa de morsa. A: Dentina primaria. B: Dentina secundaria.
3b: Corte de una defensa de elefante. C: Entrecruzado característico de estrias.
(Según Notes 6/1 del ICC).

Las **alteraciones Físicas** se caracterizan porque modifican el objeto a través de tensiones puramente mecánicas.

Las propiedades de los materiales orgánicos que causan este tipo de alteración, se llaman **HIGROSCOPICIDAD** y **ANISOTROPIA**.

La higroscopicidad es la propiedad de un cuerpo de absorber y ceder humedad según las circunstancias que lo rodean. Esta característica hace que los materiales se dilaten o contraigan, ocasionando agrietamientos y torcimientos considerables.

Cuando absorben agua del suelo, los materiales orgánicos, tienden a absorber también

los minerales disueltos en ella. Al cambiar el estado higrométrico, es decir, cuando la Humedad es inferior y la Temperatura superior, las sales tienden a concentrarse en la salida del poro y, por consiguiente, a cristalizar. Este efecto mecánico puede provocar fracturas.

Si a ésto le sumamos el caracter anisotrópico de los materiales orgánicos, comprendemos mejor el proceso de alteración.

La anisotropía es la calidad del cuerpo que no tiene las mismas propiedades en todas direcciones. Esto es, los materiales orgánicos presentan distintas propiedades físicas en diferentes

direcciones. Cuando se producen agrietamientos y torcimientos, como consecuencia de movimientos de dilatación y contracción, se producen también en diferentes direcciones.

De todas las sustancias óseas, el marfil es el más sensible a las variaciones de HR y, por lo tanto, es un material con el que tenemos que tener mucho cuidado a la hora de su conservación.

Alteraciones Químicas.

Los materiales orgánicos son susceptibles también de sufrir todas las transformaciones vinculadas a la Química Orgánica. Existen dos procesos químicos que influyen directamente en los materiales orgánicos, ocasionando alteraciones de orden químico. Se trata de la **HIDROLISIS** y la **FOSILIZACION**.

La **HIDROLISIS** es el proceso químico más extendido en las alteraciones químicas. Consiste en el desdoblamiento de la molécula de ciertos compuestos orgánicos, ya por exceso de agua, ya por la presencia de una pequeña cantidad de ácido.

La fracción orgánica del hueso y marfil se descompone cuando permanecen durante largo tiempo en ambientes húmedos. Es más, llegan a desintegrarse por la acción prolongada del agua, a causa de la hidrólisis de las proteínas: Oseína, en el caso del hueso y Dentina, en el caso del marfil. Pero el material óseo también puede sufrir un proceso de **FOSILIZACION**.

Cuando el animal muere, el componente orgánico se destruye por la acción combinada de microorganismos y agentes atmosféricos, desapareciendo por completo en la mayoría de los casos. Y es precisamente el esqueleto, el se se fosiliza.

El proceso de fosilización consiste en una serie de transformaciones químicas que reemplazan los compuestos orgánicos por otros minerales. En condiciones favorables, la sustitución llega a realizarse molécula a molécula, conservándose hasta las estructuras más delicadas.

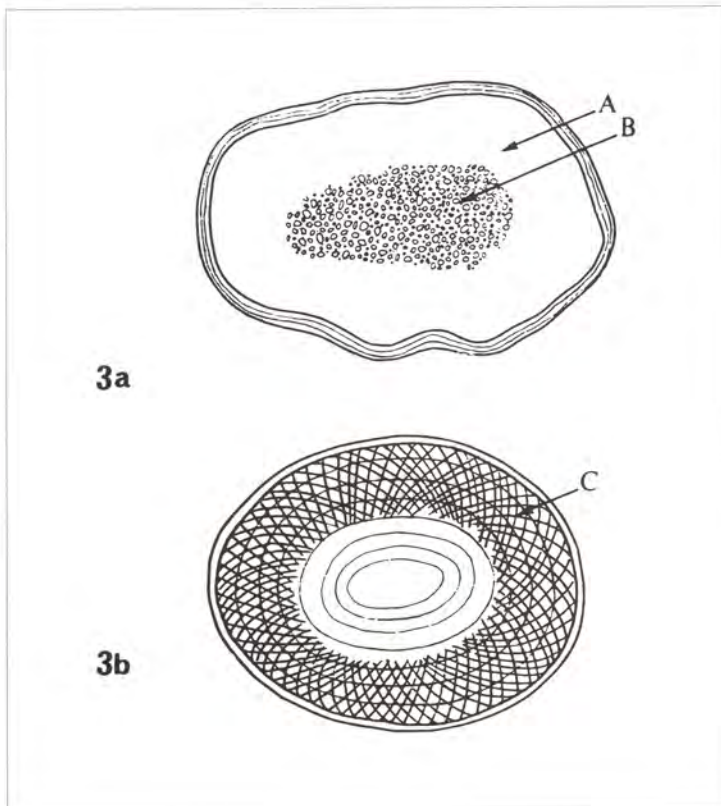
Alteraciones Biológicas.

La degradación biológica se fundamenta en organismos y microorganismos vivos.

Los organismos superiores, insectos fundamentalmente, encuentran en los materiales orgánicos una sustancia ideal para anidar y obtener alimento. Los vegetales superiores también pueden producir alteraciones biológicas, variando la reserva de agua, Carbono y Nitrógeno.

Los microorganismos, hongos y bacterias fundamentalmente, encuentran en la sustancia orgánica los elementos indispensables para su desarrollo. Con el fin de alimentarse, degradan las macromoléculas orgánicas por "hidrólisis encimática". Y cuando metabolizan, liberan unas sustancias ácidas que contribuyen a acelerar la degradación de los tejidos celulares.

Como consecuencia de todo ésto, las partes esqueléticas mineralizadas sufren sus correspon-



dientes alteraciones. Principalmente se vuelven porosas, debido a la destrucción de la materia orgánica que contenían. Esto puede provocar la desintegración del material óseo, por disolución química, o bien la fosilización, por depósito de sales minerales procedentes del medio en el que se encuentran.

3.-CONSERVACION DE LOS MATERIALES ORGANICOS "IN SITU"

Vamos a pasar ahora a hablar de la conservación de los materiales orgánicos "in situ", es decir, en la EXCAVACION. Para ello iremos describiendo los diferentes tipos de intervención que se pueden realizar en un yacimiento arqueológico.

Las intervenciones fundamentales que se pueden llevar a cabo en una excavación son: Una desecación Paulatina, una consolidación, una protección, refuerzo y levantamiento, y un embalaje y almacenamiento adecuados.

Sin embargo, no todos los materiales orgánicos deben pasar necesariamente por todos y cada uno de estos tipos de intervención. Su estado de conservación será el que determine el tipo de intervención a elegir. No obstante, todos los materiales orgánicos sí deben ser levantados, embalados y almacenados, de una manera correcta.

Empezaremos por hablar de la **Desecación** paulatina. El grado de humedad que contengan estos materiales será un factor decisivo para su conserva-

ción. Habrá pues que preservarlos de los cambios bruscos de HR y Temperatura, para prevenir la formación de fisuras y grietas, o incluso su total desintegración. Esto se consigue rodeando los materiales con el propio sedimento o con plásticos perforados, para evitar condensaciones, de forma que el objeto transpire y el agua se vaya evaporando gradualmente. Convendrá también protegerlos de la acción directa del sol y de los agentes atmosféricos, como la lluvia y el viento. La acción directa de la luz solar producirá un aumento de la temperatura y una disminución drástica de la HR. El proceso se invierte con los descensos de temperatura nocturnos. La lluvia, por otra parte, empapará el objeto, pudiendo hincharlo y deformarlo.

Los objetos de pequeño tamaño se pueden ir desecando paulatinamente, introduciéndolos en bolsas de polietileno perforadas. La desecación será más eficaz si se rodean del mismo material donde se encontraban.

Consolidación.

En el supuesto de que los materiales no resistieran un proceso de secado paulatino, debido a su gran fragilidad, se pueden consolidar. Con ello lo que se pretende es proporcionar a los objetos una protección frente a la agresión del nuevo medio y conferirles una mayor resistencia mecánica.

Antes de elegir el tipo de consolidante, hay que tener en cuenta la naturaleza de los mate-

riales, el grado de humedad y las condiciones ambientales en las que se va a trabajar. El producto que se vaya a utilizar ha de ser compatible con el objeto, no debe provocar alteraciones en su estructura y, sobre todo, debe ser REVERSIBLE.

La reversibilidad consiste en la facilidad que tiene un material para ser eliminado, es decir, la facilidad para eliminar el producto aplicado. Su reversibilidad será muy importante ya que la consolidación no es un tratamiento definitivo y, por lo tanto, temporal.

Por ello, las consolidaciones "in situ" sólo deben efectuarse cuando sea estrictamente necesario para el levantamiento de los materiales. De la misma manera, también se debe emplear la mínima cantidad de consolidante, para conseguir la impregnación de la superficie y no la consolidación completa del objeto.

Como se puede deducir, el consolidante es una materia extraña que se introduce en el objeto a fin de proporcionarle las características de cohesión y fortaleza, de las que carece.

Como consolidante más generalizado tenemos el nitrato de celulosa, el famoso IMEDIO BANDA AZUL, que por su fácil traslado y preparación, así como su fácil reversibilidad, es apropiado para los trabajos de campo.

También tenemos otras resinas sintéticas como son el PARALOID B72 y el PRIMAL AC.

El Paraloid es una resina acrílica (copolímero de etilo metacrilato), de excelente estabilidad química. Como propiedades generales podemos apuntar su gran resistencia a la decoloración, incluso a altas temperaturas, siendo, por consiguiente, de gran durabilidad. Su excelente resistencia al agua, alcohol, álcalis y ácidos, hacen que sea utilizado con gran profusión.

El Paraloid B72 se disuelve en disolventes de tipo orgánico, como la acetona, y de tipo aromático como el xileno y tolueno. Esta resina acrílica debe emplearse sólo sobre materiales SECOS, ya que de lo contrario la humedad actuaría como barrera y el consolidante quedaría en la superficie.

El Primal también es una resina acrílica de estabilidad química relevante. En forma de emulsión acuosa, forma una película transparente de alta resistencia a la luz ultravioleta y al calor, proporcionándole gran durabilidad.

El Primal AC es una emulsión acuosa, es decir, está suspendido en agua. Esta característica hace que sea éste un producto idóneo para los materiales HUMEDOS, ya que la propia humedad sirve de medio dispersante del consolidante. Los métodos de aplicación del producto pueden ser variados y dependen siempre de la fragilidad del objeto.

Se puede consolidar con brocha o pincel, por goteo, por inyección y con pulverizador.

Para evitar el desarrollo de microorganismos, en caso de un almacenamiento prolongado, puede añadirse un producto fungicida a la solución consolidante. Normalmente se utiliza el ortofenil-fenol, en disolventes orgánicos o agua.

Sistemas de protección, refuerzo y levantamiento.

El hecho de consolidar un objeto "in situ" puede ser en ocasiones suficiente para poder extraerlo sin peligro de rupturas. Sin embargo, hay otras piezas que a pesar de haber sido consolidadas, no tienen la resistencia mecánica suficiente para soportar su propio peso. En éste y en otros casos, por ejemplo en piezas que no requieren ser consolidadas, se necesita de un soporte adicional.

Los sistemas que normalmente se utilizan son: El engasado y las camas rígidas.

El engasado es un método sencillo de proporcionar al objeto un soporte rígido. El método consiste en la aplicación sobre la pieza a levantar, de capas de gasa (fundamentalmente hidrófila), embebidas en un producto sintético en disolución.

Se puede utilizar el mismo tipo de resina que se haya empleado para la consolidación de la pieza, pero en una concentración más elevada. Por ejemplo el Paraloid B72 a una concentración del 15-20%, o un nitrato de celulosa disuelto en acetona al 40%. La gasa debe cortarse en pequeños trozos para amoldarla correctamente a la

superficie del objeto. Al evaporarse el disolvente, la gasa permanecerá adherida a la pieza de una manera rígida.

Una vez engasada la pieza, puede adquirir la fortaleza deseada o necesitar de la construcción de lo que se conoce como una "cama rígida".

Las camas rígidas son imprescindibles para los objetos de grandes dimensiones, como soporte de la estructura y para repartir su peso de manera uniforme. Su utilidad es evidente a la hora de evitar fracturas y disgregaciones y serán imprescindibles para el transporte de grandes restos óseos, defensas o incluso extracciones en bloque de un conjunto de materiales (enterramientos por ejemplo).

El material más recomendable para elaborar camas rígidas, es el POLIURETANO EXPANDIDO.

El poliuretano es una resina termoestable, es decir, que no funde cuando es calentada, de excelente resistencia química, resistencia a la tracción, al desgarramiento y a la abrasión. Con sus dos elementos básicos, resina y espumante, se pueden obtener espumas de células muy abiertas y muy flexibles, y espumas más rígidas que se deforman difícilmente. La resistencia térmica de las espumas va desde - 40 C a + 80 C.

El poliuretano expandido se emplea cada vez con mayor frecuencia para la extracción de materiales, ya que su manejo es muy fácil y con pocas cantidades se obtienen grandes volúmenes

de espumado. Es una resina que no produce contracciones, pesa muy poco y se elimina fácilmente. Su gran poder de adherencia hace imprescindible colocar, entre la pieza a levantar y la espuma, una materia aislante como el plástico o el papel de aluminio.

La ESCAYOLA sería otro material utilizado para la elaboración de camas rígidas. Sin embargo, su empleo presenta varios inconvenientes. Entre sus desventajas deben citarse la necesidad de agua para su fraguado, no siempre disponible a pie de excavación. La transmisión de humedad a la pieza durante el lento proceso de secado, ya que se trata de humedades no convenientes. Y también debe citarse como desventaja, su peso, sobre todo en aquellos soportes de piezas de gran tamaño.

Embalaje y almacenamiento.

Los materiales orgánicos deben ser embalados individualmente y en bolsas de polietileno, con cierre incorporado (auto sellado), y bandas exteriores opacas.

Hasta que el material no se haya secado totalmente, es conveniente perforar las bolsas en su parte superior.

El tamaño de las bolsas debe estar en relación con el de los materiales que contengan. La información del material que contiene la bolsa debe ir especificado tanto en el interior como en el exterior de la misma. En el interior, con etiquetas de polietileno y en el exterior, en las bandas opacas citadas arriba.

Los materiales muy delicados deben guardarse además, en cajas de polietileno, acolchadas con poliestireno de forma variada, polietileno de burbujas o con papel neutro. También pueden encajarse en planchas de poliestireno recortadas.

Las bolsas y cajas se introducen posteriormente en cajas más grandes de polietileno, madera o cartón. Todo espacio vacío debe ser rellenado con material amortiguante, para evitar que los contenidos se muevan al ser transportados. Las cajas no deberán ser abiertas más que cuando sea absolutamente necesario y durante el menor tiempo posible, hasta su tratamiento en el laboratorio de Restauración.

Cada contenedor debe estar claramente marcado y debe tener una lista de su contenido, de manera que se pueda encontrar cualquier objeto sin tener que buscar innecesariamente en todas las cajas.

El ambiente recomendable para el almacenamiento del material orgánico, es el correspondiente a una HR entre el 45 y 55% y una temperatura situada entre los 15 y 20 grados centígrados.

Por lo tanto, las cajas deberán mantenerse alejadas de la acción directa del sol y de las posibles temperaturas extremas. Por último decir, que se debe evitar el empleo de materiales, tales como el algodón en rama, el papel higiénico o de periódico, ya que no son materiales inertes, y presentan ácidos orgánicos en su composición.

4.-BIBLIOGRAFIA

- ALVARO, C. y AMITRANO, R. "El horno ibérico de Alcalá de Júcar (Albacete)". *Revista Arqueología*, 89 (1988) 5-12.
- AMITRANO BRUNO, R. "El rescate de los materiales arqueológicos". *Revista Arqueología*, 39 (1984) 23-30.
- AMITRANO BRUNO, R. "Tratamiento de Conservación y Restauración del marfil de Hipólito, del circo romano de Toledo". *Actas del VIII Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, Valencia (1990)* 243-248.
- AMITRANO BRUNO, R. y BLANQUEZ PEREZ, J. "Nuevos trabajos arqueológicos en Albacete". *Revista Arqueología*, 46 (1985) 58-59.
- AMITRANO BRUNO, R. y BLANQUEZ PEREZ, J. "Un túmulo ibérico en el Museo de Albacete". *Revista Koiné*, 7 (1987) 65-73.
- AMITRANO BRUNO, R. y BLANQUEZ PEREZ, J. "El túmulo "A" de la Necrópolis ibérica de los Villares, en Hoya Gonzalo (Albacete)". *Homenaje a Samuel de los Santos, Albacete (1988)* 159-164.
- AMITRANO BRUNO, R. y SANZ NAJERA, M. "La Conservación de estructuras al aire libre". *Revista Koiné*, 2 (1986) 74-77.
- BARRIO MARTIN, J. "Conservación y Restauración de una colección de Paleontología del Museo Municipal de Madrid". *Estudios de Prehistoria y Arqueología Madrileños*, 3 (1984) 211-220.
- BARRIO MARTIN, J. "Estudio y proyecto de Conservación de dos hornos de pan de época celtibérica". *Actas del VII Congreso de Conservación de Bienes Culturales, Bilbao (1991)* 438-448.
- BARRIO MARTIN, J. "Intervenciones de Conservación para rescate arqueológico en el poblado prerromano de Cuellar (Segovia)". *Revista Pátina*, 6 (1993) 76-90.
- BERDUCOU, M. C. (Coord.). *La Conservation en Archéologie*. Paris (1990).
- CIRUJANO GUTIERREZ, C. y RUIZ RIVERO, P. "Memoria de los trabajos de Restauración de fauna realizados en la Sección arqueológica del Museo Municipal". *Estudios de Prehistoria y Arqueología Madrileños*, 4 (1985) 133-160.
- ESCUDERO, C. y ROSELLO, M. *Conservación de materiales en excavaciones arqueológicas*. Valladolid (1988).
- FERNANDEZ IBANEZ, C. *Recuperación y Conservación del material arqueológico "in situ"*. La Coruña (1990).
- FERNANDEZ MAGAN, M. "Avance de un nuevo tipo de reitegración de los "Bienes Culturales": Metodología de Restauración en hueso y marfil" *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada*, 7 (1982) 423-429.
- GARCIA MARTINEZ, E. "Restauración de un colmillo de Villanueva de Duero". *Revista Pátina*, 5 (1991) 74-78.
- ICC. "Entretien de l'ivoire, de l'os, de la corne et du bois de cervidé", 6/1 (1983).
- ICC. "L'information de la fibre", 13/11 (1986).
- IIC. *Adhesifs et consolidants*. X Congrès International, Paris (1984).
- LABORDE MARQUEZE, A. *Conservación y Restauración en yacimientos prehistóricos. (Restos oseos, madera, piedra)*. Cahier Noir Monographic, 3 (1986).
- LABORDE MARQUEZE, A. "Conservación y Restauración de los restos oseos y líticos del Yacimiento de Atapuerca 2 (Burgos)". *El hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca I. Soria (1987)* 205-211.
- MASSCHELEIN-KLEINER, L. *Les solvents*. Bruselas (1981).
- MONDEJAR, J.A. "El arranque de la decoración pictórica de una pilastra romana de ladrillo procedente de la Casa de los Estucos (Complutum, Alcalá de Henares)". *Arqueología, Paleontología y Etnografía*, 2 (1991) 293-296.
- PEINADO PEREZ, M. "Conservación del relieve de Illescas". *Revista Arqueología*, 21 (1980) 55.
- SANZ NAJERA, M. "Apéndice: Conservación y Restauración de los restos oseos". *Ocupaciones Achelenses en el Valle del Jarama (Arganda, Madrid)*. Madrid (1980) 77-79.
- SANZ NAJERA, M. "La Conservación del Patrimonio Mueble, según la Ley 13/1985 de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español". *Análisis e Investigaciones Culturales*, 25 (1985) 31-34.
- SANZ NAJERA, M. "La Conservación en Arqueología" *Munibé*, 6 (1988) 65-71.
- SANZ NAJERA, M. ET ALII. "Técnica de conservación y extracción de estructuras completas en yacimientos arqueológicos" *Primeras Jornadas de Metodología de Investigación Prehistórica*. Soria (1984) 453-457.
- SANZ NAJERA, M. ET ALII. "Métodos para la extracción de columnas estratigráficas y Conservación de perfiles de excavación mediante inyección de materiales plásticos". *Primeras Jornadas de Metodología de Investigación Prehistórica*. Soria (1984) 459-462.
- TORRACA, G. *Solubilidad y disolventes en los problemas de Conservación*. Roma (1981).
- STANLEY PRICE, N. P. (Ed.). *La Conservación en excavaciones arqueológicas*. Roma (1984).
- WERNER, A. E. "La Conservación del cuero, la madera, el hueso, el marfil y los materiales de archivo". *Monumentos y Museos*, XI (1968) 281-308.