

Craterios e Convencións en Arqueoloxía da Paisaxe

CAPIA

13

*Laboratorio de Arqueoloxía e Formas Culturais
Universidade de Santiago de Compostela*



**Medidas Urgentes de Conservación
en Intervencións Arqueolóxicas**

Yolanda Porto Tenreiro

CAPA 13

Criterios e Convencións en Arqueoloxía da Paisaxe

Medidas Urgentes de Conservación en Intervenciones Arqueolóxicas

Yolanda Porto Tenreiro

CAPA

Criterios e Convencións en Arqueoloxía da Paisaxe

comité editorial

Felipe Criado Boado, LAFC, IIT, USC (director)
Xesús Amado Reino, LAFC, IIT, USC (secretario de TAPA)
César Parcero Oubiña, LAFC, IIT, USC (secretario de CAPA)
César A. González Pérez, LAFC, IIT, USC
Sergio Martínez Bogo, LAFC, IIT, USC
María Pilar Prieto Martínez, LAFC, IIT, USC
Sofía Quiroga Limia, LAFC, IIT, USC
Anxo Rodríguez Paz, LAFC, IIT, USC

comité asesor

Manuel Díaz Vázquez, Profesional libre
Ramón Fábregas Valcarce, Dpto. de Historia I, Fac. de Xeografía e Historia, USC
Almudena Hernando Gonzalo, Universidad Complutense
Fidel Méndez Fernández, S. T. de Patrimonio Histórico, Diputación de A Coruña
M^a del Mar López Cordeiro, LAFC, IIT, USC
Eugenio Rodríguez Puentes, D. X. do Patrimonio Cultural, Xunta de Galicia
Manuel Santos Estévez, LAFC, IIT, USC
Juan Vicent García, Centro de Estudios Históricos, CSIC

dirección de contacto

Secretaría de TAPA
Laboratorio de Arqueoloxía e Formas Culturais
Grupo de Investigación en Arqueoloxía da Paisaxe
Instituto de Investigacións Tecnolóxicas
Universidade de Santiago de Compostela
Apdo. de Correos 994
15700 Santiago de Compostela
Galicia, España
Tel. 981 590555
Fax 981 598201
E-mail phpubs@usc.es
Web <http://www-gtarpa.usc.es/TAPA>

ejemplares

Cualquier persona interesada en recibir ejemplares de esta serie puede ponerse en contacto con la Secretaría de TAPA mediante el teléfono o e-mail que figuran arriba.

Edita: Laboratorio de Arqueoloxía e Formas Culturais, IIT, USC
Depósito Legal: C-2384-2000
ISBN del Volumen: 84-699-3845-2

TABLA DE CONTENIDO

Introducción.....	5
Arqueología y Conservación	6
Proceso de la Conservación Arqueológica.....	7
Intervenciones <i>in situ</i>	7
Tratamiento en el Laboratorio.....	8
Tratamientos de conservación preventiva	8
Intervenciones <i>in situ</i>	10
Fase de Estudio	10
Impacto de la excavación.....	10
Contexto arqueológico	10
Ecosistema suelo y su influencia sobre los materiales.....	12
Fase de Intervención	15
Criterios básicos de intervención.....	15
Recuperación de objetos arqueológicos	17
Materiales inorgánicos.....	17
Metales	17
Piedra.....	20
Cerámica	21
Vidrio.....	22
Materiales orgánicos	23
Madera	24
Hueso, marfil.....	24
Conservación de estructuras	26
Agentes de deterioro.....	26
Agentes externos.....	26
Agentes internos.	27
Estructuras de piedra.....	27
Estructuras de adobe.....	28
Enlucidos y pintura mural	29
Mosaicos y pavimentos.....	31

FICHA TÉCNICA

realización de los trabajos

Laboratorio de Arqueoloxía e Formas Culturais,
Departamento de Historia 1,
Universidade de Santiago de Compostela

redacción del texto

Yolanda Porto Tenreiro

delineación

Anxo Rodríguez Paz

responsable de edición

Sergio Martínez Bogo

financiación

Laboratorio de Arqueoloxía e Formas Culturais, IIT,
USC.

CAPA 13

Medidas Urgentes de Conservación en Intervenciones Arqueológicas

Yolanda Porto Tenreiro

Laboratorio de Arqueoloxía e Formas Culturais

Universidade de Santiago de Compostela

Primera Edición

RESUMEN

Breve aproximación a la conservación como complemento fundamental de la arqueología de campo. Se plantean una serie de nociones básicas que es necesario tener en cuenta antes de proceder a la recuperación de materiales arqueológicos en la excavación, para garantizar una adecuada extracción y gestión de los hallazgos.

ABSTRACT

A brief approach to conservation as an essential part of field archaeology is made. A number of basic notions are proposed that should be considered before the recovery of archaeological material from excavations; the aim is to guarantee an adequate retrieval and management of archaeological finds.

PALABRAS CLAVE

Conservación arqueológica. Intervención *in situ*. Conservación preventiva. Deterioro. Estabilización. Preservación. Corrosión. Consolidación. Protección.

KEYWORDS

Archaeological conservation. In situ archaeological conservation. Preventive conservation. Decay. Stabilization. Preservation. Corrosion. Consolidation. Protection.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se ha elaborado a partir del material didáctico preparado para el Taller titulado *Recuperación de materiales arqueológicos en excavación*, que tuvo lugar en el marco de la Semana de Formación, organizado por el Grupo de Investigación en Arqueología del paisaje del 19 al 23 de abril de 1999.

Se trata de mostrar una serie de cuestiones básicas para la recuperación, tratamiento y gestión de materiales arqueológicos en el campo. No pretende ser una guía exhaustiva de recuperación y conservación de materiales ni suplir la necesidad de contar con personal especializado para desarrollar estas tareas. Se trata simplemente de plantear algunas nociones básicas que puedan servir para que los destinatarios, arqueólogos en su mayor parte, vinculados con la recuperación de material arqueológico pero no específicamente preparados para cuestiones de conservación y mantenimiento del mismo, puedan disponer de algunas nociones e ideas básicas y genéricas acerca de estos temas.

Como introducción al tema que nos ocupa trataremos brevemente la relación entre la arqueología y la conservación así como el lugar que ocupan las intervenciones *in situ* dentro del proceso de la conservación arqueológica.

En el primer capítulo se tratará la metodología de trabajo en el campo, los aspectos a tener en cuenta y que determinarán el estado de conservación de los materiales y el tratamiento que les vayamos a aplicar.

A continuación haremos referencia a las condiciones en que suelen aparecer las piezas, principales efectos de deterioro según el tipo de material, y unas nociones básicas para la adecuada recuperación de los objetos arqueológicos.

En el último capítulo se tratan brevemente las intervenciones de urgencia más habituales en estructuras arqueológicas

El texto, pues, no aborda sino asuntos generales e introductorios. La idea es poder completar los contenidos en el futuro profundizando en cuestiones que ahora sólo serán esbozadas y planteadas. Este texto se concibe, entonces, como una primera aproximación a un tema muy complejo.

Arqueología y Conservación

Se podría decir que si la finalidad de la arqueología es traducir la cultura material a través de la interpretación, la finalidad de la **conservación** es asegurar la permanencia de esa cultura material y permitir de esta forma que sea leída y que el documento histórico permanezca y pueda ser interpretado a través del tiempo.

Así pues, la conservación arqueológica colabora con la arqueología en la recuperación de información y aporta datos sobre la naturaleza de los materiales. En el sentido actual de la expresión **conservación** debe referirse a la durabilidad, integridad y accesibilidad del patrimonio cultural. Antes que la práctica de una serie de técnicas aplicadas a los materiales, la conservación es en primer lugar un estudio crítico del objeto y sus características (Berducou, 1996).



Figura 1. Castro de Coaña, Asturias.

La conservación de bienes culturales requiere una investigación multidisciplinar. Todas las intervenciones deben ir precedidas de un estudio lo más completo posible del objeto: la naturaleza de los componentes, la información, mensajes o valores que transmite, el contexto en que ha aparecido, una aproximación a su estado de conservación, las causas posibles de alteración y el pronóstico de su evolución futura (Cronyn, 1990).

Por tanto, un aspecto de especial importancia es la necesaria colaboración que debe existir entre arqueólogos, conservadores y demás profesionales implicados en la gestión de los hallazgos. Debe ser responsabilidad de todos garantizar una adecuada ges-

tión, desde una correcta extracción y embalaje durante la excavación, hasta un tratamiento de conservación adecuado a las distintas necesidades y sobre todo un adecuado almacenamiento, teniendo en cuenta que la mayor parte de los materiales arqueológicos recuperados en las excavaciones pasan directamente a formar parte de los depósitos de los museos y es realmente excepcional el tratamiento individualizado de conservación y restauración que se da a determinadas piezas.



Figura 2. La estabilización de los hallazgos en la excavación es fundamental para garantizar su conservación.

El concepto de **conservación arqueológica** ha evolucionado de forma paralela al de patrimonio arqueológico y al de arqueología. Si la arqueología tradicional se ocupaba básicamente de los objetos o de elementos territoriales y espaciales tratados como piezas de museo, se seguía el mismo criterio a la hora de decidir qué conservar, por este motivo hasta fechas muy recientes lo único considerado digno de conservación eran los objetos museables y aquellos elementos arquitectónicos que por su entidad física eran considerados monumentos. Pero si la arqueología actual se ocupa de dar a conocer la vida social de las comunidades pasadas, espacios domésticos, espacios funerarios, elementos defensivos, urbanismo, con la cultura material asociada a los mismos, eso es lo que deberemos conservar y transmitir (Hornos, 1994).

Sin embargo si los conceptos han evolucionado más o menos parejos, las técnicas arqueológicas y las de conservación no han evolucionado al mismo paso; ambas han de considerarse en conjunto si el deber es recuperar el máximo de información y si los hallazgos deben ser preservados y accesibles a generaciones futuras.

Proceso de la Conservación Arqueológica

El principal problema de la conservación consiste fundamentalmente en decidir lo que debe o no conservarse y en mantener el equilibrio entre las necesidades y recursos disponibles. En cualquier caso el total de recursos que deben asignarse para la conservación no pueden predecirse hasta que se hayan decidido las medidas para el mantenimiento futuro del lugar excavado y de los hallazgos.

El momento de la excavación puede resultar fácilmente desastroso para los restos arqueológicos, parte del trabajo de conservación realizado después de la excavación sería innecesario si se tomaran medidas adecuadas de conservación preventiva en el sitio mismo.

Las acciones de conservación pueden comenzar antes del inicio de la excavación, en el momento en que se realiza la planificación. Para ello necesitamos que los recursos obtenidos para un proyecto de excavación sean suficientes también para cubrir las necesidades de conservación preventiva (Stanley Price, 1987).

Durante la excavación el objetivo del restaurador debe ser minimizar el impacto ambiental que sufren los restos cuando son extraídos, durante su estudio y también durante su embalaje y transporte para el caso de objetos muebles. Este tipo de medidas son lo que llamamos **intervenciones *in situ***.

La excavación puede provocar un conflicto de prioridades a menos que tanto el restaurador como el arqueólogo reconozcan los intereses de cada uno. Sacar demasiado pronto un objeto, para una estabilización preliminar, puede significar que el contexto no se comprenda en su totalidad; exponer durante demasiado tiempo un objeto a condiciones negativas puede afectar gravemente a su estado de conservación. Por otra parte el arqueólogo puede verse presionado

para continuar la excavación antes de lo que permiten los intereses del restaurador para sacar un objeto de forma segura. Lograr soluciones de compromiso que satisfagan ambos objetivos es la base de la conservación arqueológica (Berducou, 1990).

En la conservación después de la excavación es de especial importancia una buena comunicación entre arqueólogos, conservadores, restauradores y demás profesionales implicados en la gestión de los hallazgos. Debe existir una unidad de criterio y una política que garantice:

- Las medidas de protección, conservación y mantenimiento de los restos conservados *in situ*.
- El adecuado tratamiento en el laboratorio del resto de los objetos.



Figura 3. Es frecuente que algunos materiales recuperados en la excavación necesiten algún tratamiento estabilizador para proceder a su levantamiento.

Por último la **conservación preventiva**, mediante el control de las condiciones ambientales (humedad, temperatura, contaminación) va a garantizar la eficacia de los tratamientos de conservación aplicados a estructuras arqueológicas conservadas *in situ*, de los objetos seleccionados para exhibir en las vitrinas o los depositados en el almacén del museo.

Intervenciones *in situ*

Originalmente el término *in situ* era utilizado por los geólogos para describir rocas encontradas en su contexto original o natural, pero el término ha llegado a significar también a aquello que se encuentra en la posición precisa y exacta en que se descubrió y

por tanto se referiría a las estructuras que se encuentran en una excavación y se decide conservar en su contexto (Hodges, 1987).

También se utiliza el término *in situ* para las medidas de conservación tomadas en el sitio a la hora de recuperar los materiales encontrados en una excavación, es decir, los tratamientos de “primeros auxilios” aplicados a los materiales para proceder a su levantamiento y transporte.



Figura 4. Casa atribuída a Cantaber, Conimbriga, Portugal.

Tratamiento en el Laboratorio

La metodología de trabajo *in situ* se complementa con la desarrollada en el laboratorio. Es en este momento cuando podremos proporcionar a los materiales que no se conservarán *in situ* el tratamiento definitivo para su futura preservación.

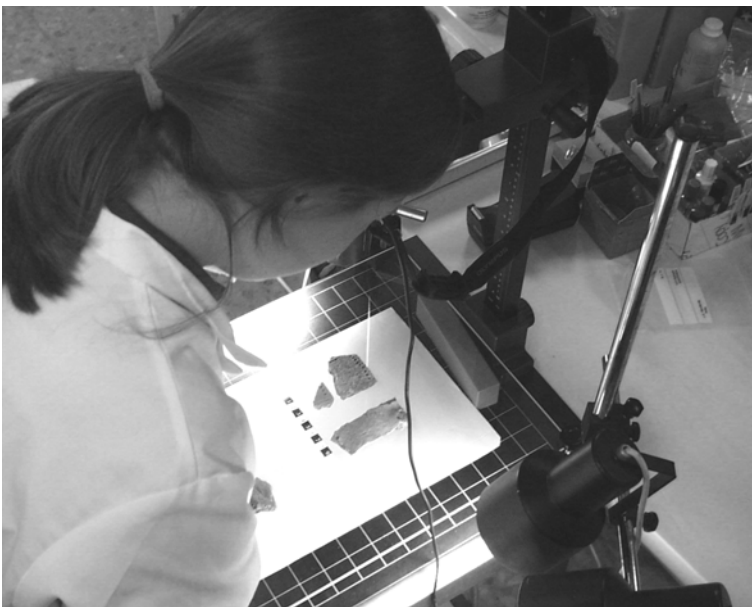


Figura 5. Documentación fotográfica del estado de conservación de las piezas.

En el laboratorio se hace un **estudio** más profundo de la naturaleza de los materiales, estado de conservación, sus causas de alteración y a partir de este estudio se propone el tratamiento más adecuado. Las necesidades de estudio de las piezas, su importancia y el grado de alteración que presenten (estabilidad), serán los factores determinantes que darán prioridad a unos objetos sobre otros.

El primer paso una vez que el objeto llega al laboratorio es elaborar una ficha técnica donde quedará constancia de toda la documentación que poseamos y de los tratamientos ya realizados. Una vez finalizado el tratamiento se realiza un informe con toda la información contenida en la ficha que acompañará al objeto al lugar donde vaya a ser depositado definitivamente.

Conservación y restauración, en términos de tratamiento están íntimamente relacionados. El primero gira alrededor de la investigación, el estudio y la preservación a largo plazo de los materiales que componen el objeto, y el segundo se refiere a su revalorización. En la práctica, los dos procedimientos no se pueden separar fácilmente (Berducou, 1996).



Figura 6. Generalmente los materiales que son sometidos a estos tratamientos son los seleccionados para exhibición.

Tratamientos de conservación preventiva

Se denomina conservación preventiva a las intervenciones destinadas a garantizar la conservación de los objetos a largo plazo, las operaciones que sin incidir directamente sobre el objeto, controlan y/o modifican las condiciones macroambientales de luz, humedad relativa, temperatura, contamina-

ción, etc., propias de los ámbitos museísticos o depósitos, todo ello con el fin de evitar o ralentizar la degradación de los objetos que se encuentran almacenados o expuestos (García Fernández, 1999).

Este criterio de conservación, orientado fundamentalmente a colecciones en conjunto más que a piezas individuales, parece el más aceptado en la actualidad, ya que al evitar o reducir al mínimo los tratamientos puntuales y el riesgo que ello conlleva para la integridad del objeto, se postula como de gran eficacia a largo plazo.



Figura 7. Cubierta de la casa de los repuxos, Conimbriga, Portugal.

INTERVENCIONES *IN SITU*

En las intervenciones *in situ*, lo mismo que en las realizadas en el laboratorio, hay una fase previa de estudio en la que se valora el impacto que la excavación supone para la conservación de las piezas arqueológicas y las estructuras exhumadas. Es en esta fase de estudio cuando se recoge información sobre el contexto arqueológico, información que va a ser fundamental para el restaurador a la hora de realizar la diagnosis del estado de conservación e intentar comprender los procesos de deterioro que han tenido lugar en la pieza.

Después de conocer el contexto del que procede la pieza o la estructura y las condiciones ambientales en que ha permanecido enterrada, podremos determinar cual es su estado de conservación y en función de esto aplicar el tratamiento más adecuado.

Fase de Estudio

Para poder evaluar claramente las causas que provocaron las alteraciones y así poder elegir el tratamiento más adecuado, es fundamental el **conocimiento** preciso de la composición material del objeto y del condiciones ambientales en el que se encuentra, con referencias exactas de los parámetros del suelo (porosidad, pH, contenido en sales solubles, etc.), aire (luz, temperatura, humedad relativa, contaminación), agua (contenido en sales, pH, contaminación biológica, etc.). Toda esta información junto con el conocimiento de los productos de alteración constituyen la plataforma básica para realizar cualquier intervención de conservación sin poner en peligro la integridad del objeto (Fernández Ibáñez, 1990).

La metodología de trabajo en la fase de estudio debe ser muy rigurosa. Se debe valorar la composición química del material y la estructura de los objetos, así como su comportamiento frente al medio. Esta información unida a los análisis extraídos del entorno, de los materiales y de sus productos de alteración, determinarán la elección del tratamiento a seguir, y los **criterios de actuación**.

Impacto de la excavación

Si los materiales o sustitutos han sobrevivido al enterramiento, normalmente se debe al

equilibrio que han logrado con el medio. Cuando son excavados, de repente este equilibrio es profundamente alterado al entrar el artefacto en contacto con la atmósfera.

El deterioro puede comenzar unos segundos después pero también puede no ser visible hasta transcurrido un año o más. Si en un corto espacio de tiempo no se le proporciona un nuevo equilibrio la destrucción continuará. La conservación debe buscar este segundo equilibrio tan pronto como sea posible. La excavación no sólo puede romper las condiciones de preservación descritas, también puede reactivar algunos agentes de deterioro. Por ello las actuaciones de conservación han de comenzar en este momento (Gaël de Guichen, 1984).



Figura 8. En la mayoría de los materiales excavados se produce inevitablemente un deterioro a menos que se tomen medidas preventivas

Contexto arqueológico

Uno de los propósitos de la **conservación arqueológica** debe ser minimizar la pérdida de la información que se produce cuando en el proceso de excavación se separan los objetos de su contexto original.

El conservador, como el arqueólogo, necesita información sobre el contexto, y el arqueólogo necesita además los datos que el restaurador pueda darle sobre la interacción del material con su ambiente post-excavación y posibilidades de obtener nuevos datos a través de la analítica (Stanley Price, 1984). Por ello la metodología de trabajo *in situ* se complementará con la desarrollada en el laboratorio.

El contexto arqueológico que rodea el objeto condiciona ciertos aspectos. Su apariencia, su función, su significado no serán comprensibles a menos que sea reinsertado

en el lugar en que fue descubierto. Esto significa que puede ser fácilmente falsificado. Uno puede reintegrar deliberadamente una cerámica incompleta, reconstruir o restaurar un objeto que se ha roto o deformado intencionadamente, confundiendo esto con una alteración. Los objetos arqueológicos a menudo no hablan por sí mismos. Así pues, el contexto arqueológico más inmediato nos proporciona la información necesaria para su comprensión.



Figura 9. El contexto arqueológico y el control ambiental son quizá la esencia misma de un procedimiento seguro de excavación.

Hay también un contexto arqueológico general, el que conocemos antes de estudiar el objeto. El reconocimiento de algunos rasgos proviene en parte de hipótesis preexistentes. Buscamos una característica dada en un objeto particularmente alterado (una técnica de fabricación, una posible decoración, partes perdidas...) porque su presencia es atestiguada por otros elementos similares. El estudio de un grupo de fragmentos de cerámica mezclados es infinitamente más rápido si conocemos las formas que suelen aparecer en ese contexto. El examen de los objetos es guiado por el conocimiento de paralelos.



Figura 10. La pérdida de información sólo puede compensarse con la mayor documentación posible.

Finalmente, está la variable relevancia de los objetos de acuerdo con su contexto particular, y aquí por primera vez intervienen factores que son extrínsecos a el y de los que dependerá el tratamiento que vayamos a aplicar. Si tenemos dos objetos, uno encontrado en su contexto en abundancia, el otro único, e inesperado en el contexto en que fue descubierto, ambos no recibirán la misma atención.



Figura 11. El contexto arqueológico general sitúa a los objetos en un conjunto de referencias.

Podemos dismantelar una estructura para continuar la excavación de un nivel inferior y no necesariamente por requerimientos de conservación. Un objeto puede ser restaurado, mientras otros similares no lo son, porque el interés en él puede variar los resultados de la investigación. En este sentido, el contexto relativiza la importancia de los objetos arqueológicos (Berducou, 1996).



Figura 12. Castro de Viladonga, Lugo.

En este punto hay que resaltar que la conservación de una estructura o un objeto en el sitio en que aparece es la más recomendable, pero esto supondría poder ga-

rantizar una protección real, integrada en un programa de conservación permanente, no limitada únicamente a las acciones inmediatas a la excavación. Cualquier medida ambigua o intermedia que pudiera poner en peligro la conservación de los hallazgos a largo plazo debería ser rechazada.

Ecosistema suelo y su influencia sobre los materiales

Aunque hay restos arqueológicos bajo el agua o al aire libre, nos centraremos aquí en el ecosistema más frecuente, el suelo.

A la hora de excavar, es muy importante conocer las características del suelo, de este modo podremos conocer las condiciones mediambientales que determinarán las causas de alteración del objeto.

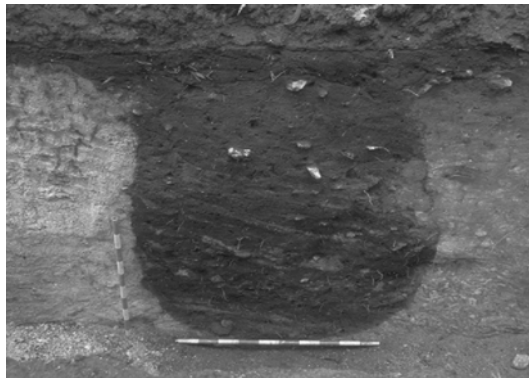


Figura 13. El tipo de suelo en el que han permanecido enterrados los materiales determina su proceso de alteración.

Condiciones ambientales

La reacción de un objeto con el medio depende preferentemente de las condiciones ambientales en que ha estado enterrado. La preservación del material puede deberse a la ausencia de los agentes de deterioro o a la adición de agentes que lo preservan. Por ejemplo, el hierro se conserva en suelos con ausencia de agua y presencia de fosfatos y la madera en ambientes donde hay ausencia de oxígeno y presencia de sales de cobre. Aunque las condiciones bajo tierra son extremadamente variables, hay algunos agentes de deterioro presentes en prácticamente todos los ambientes, por ejemplo la temperatura, la humedad y la acidez y algo menos los organismos (Cronyn, 1990).

Los suelos tienen una serie de propiedades físico-químicas y biológicas, para analizarlas será necesario recurrir a la ayuda de un especialista. Sería conveniente conocerlas

antes de iniciar la intervención arqueológica, y así tener un mayor conocimiento de las causas de degradación de los materiales con que nos vamos a encontrar (Ferrerías y Fidalgo, 1991):



Figura 14. Cada suelo tiene sus características propias, marcadas por la distribución y contenido de materia orgánica e inorgánica bajo la acción de un clima determinado.

Propiedades físicas

- **Textura**, los componentes minerales del suelo se presentan en partículas de distintos tamaños cuyos porcentajes determinan la composición granulométrica o textura del suelo. Según el tamaño de estos componentes del suelo, tenemos: arcillas, limos y arenas. La textura del suelo va a influir en el grado de penetración de los gases atmosféricos.

Sistema de la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo
Arenas gruesas: entre 2 mm y 0,2 mm Ø
Arenas finas: entre 0,2 mm y 0,02 mm Ø
Limos: entre 0,02 mm y 0,002 mm Ø
Arcillas: menos de 0,002 mm Ø

- **Estructura**, el material puede ser suelto o compacto, homogéneo o heterogéneo. La estructura modifica las propiedades que la textura confiere al suelo como la permeabilidad, drenaje, etc. Define zonas de drenaje, determina la penetración de las raíces de las plantas y el lavado de los suelos. La estructura determina también la distribución en el espacio de la materia orgánica y de los espacios vacíos o

poros. Según la forma de los agregados la estructura de un suelo puede ser:

- Granular simple, tipo arenoso
- Maciza o masiva, con elementos finos, limo y limo-arcilloso
- Granular compacta, sin poros, o grumosa, con poros internos.
- Cúbica
- Prismática
- Columnar
- Laminar
- **Permeabilidad**, tiene relación con el tamaño y la estructura y se refiere a la facilidad para introducirse el agua a través del suelo.
- **Grado de humedad**, se refiere a la capacidad de retención de agua que varía de unos suelos a otros. La capacidad de retención de agua de un suelo es inversamente proporcional a la dimensión media de las partículas que lo componen, por tanto depende de la textura.

Propiedades químicas

- Composición, hay tres fases:
- **Líquida**: se basa principalmente en el agua de lluvia, pero nunca es pura, suele llevar ácido carbónico en disolución (CO_3H_2), resultante de la combinación del anhídrido carbónico atmosférico con el agua



- **Gaseosa**: en el suelo el ácido carbónico se combina con los gases del humus para formar ácidos orgánicos e inorgánicos: dióxido de carbono, nitrógeno, oxígeno e hidrógeno.
- **Sólida**: los suelos contienen diferentes clases de compuestos sólidos: el sílice es el más abundante. Si la roca madre es de origen ígneo son suelos ácidos y si es caliza son suelos básicos. Cuanto más sílice tenga la roca más ácido va a ser el suelo.
- **Elementos**: Si (silicio), como hemos dicho es el elemento sólido más abundante pero también están presentes el Ca (calcio), Al (aluminio), Mg (magnesio), Fe (hierro), K (potasio), formulados de distinta manera, óxidos metálicos.
- La **materia orgánica**: es otro elemento que caracteriza a un suelo; su mayor o

menor presencia depende del clima, de la actividad biológica...

- **Salas solubles**: todos los suelos contienen sales solubles, su concentración está condicionada por el lavado, la composición química y la situación geográfica.
- **pH y potencial oxidación-reducción**: en un mismo suelo en un espacio corto el pH puede variar, pero generalmente los suelos ácidos son ricos en Si y pobres en bases. El pH depende de la concentración de iones H^+ , (hidrógeno) en una solución. A mayor cantidad de iones H^+ más ácido será el suelo, por eso los suelos muy drenados suelen ser ácidos. Los suelos muy orgánicos serán también ácidos, ya que la materia orgánica en descomposición puede provocar la aparición de microorganismos y bacterias que producen ácidos orgánicos y bajan el pH. El potencial de oxidación-reducción depende de la presencia de O_2 que provoca que suelos muy oxigenados sean muy corrosivos.

Propiedades biológicas

La actividad microbiológica de un suelo se puede medir teniendo en cuenta distintos parámetros que determinan su existencia.

- La presencia o ausencia de oxígeno.
- La acidez o alcalinidad del suelo, en condiciones ácidas no se desarrollan las bacterias.

El proceso de descomposición de la materia orgánica constituye el llamado "ciclo de la materia orgánica", en el que la actividad biológica desempeña un papel muy importante (Duchaufour, 1987).

Los restos vegetales constituyen la fuente esencial de la materia orgánica presente en el suelo que realizan un doble trabajo: degradación y síntesis. El trabajo de degradación consiste en la descomposición de las células animales y vegetales, y al mismo tiempo, liberación de una serie de elementos minerales solubles y gaseosos antes citados, como son el anhídrido carbónico, fosfatos, nitratos, etc. Es en el "proceso de mineralización" donde desempeñan un papel fundamental las bacterias.

Ambiente subterráneo	Ambiente post-excavación	Efectos de deterioro en materiales arqueológicos
HR (humedad relativa) estable	HR variable	Nivel alto de HR. Favorece el ataque de microorganismos especialmente en materiales orgánicos.
		Nivel alto-medio de HR. Favorece la corrosión de los metales, particularmente el Fe (hierro) y aleaciones de Cu (cobre).
		Nivel medio-bajo. En materiales encharcados causa daños irreversibles en su estructura física.
		Nivel bajo. Puede causar daños en los materiales orgánicos por una desecación excesiva.
T ^a (Temperatura) muy estable	T ^a más alta y fluctuante	El incremento de la T ^a acelera todas las alteraciones químicas y favorece la aparición de microorganismos. El efecto principal afecta al contenido de humedad del aire.
Entrada limitada de aire	Aire que contiene oxígeno (además de CO ₂ , SO ₂ y otros gases ácidos)	Incrementa todas las formas de deterioro: incluyendo las biológicas y químicas.
Ausencia de luz	Presencia de luz	Favorece la acción de microorganismos, flora e insectos en los materiales orgánicos. Puede activar los procesos de oxidación.
Contenido en sales	Sales+HR	Las sales solubles penetran en materiales porosos y si descienden la HR cristalizan, ocasionando fracturas, llegando incluso a destruir el objeto. Las sales insolubles pueden formar costras sobre el objeto.
Presencia de organismos	Presencia de organismos+Temperatura+luz	Se acelera su actividad. Pueden provocar ataques ácidos sobre los objetos.

Figura 15. Efectos de deterioro que produce el cambio de ambiente en los materiales arqueológicos (Leigh, 1978).

La "humificación" se realiza a la par que la mineralización; es un proceso por el cual las sustancias orgánicas procedentes de la mineralización se combinan entre sí y originan estructuras de carácter orgánico y de color oscuro o pardo: los compuestos húmicos. Esta materia orgánica humificada es la que confiere el color oscuro a los horizontes superiores del suelo. Es el trabajo de síntesis llevado a cabo por los microorganismos: elaborando sustancias químicas complejas a partir de los minerales que han liberado en el proceso de degradación.

Alteración

Decimos que un objeto ha padecido una alteración cuando tiene una degradación físico-química debida a su contacto con ecosistemas distintos.

Todo el material arqueológico sufre distintas alteraciones hasta que es hallado,

tanto si está enterrado como si está al aire. Esta degradación debe ser entendida como una adaptación del objeto al medio que lo rodea con una recuperación del equilibrio ante el cambio de circunstancias ambientales. Esta degradación se traduce en una serie de cambios: deformaciones, cambios de color, de textura, transformación del objeto en un material secundario, rotura, deformación.

Fase de Intervención

La conservación *in situ* es quizá la etapa más importante dentro del proceso de la Conservación Arqueológica. Consiste en mantener la preservación con un especial énfasis en descubrir la naturaleza de los materiales.

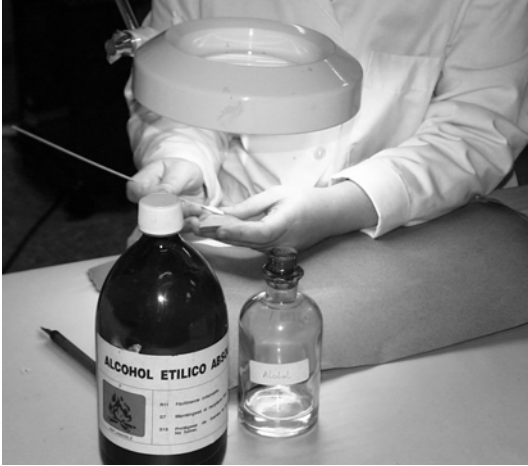


Figura 16. Pruebas de limpieza.

Criterios básicos de intervención

Antes de afrontar cualquier intervención de conservación en el Patrimonio histórico-artístico es preciso establecer una serie de principios, criterios éticos de actuación a los que en algunos casos habrá que condicionar los tratamientos (Amitrano, 1986). Los criterios básicos citados a continuación han sido aceptados tradicionalmente a la hora de afrontar cualquier acción restauradora:

- **Estabilización.** Todas las acciones encaminadas a detener la degradación del objeto. La ruptura del equilibrio establecido entre la pieza y su entorno nos obliga a crear un nuevo entorno en el que el objeto vuelve a ser protagonista. La conservación o consecución de ese equilibrio debe ser un proceso lento y paulatino, intentando por todos los medios una readaptación de los objetos, esta readaptación debe ser igual en efectividad que la que poseía anteriormente en su equilibrio natural.
- **Conservación preventiva.** Consiste en el mantenimiento de las condiciones ambientales para la correcta conservación de los hallazgos. Es el tipo de conservación que puede considerarse más elemental ya que se contribuye a poner a salvo los hallazgos sin intervenir directamente sobre ellos.
- **Mínima intervención.** Es un criterio fundamental en Conservación-Restauración. Se basa en el valor de los hallazgos como documento. El objeto mismo, con su corrosión y sus agentes de deterioro, tal y como se encuentra, rodeado por su matriz de tierra, es el "material" y podría ser necesario mantenerlo intacto. La intervención terminaría en el momento en que aparece una duda.
- **Compatibilidad.** Los productos empleados para garantizar la conservación de un objeto en ningún caso podrá modificar la naturaleza de los materiales.
- **Reversibilidad.** Cualquier material añadido debe tener una cualidad: que pueda quitarse en un momento dado. Hay materiales, especialmente recientes, cuyo envejecimiento desconocemos y pueden ser funestos con el tiempo, deben ser reversibles si en el futuro hay que retirarlos por ser incompatibles con los materiales propios de la pieza. Además, pueden descubrirse materiales de restauración más adecuados que puedan sustituir en una próxima intervención a los anteriores.
- **Legibilidad.** Siempre deberá distinguirse lo original de lo restaurado o añadido; de lo contrario podríamos confundir en la lectura lo auténtico de lo falso.
- **Intervenciones climáticas o ambientales.** Siempre son preferibles las medidas de intervención indirecta sobre los hallazgos, pero esto no siempre es posible. Las cubiertas que protegen un área excavada contra la acción de los agentes atmosféricos puede ser efectivas si se presta atención al desagüe y a la posibilidad de erosión debida a las corrientes de viento y lluvia. Estas medidas son costosas y por lo general se emprenden como parte de un programa de conservación permanente.
- **Ambiciosa documentación.** La pérdida de contexto producida por la remoción de objetos inmuebles y muebles representa una pérdida de infor-

mación que sólo puede compensarse con la mayor documentación posible. Esto también acarreará problemas a la hora de la exhibición de los hallazgos, lo cual requiere generalmente algún tipo de recreación del contexto.

- Actualmente existe una corriente crítica que empieza cuestionarse el valor que en ocasiones se ha dado a estos criterios como principios inmutables, su validez como principios permanentes y universales, y por tanto no condicionada por las circunstancias específicas de cada actuación (González Moreno, 1999). En este sentido es necesario precisar que la individualidad del objeto y su problemática específica debe condicionar la aplicación de estos criterios, pero esto no implica que no deban tomarse como una guía teórica sobre la que fundamentar la intervención.

RECUPERACIÓN DE OBJETOS ARQUEOLÓGICOS

Es necesario precisar que no existen fórmulas ideales en la recuperación de materiales arqueológicos, cada hallazgo requiere un tipo de solución distinta de conservación. No obstante hay una serie de cuestiones generales relacionadas con las condiciones de aparición de los distintos materiales, que hay que tener en cuenta a la hora de recuperarlos del yacimiento (Fernández Ibáñez 1990). Aunque resulte obvio, haremos hincapié en que todos los métodos y procedimientos descritos a continuación han de ser proyectados y realizados por un especialista.

Durante el proceso de excavación la primera medida de conservación, para materiales que muestran evidentes signos de deterioro será mantener los niveles de humedad, cubriendo los objetos con la tierra que los rodea, mientras no son extraídos. Solo en determinados casos (cerámica muy delicada o algunos metales) es más recomendable el secado *in situ*.

Habrá que evitar en lo posible los daños provocados por el incorrecto levantamiento de los objetos de sus depósitos, para ello será preciso utilizar materiales que sirvan de soporte y que luego se puedan eliminar con facilidad. En la mayor parte de los casos no se necesitan técnicas especiales de extracción (Cronyn, 1978).

Una vez extraídos los objetos deben ser debidamente embalados y se deben mantener unas condiciones ambientales controladas. Una inadecuada manipulación o embalaje a menudo son responsables de la mayor parte de los daños producidos en los objetos que frecuentemente son más frágiles de lo que parecen. También es considerable el daño provocado por no controlar las condiciones ambientales; por ejemplo una superficie decorada de una madera encharcada puede deteriorarse en solo diez minutos o una moneda de una aleación de cobre puede comenzar a desintegrarse en veinticuatro horas si no se guarda debidamente.

A continuación veremos los problemas más comunes a la hora de extraer un objeto arqueológico según el tipo de material.

Materiales inorgánicos

Los materiales inorgánicos proceden del mundo mineral, generalmente no son fotosensibles, no arden y no se desarrollan microorganismos a su costa (Laborde, 1986).

En su reacción con el agua hay dos grupos:

1. Materiales higroscópicos: **cerámica y piedra**, que absorben el agua y las sales que contiene.
2. Materiales no higroscópicos: **metales y vidrio**, aunque esto no quiere decir que sean inalterables ante el agua, les afectan las sales y acaban siendo atacados por el agua.

Metales

Salvo el oro, los metales son materiales en continua transformación (corrosión) (Mourey, 1984) que a su vez puede ser:

- **Corrosión seca**, que se produce sin presencia de agua, basta con una HR elevada para que se produzca. Solo afecta a la superficie del objeto.
- **Corrosión electroquímica**, que se produce en presencia de agua, se da una transformación profunda a expensas del propio material.

En suelos ácidos, como el gallego, generalmente el ataque provocado por oxígeno es lento pero continuo y progresivo. Los procesos corrosivos se aceleran en caso de que exista además descomposición de materia orgánica.

Al extraer un objeto metálico debemos evitar realizar ningún tipo de limpieza *in situ*. Una limpieza poco prudente puede no sólo destruir detalles decorativos del objeto en las capas de corrosión, sino también las evidencias orgánicas y ambientales preservadas por esta.



Figura 17. Los objetos metálicos aparecen en el suelo gallego gravemente alterados por los procesos corrosivos.

Los esfuerzos deben centrarse en realizar una extracción segura ya que a menudo el estado de conservación dificulta su levantamiento.

Los materiales recomendados para embalaje de objetos metálicos son papel de seda libre de ácido para recubrir las piezas y la espuma de polietileno como amortiguador. Las bolsas y cajas que coinciden con el tamaño del objeto inhiben su movimiento durante el transporte, resultando así más seguro.

Hierro

En los objetos de hierro que han permanecido en contacto con la tierra o la atmósfera húmeda se forman los primeros productos de corrosión (orín). Cuando existen sales que pueden actuar de electrolitos, el proceso se acelera.

Si el objeto de hierro presenta humedad en superficie significa que la corrosión está todavía activa y por ellos es de vital importancia que los objetos de hierro sean desecados tan pronto como sea posible. Generalmente el grado de alteración que presentan de los objetos de hierro encontrados en una excavación precisa de un tratamiento urgente de conservación en el laboratorio.

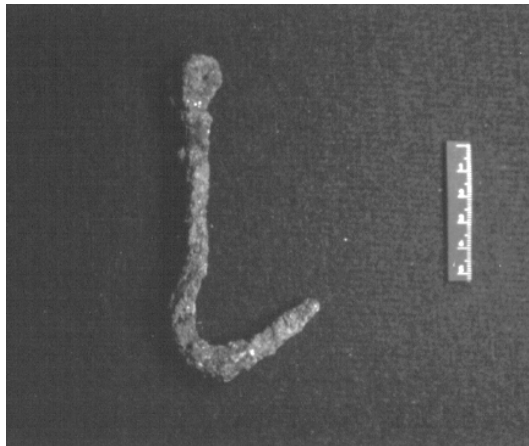


Figura 18. A menudo los productos de corrosión del hierro, aunque parezcan firmes, pueden ser extremadamente porosos y frágiles.

Los productos de corrosión son menos densos que el metal, por el peso de la pieza se puede determinar si el objeto está totalmente corroido o conserva todavía parte del núcleo metálico.



Figura 19. Todos los objetos de hierro que han estado en contacto con la tierra o una atmósfera húmeda forman una primera capa de corrosión que se denomina orín.

Durante los procesos de corrosión los materiales orgánicos que están en contacto con el hierro pueden dejar su impronta en los productos de corrosión.

Los procedimientos de levantamiento son los siguientes y se utilizan tanto para la extracción de objetos de hierro, bronce, cerámica como para fragmentos de mosaico y pintura mural.

- **Engasados**, aplicación de tiras de gasa sobre el objeto aplicando después una solución de un producto fijativo (a determinar por el restaurador) de modo que cuando este producto se seca le hemos dado a la pieza un refuerzo temporal que nos permitirá extraerla y manipularla hasta llevarla al taller de restauración sin peligro de que se rompa.
- **Camas rígidas**, se utiliza para extraer objetos muy frágiles y consiste en excavar alrededor del objeto hasta aislarlo, a continuación se hace una caja que rodee ese bloque y después de proteger la pieza, se aplica espuma de poliuretano y se corta el bloque por la base con alguna plancha rígida.

El embalaje más adecuado es en una caja sellada con gel de sílice y debe almacenarse en un lugar lo más seco posible hasta que se le aplique un tratamiento de conservación que detenga la corrosión.

Aleaciones de Cobre

Las corrosiones de cobre son más estables que las del hierro, una vez excavado pueden estabilizarse manteniendo una HR de 35%.



Figura 20. Broche de cinturón, yacimiento de As Pereiras, Amoeiro, Ourense.

Sobre la superficie original del objeto se forman capas de corrosión uniformes y estables que se llaman pátinas: de color rojizo (cuprita), negro intenso (tenorita) o verde oscuro (malaquita, azurita). Pero la corrosión puede presentarse también en depósitos puntuales pulverulentos (paratacamita), de corrosión activa, de los cuales los más frecuentes son de color verde claro provocados por los cloruros de cobre.



Figura 21. La presencia de manchas puntuales de color verde claro en un objeto de bronce indican que existe corrosión activa.

Son frecuentes las piezas arqueológicas de aleación de cobre y plata o de cobre y oro. También es frecuente que las aleaciones de cobre tengan un baño de estaño, oro o

plata. Hay que tener especial cautela al manipular estos objetos ya que su superficie suele ser muy delicada y es frecuente que estos tengan restos de esmaltes. Normalmente estos restos son deleznable y pulverulentos y se pueden confundir con los productos de corrosión del cobre.

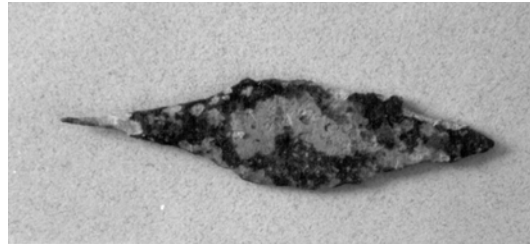


Figura 22. Los objetos de cobre muy finos suelen aparecer totalmente corroídos.

Los objetos de cobre pueden tener adheridos a su superficie restos de madera, hueso o tejidos. Estos restos son muy frágiles y pueden ser destruidos fácilmente por la limpieza en el campo.

Si el objeto necesita de un soporte antes de extraerlo, debe ser previamente engasado. Una manipulación innecesaria puede causar gran daño al objeto ya que la corrosión y la tierra pueden ocultar fisuras y grietas en estos objetos.

Es fundamental proteger físicamente los objetos y almacenarlos en un ambiente seco.

Plata y Oro

La plata puede ser difícil de reconocer al extraerla de tierra y se la puede confundir fácilmente con el bronce. Aunque normalmente la plata se utiliza como metal puro, frecuentemente aparece aleada con cobre. También puede tener esmaltados y dorados.

El producto de corrosión más habitual son los sulfuros de plata, de color negro, forman una capa continua en la superficie del objeto. La corrosión de la plata es lenta y por tanto es fácil de controlar el deterioro tras la excavación. Los objetos aleados con cobre presentan también los productos de corrosión propios de este metal.

Los objetos de plata a menudo conservan gran proporción del núcleo metálico pero son especialmente frágiles y quebradizas las monedas u objetos de pequeño tamaño. En este caso deben manipularse con sumo cuidado embalsando los objetos en cajas de plástico bien acolchadas procurando no ejercer excesiva presión sobre el objeto.



Figura 23. Detalle de media limpieza de un remate de fíbula de plata y foto final del tratamiento de conservación.

El oro no se oxida, ni se corroe ni se disuelve en condiciones normales, pero si se hace una limpieza mecánica, hay que tener cuidado porque se raya con facilidad. El oro frecuentemente se alea con plata o cobre y puede tener los productos de corrosión de estos metales.

Plomo, Estaño y Zinc

Los objetos metálicos que tienen en su composición alguno de estos elementos muestran productos de corrosión similares. La apariencia de esos productos de corrosión es una superficie pulverulenta de color gris.

La superficie de los objetos se cubre con una fina capa de productos de corrosión que se corresponde con la superficie original del objeto. Es frecuente que las piezas aparezcan deformadas ya que son metales blandos.

Se conservan bien en papel libre de ácidos, cajas de polietileno y poliéster. La naturaleza maleable del plomo hace que un embalaje no adecuado pueda provocar deformaciones. El peltre (80% Sn y 20% Pb) alterado es particularmente frágil. El ácido que contienen las cajas de papel o cartón afecta mucho a las piezas de plomo y el estaño, así que para el embalaje de estas piezas deberán utilizarse materiales químicamente inertes.

Piedra

En el caso de la piedra, para determinar su estado de conservación será fundamental el estudio petrográfico, que nos dará tanto el tipo de piedra y sus propiedades como el grado de meteorización que sufre.

Antes del enterramiento hay una serie de factores que agreden a la piedra, además de los derivados del uso (desgaste, rotura). En general, estos factores pueden ser de tres tipos:

- Físicos: temperatura, hidratación, hielo, sales solubles.
- Químicos: hidrólisis, disolución, oxidación.
- Biológicos: plantas, algas, líquenes.

Durante el enterramiento, la alteración depende considerablemente del tipo de suelo y de la roca, pero puede producirse:

- Ataque ácido en suelos de pH bajo que provoca disolución e hidrólisis en la piedra.
- Manchas de todo tipo, provocadas al estar la piedra en contacto con metales o microorganismos.
- Depósitos o concreciones insolubles.

La mayoría de los objetos de piedra encontrados en excavación están en buenas condiciones de conservación y no requieren de un manejo especial. De todos modos si en el momento de la excavación no se tienen las precauciones necesarias, pueden producirse fuertes alteraciones:

- Pulverulencia y capas blanquecinas en superficie por cristalización salina.
- Aparición de láminas o escamas por deshidratación.
- Ataques biológicos en condiciones húmedas.

Hay que tener especiales precauciones a la hora de lavar las piedras ya que pueden tener adherido algún tipo de resto (orgánicos, pigmentos), o conservar trazas de pintura, en ese caso la pieza se reservaría hasta que esos restos fueran analizados y debidamente tratados.

Si la superficie de piedra está pintada y/o es extremadamente friable y hay sales presentes, es mejor mantenerla húmeda hasta llevarla al laboratorio de conservación. Para su traslado se embalará en una bolsa bien sellada para conservar la humedad.



Figura 24. Canto de granito alterado por la acción del fuego.

En ningún caso los objetos de piedra deben secarse al sol ni en un lugar cerrado con calor, y HR fluctuante.

A la hora de embalar los objetos líticos hay que proteger especialmente los de pequeño tamaño (pequeñas lascas, láminas, puntas de flecha), con filos muy finos que puedan romperse al rozarse o chocar unos con otros. Por este mismo motivo hay que procurar embalar separadamente los líticos de tamaños y pesos muy distintos, sin que con ello se pierda la referencia al punto arqueológico del que proceden.

Las piedras de gran tamaño (morteros, molinos, etc.) presentan un importante problema de almacenamiento debido a su peso y dimensiones. Es recomendable utilizar embalajes rígidos que soporten el peso de las piezas.

Cerámica

La mayor parte de las pastas no experimentan cambios importantes durante el enterramiento, ya que podemos considerar a la cerámica como un material bastante estable (Fernández Ibáñez, 1998). Solo las muy porosas o, las cocidas a bajas temperaturas pueden encontrarse más alteradas especialmente por el efecto que las sales provocan en las pastas durante la evaporación de la humedad.

Este tipo de daños pueden ser especialmente graves en caso de cerámicas engobadas o con algún otro tipo de cubierta superficial. Por este motivo al extraerlas es recomendable mantenerlas húmedas.

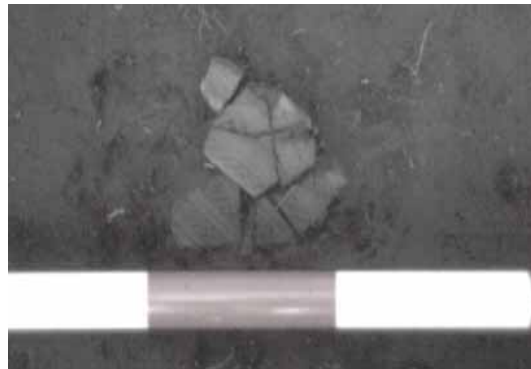


Figura 25. Fragmentos de cerámica campaniforme en el momento de su aparición.

La extracción de los fragmentos cerámicos en la excavación no plantea generalmente grandes problemas. Es recomendable a la hora de recoger los fragmentos no limpiar la tierra que está en contacto directo con la superficie, ya que les sirve de protección y resultará más fácil y seguro eliminar estos depósitos en el laboratorio.



Figura 26. Fragmentos de cerámica campaniforme después de su limpieza y adhesión en el laboratorio.

Las piezas que aparecen enteras se pueden extraer en bloque, pero para ello habrá que valorar previamente la idoneidad de esta actuación. La tierra contenida en estas piezas no debe ser excavada en un principio, es preferible realizar este trabajo en el laboratorio. Para las extracciones en bloque es necesario que el estado de conservación de la pieza sea bueno. La utilidad de este método es evidente a la hora de evitar fracturas y disgregaciones.

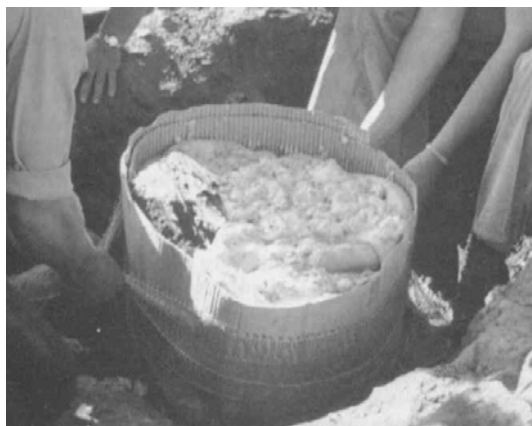


Figura 27. Extracción en bloque de un recipiente cerámico.

El material actualmente más utilizado para realizar este tipo de extracciones es la espuma de poliuretano expandido.

El procedimiento es el siguiente:

1. Excavar alrededor de la pieza hasta delimitarla totalmente.
2. Limpieza, consolidación y, en su caso engasado de la superficie. En ocasiones será necesario consolidar también la tierra circundante
3. Aislamiento de la superficie de la pieza con un plástico o papel de aluminio.
4. Delimitación del área sobre la que se va a verter el poliuretano mediante planchas de cartón o de madera, hasta la altura deseada.
5. Preparación de pequeñas cantidades de la mezcla que se a vertiendo sobre el área a levantar
6. Levantamiento del conjunto.



Figura 28. Engasado de una pieza cerámica para proceder a su extracción.

Otro sistema de extracción es el **engasado**. El engasado se aplica sólo sobre una parte de la pieza, para evitar que quede en-

cerrada en un compartimento estanco e impermeable, aunque esto también dependerá de las características del objeto y de su estado de conservación.

Nunca se deben secar los fragmentos de cerámicas al sol, la pérdida de humedad ha de ser paulatina ya que la cristalización brusca de sales contenidas en la cerámica puede provocar la aparición de grietas en superficie.

En cuanto a la limpieza ha de hacerse preferiblemente en el laboratorio utilizando agua desionizada y un cepillo suave si es necesario. Con las cerámicas cocidas a baja temperatura tendremos que realizar pruebas de resistencia al agua o incluso limpiarlas en seco. También hay que tener especial cuidado con aquellos fragmentos que tienen adherido algún tipo de resto orgánico, restos de pintura, etc en cuyo caso el análisis de estos restos puede aportar datos relevantes para la investigación.



Figura 29. Bolsas herméticas de polietileno.

Para embalar y almacenar los fragmentos es recomendable utilizar bolsas de polietileno de flexico de un tamaño adecuado a su contenido. No es aconsejable acumular muchos fragmentos en una sola bolsa ya que pueden romperse con más facilidad. Para evitar la condensación en el interior de la bolsa es aconsejable hacer pequeñas perforaciones.

Vidrio

El vidrio contiene burbujas de aire y cuando se rompe presenta fractura concoidea como algunas gemas lo que en ocasiones hace que se pueda llegar a confundir.

Puede presentar distintos estados de deterioro dependiendo de su composición y de las condiciones ambientales.

En los vidrios antiguos, la composición más frecuente contiene:

- Sílice (75%) como elemento vitrificante.
- Cal (5%) como estabilizante, aunque en exceso favorece la desvitrificación.
- Sosa (20%) como fundente, aunque en exceso hace el vidrio sensible al agua.

La alteración que presentan los objetos de vidrio depende de la composición, la técnica de realización y las condiciones de enterramiento y puede ser de dos tipos:

- **Alteración mecánica**, debido a su fragilidad este tipo de alteración es muy frecuente en objetos arqueológicos.
- **Alteración química**, desvitrificación, este tipo de alteración se reconoce por la aparición de irisaciones o laminillas paralelas que se desprenden. Si entre esas laminillas se acumula polvo (higroscópico) podrá producirse un fenómeno de exhudación. Otro factor de alteración del vidrio son los gases, que pueden producir un ataque ácido que combinado con los álcalis den lugar a la formación de sales.

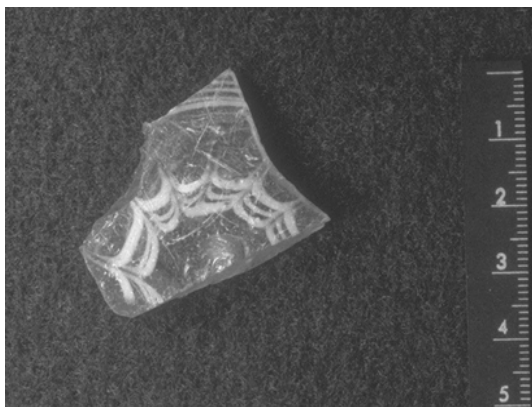


Figura 30. Las condiciones en que aparecen los objetos de vidrio varía considerablemente dependiendo de su composición, antigüedad, lugar de elaboración y condiciones de enterramiento.

El aspecto de un vidrio alterado puede ser:

- Nublado, el vidrio pierde transparencia, es la primera fase de alteración, aparece empañado, deslustrado. Este

aspecto no debe confundirse con el proceso de fabricación o uso.

- Irisado, síntoma de una alteración grave, es el resultado de la desvitrificación. Es un proceso irreversible.
- Exhudado, se produce en vidrios muy alcalinos. Se observan gotitas de líquido en superficie.
- Agrietado, en vidrios alcalinos. Si se seca, la deshidratación propaga las microfisuras que vuelven el vidrio totalmente opaco y puede llegar a la destrucción total.
- Manchado, si en las zonas más porosas del vidrio se introducen óxidos de hierro o sulfatos de plomo, adquiere un color negruzco. Algunos vidrios medievales tienen este aspecto opaco y negro

Los objetos de vidrio no se deben de lavar en el yacimiento. Debido a su fragilidad es probable que haya que sacarlos con su matriz de tierra, para ello se aplicará un producto consolidante sobre la tierra pero no sobre el vidrio.

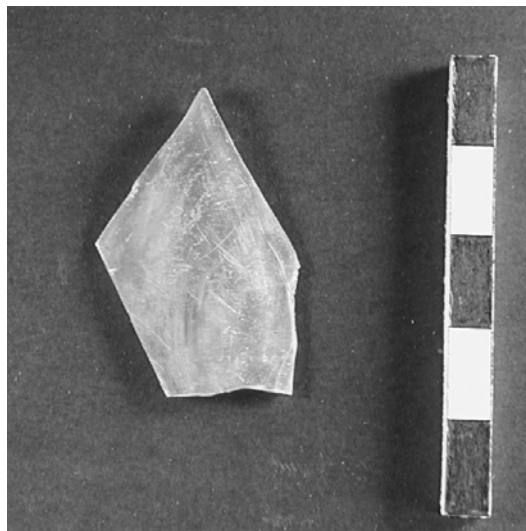


Figura 31. Vidrio con irisaciones consecuencia de una avanzado deterioro.

Si presenta signos de deterioro deben embalsarse húmedos en recipientes manteniendo una humedad relativa muy alta.

Materiales orgánicos

Los materiales de naturaleza orgánica son los mas sensibles frente al medio, habrá que preservarlos fundamentalmente de los cambios bruscos de humedad relativa y tempe-

ratura para prevenir la formación de grietas o incluso su total desintegración.

Madera

El proceso de alteración de la madera estará siempre relacionado con las condiciones ambientales en las que haya permanecido enterrada, la duración de esta situación y los diferentes agentes de deterioro a los que ha estado sometida. Como consecuencia de estos factores, la madera habrá sufrido un proceso de alteración químico, físico, biológico o estructural.

Los objetos arqueológicos de madera raramente sobreviven a no ser en ambientes encharcados o bajo el agua donde la ausencia de oxígeno inhibe el ataque microbiológico, que supone una importante factor de alteración. Cuando el porcentaje de humedad y temperatura crean un ambiente favorable, los hongos se desarrollan a expensas de la madera convirtiéndola en un material esponjoso, provocando un aumento de la permeabilidad y un debilitamiento estructural.

Su estructura física condiciona que no se conserve en suelos aireados, ácidos o fuertemente alcalinos, ya que estas condiciones provocan la ruptura de la celulosa. Cuando una madera pierde la mayor parte de la celulosa, ofrece un aspecto opaco, sin brillo.

Cuando nos encontramos madera enterrada o sumergida, ésta mantiene su apariencia pero la celulosa ha desaparecido y ha sido sustituida por agua, que en contacto con el aire se evapora. Por tanto hay que actuar con rapidez puesto que al perder el agua pierde rápidamente su peso y su volumen.

Para su manipulación no se deben utilizar herramientas afiladas que podrían dañar las fibras superficiales.

Debe mantenerse húmeda en todo momento y utilizar un soporte adecuado para su levantamiento.

Hueso, marfil

Durante su enterramiento las sustancias del suelo causan un rápido deterioro en este tipo de materiales. Los procesos de alteración propios del hueso y del marfil estarán asociados a su composición química y a sus propiedades físicas, así como a las condiciones ambientales en que hayan permanecido.

El grado de preservación es mayor en suelos alcalinos y calizos que en suelos ácidos permeables al agua.

Estos materiales están formados por dos componentes básicos:

- Orgánico: oseína en el hueso, dentina en el marfil. Se descompone con la humedad.
- Inorgánico: fosfato cálcico junto a carbonato y fluoruro cálcico. Experimentan una degradación química en contacto con los ácidos.

En el hueso la oseína es frágil, la estructura es más esponjosa, el marfil tiene mayor consistencia.

Tanto el hueso como el marfil pueden sufrir procesos de fosilización, que consiste fundamentalmente en una serie de transformaciones químicas que reemplazan los compuestos orgánicos por otros minerales. Esta transformación se verá condicionada por la composición de la materia orgánica y las características del sedimento.

El proceso de fosilización más frecuente es el de carbonatación. El carbonato cálcico, en forma de calcita, es el mineral de mayor difusión y movilidad en las rocas sedimentarias, y en consecuencia, el agente fosilizante más frecuente. La mayoría de los restos esqueléticos están formados total o parcialmente por carbonato cálcico (CO_3Ca) lo que facilita en gran medida esta forma de fosilización.



Figura 31. El tipo de suelo que rodea a los restos óseos influye de forma importante en su estado de conservación.

El grano de la roca, el grado de compactación de los sedimentos y los procesos de alcalinización tienen gran importancia en la conservación de restos fosilizados.

El deterioro de los materiales óseos viene dado por el tipo de suelo: un medio excesivo

vamente húmedo provocará la desintegración de la materia orgánica y un medio ácido atacará al mineral óseo hasta eliminarlo y el hueso perderá su rigidez, volviéndose flexible y elástico.

También el color de estos materiales se ve alterado con frecuencia, ya que debido a su porosidad se mancha fácilmente. Además de las manchas marrones y negras consecuencia de la acción de los microorganismos también pueden estar teñidos por productos de corrosión del hierro o el cobre.

La medida de estabilización más urgente es controlar los niveles de humedad relativa a que están expuestos estos materiales. Si el aire tiene exceso de sequedad se pueden formar grietas, si hay demasiada humedad pueden ser atacados por colonias de microorganismos, por ello resulta delicado el desenterramiento. Cuando toman contacto con el aire pierden a gran velocidad vapor de agua, de ahí la necesidad de hidratarlos porque sino se produce una contracción que genera una tensión en la estructura interna y se puede romper.

La luz es otro agente de deterioro. El sol decolora y ataca también a posibles motivos decorativos pintados. Además determinadas radiaciones de menor longitud de onda, son capaces de romper estructuras moleculares que generan exfoliaciones en la estructura laminar externa.

Los movimientos y presiones del terreno llegan a ejercer sobre estos materiales una fuerza superior a la que pueden resistir, provocando deformaciones y fracturas. Las plantas y raíces pueden provocar también grietas y fisuras en los restos óseos, especialmente en los de gran tamaño, al crecer y expandirse.

Otro tipo de alteraciones derivan de las manipulaciones que sufra la pieza así como de deficiencias en su transporte, intervenciones irreversibles, etc.

Los objetos simples, donde la sección está intacta pueden lavarse normalmente y luego secarse, pero el lavado debe evitarse en caso de objetos frágiles, en este caso deben ser enviados al laboratorio en su matriz de tierra.

CONSERVACIÓN DE ESTRUCTURAS

Un requisito esencial a la hora de acometer cualquier intervención destinada a garantizar la conservación de una estructura arqueológica es, una vez más fundamentar la intervención en la información obtenida en la fase de estudio. En el caso de las estructuras serán fundamentales para el planteamiento de la intervención los datos obtenidos en el análisis histórico-constructivo y en la diagnosis del estado de conservación.

A través del análisis histórico - constructivo podremos determinar el proceso de construcción de la estructura y probablemente también los procesos posteriores de transformación, deterioro o destrucción (González Moreno, 1999).

Con la diagnosis del estado de conservación obtendremos información precisa sobre el estado actual de la estructura, las causas de alteración, los procesos de deterioro que afectan a su estabilidad y en consecuencia podremos proponer las soluciones más pertinentes para garantizar su conservación.

Una vez definidos los criterios de la actuación se iniciaría la intervención. Hay que tener en cuenta a la hora de emprender cualquier intervención restauradora en una estructura arqueológica que su inestabilidad provoca que las soluciones técnicas sean difíciles y exijan un mantenimiento constante.

Agentes de deterioro

A la hora de identificar los agentes de deterioro debemos tener en cuenta que estos no actúan de forma independiente, es decir, que para que uno de ellos pueda desarrollar su agresividad, deberá contar con la presencia de otro que le haya creado las condiciones favorables (Amitrano).

Los agentes de deterioro que afectan a las estructuras arqueológicas tanto a los elementos como a los materiales que las componen, se derivan de los agentes naturales y son de dos tipos: externos e internos (Ferrer, 1995):

Agentes externos

Agua

Es el principal agente de deterioro no sólo por la acción su acción erosiva cuando actúa en forma de lluvia, sino también porque favorece la mayoría de las reacciones químicas formando compuestos que pueden dañar o destruir la estructura. El primer paso ha de ser detectar la fuente o fuentes de humedad.

Una vez evaluados el grado de estabilidad y aislamiento podremos establecer el estado de deterioro en que se encuentra la estructura. Con los datos recogidos se puede emitir un diagnóstico sobre el tipo de humedad al que hemos de enfrentarnos. Es importante conocer la distribución y concentración del agua absorbida, para determinar el tipo de humedad que afecta a la estructura.

Las humedades pueden producirse por capilaridad, por condensación o por infiltración.

- La **humedad por capilaridad** es una humedad ascendente que invade los muros antiguos a través de los conductos capilares de sus materiales y está favorecida por las propiedades físicas del muro, su porosidad y su emplazamiento. Frecuentemente estas humedades son provocadas por las corrientes freáticas. Cuando un muro poroso está cimentado por debajo del nivel freático, el agua subterránea asciende por los capilares transportando sales que provocan eflorescencias y costras en la superficie. Las sales proceden de terrenos ricos en materias orgánicas, restos industriales y vegetales.
- La **humedad por condensación**, una de las características de la condensación es que el agua se desliza por la superficie produciendo un chorreo que ocasiona, en las estructuras de adobe, canales de erosión a la altura del suelo.
- La **humedad por infiltración** se produce a través de roturas y por tanto los daños están provocados por la acción directa del agua. Los muros de argamasa, de acabado poco poroso, resisten bien a los agentes atmosféricos. Por el contrario, el mortero de las juntas de los muros de piedra resulta

ser un buen vehículo para que la humedad penetre en el interior.

Sales

Un muro constantemente húmedo puede presentar una superficie cubierta de sales o depósitos.

Los depósitos de sales en la superficie pueden ser ocasionados por:

- la migración de sales solubles contenidas en la humedad interior del muro hacia la superficie
- el chorreo de agua a lo largo del muro
- la condensación de la humedad

Las efluorescencias y deterioros difieren según sean provocados por sales hidrosolubles o insolubles. Por tanto, su eliminación debe abordarse de forma diferente.

Agentes biológicos

Los **excrementos** de animales son fuente de materia orgánica y sales solubles. Estas últimas constituyen los nutrientes indispensables para el desarrollo de microlitoflora y litoflora (bacterias, hongos, etc.).

El ataque de **hongos y bacterias** produce, directa o indirectamente alteraciones biofísicas y bioquímicas.

A esto hay que añadir el efecto provocado por las **raíces** de plantas y arbustos, fuente de humedad y causa de deterioro físico, ya que se arraigan en los intersticios de las piedras y otros elementos del muro y pueden causar fracturas o manchas (Ferrer, 1995).

Agentes internos.

Entre los agentes internos que inciden en la conservación de las estructuras, debemos considerar los propios elementos que la componen. La piedra, el adobe o el ladrillo, pueden contener sales hidrosolubles que afecten química y mineralógicamente al muro.

El tamaño del poro afecta a la estabilidad de la piedra. Cuanto mayores sean los poros, más fácilmente se evaporará el agua y la retención será menor. Por el contrario, en las piedras de poros más pequeños, la evaporación es menor. Estos son los más afectados por el ciclo térmico del hielo y deshielo. Es un proceso que provoca fisuras en el muro.

Cuando los poros están intercomunicados, la humedad circula libremente entre

ellos. Una arenisca de gran porosidad por la que circule el agua, se alterará más fácilmente que otra más compacta. A veces ocurre que las sales se precipitan formando cristales en el interior de los poros.

Es muy importante conocer la situación de los niveles freáticos próximos a la estructura, es decir a qué profundidad discurre el agua. En caso de proximidad de una corriente subterránea, el muro absorbe la humedad por capilaridad y puede mantenerse constantemente empapado. En este caso la zona húmeda del muro se ennegrece (Ferrer, 1995).

Estructuras de piedra

Una de las intervenciones más frecuentes a la hora de afrontar un proyecto de conservación sobre un yacimiento ya excavado es la **roza** de la vegetación. Es fundamental que la roza se guíe por una serie de criterios previamente establecidos para evitar que la eliminación de la vegetación pueda afectar negativamente a las estructuras. Los principales requisitos que debe cumplir esta roza son los siguientes:

- Evitar ante todo el arranque de la vegetación, ya que las plantas pueden estar en contacto con los muros y por tanto el arranque se consideraría extremadamente agresivo. Por tanto la vegetación debe ser cortada.
- Evitar en lo posible las remociones de tierra y las presiones sobre el terreno
- Sustituir los tratamientos mecánicos por los químicos (aplicación controlada de pastas tóxicas sobre los tocones para eliminar las raíces).

Estas especificaciones técnicas han de concretarse en cada caso en función del estado de la estructura que se va a intervenir, cuanto mayor sea el nivel de detalle a la hora de describir cómo ha de realizarse la roza mayores garantías tendremos de que la intervención no afectará al estado de conservación de las estructuras.

En caso de estructuras enterradas que se descubren durante la excavación, tras una primera fase de limpieza, donde se incluye desde la eliminación de la tierra que oculta la estructura y una limpieza controlada de la vegetación, la **consolidación** es la acción de conservación más habitual a realizar en una estructura excavada. La consolidación con-

siste fundamentalmente en añadir un material nuevo a la estructura alterada para mejorar su coherencia y propiedades mecánicas.

Las consolidaciones *in situ*, tanto de estructuras como de objetos arqueológicos, sólo deben realizarse cuando sea indispensable y no de forma indiscriminada. Se ha de estudiar la solución más adecuada para cada caso en función de los estudios previos realizados y del estado de conservación de la estructura.



Figura 32. Estructuras consolidadas del Castro de Coaña, Asturias.

Como materiales consolidantes se utilizan actualmente morteros y/o argamasas (arena, conglomerante, agua, aditivos) para elegir el más adecuado es necesario:

1. Identificar y caracterizar morteros originales y adiciones posteriores, controlando la eficacia respectiva.
2. Definir el uso para el que queremos el mortero (rejunte, enlucidos, inyección, protección superior, reconstrucción).
3. Definir las propiedades requeridas para cada tipo de intervención.
4. Hacerse con el material necesario para realizar las argamasas (agua, aglomerante, árido, aditivos).
5. Preparar pruebas de argamasas.
6. Test de aplicación sobre las estructuras.

En cuanto a los usos que se da a estos morteros en la conservación arqueológica, lo más frecuentes es que se utilicen para el rejunte de muros, enlucidos de protección o para inyecciones puntuales.

En las intervenciones estructurales los materiales nuevos han de tener similar grado de solidez, coeficiente de dilatación, porosidad, colores y durabilidad. General-

mente se recurre a técnicas y materiales de construcción tradicionales (Flores, 1997).

La experiencia ha demostrado que los esfuerzos de estabilización y restauración de estructuras arqueológicas nunca pueden ser medidas permanentes ya que el deterioro es un proceso dinámico sin fin. Por tanto se debe aceptar que **el mantenimiento es una parte esencial de la preservación**.

Otra acción de conservación sobre una estructura es el **relleno** de la zona excavada (Carrera, 1993). Los restos arqueológicos sobreviven durante más tiempo en el ambiente constante proporcionado por la tierra, arena y agua circundantes que al ser sometidos a la exposición atmosférica. Si se decide optar por esta solución hay que considerar los siguientes factores:

- Tipo de suelo: permeabilidad, pH, contenido en humedad, contenido en materia orgánica.
- Fragilidad y estabilidad de la estructura y artefactos a cubrir.
- Distribución de superficies horizontales y verticales
- Clima del sitio.
- Sistemas de drenaje.
- Materiales: como elemento separador se utilizan geotextiles permeables y como materiales de relleno, tierra, arena o arcilla expandida.

Estructuras de adobe

Su conservación al aire libre resulta problemática, al carecer de aglomerante están expuestos a todo tipo de alteración.

La alteración más importante será la ocasionada por las sales solubles que entran en contacto con las estructuras a través del agua subterránea. Al ser excavadas la humedad se evapora y las sales cristalizan provocando que las superficies se agrieten. El daño es especialmente severo en la parte baja de los muros donde la humedad es mayor, y esta alteración les da una apariencia "socavada", que se acentúa con la acción del viento (French, 1986).

La erosión provocada por la lluvia es también importante en este tipo de estructuras.

Los **sistemas de protección** recomendados para estas estructuras una vez excavadas son los siguientes:

- **Control del agua subterránea**, canalizándola hacia zonas alejadas de las estructuras y drenaje del agua superficial.
- **Cubiertas de protección** del área excavada contra la acción de los agentes atmosféricos. Pueden ser efectivas si se presta atención al desagüe y a la posibilidad de erosión debida a las corrientes de viento y lluvia.
- **Rejuntas y refuerzo estructural**. Es fundamental cubrir las partes superiores de los muros para prevenir la penetración de humedad que conduce a la formación de grietas y fisuras.

Enlucidos y pintura mural

Para determinar el estado de conservación de una pintura mural encontrada en una excavación hay que prestar especial atención a las **condiciones** en que esa pintura ha permanecido enterrada, tipo y composición del suelo, régimen climático, circulación y composición del agua, tipo de edificio en que aparece y situación en él, período de uso y condiciones de abandono, etc.

Otro aspecto a tener en cuenta y que determinará también el estado de conservación de la pintura es la **técnica de fabricación**:

- Tipo de soporte: muro de piedra, ladrillo, etc.
- Tipo y espesor de las capas preparatorias: aglomerante, árido.
- Tipo de aglutinante de la capa pictórica.
- Tipo y composición de los pigmentos.

Los principales **agentes de deterioro** que afectan a la pintura mural son los mismos que afectan a las estructuras de piedra o adobe, pero en este caso, teniendo en cuenta sus características estructurales, podemos clasificarlos de la siguiente manera (Ferrer, 1995):

- **Alteraciones internas**, las que se derivan de deficiencias de los materiales empleados o de la técnica de realización.
- **Alteraciones externas**, las producidas por agentes de deterioro ajenos a la propia pintura.

- **Alteraciones pre-excavación**, las que se producen durante el tiempo de exposición original de la pintura o tras su fase de abandono bajo tierra. Esto provoca fundamentalmente lavados y disgregaciones, efectos de la acción de las bacterias, del fuego.
- **Alteraciones post-excavación**, las activadas como consecuencia de la modificación climática generada por la excavación, que generalmente provocan desecación, condensación, alteración cromática por el efecto de la luz, presencia de sales, alteración biológica, polución.
- **Alteración de la preparación**, son las alteraciones producidas tanto en las argamasas de preparación como en el muro de soporte. Suelen derivar en una deficiente coherencia de las argamasas o en una débil adhesión de la pintura al soporte.
- **Alteración de la capa pictórica**, en la capa más exterior se hacen evidentes todas las alteraciones que puede sufrir una pintura: suciedad y manchas de todo tipo, lavado de pigmentos, transformación química de los pigmentos, alteraciones biológicas, efecto de las sales, etc.

Existen distintas **técnicas de análisis** para determinar los componentes y los agentes de deterioro de una pintura mural. Entre los sistemas no destructivos destacar:

- **Fotografía** con luz natural, infrarroja, ultravioleta o monocromática de sodio que hace visible la forma gráfica y los retoques posteriores.
- **Macrofotografía** que nos ayuda a conocer el estado de la superficie de la pintura.
- **Fotomicrografía** nos permite estudiar los estratos pictóricos a través de una muestra.
- **Fotogrametría** que determina los movimientos del soporte, sus volúmenes, etc.
- **Holografía** registra las variaciones del soporte a lo largo del tiempo.
- **Rayos UV** que ponen de manifiesto los retoques tanto del enlucido como de la película pictórica.
- **Rayos IR** los materiales se pueden ver a través de una telecámara en un mo-

nitro, nos permite diferenciar los pigmentos.

El análisis en el laboratorio de las distintas muestras de los estratos pictóricos y enlucidos, análisis destructivos, nos revelará las etapas de ejecución de la obra y permitirá la identificación de las técnicas empleadas y en algunos casos la exacta composición del mortero.

Una vez evaluados el grado de estabilidad y aislamiento de la pintura habrá que establecer el **estado de deterioro** en que se encuentra el soporte. Con todos los datos recogidos se puede emitir un diagnóstico. Es importante conocer la distribución y concentración del agua absorbida, para determinar el tipo de humedad que afecta al muro. Las distintas clases de humedad requerirán distintos tratamientos.

Después de la excavación habrá que mantener el nivel de humedad, comprobando previamente que los pigmentos no sean solubles en agua, ya que una desecación brusca puede causar importantes grietas en la superficie y en la argamasa.

Cuando la pintura mural se va a conservar *in situ* será necesario instalar algún sistema que permita aislar el soporte de las **corrientes freáticas** del subsuelo.

El problema de la humedad por **condensación** no es tan grave como el de la humedad por capilaridad. Se ha de suprimir la humedad del soporte mural cuidando de conservar los distintos estratos. Esto se puede conseguir mediante la instalación de un sistema de calefacción, la construcción de un muro paralelo o recurriendo a morteros de secado.

Las **grietas** originadas en la superficie pintada hacen que la argamasa quede expuesta a la abrasión y el agua. Las fisuras deben ser eliminadas ya que el agua de la lluvia puede afectar gravemente al soporte.

Las decisiones de **limpieza** dependen del estado de conservación. Hay que dedicar especial atención a los depósitos de tierra adheridos a la superficie de la pintura porque puede haber parte de los pigmentos. En caso de que la pintura vaya a conservarse *in situ* es recomendable realizar la limpieza en húmedo y protegidos del sol. En caso de que vaya a ser trasladada es preferible realizar la limpieza en el laboratorio.

En cuanto a la **eliminación de las sales** depositadas sobre la superficie del soporte, puede darse el caso de que cubran por completo la superficie del soporte, a modo de película o velo. En este caso su tratamiento implica un estudio previo para determinar si son hidrosolubles.

El **levantamiento** de una pintura mural es una decisión delicada que normalmente se toma ante la imposibilidad de conservar la pintura en ese emplazamiento. Antes de proceder al levantamiento será necesario realizar una serie de pruebas que aseguren la idoneidad del método y los materiales elegidos para realizar la extracción. Los sistemas más utilizados actualmente son:

- **Stacco a masello** (arranque en bloque), consiste en arrancar todas las capas de mortero e incluso en ciertos casos todo o parte del soporte. Este sistema está especialmente recomendado para pinturas directamente realizadas sobre el soporte (roca, piedra tallada, ladrillo) en pinturas situadas en sitios húmedos y en superficies con muchos relieves. La superficie pintada se protege con capas de gasa y telas de distintos grosores que se adhieren a la superficie mediante fijativos. Una vez seco se procede a la separación utilizando soportes de madera o metal para sostener todo el conjunto.
- **Stracco** (arranque medio), es un tipo de extracción que levanta las capas de enlucido y algunas veces del enfoscado. Los espacios levantados no pueden ser muy extensos. Se procede como en el método anterior.
- **Strappo** (arranque superficial), este método consiste en extraer solamente la capa pictórica, por lo que la pintura pierde todo volumen y se vuelve plana. Es un sistema muy peligroso para la pintura.

Los grandes trozos de derrumbes con pinturas pueden ser muy pesados y será necesario construir unas cajas adecuadas para su transporte.

Una vez realizada la conservación y restauración del soporte debemos mantener un seguimiento de su evolución para evitar que se reproduzcan los anteriores daños y que aparezcan otros nuevos (Ferrer, 1995).

Mosaicos y pavimentos

El mosaico es un elemento especialmente delicado y alterable, especialmente el pavimental. Los enlosados de cerámica se conservan muy mal, suelen aparecer rotos en muchas piezas y requieren una limpieza muy delicada.

La conservación en un lugar lo más próximo posible al de su hallazgo es desde luego deseable aunque no siempre posible. La conservación *in situ* es costosa y plantea un buen número de problemas. Por ello es una decisión importante en la que hay tener en cuenta que la protección de un pavimento no siempre es compatible con su disfrute por parte del público y viceversa (López de Azcona, 1992).

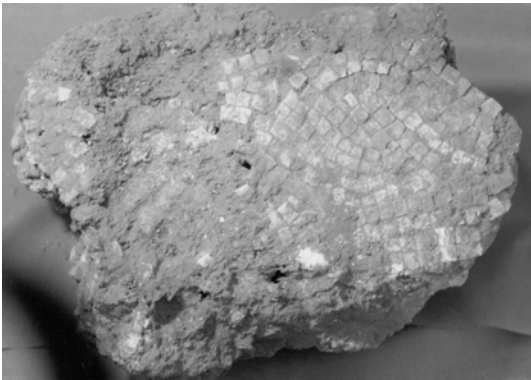


Figura 33. Las zonas de corte de los mosaicos son especialmente frágiles.

Las **alteraciones** más habituales en los pavimentos son la degradación del mortero, la pérdida de cohesión entre éste y las teselas, los hundimientos, elevaciones, fracturas y deformaciones, la formación de fisuras, la falta de materiales y aparición de lagunas, la erosión de los bordes, la calcinación de las teselas, la existencia de sales y la aparición de una variada flora de organismos (Moutinho, 1987).

Las irregularidades y roturas que a menudo aparecen en la superficie del mosaico pueden deberse a errores de construcción pero es más probable que la causa sea el peso de la tierra y los escombros.

El agua causa daños físicos y erosión que se incrementa con la acción del hielo. Las raíces, madrigueras de animales, microorganismos y la actividad humana puede destrozar el mosaico descomponiéndolo en pequeños trozos, pero las aguas freáticas son

los principales causantes del deterioro de los mosaicos actuando física y químicamente.

Las teselas requieren una limpieza cuidadosa y es la zona que se debe proteger desde el primer momento. Es frecuente que las teselas cerámicas, debido fundamentalmente a su baja temperatura de cocción, sufran fuertes alteraciones, transformándose en complejos arcillosos. También son frecuentes los procesos de disolución de las teselas carbonáticas cuando hay fluctuaciones meteorológicas. Pero el principal deterioro es de índole física, mucho más acentuado cuando el mosaico se descubre y queda a la intemperie (Moutinho, 1987).

En general, los procesos de alteración que sufren los materiales pétreos pueden producirse por destrucción mecánica, de tipo químico, debidos normalmente a sustancias agresivas presentes en la atmósfera, y de tipo biológico. En este último caso la corrosión biológica se debe a la influencia ejercida por los vegetales y microorganismos. Las teselas suelen estar constituidas por rocas sedimentarias, metamórficas, volcánicas, materiales vítreos o cerámicos. Estas, junto al mortero que las traba, pueden considerarse como un sustrato muy adecuado para la colonización por líquenes.

Hay una serie de factores que condicionan el **arranque** de un mosaico:

- **Humedad del terreno y clima extremo**, que pueden activar el desarrollo vegetal y microbiológico provocando la disolución y disgregación muy lenta del carbonato cálcico existente en los morteros. Los cambios bruscos de temperatura producen movimientos de sales, contracciones y dilataciones del terreno y otras alteraciones.
- **Construcción del mosaico**. El sistema de elaboración de un mosaico actúa como determinante intrínseco para su conservación *in situ*.
- **Materiales de construcción**. Las condiciones ambientales afectan más a unos materiales empleados en la elaboración del mosaico que a otros.

Antes de proceder al arranque se realizará un informe sobre el estado de conservación del mosaico y las condiciones ambientales que lo rodean.

Dependiendo de la humedad, la temperatura y la materia constituyente de los mosaicos se utilizarán unos productos u otros para los primeros auxilios en la excavación y para el arranque (Nardi, 1997). Estos productos deben tener el mayor grado de reversibilidad posible, pues muchos de ellos serán eliminados a corto plazo.

Antes de proceder al arranque de un mosaico hay una serie de pasos previos, necesarios para garantizar la integridad de la estructura. El primer paso es el relleno de lagunas, el material empleado para ello puede ser argamasa u otro tipo de materiales de uso provisional como la espuma de poliuretano. A continuación se adhiere sobre la superficie del mosaico una tela que suele ser de algodón, utilizando para ello un adhesivo reversible.

El procedimiento más empleado para el arranque es la división del mosaico en grandes superficies, generalmente aprovechando zonas de lagunas o líneas de teselas, que se van levantando independientemente.

El siguiente paso es la limpieza del soporte y el traslado del mosaico a un nuevo soporte rígido. Se repone la argamasa donde fuera necesario y por último se elimina la tela que protegía las teselas antes de proseguir con tratamiento de conservación, que consistirá básicamente en la desalación y reintegración de la estructura (Ríos, 1992).

Generalmente para la consolidación de morteros se utilizan materiales tradicionalmente usados en la época antigua, como la cal y la arena.

La política actual es de conservar el mosaico in situ mediante un sistema de protección temporal o mediante la instalación de una cubierta de protección.

Los rellenos temporales se realizan después de haber reforzado las zonas más vulnerables del mosaico. Se cubre el mosaico con un geotextil, que además de ser permeable no es susceptible al biodeterioro, y a continuación una capa de arena. Este tipo de soluciones tienen un carácter provisional (Rodríguez, 1993).

Para suprimir las aguas freáticas, y sobre todo las capilares, que mantienen la humedad en el mosaico, es necesario, hacer un cuidadoso estudio para determinar la procedencia de dichas aguas. Si el nivel freático es muy alto será necesario rebajarlo, me-

diantes canales de drenaje subterráneos o incluso con pantallas protectoras que desvíen las aguas de escorrentía.

En cuanto a los sistemas de cubrición permanentes, el principal problema que plantean es que pueden propiciar la creación de un microclima, debido a variaciones en la circulación del aire, aumento de la temperatura, etc., que pueda afectar a la conservación de los restos arqueológicos. Antes de optar por esta solución hay que considerar que deberán respetar al máximo los restos arqueológicos conservados y ser eficaces en cuanto a su función. Estas premisas son esenciales, la mayor o menor belleza de la cubierta y su adecuación al entorno será en muchos casos, un elemento de valoración subjetiva de la obra realizada.

BIBLIOGRAFÍA

- Amitrano Bruno, R. 1986a. La necesidad de unos criterios básicos de actuación para conservar o restaurar nuestro patrimonio. *Koiné*, 1: pp.14-17. Madrid.
- Amitrano Bruno, R. y Saenz Nájera, M. 1986b. La conservación de estructuras al aire libre. *Koiné*, 2. Madrid.
- Amitrano Bruno, R. 1984. El rescate de materiales arqueológicos. Primeros auxilios en la excavación. *Revista de Arqueología*, 39. Madrid.
- Alvarez Galindo, J. I., Martín Pérez, A. y García Casado, P. ¿. Historia de los morteros. En *Boletín Andaluz del Patrimonio Histórico*. Sevilla: IAPH, Consejería de Cultura y Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- Bacon, L. 1986. Cuidado y protección de objetos de aleación de cobre, plata y oro en el sitio. En *Conservación Arqueológica In Situ*. Actas de la Reunión INAH, (México, 6-13 abril 1986), 146-151. México: INAH.
- Barbi Alonso, V. y Carrera Ramírez, F. 1990. La consolidación de yacimientos arqueológicos: El castro de Fazouro (Foz. Lugo). En *VII Congreso de Conservación de Bens Culturals*. Valencia:
- Bello, M. A. 1997. Análisis de la composición química principal de materiales pétreos empleados en obras monumentales. En

- Boletín Andaluz del Patrimonio Histórico*, 20: 46-51. Sevilla: IAPH. Consejería de Cultura y Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- Benavides, R. 1998. A restauración dos mosaicos de Aramañá. En *Labris*, 1: 54-61. Pontevedra: Escola Superior de Conservación e Restauración de Bens Culturais de Galicia.
- Berducou, M. 1990. *La conservation en archéologie*. Paris: Masson.
- Berducou, M. Cl. 1996. Historical and Philosophical Issues in the Conservation of Cultural Heritage. En Stanley Price, N., Kirby Talley, M. y Melucco Vaccaro, A. (eds.). *Introducción to archaeological conservation*: 248-259. Los Angeles: GCI.
- Bergeron, A. 1994. Archéologie et conservation. Convergence ou divergence?. En *Archaeological Remains: In Situ Preservation*. Proceedings of the Second ICAHM International Conference, (Montreal, Canada, October 11-15, 1994), 315-322. Montreal: ICAHM.
- Brothwell, A., Higgs, E. et al. 1980. *Ciencia en arqueología*. Madrid: F.C.E.
- Burillo Mozota, F. (ed) 1993. Procesos post-deposicionales. En *Arqueología espacial*: 16-17. Teruel: Seminario de Arqueología y Etnología Turolense. Instituto de Estudios Turolenses. Excm. Diputación Provincial de Teruel.
- Cantos Martínez, O. 1993. Conservación y restauración de la cerámica, el vidrio y el material óseo. En Fernández Ibáñez, C. (coord). *Arqueología y Conservación*: 21-42. Excmo. Concello de Xinzo de Limia.
- Carrera Ramírez, F. y Barbi Alonso, V. 1990. La consolidación de yacimientos arqueológicos: el Castro de Fazouro (Foz, Lugo). En *VII Congreso de Conservación de Bens Culturais* (Valencia, 20-23 Septiembre 1990), 343-351. Valencia.
- Carrera Ramírez, F. 1988. Arrinque e consolidación de dous fornos romanos en Lugo. *Arqueoloxía Informes*, 2. Santiago de Compostela: Dirección Xeral do Patrimonio Histórico e Documental: pp 277-282.
- Carrera Ramírez, F. 1993. La conservación de yacimientos arqueológicos excavados. En Fernández Ibáñez, C. (coord). *Arqueología y Conservación*: 101-114. Excmo. Concello de Xinzo de Limia.
- Chinchón Yepes, S. Morteros y hormigones antiguos y de reparación. En *Conservación Arqueológica: reflexión y debate sobre teoría y práctica. Cuaderno III*: 106-112. Sevilla: IAPH, Consejería de Cultura y Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- Cronyn, J. M. 1990. *The elements of archaeological conservation*. London: Routledge.
- Duchaufour, P. 1987: *Manual de Edafología*, Barcelona: Masson.
- Espinosa, A. 1986. Conservación y restauración de los murales del templo de las pinturas de Bonampak, Chiapas. En *Conservación Arqueológica In Situ*. Actas de la Reunión INAH, (México 6-13 abril 1986), 90-95. México: INAH.
- Fernández Ibáñez, C. 1998. Algunhas observacións sobre conservación e restauración de cerámica arqueolóxica en Galicia. En *Labris 1*: 38-46. Pontevedra: Escola Superior de Conservación e Restauración de Bens Culturais de Galicia.
- Fernández Ibáñez, C. 1990. *Recuperación y Conservación del Material Arqueológico "In Situ": Guía de Campo*. Asociación Profesional de Arqueólogos de Galicia. Tórculo Ediciones.
- Fernández Ibáñez, C. y Sanders S. 1990. Problemas y soluciones en el tratamiento de un gran recipiente cerámico. *Pátina*, 4: 67-79. Madrid.
- Ferrer Morales, A. 1995. *La pintura mural: su soporte, conservación, restauración y las técnicas modernas*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Ferrerías Chasco, C. y Fidalgo Hijano, C. 1991. *Biogeografía y Edafogeografía*. Madrid: Síntesis.
- French, P. 1986. Los problemas de conservación in situ del adobe y del enlucido de barro. En *Conservación Arqueológica In Situ*. Actas de la Reunión INAH, (México 6-13 abril 1986), 26-33. México: INAH.
- Fuentes Otero, J. L. 1990. *Conocimiento de materiales de construcción y decorativos*. Madrid: Escuela de Artes Decorativas de Madrid.
- García Alonso, E. 1993. Tratamientos aplicados a los bronceos romanos en España.

- En Fernández Ibáñez, C. (coord) *Arqueología y Conservación*, 61-72. Excmo. Concello de Xinzo de Limia.
- Gómez, J. M., Ureña, A., Escalera, A., Rovira, S. y Soria, A. 1998. Estudio de piezas de hierro procedentes de la villa romana de "La Olmeda" (Palencia). En *XII Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*, (Alicante 28-31 octubre 1998), 259-272. Valencia: Generalitat Valencia, Consellería de Cultura, Educació i Ciencia.
- González López, M^a. J. 1997. Pinturas murales de la sacristía y antesacristía del Hospital de Santiago, Úbeda, Jaén. En *Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, 16. Sevilla: IAPH. Consejería de Cultura y Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- González Moreno-Navarro, A. 1999. *La restauración objetiva. (Método SCCM de restauración monumental)*. Barcelona: Diputació de Barcelona.
- Hachid, M. 1986. Patrimonio arqueológico in situ en Argelia: Desafíos y recursos. En *Conservación Arqueológica In Situ*. Actas de la Reunión INAH, (México 6-13 abril 1986), 26-33. México: INAH.
- Hodges, Henry W.M. 1986. Tratamiento de conservación de la cerámica en el campo. En *Conservación Arqueológica In Situ*. Actas de la Reunión INAH, (México 6-13 abril 1986). México: INAH.
- Hornos Mata, F. 1994. Reflexiones acerca del patrimonio arqueológico inmueble y su conservación. *Conservación Arqueológica: reflexión y debate sobre teoría y práctica*. Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, Cuaderno III. Sevilla: Consejería de Cultura y Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- Johansson, L. 1986. Hueso y materiales afines. En *Conservación Arqueológica In Situ*. Actas de la Reunión INAH, (México 6-13 abril 1986), 140-145. México: INAH.
- Laborde Marqueze, A. 1986. *Conservación y restauración en yacimientos prehistóricos*. Girona: Centre de Recerques Paleo-eco socials.
- Leigh, D. 1978. *First aid for finds*. U.K: Herford.
- Limbrey, S. *Soil science and archaeology*. University of Birmingham. England: Academic Press.
- López de Azcona, M. C. 1992. Estudio de materiales para la conservación y restauración de mosaicos. En *I Coloquio Nacional de Conservación de Mosaicos*, (Palencia 1989), 39-58. Palencia: Excma. Diputación Provincial, Departamento de Cultura.
- Mertens, D. 1984. Planificación y realización de anastilosis en construcciones de piedra. En Stanley Price, N. (ed). *La conservación en excavaciones arqueológicas*. Madrid: ICCROM, Ministerio de Cultura.
- Mourey, W. *La conservation des antiquités metalliques. De la fouille au musée*. Draguignan. L.C.R.R.A.
- Moutinho Alarcao, A. e Beloto C. 1987. *Restauração do mosaico*. Lisboa: Instituto Portugues do Patrimonio Cultural.
- Nardi, R. 1997. El tratamiento de los mosaicos. En *Boletín del GCI*, vol.12, nº1. Los Angeles: GCI.
- Ortiz Risco, F. 1994. Arqueología y conservación de yacimientos prehistóricos. *Boletín informativo Instituto andaluz del Patrimonio histórico*, 9: pp. 28-31
- Renfrew, C. y Bahn, P. 1993. *Arqueología: Teorías, métodos y práctica*. Madrid: Akal.
- Ríos, D. 1992. Limpieza, consolidación y montaje de mosaicos romanos. En *I Coloquio Nacional de Conservación de Mosaicos*, (Palencia 1989), 119-134. Palencia: Excma. Diputación Provincial, Departamento de Cultura.
- Rodríguez González, J. 1992. Consideraciones sobre los criterios para la reintegración de los Bienes Culturales. En *I Coloquio Nacional de Conservación de Mosaicos*, (Palencia 1989), 135-142. Palencia: Excma. Diputación Provincial, Departamento de Cultura.
- Rodríguez Gonzalez, J. 1993. Conservación de mosaicos romanos. En Fernández Ibáñez, C. (coord.) *Arqueología y Conservación*: 89-97. Excmo. Concello de Xinzo de Limia.
- Sease, C. 1987. *A conservation manual for the field archaeologist*. Los Angeles: Institute of Archaeology.

- Sease, C. 1997. Planear la conservación, antes, durante y después de una excavación. *Boletín del GCI*, vol.12, nº1: 19-21. Los Angeles: GCI.
- Singley, K. 1981. Caring for artifacts after excavation. Some advice for archaeologist. *Historical Archaeology*, 1: pp. 36-48.
- Spriggs, J. A. 1986. Madera, con énfasis en la preservación de estructuras in situ. En *Conservación Arqueológica In Situ*. Actas de la Reunión INAH, (México 6-13 abril 1986), 112-119. México: INAH.
- Stanley Price, N. 1984. *La conservación en excavaciones arqueológicas, con especial referencia al área del mediterráneo*. Madrid: Ministerio de Cultura.
- Stanley Price, N. 1985. Medidas preventivas durante la excavación y protección de sitios: Reseña de la Conferencia IC-CROM/Universidad de Gante. En *Conservación Arqueológica In Situ*. Actas de la Reunión INAH, (México 6-13 abril 1986), 13-23. México: INAH.
- Stanley Price, N. 1990. *Conservation and information in the display of prehistoric sites. The politics of the past*. Peter Gatherede and David Lowenthal (eds.). London.
- Stanley Price, N. 1996. *Historical and Philosophical Issues in the Conservation of Cultural Heritage*. Los Angeles: Getty Conservation Institute.
- U.S. Army Corps of Engineers. 1988. *The Archaeological Sites Protection and Preservation Notebook (Experimental Research Program)*. Vicksburg: U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station.
- UNESCO, 1983. *Conventions and recommendations at UNESCO concerning the protection of the cultural property*. París: UNESCO.
- VV. AA. 1995. *La Chaux et les Mortiers: natures, propriétés, traitements*. Paris: ICOMOS.
- VV.AA. 1982. Mortars, cement and grouts used in the conservation of historical buildings. *Symposium 3* (6 noviembre 1981). Rome: ICCROM.
- Vth Conference of the International Committee for the Conservation of Mosaics. (Faro e Coninbriga, 1993).

Títulos Publicados

- CAPA 1:** *Documentación de un Entorno Castreño: Trabajos Arqueología en el Área de Cameixa.*
- CAPA 2:** *Landscape. Archaeology, Heritage.*
- CAPA 3:** *El Registro Digital del Registro Arqueológico.*
- CAPA 4:** *La Arqueología en la Gasificación de Galicia 2: Evaluación de Impacto Arqueológico de la Red Vigo-Porriño.*
- CAPA 5:** *Arqueología y Parques Eólicos en Galicia. Proyecto Marco de Evaluación de Impacto.*
- CAPA 6:** *La Arqueología en la Gasificación de Galicia 4: Corrección de Impacto en la Red de Lugo.*
- CAPA 7:** *La Arqueología en la Gasificación de Galicia 5: Corrección de Impacto del Ramal Pontevedra-Ourense.*
- CAPA 8:** *Manual de Estilo y Composición de Textos.*
- CAPA 9:** *La Arqueología en la Gasificación de Galicia 7: Hacia una Arqueología Agraria de la Cultura Castreña.*
- CAPA 10:** *Tecnologías de la Información y Patrimonio Cultural 1: El Paradigma Orientado a Objetos.*
- CAPA 11:** *Tecnologías de la Información y Patrimonio Cultural 2: Una Metodología Integral Orientada a Objetos para Desarrollo de Software.*
- CAPA 12:** *Gestión Patrimonial y Desarrollo Social.*
- CAPA 13:** *Medidas Urgentes de Conservación en Intervenciones Arqueológicas.*

Normas de Publicación

Temática Capa

Esta serie publica trabajos sobre criterios, convenciones, y técnicas de trabajo en Arqueología. Las aportaciones que se irán ofreciendo en los diferentes cuadernos de la serie tienen por objeto construir una tecnología para la evaluación y gestión del Patrimonio Arqueológico. Con ello se pretende contribuir al desarrollo, discusión y establecimiento de un estándar de práctica arqueológica.

Admisión de Originales

- Se admitirán para su publicación los trabajos que sean presentados y aprobados por el Comité Editorial siempre que se ajusten a la temática anterior y a las normas que aquí se establecen.
- Los originales serán revisados por un grupo de evaluadores que informarán sobre la pertinencia de su publicación y recomendarán cuantas modificaciones crean convenientes para incluir el trabajo dentro de las series. En todo caso la correspondencia con los autores se realizará desde el Comité Editorial.
- Los trabajos serán remitidos a la secretaría de Capa y Tapa, y tendrán como fechas límites para su entrega el 30 de Abril y 30 de Octubre de cada año.
- A los autores se les enviará una prueba del documento para que sea revisado antes de su publicación, con la recomendación de que realice las correcciones sugeridas. Una vez sean publicados se le remitirán dos ejemplares, independientemente del número de autores firmantes.
- Los autores podrán solicitar ejemplares adicionales previo pago de los mismos.

Normas de Formato

- Los trabajos se podrán realizar en cualquier idioma, pero siempre tendrán que llevar un resumen/abstract (max. 150 palabras) y palabras clave/keywords en inglés (max. 20 palabras). En el caso de que el trabajo estuviese en inglés, estos irán en un segundo idioma.
- Tendrán una extensión mínima de 25.000 palabras y una máxima de 40.000, ó 50 páginas a una columna con tamaño de letra 10, interlineado sencillo, incluyendo el espacio para las figuras.
- Irán precedidos de una hoja donde se indiquen: título, nombre del autor, dirección, teléfono, correo electrónico (si lo tiene), y fecha de envío del trabajo.
- Se enviarán en soporte digital, aparte de dos copias en papel.
- Se deben de enviar preferentemente en Microsoft Word y si no fuese posible en un programa compatible.
- Dado el carácter de ambas series, se recomienda emplear una parte gráfica lo más amplia posible. Se recuerda que toda la publicación será en B/N, por lo que las figuras deberán ser elaboradas en función de ello.
- Los títulos se tendrán que diferenciar fácilmente del texto y entre ellos, pudiendo ir numerados.
- Los diferentes apartados: anexos, apéndices, etc..., deberán ir precedidos de un salto de página.
- Los cuadros, mapas, gráficos, ... se presentarán preferentemente en soporte digital y, además y en cualquier caso, copia impresa en papel de calidad y numeradas al dorso.
- Se señalará a lápiz en el margen del texto el lugar sugerido para su ubicación de cada una de las figuras.
- Los pies de figura se colocarán en una hoja aparte indicando claramente a que figura pertenece.
- Las notas deberán de ir al pie, y su numeración debe ser continua.
- La bibliografía se colocará al final del documento, ordenándola alfabéticamente y adaptándose a los siguientes ejemplos:

Arias Vilas, F.; Cavada Nieto, M. 1979: Galicia bajorromana. *Gallaecia*, 3-4: 91-108. Santiago de Compostela.

Harris, E.C. 1991: *Principios de Estratigrafía Arqueológica*. Barcelona: Crítica (Ed. original inglesa de 1979).

Renfrew, C. 1986. Introduction: peer polity interaction and socio-political change. En Renfrew, C.; Cherry, J. F. (ed.). *Peer polity interaction and sociopolitical change*: 1-18. Cambridge: Cambridge University Press.

A

La serie CAPA presenta los criterios, convenciones, procedimientos y técnicas de trabajo utilizados por el Laboratorio de Arqueología e Formas Culturales. Las aportaciones que se irán ofreciendo en los diferentes cuadernos de la serie constituyen un programa de investigación aplicada que tiene por objeto construir una tecnología para la evaluación y gestión del Patrimonio Arqueológico. Con ello se pretende contribuir al desarrollo, discusión y establecimiento de un estándar de práctica arqueológica.

R



A

O

Próximamente

- Evaluación de Impacto Arqueológico