

# kausis

REVISTA DE LA ESCUELA TALLER DE RESTAURACIÓN DE ARAGÓN II

junio 2008



# kausis

## EDITA

ESCUELA TALLER DE  
RESTAURACIÓN DE ARAGÓN II  
Avda. San José, nº 5. Nave 6  
50410 Cuarte de Huerva,  
ZARAGOZA  
Teléfono: 976 46 38 42  
Fax: 976 46 38 43  
E-mail: etrestauracion@aragon.es

## CONSEJO DE REDACCIÓN Y CORRECCIÓN DE TEXTOS

José Manuel López Gómez  
Susana Morales Ramírez  
Alicia Payueta Martínez  
Carlos Sáenz Preciado  
Francisco Lasarte Orna  
M<sup>a</sup> Angustias Macías Guzmán

## EQUIPO DE REDACCIÓN

Sara Benito Hidalgo  
Raquel Crespo Vergara  
Estefanía Fenoy Cambero  
Esther Fernández Bueno  
Oliver García Chocano  
Sonia García García  
Vanessa Gil Pérez  
Cristina Godoy Expósito  
Nora Guinda Larraza  
Francisco Lasarte Orna  
Soraya Lascorz Garcés  
M<sup>a</sup> Angustias Macías Guzmán  
Diana Requejo Sueiro  
M<sup>a</sup> Pilar Salas Meléndez  
Aida Tejero Oliván

## EQUIPO DEL LABORATORIO

Ramiro Alloza Izquierdo  
M<sup>a</sup> Paz Marzo Berna  
Jordán Esteso Martínez  
Nieves Laborda Lobe  
Jorge Sánchez Gálvez

## MAQUETACIÓN

Francisco Lasarte Orna  
M<sup>a</sup> Angustias Macías Guzmán

## PORTADA

Alicia Payueta Martínez

## FOTOGRAFÍAS DE LA ESCUELA TALLER

Sara Benito Hidalgo  
Cristina Godoy Expósito

## IMPRIME

COMETA, S.A.  
Ctra. Castellón, Km. 3,400  
50013 Zaragoza

## DEPÓSITO LEGAL

Z. 1315-04

## ISSN

1885-6071

## FOTO PORTADA

Lucerna con decoración de máscara  
teatral encontrada en *Bilbilis*, en la  
excavación de la casa del Ninfeo

Kausis: protección de cera en las  
pinturas murales de época griega

## LA ESCUELA TALLER DE RESTAURACIÓN DE ARAGÓN II

### 2 UN PROYECTO QUE SE CONSOLIDA

José Manuel López Gómez

### 5 VISITAS FORMATIVAS

Sonia García García

### 10 CURSOS Y CONFERENCIAS

Vanessa Gil Pérez

## RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN

### 13 INTERVENCIÓN SOBRE LAS PINTURAS MURALES PROCEDENTES DEL LARARIO DE LA CASA DEL NINFEO DEL YACIMIENTO ARQUEOLÓGICO DE *BILBILIS* PARTE I

Susana Morales Ramírez y Alicia Payueta Martínez

### 22 PROBLEMÁTICAS SURGIDAS DURANTE EL PROCESO DE INTERVENCIÓN DE ARRANQUES DE PINTURA MURAL: EL TRASPASO A UN NUEVO SOPORTE

Estefanía Fenoy Cambero y Aida Tejero Oliván

### 28 INTERVENCIONES DE CONSERVACIÓN-RESTAURACIÓN EN LA *DOMUS* DEL NINFEO DEL YACIMIENTO DE *BILBILIS*

Raquel Crespo Vergara y Diana Requejo Sueiro

## ARQUEOLOGÍA

### 31 LA CASA DEL NINFEO: TRABAJO ARQUEOLÓGICO DE LA ESCUELA TALLER DE RESTAURACIÓN II EN *BILBILIS* (CALATAYUD-ZARAGOZA). CAMPAÑA 2007

J. Carlos Sáenz Preciado, Oliver García Chocano, Cristina Godoy Expósito, Nora Guinda Larraza, Francisco Lasarte Orna y M<sup>a</sup> Pilar Salas Meléndez

### 40 PROSPECCIONES ARQUEOLÓGICAS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE CUARTE DE HUERVA (ZARAGOZA)

J. Carlos Sáenz Preciado, Oliver García Chocano, Cristina Godoy Expósito, Nora Guinda Larraza, Francisco Lasarte Orna y M<sup>a</sup> Pilar Salas Meléndez

## LABORATORIO

### 55 CARACTERIZACIÓN DEL PLOMO EMPLEADO EN LAS CERÁMICAS DE ALBARRACÍN DEL SIGLO XI

M<sup>a</sup> Paz Marzo Berna

### 61 VALORACIÓN PRELIMINAR DE LOS CONTENIDOS DE UNA RASTRA DE BAUTIZAR PERTENECIENTE AL MUSEO DE CREENCIAS Y RELIGIOSIDAD POPULAR DEL PIRINEO CENTRAL DE ABIZANDA

Jordán Esteso Martínez

## COLABORACIONES

### 69 INTERVENCIÓN DE CONSERVACIÓN EN EL YACIMIENTO DE ICNITAS DE DINOSAURIO "EL POZO" (EL CASTELLAR, TERUEL)

Vanessa Ballano, Ana Belloc, Silvia Fraguas y Lorena González

### 77 YACIMIENTO "EL POZO" (EL CASTELLAR, TERUEL): REALIZACIÓN DE MOLDES Y RÉPLICAS DE HUELLAS DE DINOSAURIO

Ainara Aberasturi, Raquel Ferrer, Edurne Casas Ochoa, Lucía Cirugeda Salvador y Almudena del Fresno Ruiz

### 85 CONSERVACIÓN DE RESTOS ARQUEOLÓGICOS DE MADERA DE PROCEDENCIA SUBACUÁTICA

Julio César Amaré Tafalla

### 96 LA PUESTA EN VALOR DE UN YACIMIENTO ARQUEOLÓGICO

Francisco Javier Gutiérrez González

## UN PROYECTO QUE SE CONSOLIDA

---

*Tras un breve periodo de interrupción, el Departamento de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón y el Instituto Aragonés de Empleo han puesto en marcha un nuevo proyecto de Escuela Taller con una duración de dos años, que continúa la actividad de especialización de jóvenes titulados en el estudio y conservación del patrimonio cultural, iniciada hace una década por la Dirección General de Patrimonio Cultural.*

---

### José Manuel López Gómez

Director de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II



**H**ace ahora un año dio comienzo un nuevo proyecto de Escuela Taller, continuador de la anterior Escuela Taller de Restauración de Aragón. Los éxitos de inserción laboral, el 90% de nuestros alumnos encontraron trabajo a lo largo de los seis meses siguientes a la finalización de su periodo de formación y trabajo en el centro, y de ejecución del trabajo, las pinturas murales romanas restauradas se exhiben en el Museo de Calatayud, sin duda han determinado que tanto el Instituto Aragonés de Empleo como el Departamento de Educación, Cultura y Deporte, a través de su Dirección General de Patrimonio Cultural, hayan considerado oportuno repetir y potenciar la experiencia.

Durante los seis primeros meses el equipo de profesores ha impartido la formación teórica común a los tres grupos de trabajo; arqueología, restauración y análisis de laboratorio químico y biológico.

No es una labor sencilla, puesto que normalmente existe un desconocimiento mutuo de las tareas, funciones y métodos de trabajo que desarrolla cada una de las disciplinas. Está es el primer reto a vencer, conseguir que la arqueología, la res-

tauración y la analítica sean actividades conocidas por nuestros alumnos. Evidentemente no se trata de que un restaurador sea químico o arqueólogo, o viceversa, sino de que todos los profesionales que intervienen en el proceso de estudio, conservación y restauración del patrimonio cultural entiendan que deben trabajar conjuntamente para conseguir un mismo fin. Para ello es necesario tener un conocimiento mínimo de los procesos de trabajo y objetivos de cada disciplina, que permitan establecer sistemas de comunicación y procesos de trabajo conjuntos y coordinados.

Paralelamente a la formación teórica se han desarrollado actividades y cursos encaminados a que los alumnos conocieran las diversas técnicas de ejecución de las piezas que van a encontrarse durante los procesos de excavación arqueológica.

Consideramos que es de extraordinaria ayuda para proceder a estudiar una pieza y entender su estado de conservación, así como para enfrentarse a su restauración, conocer el comportamiento de los materiales que la constituyen, así como los procedimientos que se siguieron en su proceso de elaboración. Un alumno enten-



Montaje provisional y estudio de la cerámica por parte de los alumnos arqueólogos

derá perfectamente cuales son las características de un mortero y de los pigmentos que sobre él se han aplicado, si previamente ha ejecutado una pintura mural, por ejemplo.

Por este motivo se han realizado prácticas de ejecución de pinturas murales, desde su diseño hasta su tratamiento final, pasando por la elaboración de las diversas capas de mortero, dibujo preparatorio y aplicación de pigmentos con las técnicas de fresco y al seco. Una vez ejecutadas las pinturas se procedió a su deterioro intencionado para planificar las estrategias de intervención y poner en prácticas los diversos procesos de intervención que, posteriormente, deberán ser aplicados sobre la obra real.

Un proceso similar se siguió en el curso sobre la elaboración de piezas cerámicas. Los alumnos, dirigidos por el ceramista e historiador Javier Fanlo, realizaron piezas con diversas técnicas, pudiendo comprobar su distinto comportamiento atendiendo a las características de los materiales y sistemas de cocción.

Finalmente se realizaron prácticas de ejecución de mosaicos, en las que los alumnos aprendieron a cortar y colocar las

teselas, previo diseño de los motivos decorativos y preparación de los morteros.

Como complemento a las clases teórico-prácticas, se han efectuado visitas formativas a distintos centros y yacimientos arqueológicos donde se están desarrollando procesos de excavación y restauración similares a los nuestros, algunos de ellos protagonizados, para nuestra satisfacción, por ex alumnos de ediciones anteriores.

Así visitamos las actuaciones que está realizando el Ayuntamiento de Alcalá de Henares en el yacimiento de *Complutum*, a través de sucesivas Escuelas Taller y Talleres de Empleo, y en las que participa, como profesora especialista en pintura mural romana, la restauradora Ana Belén Rodríguez Muñoz-Torrero, alumna-trabajadora de nuestra anterior Escuela Taller. También visitamos el yacimiento gestionado por el Museo de Tereuel, en Monreal del Campo y las ciudades romanas de *Tiermes* (Soria) y *Clunia* (Burgos).

Consideramos que el contacto de nuestros alumnos con otros centros de restauración y obras en ejecución es fundamental para que conozcan diversos sis-





temas de trabajo e investigación, las dificultades encontradas y soluciones aportadas por los profesionales que en ellas intervienen. Por esta razón nos desplazamos al Centro de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de Castilla y León en Simancas (Valladolid), al Museo Numantino de Soria, al Museo de Teruel y a los trabajos de restauración que está efectuando la empresa In Situ en la portada de la iglesia de San Pablo de Valladolid.

Una vez finalizada la fase formativa se ha procedido a realizar las contrataciones de los alumnos, que así adquieren la condición de trabajadores del Gobierno de Aragón durante su estancia en la Escuela Taller. Comienza entonces el periodo de actuación sobre obra real, tanto en el yacimiento de *Bilbilis* como en el taller de restauración y en el laboratorio. Las actuaciones en el yacimiento se están centrando en el sector sur de la denominada Casa del Ninfeo. El trabajo de los arqueólogos ha permitido descubrir nuevas estructuras arquitectónicas y extraer, junto con los restauradores, numerosos fragmentos de pintu-

ra mural. Los trabajos de taller se han centrado en la restauración de las pinturas murales del larario, extraído del yacimiento durante los trabajos efectuados por la Escuela Taller anterior.

Las pinturas se encuentran en proceso de limpieza, consolidación, montaje e incorporación a un nuevo soporte para su próxima exposición en el museo de Calatayud. En el laboratorio se están analizando los morteros, los pigmentos de los muros, y el material orgánico procedente de la excavación.

Ponemos así en práctica la filosofía que inspira todas nuestras intervenciones, la actuación conjunta de las diversas disciplinas que participan en el proceso de análisis, estudio y conservación del patrimonio cultural.

El trabajo realizado hasta ahora es altamente satisfactorio. Sin duda nos encontramos ante una nueva promoción de alumnos-trabajadores que seguirán los pasos de sus precedentes compañeros, incorporándose al mercado laboral en las más prestigiosas empresas del sector.



Trabajo conjunto de arqueólogos y restauradores durante la extracción de pintura mural en *Bilbilis*

## VISITAS FORMATIVAS

---

*La Escuela Taller de Restauración de Aragón II contempla, la realización de visitas didácticas a lo largo del periodo de aprendizaje como complemento a la formación de sus alumnos.*

---

**Sonia García García**

Restauradora de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II

A lo largo de la primera fase educativa de la Escuela Taller de Restauración de Pintura Mural de Aragón II, se han realizado diversas visitas guiadas por profesionales especializados, encaminadas a complementar y ampliar la formación teórico-práctica de sus alumnos.

Las visitas a museos, iglesias, talleres de restauración, laboratorios y yacimientos arqueológicos tienen como finalidad la puesta en común de los conocimientos de profesionales de distintos ámbitos, favoreciendo los intercambios de experiencias en los campos del estudio y conservación del patrimonio cultural.

---

### CALATAYUD (ZARAGOZA)

La primera visita la realizamos al yacimiento romano de *Bilbilis* (Calatayud), lugar de procedencia de las piezas a tratar en esta Escuela Taller.

El arqueólogo y profesor de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II, D. J. Carlos Sáenz Preciado, realizó una introducción histórica del lugar en el que posteriormente trabajaríamos.

La ciudad de *Bilbilis* está encaramada en los cerros de Bámbola, San Paterno y Santa Bárbara, en un promontorio desde donde se controla el valle del río Jalón y los accesos a la meseta. De origen celtibérico es uno de los principales yacimientos arqueológicos de Aragón y uno de los más ricos en pintura mural de la Península Ibérica. Tras su romanización y conversión en *municipium* en época augustea, se produjo una costosa transformación urbana apoyada y fomentada por las pujantes élites locales.

*Bilbilis*, a partir de las primeras décadas del s. I, se convirtió en una ciudad de servicios, tal y como la entendemos hoy en día, dotada de un monumental foro, el teatro, termas públicas, viviendas y cisternas para el abastecimiento de la ciudad.

En 1931 fue declarado Monumento Histórico-Artístico, pasando en 1985 a ser catalogado Bien de Interés Cultural (BIC).

A continuación nos dirigimos al Museo de Calatayud, donde pudimos ver la musealización de un conjunto pictórico de las paredes de un *cubiculum* de *Bilbilis*,





restaurado por la promoción anterior de la Escuela Taller de Restauración de Aragón.

---

## MUEL (ZARAGOZA)

Como ampliación del cursillo de elaboración de cerámica tradicional impartido por el ceramista D. Javier Fanlo en la Escuela Taller, nos desplazamos a su taller de cerámica “La Huerva”. Allí realizamos diferentes técnicas de modelado y técnicas de decoración, así como la cocción en diferentes tipos de hornos, incluso hogueras, similares a las utilizadas en la antigüedad, para la cocción de piezas cerámicas.

La actividad se completó visitando la tejería Artesanal de los “Hermanos García Jonquera”, donde nos explicaron los procedimientos de obtención de la materia prima (arcilla), la ejecución con moldes de madera de las tejas y ladrillos, así como su secado y posterior cocción.

Aprovechando el desplazamiento a Muel, visitamos el “Taller Escuela de Cerámica” gestionada por la Diputación Provincial de Zaragoza; que albergaba la exposición “Tradición transformada, cerámica contemporánea coreana”, en la que 29 ceramistas coreanos incorporan a sus piezas influencias y métodos innovadores, dándoles ese punto de distinción presente en las tendencias actuales de la cerámica coreana, cinco mil años después de su aparición.

---

## TERUEL

En el mes de octubre nos desplazamos a Teruel donde visitamos la Fundación Conjunto Paleontológico, la Escuela Taller de Restauración Paleontológica y el Museo Provincial. D. Luis Alcalá, Director de la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel, ubicado dentro del parque temático Dinópolis, nos recibió y dio una explicación general sobre el centro y los trabajos de investigación que se estaban desarrollando.

La Directora de la Escuela Taller de Restauración Paleontológica, promovida por el Departamento de Educación, Cultura y Deporte, D.<sup>a</sup> Ainara Aberasturi; y la profesora de restauración D.<sup>a</sup> Raquel Ferrer Bielsa, nos expusieron de una forma más detallada los criterios, métodos y tratamientos de intervención que están aplicando en la restauración de materiales fósiles.

En la visita al taller de restauración del Museo Provincial de Teruel y, posteriormente, en el yacimiento de “La Caridad” (Camínreal), la restauradora D.<sup>a</sup> Pilar Punter explicó los tratamientos realizados sobre las piezas más relevantes extraídas, muy especialmente sobre los abundantes hallazgos arqueológicos de naturaleza férrica.

---

## ALCALÁ DE HENARES (MADRID)

El desplazamiento a Alcalá de Henares se inició con la visita al yacimiento arqueológico de *Complutum*, donde la arqueóloga y directora de la excavación, D.<sup>a</sup> Ana Lucía Sánchez nos expuso una visión general de la estructura urbanística de la ciudad. A continuación, la restauradora D.<sup>a</sup> Ana Belén Rodríguez Muñoz-Tornero planteó las diversas problemáticas que presentan las principales intervenciones realizadas y las que en ese momento se encontraban en curso.

El recorrido continuó en los locales del Taller Escuela que gestiona el Ayuntamiento de Alcalá de Henares, donde se nos mostró la gran cantidad de mosaicos y pintura mural que estaban siendo intervenidas en el centro, así como las instalaciones y personal con el que cuentan.

Seguidamente, nos dirigimos a la excavación musealizada de la casa de *Hippolytus*. Construida en el s. I d. C., y rehabilitada completamente en el s. III, se supone que era la sede del Colegio de los Jóvenes. El edificio se excavó entre 1990 y 1998. Paralelamente, se iniciaron las tareas de restauración que

Teatro romano de *Clunia*

afectaron a estructuras inmuebles y a materiales muebles. Su musealización ha permitido la apertura al público en mayo de 1999, constituyendo la primera zona visitable del Parque Arqueológico Ciudad Romana de *Complutum*, lo que hace de él un yacimiento popular y conocido por el gran público. Es preciso señalar los ricos mosaicos que recubren los pavimentos de las distintas estancias, destacando el situado en la piscina de agua fría con la representación de una escena de pesca.

Nuestra última visita la realizamos al Museo Arqueológico de Alcalá de Henares. Acompañados por su conservador, recorrimos las diversas salas para finalizar el recorrido en el taller de restauración donde D. Javier Casado restaurador del museo, nos expuso la metodología y criterios seguidos en los trabajos que se encontraban en curso.

---

## CASTILLA Y LEÓN

Durante los días 25, 26, y 27 de marzo se efectuó un viaje a la comunidad de Castilla y León que permitió visitar algunos de sus más relevantes yacimientos ar-

queológicos y centros de conservación y restauración.

En Soria, nos recibió el director del Museo Numantino D. Elías Terés Navarro. Inició la visita con una explicación general sobre la estructura del centro y su gestión para, a continuación, la restauradora D.<sup>a</sup> Blanca Martínez Pascual guiarnos por las distintas salas de exposición, taller de restauración y almacenes. Especialmente interesantes fueron sus explicaciones sobre las condiciones ambientales de conservación, necesarias en una entidad museística abierta al público. Mencionar que, cuentan en sus instalaciones con reproducciones en relieve y audiciones para los invidentes y deficientes visuales, con el fin de que puedan conocer las obras de una forma más directa.

En el yacimiento arqueológico de *Clunia*, en Peñalba de Castro (Burgos), realizamos la visita guiados por el arqueólogo D. Gerardo Martínez Díez, recorriendo los distintos espacios del conjunto arqueológico: foro, *domus*, termas y teatro.

Debemos destacar el tipo de reconstrucción volumétrica y estructural em-







D.ª Isabel Sáenz de Buruaga explica los tratamientos de conservación realizados sobre un guadamecí

pleado, consistente en prismas realizados con varillas de acero y rellenos de piedras de tamaño medio, denominado de gaviones.

Este innovador sistema, evita la acumulación de agua en el interior de la estructura y la posible congelación. El inconveniente más evidente, es la cierta distorsión estética que se produce al acercarse y ver las varillas metálicas de los gaviones.

En el Centro de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de Simancas (Valladolid), la restauradora D.ª Isabel Sáenz de Buruaga inició la visita con una introducción general sobre el centro y los trabajos de investigación desarrollados, el asesoramiento y apoyo técnico y científico a profesionales; el estudio y valoraciones de bienes culturales para su restauración y la colaboración en montajes museográficos.

Se continuó recorriendo los diversos departamentos técnicos en los que se estructura el centro, donde cada especialista nos habló sobre cuestiones específicas de su trabajo.

El día 26 de marzo tuvimos la oportunidad de visitar la restauración que se está efectuando en la fachada de la iglesia de San Pablo (Valladolid). Comenzó la visita con una introducción histórica del edificio y la organización urbanística de la ciudad durante diferentes periodos de la historia, para dar paso a una explicación más compleja y centrada en el plan de actuación actual. El restaurador responsable de la obra, perteneciente a la empresa In Situ, D. Ángel Gaztelumendi nos expuso, con fotos y mapas de alteraciones, la problemática que presentaba la fachada, así como los criterios y tratamientos que se han seguido.

Las actuaciones acometidas en el proceso de restauración las pudimos ver *in situ*, con una visión clara y cercana, gracias a un sistema elevador a lo ancho, que recorría el andamio de la fachada. Se consiguió con esta instalación acercar al visitante a la cara más desconocida de la conservación y restauración del patrimonio.

En el Museo Monográfico del yacimiento de *Tiermes* (Soria) nos recibieron el arquitecto, D. Miguel Ángel de la



Reconstrucción estructural con el sistema de gaviones en el yacimiento de *Tiermes* (Soria)

Iglesia y el arqueólogo de la Junta de Castilla y León, D. Jesús del Val. Mediante proyecciones de fotos y planos conocimos la estructura urbanística del conjunto para, a continuación visitarlo. D. Miguel Ángel de la Iglesia explicó los sistemas de evacuación de aguas y consolidación que, al igual que en el yacimiento de *Clunia*, se emplean sistemas de gaviones para la reconstrucción estructural y de volúmenes.

Finalmente, el día 27 de marzo nos desplazamos a San Miguel de Gormaz

(Soria), donde pudimos conocer las pinturas románicas recientemente descubiertas y restauradas. Contamos con las explicaciones del arquitecto D. José María Rincón y la arqueóloga D.<sup>a</sup> Elena Heras Fernández. Esa misma tarde, nos desplazamos a San Baudelio de Berlanga para conocer la intervención de reposición de las pinturas murales arrancadas, en las que intervino la profesora y restauradora de la Escuela Taller D.<sup>a</sup> Susana Morales, dirigida por el Instituto de Patrimonio Histórico Español, durante el año 2002 y realizada por la empresa Coresal.



Alumnos y profesores en San Baudelio de Berlanga



## CURSOS Y CONFERENCIAS

---

*La Escuela Taller de Restauración de Aragón II organizó durante el periodo 2007-2008 diversas conferencias y cursos de interés profesional para los alumnos.*

---

### Vanesa Gil Pérez

Restauradora de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II



A lo largo de la primera etapa de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II se han desarrollado, como viene siendo habitual en cada edición, una serie de cursos y conferencias, impartidos por profesionales de diversas disciplinas, que complementan la formación impartida por el profesorado del centro.

---

### CONFERENCIAS

Las conferencias de la promoción 2007/2009, se iniciaron con D. Julio César Amaré Tafalla, Doctor y Profesor Titular de Física Aplicada de la Facultad de

Ciencias de la Universidad de Zaragoza, que trató sobre “La conservación de objetos arqueológicos de madera extraídos del agua”. El tema principal de la ponencia fue la estabilización de los restos obtenidos en excavaciones submarinas y materiales hallados en el nivel freático del suelo. Su peculiar situación, al encontrarse en ambientes saturados de humedad, altera su normal comportamiento físico y químico, exigiendo procesos de tratamiento distintos a los que se aplican habitualmente. Tras hacer un repaso sobre los distintos materiales que pueden aparecer en este tipo de medios, y de las principales afecciones que pueden sufrir, así como de los tratamientos aplicables para su conservación, D. Julio Amaré prestó especial atención a las distintas opciones a seguir para conseguir el óptimo secado de la madera empapada, ejemplificándolo con distintos casos realizados en museos europeos y en sus propio laboratorio universitario.



Julio César Amaré presenta su exposición sobre la conservación de objetos de madera extraídos del agua

La segunda de las conferencias corrió a cargo de D. Manuel Martín Bueno, catedrático de Arqueología, Epigrafía y Numismática de la Universidad de Zaragoza, y Director Científico de la excavación del yacimiento de *Bilbilis*, que disertó sobre el tema “Sociedad y patrimonio”.

La conferencia versó sobre la visión que tiene la sociedad de la labor que desarrollamos los profesionales que nos dedicamos al estudio y conservación del patrimonio, y sobre la importancia que en la actualidad tiene la constitución de «equipos profesionales» integrados por arqueólogos y restauradores. La interacción de ambos grupos profesionales, permitirá, mediante la planificación de programas contrastados y consensuados, optimizar el estudio y conservación de los bienes culturales.

La Escuela Taller recibió también la visita de D. Francisco Romeo Marugán, Facultativo Superior de Patrimonio Cultural del Departamento de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón. Su charla estuvo dirigida al equipo de arqueólogos, versando sobre los trámites administrativos que se han de seguir antes, durante y después de llevar a cabo una intervención arqueológica.

Tras una introducción referida a la evolución que se ha experimentado en las últimas décadas la protección del patrimonio arqueológico, abordó diversos aspectos legislativos, consecuencia de las transferencias de competencias que en materia de Bienes Culturales han asumido las distintas comunidades autónomas, deteniéndose en la Ley de Patrimonio Cultural Aragonés, que protege los yacimientos arqueológicos de esta comunidad desde su aprobación en 1999.

La jornada se completó con la presentación de casos reales de documentación administrativa que es necesario complementar por parte de los profesionales de la arqueología que emprendan actuaciones de prospección, sondeo o excavación.

Por último, hemos contado con la presencia de la arqueóloga D.<sup>a</sup> Carmen Giral Pelegrín, Doctora en Historia y Profesora Titular del Departamento de Prehistoria y Arqueología de la UNED, que disertó sobre la “Documentación e investigación de los revestimientos murales en arqueología”.

Explicó las distintas fases de estudio e investigación que se deben seguir sobre una pintura mural, desde su extracción hasta su musealización, pasando por su conservación preventiva, recreación, documentación y estudio. Como ilustración de los procesos expuso dos ejemplos de pintura mural romana, en cuya investigación participó recientemente. El primero, trataba de un techo decorado de la Villa dels Munts (Tarragona), un caso de pintura fragmentada que ha requerido un complejo trabajo en el que han intervenido diversos profesionales. El segundo hacía referencia a una pintura mural inconclusa hallada en la denominada *Casa dei Casti Amanti* (Pompeya), donde se encontraron evidencias de que la pintura estaba en proceso de realización cuando se abandonó como consecuencia de la erupción del Vesubio.

---

## CURSOS

Todo profesional debe seguir un proceso de formación continuo, que amplíe y actualice sus conocimientos. Por este motivo, y por la experiencia positiva obtenida en ediciones anteriores, se han vuelto a realizar cursos complementarios sobre tratamientos informatizados de textos e imagen, ejecución de piezas cerámicas y de prevención de riesgos laborales.

### Curso de programas informáticos

Actualmente, es imprescindible para cualquier tipo de profesional poseer conocimientos informáticos que le permitan adaptarse a las nuevas tecnologías. El rápido avance de la informática, de sus prestaciones y aplicaciones a nuestras áreas de trabajo, exige una permanente puesta al día.

Las clases fueron impartidas por D.<sup>a</sup> Encarnación Pascual Sarrión, profesora de la academia de informática Random Formación S.L.U., que nos enseñó la utilización de programas de tratamiento de imagen y dibujo, como Macromedia Freehand MX® y Photoshop CS®; y uno





Alumna de la Escuela Taller realizando una respiración cardio-pulmonar

<sup>1</sup>Véase el artículo “Visitas Formativas” de esta misma revista, p. 6.



de los programas de maquetación más conocidos, el Quark Xpress®. La formación teórica fue seguida de su aplicación práctica, orientada a las utilidades que tienen en nuestro sector.

### Curso de cerámica

El historiador y ceramista, Javier Fanlo, nos introdujo en la elaboración artesanal de productos cerámicos. En la primera jornada se explicaron las distintas técnicas con las que se trabaja la arcilla.

También durante ese día, y los tres siguientes, recibimos nociones prácticas sobre decantación, preparación de la pasta, moldeado de la pieza, decoración y acabado. Finalmente visitamos el taller dirigido por Javier, “La Huerva” en Muel (Zaragoza), donde realizamos piezas a torno, las decoramos y procedimos a su cocción, tanto en hoguera como en horno<sup>1</sup>.

Con este curso, cuyo objetivo es mejorar la comprensión de la cerámica a través de su realización, no sólo ampliamos nuestros conocimientos sobre su técnica sino que también nos ayuda a su

reconocimiento, obtención de nuevos datos, interpretación, reconstrucción y restauración.

### Curso de prevención de riesgos laborales y primeros auxilios

Durante el mes de abril el Servicio de Prevención de Riesgos Laborales del Departamento de Educación, Cultura y Deporte de la DGA, y coordinado por Juan Luís Senac Berdagí, recibimos el preceptivo curso de Prevención de Riesgos Laborales y Primeros Auxilios.

A lo largo de cuatro sesiones se hizo un repaso sobre los aspectos más relevantes que todo profesional debe conocer sobre los riesgos que puede suponer el ejercicio de actividad profesional. La primera sesión se dedicó a la prevención de riesgos en el lugar de trabajo, la segunda al uso de disolventes y exposición a agentes químicos, la tercera a la aplicación de los primeros auxilios en caso de emergencia, y por último se trató sobre el orden, limpieza y ergonomía en el espacio de trabajo.



Javier Fanlo muestra a los alumnos cómo moldear la arcilla en torno de mesa durante el curso de cerámica

# INTERVENCIÓN SOBRE LAS PINTURAS MURALES PROCEDENTES DEL LARARIO DE LA CASA DEL NINFEO DEL YACIMIENTO ARQUEOLÓGICO DE *BILBILIS* PARTE I

Una vez más, el equipo de la Escuela Taller acomete la restauración de pintura mural de procedencia arqueológica. Se trata de una intervención integral, desde el momento de su excavación y arranque (publicados en el número 4 de Kausis) hasta su exposición final.

El principal reto en esta ocasión era la transferencia de la pintura desde sus soportes provisionales de arranque a los nuevos paneles estratificados.

**Susana Morales Ramírez y Alicia Payueta Martínez**

Profesoras restauradoras de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II

**D**urante el transcurso de las excavaciones en el yacimiento de *Bilbilis*, apareció un pequeño espacio perteneciente a la Casa del Ninfeo, considerado como Larario, que presentaba decoración en sus paredes y un frontal escalonado<sup>1</sup>. *In situ*, se conservaba pintura hasta una altura de metro y medio. El resto del



Aspecto inicial del larario cuando se encontraba *in situ*

material apareció rellenando la estancia en una gran caída de fragmentos de paredes, techo, molduras y apliques que fueron documentados y recuperados durante la campaña arqueológica.

La importancia arqueológica del conjunto hizo que desde la Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón se determinase su restauración y colocación sobre un nuevo soporte para su futura exposición en el Museo de Calatayud. Tras esta decisión, la Escuela Taller procedió al arranque de la pintura que permanecía *in situ*<sup>2</sup>.

Los principales objetivos de nuestra actuación han sido:

- Documentación y estudio histórico-arqueológico exhaustivo del conjunto pictórico.
- Reconstrucción de la decoración mediante un proceso de puzzle.
- Dotar de un soporte reversible e inerte a todas las partes reconstruidas.
- Elaborar una solución expositiva que permita la lectura de los fragmentos como par-

<sup>1</sup>SÁENZ PRECIADO, C., FABRE MURILLO, J., LASUÉN ALEGRE, M., LUESMA GONZÁLEZ, R., SEVILLA CONDE, A. y VILLALBA BARRIO, I. (2006): "La casa del Ninfeo: trabajos arqueológicos de la Escuela-Taller de Restauración de Aragón en *Bilbilis* (Calatayud-Zaragoza) (Campaña 2006)". *Kausis* 4. Escuela Taller de Restauración de Aragón. Zaragoza.

<sup>2</sup>AUSEJO GUTIÉRREZ, B. y RODRÍGUEZ MUÑOZ-TORRERO, A. B. (2006): "Arranque de pintura mural en el yacimiento de *Bilbilis* (Calatayud- Zaragoza)". *Kausis* 4. Escuela Taller de Restauración de Aragón. Zaragoza.



Decoración de las pinturas



te de su contexto originario: la decoración mural de un larario.

Debido al calendario de esta publicación, no podemos incluir en el artículo la finalización de los trabajos sobre el larario. En esta primera parte tratamos los aspectos de conservación del material pictórico y su colocación en el soporte inerte.

### TÉCNICAS DE EJECUCIÓN Y ESTADO DE CONSERVACIÓN

Las pinturas fueron ejecutadas al fresco sobre varias capas de mortero de cal y

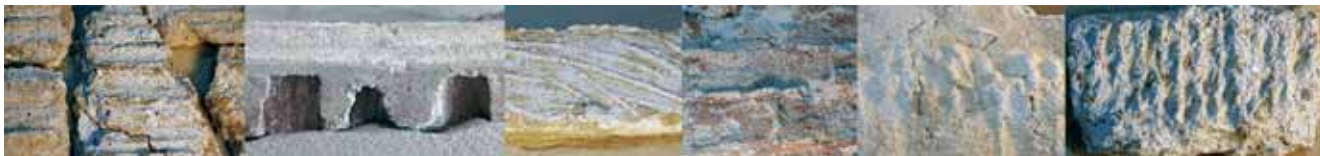
arena siguiendo las técnicas habituales en la época romana.

Los muros que sustentaban la decoración y que se conservan *in situ* en el yacimiento, tienen un zócalo de sillarejo sobre el que originalmente hubo una viga de madera, hoy desaparecida. El resto del muro es de adobe. El frontal escalonado está levantado también en adobe y en el interior de los peldaños apareció un relleno a base de mortero y fragmentos de cerámica.

Los morteros conservaban en sus reversos las distintas improntas dejadas por el adobe, el cañizo del techo, los sistemas



El larario tras el arranque de las pinturas. Se aprecian las técnicas de ejecución de los muros



Improntas de los morteros: cañizo en techo, entablillado en molduras, incisiones en las pilastras, adobe en morteros de pared, dedos en el frontal y cuerda en revestimientos de columnillas

de sujeción de las molduras o incisiones para favorecer el agarre entre capas.

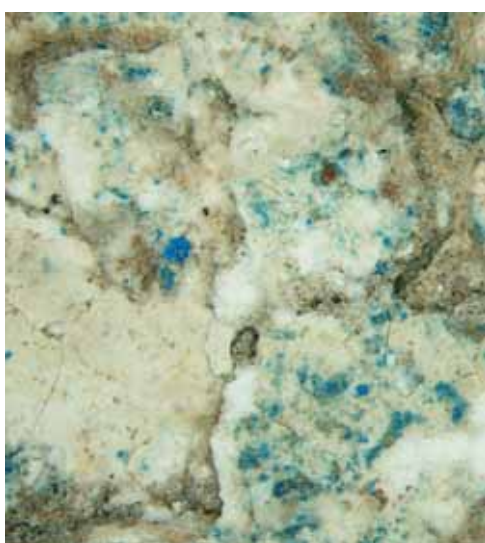
Hay que destacar las diferencias entre la decoración de las paredes y el techo, tanto en los materiales como en la calidad artística. Los motivos de las paredes son sencillos paneles rectangulares sobre un zócalo moteado que imita el granito. En el frontal del altar se añade algún detalle decorativo en los vértices de los filetes que dibujan unos sencillos paneles de fondo blanco. El zócalo también presenta el color del mortero de cal.

Se emplearon solamente cuatro colores. Los fondos están aplicados al fresco mientras que todas las bandas, filetes y estarcidos se hicieron posteriormente en seco, como suele ser habitual en la pintura romana.

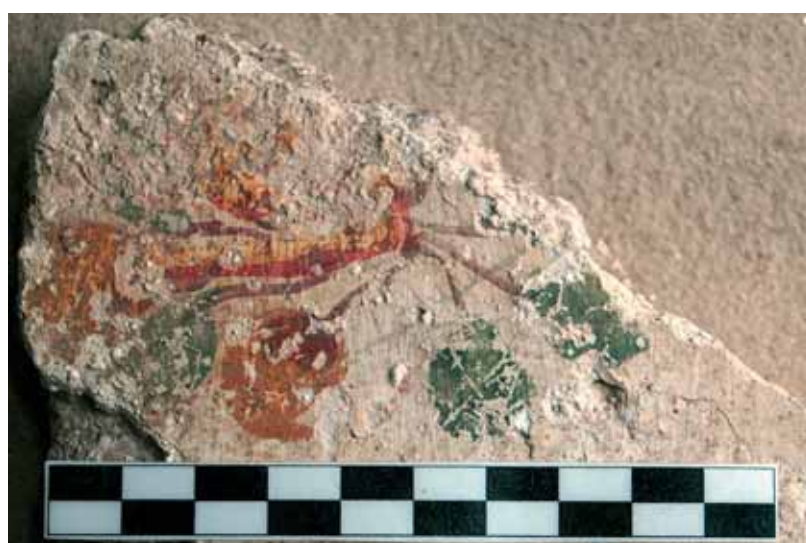
En cambio, el techo presenta una decoración mucho más elaborada, con cenefas vegetales y una gama cromática muy rica que incluye el azul egipcio. Además,

la composición de los morteros es bien distinta, ya que presenta un altísimo contenido de yeso que llega a ser del 50% en la última capa de enlucido, sobre la que se aplica el pigmento. No se puede hablar de técnica al fresco ya que los colores están aplicados en seco como han demostrado las pruebas de laboratorio. Por desgracia, esta técnica tan inusual en la pintura romana ha tenido un mal comportamiento desde el punto de vista de la conservación. Con la humedad del enterramiento el yeso ha sufrido aumentos de volumen que han reventado la superficie, dando lugar al desprendimiento de la capa pictórica de una forma generalizada y al aspecto rugoso y deformado de la misma. El azul egipcio ha desaparecido y sólo se pueden apreciar restos con la lupa binocular. También los morteros presentan fragmentaciones y disgregaciones más acusadas que en los de las paredes.

Además de estas alteraciones, los daños más importantes han sido la fragmentación, pérdidas y erosiones generalizadas



Macrofotografía de los restos de azul egipcio en las pinturas del techo



Detalle de la decoración del techo y de su estado de conservación



<sup>3</sup>FABRE MURILLO, J. y GONZÁLEZ SARINENA, M. (2006): “El registro arqueológico a través de las nuevas tecnologías. Tratamiento topográfico e informático de datos para la documentación arqueológica y de restauración”. *Kausis 4*. Escuela Taller de Restauración de Aragón. Zaragoza.



y la presencia de sales solubles en la pared, cuyos ciclos de cristalización y disolución han provocado escamaciones y disgregaciones de la pintura en algunas zonas.

## DOCUMENTACIÓN Y ESTUDIO

Las labores de documentación han sido exhaustivas y se han llevado a cabo a lo largo de todo el proceso:

- Fotografía digital y con diapositiva antes, durante y después de la intervención, incluyendo macrofotografía y fotografías con luz rasante.

- Filmación en vídeo de los pasos más importantes del trabajo.

- Toma de muestras y análisis de morteros y pigmentos para determinar su composición y las técnicas empleadas, además de ayudar en la resolución de posibles problemas de conservación.

- Calcos detallados de toda la pintura. Su utilidad será doble: por un lado servirán como documentación para elaborar las planimetrías digitales y por otro se emplearán, como veremos, durante todo el proceso del soporte, como testigo de la ubi-



Digitalización de calcos para las planimetrías

cación exacta de los fragmentos una vez eliminados los morteros.

- Planimetrías digitales<sup>3</sup> de la pintura donde aparecen representadas a escala las alteraciones, técnicas de ejecución, etc.

Además, el equipo de arqueología de la Escuela Taller ha realizado un estudio en profundidad sobre el espacio del larario y su decoración.

## TRATAMIENTO DE LOS FRAGMENTOS

Todos los fragmentos hallados en la caída dentro del larario han sido limpiados y consolidados previamente a su manipulación para realizar el puzzle.

### Consolidación y limpieza

En general, se ha realizado en primer lugar la limpieza aunque muchos fragmentos del techo habían sido ya intervenidos durante la campaña arqueológica inmediatamente después de su extracción debido a la escasa resistencia de estos morteros. En otros casos ha sido necesario alternar la limpieza con fijaciones del pigmento debido a su pulverulencia (sobre todo rojos y negros).

La limpieza consistió en la eliminación de tierra adherida a la superficie y en algunas ocasiones concreciones de sales insolubles. Se han empleado mezclas de agua y alcohol combinadas con la acción mecánica del bisturí.



Elaboración de calcos



Cata de limpieza en uno de los fragmentos

Para la consolidación se ha empleado silicato de etilo (Estel 1000) aplicado por inmersión. Se decidió reforzar la consolidación de los bordes del mortero más cercanos a la pintura, en previsión de los roces durante el proceso de puzle, con la aplicación de Acril 33 al 10% en agua desionizada. Hay que señalar la gran dificultad que entraña terminar de eliminar la suciedad en piezas consolidadas previamente con el silicato de etilo.



Consolidación de los fragmentos por inmersión

## Puzle

Este trabajo ha sido uno de los más laboriosos, puesto que se intentó el encaje de unos fragmentos con otros hasta agotar todas las posibilidades. Parte del puzle fue terminado posteriormente, tras desensasar las placas de pintura arrancada. En este proceso se obtuvieron buenos resultados en las pinturas parietales. El techo y las cornisas sólo se han podido reconstruir parcialmente debido a la escasez y mal estado del material recuperado.



Detalle del proceso de puzle

## Rebaje de morteros

Los morteros son parte integral de la pintura mural y aportan mucha información sobre técnicas constructivas y de ejecución. Sin embargo, su peso supone un problema a la hora de ser integrados en el nuevo soporte, especialmente cuando se conserva tanta cantidad como en el caso que nos ocupa. Por este motivo se decidió su rebaje habiéndolos documentado adecuadamente. Éste se llevó a cabo mecánicamente con ayuda de radial y micromotores, dejando un espesor entre 8 y 9 mm.





Rebaje de los morteros con drémel

## TRATAMIENTO DE LA PINTURA ARRANCADA

Como ya hemos visto, toda la pintura que apareció *in situ* fue arrancada, disponiéndose en grandes paneles colocados boca abajo. El anverso de la pintura estaba protegido por varias capas de gasa y sujeto por una cama de poliuretano expandido.



Aspecto por el reverso de las pinturas arrancadas

## Rebaje, consolidación y engasado del reverso

En primer lugar, era necesario eliminar las gasas del arranque para acceder a la pintura y poder así terminar el puzle, pero antes del volteo se aprovechó para rebajar el mortero, consolidarlo y engasarlo como capa de protección del futuro soporte. En la eliminación de las capas de enfoscado se dejaron sin tocar los perímetros de cada panel para poder completar el puzle con los fragmentos sueltos. Estas zonas se rebajaron a posteriori. La consolidación se hizo del mis-

mo modo que los fragmentos pero por impregnación. En las áreas donde el mortero era demasiado fino o sólo quedaba la pintura adherida a la gasa de arranque, se aplicó PLM I. El engasado tenía la doble finalidad de reforzar la placa por su anverso y de constituir un primer estrato de intervención en el futuro soporte. Se adhirió una doble gasa con Acril 33 al 50% en agua desionizada.

## Desengasado

Los paneles fueron volteados con la ayuda de contraformas de los reversos hechas con espuma de poliuretano, aisladas de las placas con película de polietileno. Las gasas se retiraron por impregnación con compresas de acetona.

En este punto del trabajo se retomó el proceso de puzle y se encajaron los conjuntos de fragmentos en los perímetros de la pintura arrancada, completando así la reconstrucción.

## Reducción de las deformaciones

El siguiente paso era la eliminación de las deformaciones no originales en las placas. Para ello, se protegieron grietas y lagunas con papel japonés adherido con Paraloid B-72 al 20% en acetona. Después se voltearon las placas y se redujeron las deformaciones mediante la activación del Acril del engasado con tolueno y la aplicación de peso controlado.

## UBICACIÓN DEL CONJUNTO PICTÓRICO EN UN NUEVO SOPORTE

### Criterios

Sobre el soporte nuevo se han colocado las grandes placas de pintura arrancadas del yacimiento y los fragmentos con una posición conocida dentro del esquema decorativo.

Los requisitos que debía cumplir el soporte eran los siguientes:



Contraforma de espuma de poliuretano

- Rígido, ya que el material que va a soportar será a su vez rígido y quebradizo.
- Inerte, formado por materiales que no sufran tensiones o dilataciones significativas y estable en el tiempo.
- Aislante, para evitar que las alteraciones asociadas a muros (humedades, sales, grietas...) pasen a la obra.
- Reversible química y mecánicamente.
- Ligero, evitando que el conjunto tenga un peso tal que obligue a complejos movimientos o anclajes, y de esta manera, a poner en peligro la obra.
- Identificable, para evitar errores estéticos o documentales.
- Permitir una fácil manipulación, traslado, montaje y desmontaje.

### Estratificación

El soporte consta de tres partes fundamentales:



Colocación de un empalme con espigas de acero



Proceso de desengasado

- Soporte estructural  
Cumple el cometido de dar resistencia y rigidez al conjunto. El material elegido por sus características es el aerolam que, además, es un material muy ligero.

Consiste en un alma de aluminio con forma de celdilla de nido de abeja y dos pieles de malla de fibra de vidrio y epoxi. En este soporte están sujetos los anclajes que servirán para sujetar los paneles a una estructura en el momento de su exposición.

Uno de los paneles está formado por dos piezas de aerolam unidas con varillas de acero roscado introducidas en los cantos y adheridas con resina epoxi y carga inerte.

- Estrato de intervención  
Su principal función es facilitar la reversibilidad del soporte. El material elegido para este estrato es el poliestireno extruido, cuyas propiedades mecánicas y ligereza encajan a la perfección con los referidos criterios. También se ha empleado este material para rellenar las zonas de laguna.



Realización del cajeadado para los anclajes en el poliestireno extruido





Aplicación del mortero de nivelación en el reverso, aplicación de la resina epoxi y adhesión del soporte a la placa de pintura



- Estrato de nivelación e intervención

Esta capa se aplica por el reverso de la pintura, con los conjuntos colocados boca abajo sobre una mesa de cristal. Ello nos permite, con ayuda de los calcos, colocar cada fragmento en su posición exacta.

El estrato protege el original, nivela el reverso, hace de 2º estrato de intervención y une los fragmentos sueltos formando conjuntos. El grosor total entre el mortero original y el nuevo estrato es de 15 mm para todos los fragmentos.

### Problemas en la elaboración del soporte

La principal dificultad que nos hemos encontrado ha sido la adaptación del soporte a las curvaturas y cambios de plano de las pinturas que, además, no tienen una geometría exacta y presentan numerosas deformaciones origi-

nales. Para curvar el soporte de aerolam se han realizado cortes que nos permitieran adaptarnos a la forma rellenos con resina epoxi y piedra pómez como carga.

Las deformaciones originales han sido respetadas. Las zonas problemáticas fueron rellenadas añadiendo más placas de poliestireno, hasta reproducir la forma de la pintura.

Las pilastras adosadas han sido unidas entre ellas mediante espigas de fibra de vidrio adheridas con resina epoxi previamente a la colocación sobre el soporte.

---

### LA PRESENTACIÓN FINAL

Los trabajos sobre la pintura aún no están concluidos. Faltan la limpieza y protección finales, así como la reinte-



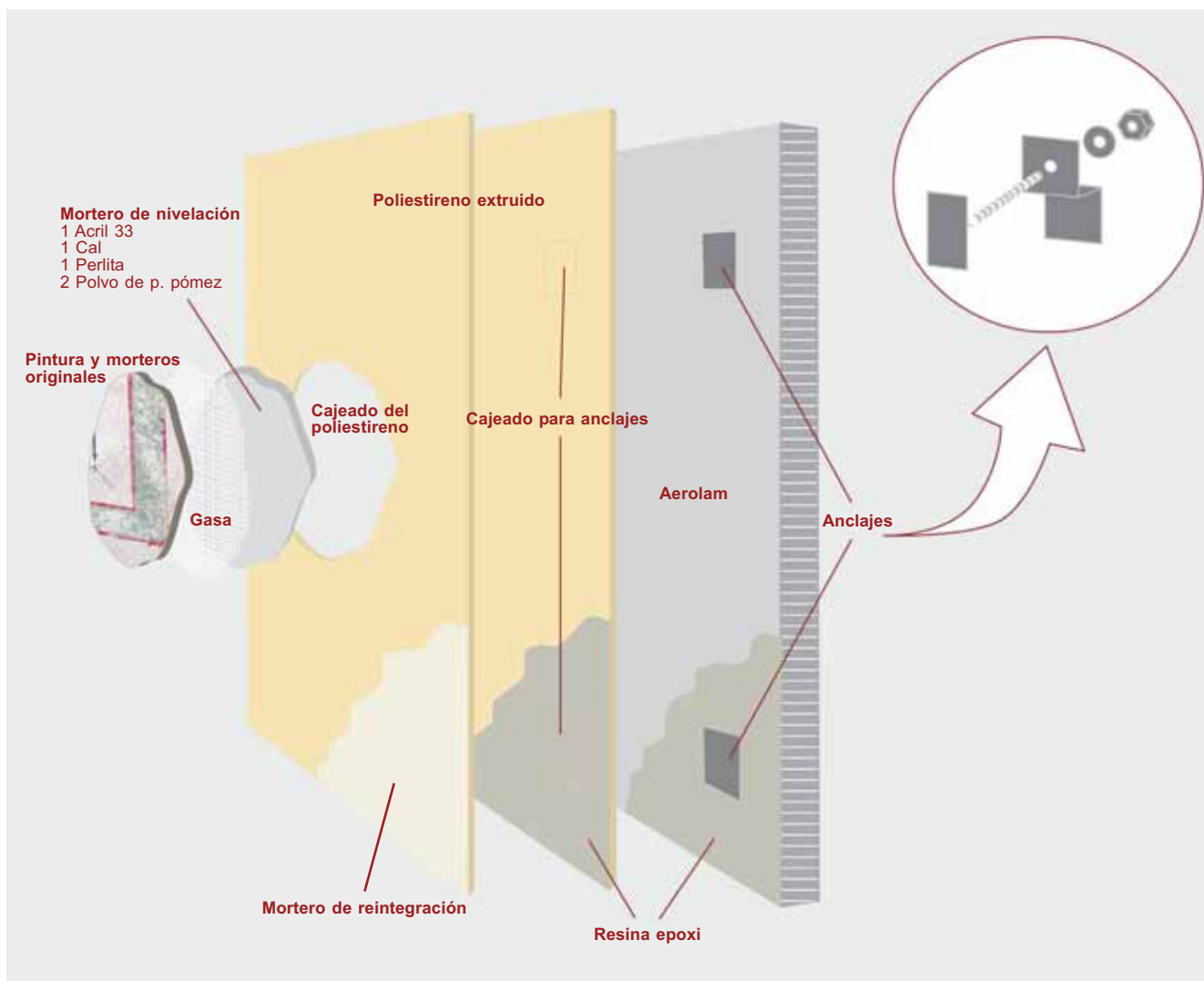
Soporte para el frontal del larario



Detalle de la colocación de espigas en las pilastras

gración volumétrica y cromática. Además, queda pendiente el tratamiento de todos aquellos elementos decorativos que no han podido ser ubicados en su posición exacta, como es el caso de las molduras, capiteles y fragmentos perte-

necientes al templete que decoraba el larario. Sobre estos aspectos trataremos en la segunda parte del artículo, que será publicada en el nº 6 de *Kausis* y que incluirá las fotografías del aspecto final del larario.



Esquema de los diferentes elementos utilizados en el soporte de la pintura original

# PROBLEMÁTICAS SURGIDAS DURANTE EL PROCESO DE INTERVENCIÓN DE ARRANQUES DE PINTURA MURAL: EL TRASPASO A UN NUEVO SOPORTE

*En el presente artículo se pretenden desglosar los distintos problemas que han surgido durante el proceso de intervención de los arranques de pinturas murales extraídos en la anterior campaña de excavación de Bilbilis. Además se tratarán las soluciones e innovaciones adoptadas, mediante las cuales se han subsanado las dificultades encontradas y que podrían ser de utilidad en futuras intervenciones*

**Estefanía Fenoy Cambero y Aida Tejero Oliván**  
Restauradoras de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II



Los arranques de pinturas murales procedentes de la excavación arqueológica de *Bilbilis*, en la cual trabaja actualmente la Escuela Taller de Restauración de Aragón II, se han enfrentado a una larga y compleja intervención desde el momento de su entrada al taller de restauración.

El conjunto a intervenir, que se encontró *in situ* en la excavación, fue arrancado en junio del 2006. Se trata de un larario o lugar de culto de la llamada Casa del Ninfeo. Está compuesto por un frontal de altar que presenta en su parte superior tres escalones a modo de repisas y dos paredes laterales con extremos curvos de aproximadamente medio metro de altura. La técnica pictórica que se utilizó en su realización fue el fresco en los fondos y a la cal en los elementos decorativos geométricos. Se trata de unas pinturas del III estilo, de las primeras décadas del s. I d. C.

El arranque es una decisión delicada que únicamente se lleva a cabo, como en esta ocasión, para asegurar la conservación de la pintura mural y garantizar su estabilidad, integridad y permanencia en el tiempo. Ante toda obra es fundamen-

tal valorar objetivamente el estado en el que se encuentra y las necesidades que presenta.

En este caso nos encontramos ante unas pinturas *in situ* que, una vez realizada la excavación, quedaron a la intemperie y podrían haber sido víctimas de los agentes atmosféricos, biológicos y sobre todo antrópicos, dada la falta de medidas de seguridad en el yacimiento, como vallado o vigilancia. Por estos motivos su extracción era claramente aconsejable.

El arranque es una operación agresiva para la pieza, por lo que, los tratamientos que se llevan a cabo se realizan con el objetivo de que las obras sufran lo menos posible y mantengan su apariencia original. Las pinturas que nos ocupan fueron arrancadas mediante la técnica de *stacco* (capa pictórica, enlucido y las capas de enfoscado) y, por lo tanto conservaron las irregularidades originales de la superficie, tan características de las obras murales. Pese a que la extracción es necesaria en casos como éste, la contrapartida sobreviene de la descontextualización de la obra, que la aleja del lugar para el que fue creada, pasando a ser una obra expuesta en un museo, en este caso el de Calatayud.

## CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN

Al tratar una pintura mural se han de tener en cuenta, en primer lugar, sus propiedades físicas, es decir, la rigidez y dureza que caracterizan a este material y que aportarán algunas limitaciones en cuanto a movilidad y flexibilidad se refieren. Una fuerza o presión demasiado elevada podría quebrar la superficie irremediablemente.

Durante el proceso de intervención se ha trabajado sobre la pintura y los morteros originales, y se ha realizado la sustitución del soporte original, el muro, por un nuevo soporte:

### - Rebaje de morteros

La primera fase consistió en el rebaje y consolidación de los morteros originales, el amorterado de las zonas más frágiles y lagunas, así como la colocación de la capa de protección del soporte inerte, como aislamiento del reverso de los paneles con gasas de algodón y Acril 33.

### - Contramolde de espuma de poliuretano

A continuación, se preparó un contramolde de espuma de poliuretano como base de trabajo (previa interposición de film plástico) y se volteó para, tras haber retirado los materiales del arranque (poliuretano, gasa y papel), realizar consolidaciones y protecciones puntuales en la capa pictórica.

### - Colocación capa de intervención y aerolam

En la última fase se volteó de nuevo para colocar las capas de intervención (el mortero de nivelación y el poliestireno) y sobre éstas el soporte rígido (aerolam). En última instancia se llevará a cabo la limpieza y protección de la capa pictórica y el montaje expositivo del conjunto.

## Problemáticas

Durante el proceso de restauración han surgido varios problemas representativos de estas piezas en particular, pero

cuya experiencia es aplicable a otras obras realizadas sobre soporte mural.

La primera operación que supuso alguna dificultad, fue el rebaje de mortero original por el reverso. Este proceso tiene como finalidad aligerar el peso del conjunto.

Los estratos de mortero más alejados de la pintura presentaban un estado de disgregación y deterioro importante. La poca adherencia entre las diferentes capas facilitó su eliminación.

De forma contraria, las capas inmediatamente inferiores de enfoscado presentaban un aspecto compacto, duro y heterogéneo que provocó las mencionadas dificultades en su eliminación. Sin embargo, los problemas vinieron dados por una técnica poco adecuada de rebaje, combinada con la circunstancia de que el empapelado de protección de las pinturas había perdido, en zonas puntuales, la adhesión. La eliminación de morteros se realizó utilizando medios como cinceles, espátulas metálicas y martillos. En las zonas de mayor fragilidad se produjeron desprendimientos de fragmentos, por lo que el rebaje de morteros se efectuó con drémel.



Eliminación de mortero original





Rebaje de morteros con drémel

Para evitar su pérdida o desubicación, los fragmentos desprendidos fueron inmediatamente situados en un plano correspondiente a cada panel, numerados y reservados. También fue difícil conseguir un rebaje uniforme en toda la superficie, aunque la citada falta de unión entre las últimas capas de enfoscado lo facilitó enormemente.

Fue en el proceso de retirada del papel y gasas de protección del arranque donde surgió el siguiente inconveniente.

Una de las zonas de pintura sufrió un grave problema de sales en el yacimiento. Estas sales estaban presentes en el muro y durante el proceso de excavación, al variar la humedad, se produjo el consiguiente proceso de su afloración y cristalización a través de la capa pictórica, provocando su pulverulencia.

El problema vino dado porque el adhesivo y su disolvente, tanto de la fijación de la pintura como del empapelado de protección son los mismos, Paraloid B72 y acetona en este caso. Además, las gasas de arranque fueron aplicadas con una mezcla, a partes iguales, de Vinnapas CEF 10W puro y Acril 33 al 50% en agua desionizada, que también se disuelven en ace-

tona. Por todo ello, al retirar la protección con el mismo disolvente, se produjo una cierta remoción de la capa pictórica pulverulenta, con su consiguiente pérdida o desgaste.

La solución sería entonces, un adhesivo de empapelado o engasado cuyo disolvente no fuese la acetona. Es decir, unos materiales que en contacto con el original, no interfirieran con el adhesivo de fijación que es necesario aplicar sobre la pintura cuando se va a realizar un arranque.

El problema es que el uso de adhesivos para este fin aportan inconvenientes, si cabe, aun mayores. Las alternativas siguen dos caminos, uno el de los adhesivos acuosos, como los derivados de la celulosa y las colas animales, cuyo aporte de humedad sería fatal para un mural con esta problemática, puesto que produciría de nuevo la afloración de las sales. Y por otro lado, el de los adhesivos de origen animal, como la goma laca, cuyo endurecimiento y amarilleamiento es muy desaconsejable. Dado que estamos tratando con un material poroso, como es una pintura mural, podemos deducir que parte del adhesivo removido penetraría en el interior de la pintura alterando a largo plazo su aspecto original.

Por estos motivos (el importante grado de descohesión y pulverulencia que presentaba este panel) no se usaron empaques de acetona para reblandecer el adhesivo y retirar la gasa, sino que el disolvente se aplicó directamente y en importantes cantidades sobre la pintura, con el fin de conseguir una acción más rápida del mismo y evitar una abrasión o remoción del estrato pictórico. Minimizando al máximo la posibilidad de que el color original quedara adherido al papel de protección.

En el momento del arranque se decidió extraer los paneles enteros tratando de evitar cortes innecesarios. El tamaño de éstos, de dimensiones considerables, hacía que cualquier movimiento o manipulación fuese una situación delicada. La rigidez y la fragilidad del material, junto con las dimensiones de las obras eran factores de riesgo a tener muy en cuenta.

Las pinturas se voltearon, para después de haber hecho un tratamiento de grietas y protecciones puntuales en la capa pictórica, añadir el mortero de nivelación por el reverso.

El problema principal era la fragilidad de los murales en ese momento, puesto que el contramolde de espuma de poliuretano, colocado en una fase anterior del proceso, resbalaba de la pintura a causa del film de plástico que se interpuso como protección y aislamiento de la capa pictórica.

La coordinación y la intervención de varias personas eran fundamentales en el volteo de los paneles. Se colocaron sobre la pintura unas almohadillas de goma espuma forradas con plástico y, sobre éstas, el propio tablón usado en el arranque. Finalmente, tirantes elásticos y cintas elásticas sirvieron para sujetar todo el conjunto. Una vez dada la vuelta a los paneles y antes de apoyarlos sobre las mesas de cristal en las cuales se trabajó, se deslizó el tablón con las almohadillas, quedando sobre la mesa únicamente la pintura.

Los paneles quedaron entonces, con la capa pictórica hacia abajo y el enfocado hacia arriba para poder aplicar el mortero de intervención.

Sin embargo, antes de aplicarlo se realizaría otra operación; la impregnación del reverso, cubierto por las gasas, con tolueno, con el fin de reblandecer el adhesivo del engasado de protección (Acril 33) y poder corregir algunas deformaciones que presentaban los paneles.

Discerniremos en cualquier caso, entre las irregularidades propias y originales de la obra y las deformaciones producidas por causas externas, como pueda ser en este caso el arranque en sí mismo y la expansión del poliuretano en tubo, que afectó en zonas muy puntuales. Solo estas últimas tratarán de ser corregidas en la medida de lo posible. De forma contraria, será el proceso de intervención el que se adapte a las irregularidades propias de las piezas.

Como ya se ha citado anteriormente en el presente artículo, el rebaje del mortero original por el reverso presentó dificultades. Se obtuvo, como resultado de estos trabajos, una capa de mortero original poco heterogénea y excesivamente fina en algunas zonas. Por este motivo, se vio la necesidad de aplicar un mortero de nivelación mucho más resistente y rígido que compensara la fragilidad de un estrato de enlucido demasiado fino. Con este fin, y después de realizar varias pruebas, se decidió incorporar cal al nuevo mortero, aunque ésta aportó un mayor peso al conjunto final. Se decidió, por tanto, sacrificar la ligereza del nuevo conjunto a favor de una mayor solidez y rigidez.

La incorporación de la cal provocó también, como contrapartida, la aparición de tensiones por su contracción, que acabaron por afectar a uno de los paneles, concretamente el panel frontal correspondiente al altar. Esta superficie era la más debilitada del conjunto y se alabeó ligeramente modificando su forma original.





Seguidamente, se llevó a cabo el montaje de la obra sobre el soporte inerte y la capa de preparación de éste, el cual, permitirá no solo la exposición de la obra, sino un correcto y más seguro almacenaje de las piezas en caso de que no fuesen expuestas inmediatamente.

Es en este punto del proceso en el que se presenta un nuevo problema a superar. Era imprescindible adecuar las medidas del nuevo soporte a las de los paneles de la pintura mural, con la dificultad de que éstos no son simétricos. Como ya se ha apuntado anteriormente, hay que discernir entre las deformaciones producidas por causas externas y las irregularidades propias de la obra, y son éstas últimas las que debemos respetar y, por tanto, adaptarnos a ellas.

Es habitual encontrar este tipo de desigualdades en las pinturas de esta época y zona, ya que jugaban con varios factores como son el terreno y las ondulaciones de las paredes o elementos constructivos, a los que se adaptaban sin dar una importancia excesiva a la simetría de sus obras.

En el caso de *Bilbilis* y, en concreto, de la obra que tratamos, el larario, hay que destacar que el yacimiento se encuentra situado sobre la ladera de un monte, por lo que encontramos construcciones que se diferencian de las que se hubiesen llevado a cabo sobre un terreno llano. Por este motivo el suelo del pequeño altar tampoco es regular, sino que presenta una vertiente en caída cuya función es la de desagüe.

El frontal del altar es un ejemplo claro de la adaptación de la intervención a las necesidades y características propias de las piezas. Las repisas del panel frontal presentan una inclinación o diferencia de altura entre sus dos extremos muy considerable.

El desnivel fue subsanado, como se muestra en la imagen, mediante la colocación excepcional de varios niveles de

poliestireno extruido sobre la superficie del aerolam.

Durante el proceso de adhesión de los paneles y fragmentos de la pintura mural sobre el poliestireno extruido, se adoptaron una serie de medidas para evitar futuros problemas. El adhesivo utilizado, la resina epoxi, tiene un largo proceso de polimerización (aproximadamente 24 horas), durante el que se pueden producir desplazamientos indeseados, el rebose de la resina por los bordes de la pintura y, además, se genera calor. Estas propiedades no son adecuadas para obtener un resultado satisfactorio en el proceso de adhesión. El desplazamiento de los fragmentos podría dar lugar a encajes incorrectos e irreversibles, y su reacción exotérmica podría fundir el poliestireno extruido. Por tanto, se cambiaron relativamente estas propiedades para obtener mejores resultados con la inclusión de una carga, la piedra pómez de granulometría fina. Con ello se consigue reducir enormemente la reacción exotérmica y el deslizamiento, así como aumentar la resistencia de la resina.



Estratificación del nuevo soporte

Tras extender la resina sobre el mortero de nivelación y el poliestireno extruido, uniendo las dos partes, se voltearon los paneles colocando la pintura hacia arriba, para evitar que la resina rebosara y manchara irreversiblemente los bordes y la propia capa pictórica. Antes de dar la vuelta al conjunto se esperó el tiempo suficiente para que la resina de ambas superficies se uniera, permitiendo así un volteo seguro.

El proceso de trabajo planteaba, además, una nueva necesidad: adaptar el soporte de aerolam, de superficie lisa y rígida, a la curvatura de los extremos de los paneles de las paredes de la habitación, los paneles laterales. Para conseguirlo fue necesario realizar un corte sobre una de las caras de la superficie del aerolam, sin llegar a seccionarlo totalmente. El corte, que confiere una cierta movilidad al soporte inerte, se corresponde con la línea de la curvatura de la pieza y tan solo queda adaptarlo al ángulo adecuado, fijándolo mediante el relleno con resina epoxi. Así, se ha conseguido adecuar un soporte completamente recto y rígido a una forma curva, sin tener la necesidad de recurrir a otro material más flexible pero quizá menos resistente.

La mayor parte de los fragmentos sueltos y casados en el proceso de puzzle correspondían con las zonas de curvatura de las paredes siendo, por este motivo, muy complicado su proceso de engasado y amorterado. La dificultad venía dada por la necesidad de que estos grupos de fragmentos casaran a la perfección entre ellos mismos y con la ondulación de los grandes paneles laterales. El calco, situado sobre la mesa de cristal en la que se trabaja, daba el perímetro y la ubicación perfecta en las piezas planas, pero la desviación propia de la altura y la inclinación quedaban indefinidas. En los casos más complicados se tuvieron que utilizar otros fragmentos o conjuntos para dar la referencia de la curvatura y se hicieron adhesiones puntuales con adhesivo nitrocelulósico (Imedio) para asegurar encajes correctos.

Una vez resuelto el problema se debían colocar estos grupos de fragmentos sobre el nuevo soporte adaptado. El proceso resultó ser muy complejo ya que se necesitaron cuñas e incluso el rebaje del mortero de intervención de algunos fragmentos, para conseguir el encaje, y la inclinación de curva adecuadas, en todo el conjunto.

El trabajo debe adaptarse a la pintura y no al revés, siempre respetando su estructura original. Por este motivo, en el proceso de restauración ha sido necesaria una gran capacidad de reacción y adaptación ante las numerosas adversidades que han ido surgiendo durante el proceso.



Adhesión de fragmentos sobre la zona curva

# INTERVENCIONES DE CONSERVACIÓN-RESTAURACIÓN EN LA *DOMUS* DEL NINFEO DEL YACIMIENTO DE *BILBILIS*

*En la actualidad el trabajo en una excavación no debe limitarse exclusivamente al arqueológico. Es necesario que las actuaciones vayan acompañadas siempre de un trabajo conjunto de conservación y restauración que prolongue la vida, no solo del material que algún día ocupará la vitrina o sala del museo, sino del propio yacimiento, que tras su excavación queda desprovisto de la protección que ha permitido su conservación.*

*Por ello desde la Escuela Taller de Restauración II de Aragón se promueve la colaboración entre distintos grupos de profesionales durante las diversas campañas de excavación<sup>1</sup>.*

**Raquel Crespo Vergara y Diana Requejo Sueiro**

Restauradoras de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II

<sup>1</sup>Ya hizo referencia de este trabajo conjunto Susana Morales, en su artículo “colaboración entre arqueólogos y restauradores” del número 3 de la revista Kausis.

<sup>2</sup>Campañas realizadas en noviembre/diciembre 2007 y abril/junio 2008.

<sup>3</sup>Véase el artículo “La casa de Ninfeo: trabajo arqueológico de la Escuela Taller de Restauración II en *Bilbilis* (Calatayud-Zaragoza). Campaña 2007, p. 31. *Kausis* 6.

<sup>4</sup>Las estancias en las que se ha intervenido son: H. 2, H. 19 y H. 20. Para más información sobre los espacios excavados ver el artículo “La casa de Ninfeo: trabajo arqueológico de la Escuela Taller de Restauración II en *Bilbilis* (Calatayud-Zaragoza). Campaña 2007, pp. 31-39. *Kausis* 6.

Los trabajos de campo llevados a cabo en las dos últimas campañas<sup>2</sup> en la *domus* del Ninfeo, han dado como resultado el descubrimiento de distintas estancias<sup>3</sup>. Algunas de estas presentan pavimentos, muros o elementos constructivos que, bien por su alto estado de deterioro o bien para asegurar una correcta conservación, requieren una intervención de conservación.

Las diferentes tareas realizadas por los restauradores durante las campañas de excavación se han centrado en los tratamientos de consolidación, extracción de material y cubrimiento provisional del yacimiento<sup>4</sup>.

## TRATAMIENTO DE ESTRUCTURAS *IN SITU*

Varias de las estancias excavadas presentaban un pavimento de mortero blanco. También existe un *opus signinum* en la estancia H. 2, del que apenas quedan restos.

En general el estado de conservación de los distintos pavimentos era bueno, apenas se encontraban disgrega-

dos, a excepción del *opus signinum*, que estaba bastante descohesionado. Algunos de los bordes, habían perdido material. De igual forma se apreciaban pérdidas puntuales en las zonas del interior de los pavimentos.

A estas alteraciones habría que añadir las importantes deformaciones del pavimento de H. 19.

Para evitar un mayor deterioro de los pavimentos se efectuaron diferentes intervenciones. Se realizó una limpieza previa con medios mecánicos para, posteriormente, poder consolidar los bordes con



Proceso de consolidación de bordes y lagunas

mortero de cal hidráulica y arena<sup>5</sup>, sujetando y dando apoyo a todas las zonas susceptibles de sufrir pérdidas.

Debido al estado de conservación del *opus signinum* se consolidó previamente la zona con silicato de etilo<sup>6</sup>.

Por otra parte, la pileta también se encontraba muy debilitada. Presentaba tanto disgregación de morteros como levantamientos del revestimiento interior, y numerosas grietas. Además la presencia de raíces y restos de vegetación parece haber sido determinante para su actual estado de conservación, ya que la presión ejercida por éstos ha favorecido la aparición de grietas y el levantamiento del revestimiento.

El tratamiento de la pileta fue más exhaustivo ya que se necesitó sellar con mortero todas las grietas y los bordes de los restos del revoco, para reforzarlos y evitar su desprendimiento. También fue necesaria una consolidación con silicato de etilo.

En lo que respecta a los muros de las distintas estancias, su estado de conservación era bueno y únicamente fue necesario intervenir en el muro norte de H. 20, de una altura de casi 4 m y dos vanos de ancho reducido y altura considerable. El muro separa dos estancias, una de las cuales está excavada hasta el pavimento mientras la otra se encuentra aun rellena. Esta situación provoca una gran presión en uno de los lados del muro, haciendo peligrar su estabilidad. Por ello se creyó necesario su apuntalamiento.

En primer lugar se realizó una limpieza superficial y se consolidó la zona con silicato de etilo. Posteriormente se protegió la parte interior con plásticos, y se colocó una tabla sobre el puntal, creando una cavidad que pudiera ser rellenada con espuma de poliuretano. De esta forma se creó una superficie firme y horizontal que pudo ser sostenida de forma eficaz por el puntal.

## LEVANTAMIENTO DE PINTURAS

Este proceso se ha ejecutado con el fin de recuperar una serie de conjuntos de pintura mural fragmentada que aparecieron en la estancia H. 20.

Al igual que sucede con las demás pinturas halladas en otras estancias de la casa, se pudo observar el estado pulverulento de la capa pictórica y la disgregación del mortero.

El conjunto pictórico se encontraba en diferentes estratos superpuestos, lo que requería mayor cuidado a la hora de su extracción. Lo primero que se realizó fue el proceso de documentación de la caída, los arqueólogos tomaron las cotas pertinentes para su ubicación, registro arqueológico y estratigráfico, así como las fotografías necesarias.

A continuación se delimitaron los contornos de los fragmentos y se llevó a cabo una limpieza previa, utilizando para ello brochas de cerda suave. Una vez definida la superficie de la policromía se realizaron los calcos que ayudaran a reflejar la disposición original de cada pieza.

La extracción se efectuó de forma meticulosa fragmento a fragmento. Las piezas se embalaron en cajas de cartón con

<sup>5</sup>Mortero predosificado formado por cal hidráulica y áridos de diferente granulometría.

<sup>6</sup>Estel 1000, producto consolidante listo para su uso a base de silicato de etilo en solución en White Spirit. Producto específico de restauración que no altera las propiedades originales de los materiales (porosidad, color, etc.).



Intervención sobre el muro norte de H. 20 y cubrimiento provisional



Proceso de extracción de la caída de pintura

una cama de goma espuma, para evitar posibles degradaciones durante el transporte.

Por último, es importante mencionar que el proceso se realizó en varios días, por lo que al finalizar cada jornada se cubría la caída con mallas de sombreado en condiciones climatológicas favorables, en caso contrario, se tapaba con plásticos para protegerla de algunos factores externos y ocultarla al visitante.

### CUBRIMIENTO PROVISIONAL

El cubrimiento del yacimiento es de vital importancia para su correcta conservación. En este caso los materiales que se emplearon fueron:

- Geotextil

Esta primera capa protege el pavimento del contacto directo con la arlita (arcilla expandida) y a su vez evita la entrada de suciedad y dificulta el crecimiento de vegetación.

- Arlita

Se colocaron uniformemente sacos de red llenos de arlita para crear una cámara de aire con cierto grosor, y así evitar en lo posible la condensación.

- Plástico

La arlita se cubrió con un plástico relativamente grueso, que impide la penetración del agua de la lluvia.

- Arcilla

Este material tiene la propiedad de hincharse con el agua, creando una estructura laminar que impide el paso de grandes cantidades de agua.

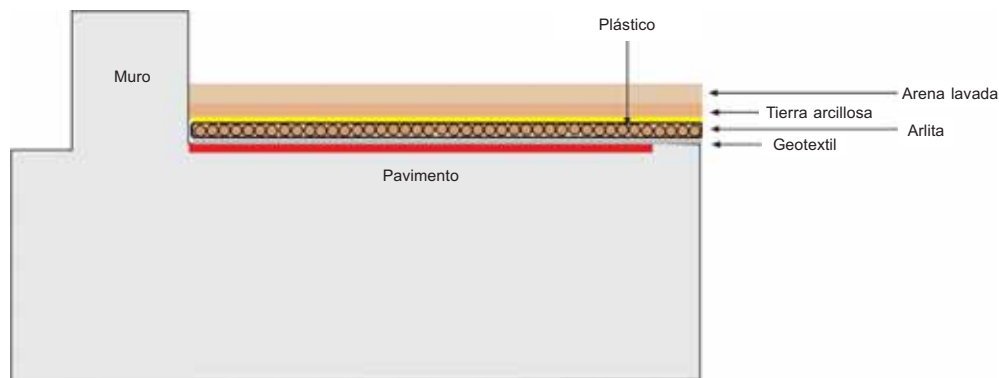
- Arena

La última capa de protección tiene como fin impedir la proliferación biológica.

### CONSIDERACIONES FINALES

Debido a la relevancia de todas las intervenciones es necesario evaluar periódicamente tanto el sistema de cubrición como la eficacia de los tratamientos realizados.

En ocasiones el ritmo del trabajo arqueológico es superior a las medidas de conservación aplicadas. Sería conveniente que en cada yacimiento el trabajo arqueológico y el de conservación-restauración se realizarán de forma simultánea. Concepto que se descuida en muchas ocasiones, en las que tras obtener los datos históricos la conservación del yacimiento, cae en el olvido.



Esquema representativo de las diferentes capas de la cubrimiento provisional

# LA CASA DEL NINFEO: TRABAJO ARQUEOLÓGICO DE LA ESCUELA TALLER DE RESTAURACIÓN EN BILBILIS (CALATAYUD-ZARAGOZA). CAMPAÑA 2007

*En este artículo exponemos los resultados alcanzados en el transcurso de la excavación realizada en la denominada casa del Ninfeo, como avance de la campaña de excavación iniciada en otoño de 2007 que continúa en la actualidad.*

## J. Carlos Sáenz Preciado

Profesor arqueólogo de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II

**Oliver García Chocano, Cristina Godoy Expósito, Nora Guinda Larraza, Francisco Lasarte Orna y M<sup>a</sup> Pilar Salas Meléndez**

Arqueólogos de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II

El informe de excavación que aquí presentamos es la continuación de los trabajos efectuados por el equipo de arqueólogos de la Escuela Taller de Restauración de Aragón I entre los años 2005 y 2006 en la denominada *domus* del Ninfeo situada en el yacimiento de *Bilbilis* (Calatayud – Zaragoza)<sup>1</sup>.

La finalidad de la nueva Escuela Taller<sup>2</sup>, al igual que la de la anterior, es la de formar a lo largo de su duración (VI-2007 a VI-2009) a sus alumnos, profesionales de la arqueología y la restauración, en el principio de multidisciplinaridad, una necesidad perentoria en el estudio del patrimonio cultural<sup>3</sup>. Los trabajos consisten tanto en la excavación de las estructuras, como en la restauración de los conjuntos pictóricos y elementos muebles hallados, así como el análisis de piezas realizados por el Laboratorio de Análisis e Investigación de Bienes Culturales del Gobierno de Aragón.

realizó en 1981, si bien en aquel momento tan sólo se realizaron una serie de catas que permitieron descubrir el Ninfeo o fuente monumental que apoyaba en una cisterna doble (Martín-Bueno, 1991: 165-180) junto a la que aparecían asociadas una serie de estancias de difícil identificación<sup>4</sup>, en las que se recuperaron diversos conjuntos pictóricos correspondientes al denominado III Estilo Pompeyano, estudiadas en su momento por Guiral y que fueron completados con los trabajos posteriores de excavación en este conjunto (Guiral y Martín-Bueno, 1996: 347-422).

<sup>1</sup>El presente informe debe entenderse como un avance de los trabajos que actualmente se están realizando. Estos trabajos se desarrollan en campañas trimestrales que coinciden con los periodos de primavera y otoño de cada uno de los años de duración de la Escuela Taller.

<sup>2</sup>Desde ahora, ETRA II.

<sup>3</sup>Sobre los antecedentes y pretensiones de esta



Vista general de la *domus* del Ninfeo

## ANTECEDENTES

Los trabajos arqueológicos se centran en la conclusión de la excavación de la *domus* del Ninfeo cuyo descubrimiento se



Escuela Taller nos remitimos a: LÓPEZ GÓMEZ J. M., 2006: 4-7.

<sup>4</sup>Sobre esta cisterna y su vinculación con la red hidráulica de la ciudad nos remitimos a MARTÍN-BUENO, M. A., 1975: 205-222.

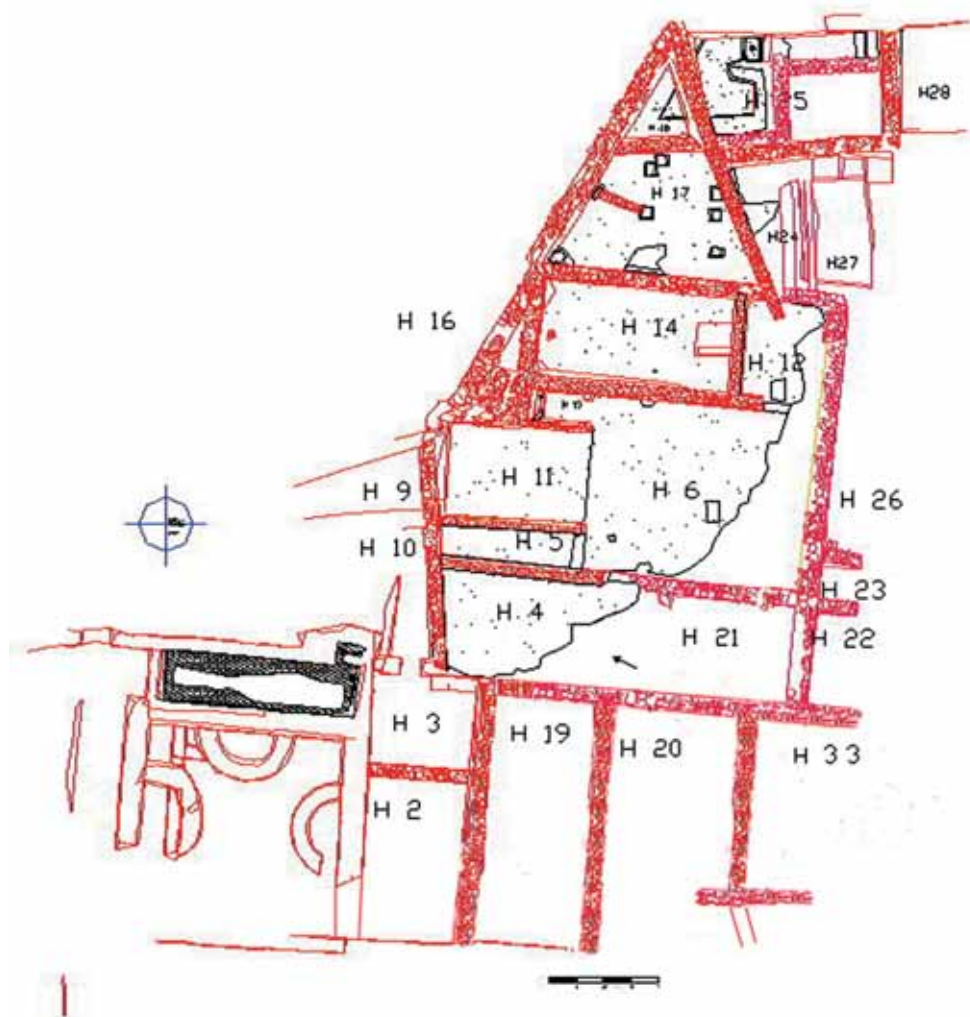
<sup>5</sup>Los trabajos más recientes desarrollados en esta *domus* han generado una amplia bibliografía, tanto fruto de su excavación como de los trabajos de restauración y analítica desarrollados. Así, en cuanto a la excavación nos remitimos a: Sáenz Preciado, J. C., FABRÉ, F., LASUÉN, M<sup>a</sup>. D., LUESMA, R., SEVILLA, A. y VILLALBA, I., 2005: 20-31; 2006a: 375-396; 2006b: 23-39 y 2007 (e.p.); SÁENZ PRECIADO, C. y MARTÍN-BUENO, M. “Novedades sobre la pintura mural romana en *Bilbilis* (Calatayud – Zaragoza – España)”: Association Internationale pour la Peinture Murale Antique. X Congreso Internazionale (Napoli, 17-21 settembre 2007), Napoli (2008 e.p.); “El Larario de la Casa del Ninfeo de *Bilbilis* (Calatayud – Zaragoza – España)”, Association Internationale pour la Peinture Murale Antique. X Congreso Internazionale (Napoli, 17-21 settembre 2007), Napoli (2008 e.p.) Sobre las restauración: LÓPEZ GÓMEZ, J. M., 2006: 4-7; PAYUETA MARTÍNEZ, A., 2006: 40-48; AUSEJO GUTIÉRREZ, B. y RODRÍGUEZ MUÑOZ-TORRERO, A. B., 2006: 49-53. Sobre la analítica: ESTESO MARTÍNEZ, J., 2006: 75-86. Finalmente sobre los trabajos de topografía y tratamientos informáticos: FABRÉ MURILLO, J. y GONZÁLEZ SARIÑENA, M., 2006: 54-60.

Los trabajos se retomaron en el año 2005 por parte de la Escuela Taller de Restauración de Aragón I. Fruto de su trabajo fue el descubrimiento de una gran *domus* de planta itálica decorada con ricos y vistosos conjuntos pictóricos, así como con pavimentos de mortero blanco de gran calidad, acordes todos ellos a la categoría de la casa<sup>5</sup>.

Construida en las primeras décadas del s. I, en plena época augustea, su edificación está acorde a la gran reforma urbana y de actividad edilicia que sufre la ciudad. Presenta una típica planta itálica con un gran atrio testudinado a la que se abría el resto de estancias, destacando el *tablinum* y el *triclinum*, que al igual que el atrio presentan ricas composiciones pictóricas pertenecientes al III y IV estilo.

Desde el atrio también se accedía a una pequeña capilla-larario ricamente decorada cuyas pinturas actualmente están siendo restauradas por la ETRA II (Sáenz Preciado y Martín-Bueno, 2008: e.p.).

La *domus*, dotada de una amplia zona de servicios y almacenes, sufrió una serie de modificaciones en la segunda mitad del s. I o primeras décadas del s. II, apreciándose unas fuertes transformaciones estructurales, especialmente en la zona de servicios en la segunda mitad del s. II, eliminándose muros y levantándose otros, así como tapiándose puertas, al igual que se abrió un nuevo acceso. La casa se encontraba ya abandonada a inicios del s. III. No obstante en la U.E. 002 del espacio H. 5 se halló un “dinerillo de la cruz” o



Plano general de la *domus* del Ninfeo

vellón aragonés (Sáenz Preciado *et al.* 2005: 381. Not. 12) si bien hay que relacionarlo más con las labores de recuperación-expolio de material constructivo, fenómeno iniciado ya en el medievo, que de una ocupación<sup>6</sup>.

Las últimas excavaciones efectuadas durante la campaña de noviembre de 2007 se han centrado en una serie de estancias ubicadas en la zona occidental del sector que hemos identificado como un frente comercial, concretamente son los espacios H. 2, 19, 20 y 34.

## ESPACIOS H. 2 Y H. 19

Estos espacios ya eran conocidos a partir de los trabajos que se hicieron en los años 80 en la zona sur del Ninfeo y que dieron como resultado la aparición de éstas estancias, así como de otras que fueron denominadas como H. 1, H. 3, H. 5 y H. 6<sup>7</sup>.

### Espacio H. 2

Corresponde a una estancia de 5,48 por 3,60 m separada por un muro de 45 cm de anchura del espacio 3. Tras su excavación en los años 80 se cubrió el

posible suelo con una potente capa de 20 cm de potencia de árido para su protección. De la misma manera se había dejado por excavar una pequeña franja en la zona occidental de la estancia (U.E. 289) bajo la cual se constató un nivel de cenizas (U.E. 291) que a modo de bolsa apoyaba en la esquina noroeste de la estancia contra el muro (U.E. 297) que lo separaba del Ninfeo propiamente dicho.

Hay que señalar el hecho de que en este muro se localizó una puerta de 72 cm de anchura (U.E. 298) tapiada con piedra similar a la del muro sobre la que apoyaba la bolsa de cenizas, de la que se habían recogido numerosas muestras para su posterior análisis por parte del equipo del laboratorio.

Bajo este nivel de cenizas, que una vez revisados los antiguos diarios de excavación se pudo establecer que se extendía por toda la estancia, apareció un pavimento de *opus signinum* (U.E. 293) bastante alterado, en el que se había abierto una balseta (U.E. 294) (55 x 60 cm y una profundidad de 75 cm) revestida de mortero, anexa a un enlosado rectangular de piedra de 105 cm por 60 cm (U.E. 299) formado por mampuestos planos de

<sup>6</sup>Durante los siglos XIII-XIV hubo una pequeña ocupación medieval en el yacimiento, si bien está se dispuso en la zona del foro, transformándose su criptoportico en iglesia. También hay que destacar que en diversos lugares de la ciudad ya en ruinas se han localizado enterramientos medievales (MARTÍN-BUENO, SÁENZ PRECIADO y URIBE, 2005: 346, Figs. 11 y 12).

<sup>7</sup>Sobre estos espacios hay que hacer una serie de matizaciones. En la publicación de GUIRAL y MARTÍN-BUENO, 1996: Fig. 175, los espacios H. 2 y 3 aparecen cambiados respecto a nuestra numeración, encontrando en esta publicación su estudio (1996: 347-443). De la misma manera, los espacios 4, 5 y 6 corresponden a espacios excavados durante las campañas arqueológicas de la ETRA I remitiéndonos a la bibliografía generada para su estudio y comprensión.



Detalle de la excavación de H. 2



Detalle de la balseta antes de su excavación

tal vez algún sistema de prensa, hizo que se realizase un sondeo entre ambas para localizar algún tipo de elementos de unión, con resultados negativos, si bien se apreció que el terreno no era natural y había sido alterado (U.E. 305), de ahí que no descartemos la posibilidad de un robo o recuperación de tuberías o elementos similares, tras el abandono y amortización de la estructura.

Una vez descubierto la totalidad del *opus signinum* que pavimentaba la estancia, se pudo observar en él una impronta prácticamente circular, de 120 cm de diámetro, (U.E. 307) que profundizaba hasta el *nucleus* y *rudus* del pavimento, penetrándolo en parte, en cuyo interior (U.E. 308) no se localizó elemento alguno. Evidentemente, la identificación como el soporte de un gran *dolium* es bastante tentador, pero la ausencia de material cerámico, o cualquier otro tipo de indicio, impide ser más precisos.

desigual tamaño pero perfectamente ensambladas entre sí, a modo de losas.

Durante el vaciado de la balseta, en el que se recogió la totalidad de su contenido para su posterior análisis (U.E. 301), se recuperó una gran tapadera de cerámica común oxidante con una perforación central que actuaba como salida de humos para el momento del cocinado de los alimentos.

La posibilidad de que ambas estructuras formasen parte de un único conjunto,

Sobre la atribución o identificación de la funcionalidad de estas estructuras, no cabe la menor duda de que parecen corresponder a algún tipo de pequeña industria de transformación en la que intervienen líquidos prensados o decantados. Desde una posible artesa o pileta, de la que se ha conservado su fondo enlosado, se vertería hacia la balseta, donde una vez



Puerta tapiada que separaba la habitación H. 2 del Ninfeo

reposados se trasladarían al *dolium* del que conocemos la impronta, o soporte de sustentación de su base, en el pavimento.

Los elementos muebles recuperados fueron escasos, principalmente cerámica común oxidante y reductora, todos ellos pocos significativos, y unos fragmentos de cerámica indígena decoradas en el nivel de cenizas (U.E. 291), la ya mencionada tapadera en el interior de la balsa y abundantes fragmentos, bastante deteriorados de *lapis specularis*. También se hallaron bastantes fragmentos pictóricos descontextualizados que parecen corresponder a las decoraciones o conjuntos B y C aparecidos en el transcurso de las excavaciones de los espacios H. 2 y H. 3 (Guiral y Martín-Bueno, 1996: 356-364).

### Espacio H. 19

Esta estancia cuyas dimensiones son 8 x 3,40 m fue también excavada en los años 80 (Guiral y Martín-Bueno 1996: 347) localizándose un pavimento de mortero blanco (U.E. 255) que fue protegido posteriormente por una capa de árido de aproximadamente 20 cm de potencia.

El trabajo en la estancia consistió, una vez retirado el árido de protección, en una primera limpieza superficial para poder proceder a su consolidación ya que apareció bastante abombado con numerosas fisuras y hundimientos fruto de las posibles oquedades existentes bajo él, ya que hay que destacar que nos encontramos con el pavimento *in situ* de una planta superior, de ahí la necesidad de proceder a su consolidación por lo excepcional de poder hallar una estancia o habitación completa situado debajo. A ésta se accedería desde la zona sureste de la habitación según se desprende de las improntas dejadas en el pavimento por una posible caja de escalera (U.E. 257), pegada al muro U.E. 208 hecho que deberá ser comprobado en excavaciones posteriores.

En cuanto a la parición de elementos muebles éstos fueron inexistentes ya

que como mencionábamos con anterioridad el espacio había sido ya excavado.

### FRENTE COMERCIAL DE LA *DOMUS* DEL NINFEO: ESPACIOS H. 20, 33 Y 34

Se trata de un conjunto de tabernas situadas en la terraza inferior en la que se edificó la *domus* del Ninfeo. Es difícil establecer una posible dependencia entre estas edificaciones, pero estructuralmente forman parte de un mismo conjunto.

### Espacios H. 20 y H. 34

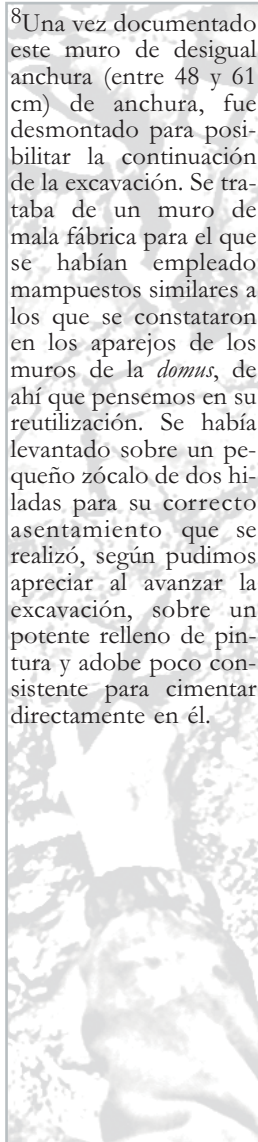
Esta estancia queda delimitada por el muro U.E. 287 que la separa del espacio H. 34, el muro U.E. 208 que la separa de H. 19 y el muro U.E. 262-144 de H. 4 y H. 21. Su anchura es de 4,17 m, si bien desconocemos por el momento su longitud, no así su altura máxima que era de 2,45 m al haberse conservado las improntas del viguerío de sustentación del tejado, o planta superior si llegó a tenerla.

El espacio que nos encontramos en el momento de la excavación presentaba fuertes transformaciones fruto de reformas de época tardía pero de difícil ubicación cronológica por la ausencia de elementos asociados al muro tardío apa-



Vista general de la habitación H. 19

<sup>8</sup>Una vez documentado este muro de desigual anchura (entre 48 y 61 cm) de anchura, fue desmontado para posibilitar la continuación de la excavación. Se trataba de un muro de mala fábrica para el que se habían empleado mampuestos similares a los que se constataron en los aparejos de los muros de la *domus*, de ahí que pensemos en su reutilización. Se había levantado sobre un pequeño zócalo de dos hiladas para su correcto asentamiento que se realizó, según pudimos apreciar al avanzar la excavación, sobre un potente relleno de pintura y adobe poco consistente para cimentar directamente en él.



recido (U.E. 290) que discurría oblicuo a los muros que delimitan H. 20 (UU. EE. 287 y 208)<sup>8</sup>, que tras su registro y documentación fue eliminado.

El nivel superior de la estancia estaba ocupado por un gran relleno de material (U.E. 252) que había sido arrojado, a modo de gran bolsada, contra el muro U.E. 208. La primera intención fue plantearnos la posibilidad de un basurero pero por el momento, queremos ser precavidos, más tras la aparición de una gran caída de pintura que atribuimos a la decoración del *tablinum*, hecho sobre el que volveremos posteriormente.

Este nivel de material presentó un amplio lote de cuencos H. 37, lucernas de las formas Dress. 9, 10 y Loescheke X, decoradas con representaciones de Océano, máscaras, eróticos, etc., así como abundante presencia de hueso trabajado, principalmente *acus crinalis* y agujas de coser así como varios *stilos*, al que hay que añadir vidrio y elementos óseos, destacando la abundante presencia de valvas de ostiones. La cronología del material es bastante homogénea, segunda mitad del s. I, con momentos de fabricación de las producciones de *sigillata* en época flavia.

El resto de la estancia estaba ocupada por una gran caída de pintura (U.E. 306) precedente del muro oeste del *tablinum* (U.E. 003) que estilísticamente queda integrada dentro de III Estilo Pompeyano de candelabros (15 a. C. - 50 d. C.), y que ya nos era conocida por la excavación realizada por la anterior Escuela Taller en este espacio (Sáenz Preciado *et al.* 2005: 22-27, Figs. 6 y 7; 2006: 412-413) y a la que pertenecería un interpanel decorado con candelabro coronado por una figura femenina, posiblemente una musa, si bien las concreciones que presenta impide apreciar sus atributos e identificarla correctamente.

La aparición de este conjunto en el espacio H. 20 nos lleva a pensar que nos encontramos con un movimiento intencionado de la pintura para rellenar, nivelar y regularizar el terreno en época muy posterior, posiblemente en época contemporánea, que es cuando se pone en explotación agrícola, tras costosas labores de aterrazamiento, la zona de *Bilbilis*. Por ello hay que considerar este conjunto pictórico más un escombros de relleno que una caída.

Durante el transcurso de la excavación apareció un muro revestido de pintura (U.E. 314) perpendicular al muro U.E. 287



Conjunto de lucernas aparecidas en el basurero que ocupaba el espacio H. 20

que a su vez es la continuación del muro U.E. 311. Este muro delimita la estancia en su lado oeste o en su caso la subdivide internamente en dos, sin que por el momento podamos ser más precisos al estar la excavación inconclusa en esta zona.

### Espacio H. 33

Nos encontramos ante un espacio del que, por el momento, desconocemos sus dimensiones. Se trata de una especie de “cajón” para nivelar el terreno y aumentar, de esta manera, la zona construible y ganar terreno edificable. Su anchura es de 7,30 m, la misma que la longitud del muro U.E. 287. Muestra las mismas similitudes que los espacios H. 22, 23 y 26, localizados en la zona sur de la casa del Ninfeo (Sáenz Preciado *et al.* 2006: Fig. 1), presentando un relleno único de la jas y cascajo (U.E. 288), todo muy suelto, sin presencia de ningún tipo de material mueble, pero con la solidez suficiente como para actuar de base constructiva.



Detalle figurativo de uno de los interpaneles que decoraban el conjunto pictórico aparecido en H. 33



Detalle de la caída de pintura aparecida en H. 20



Trabajos de calco y registro de las pinturas

### CONCLUSIÓN

Ya hemos señalado en otra parte de este trabajo que la excavación continúa en estos momentos. La necesidad de presentar un avance de resultados hace plantearnos bastantes hipótesis. Estamos asistiendo a una remodelación de las es-





Trabajo de toma de muestras *in situ* para su posterior análisis en el laboratorio



Trabajo de laboratorio. Clasificación taxonómica

tancias vinculadas directamente al Ninfeo, como ocurre al observar una puerta tapiada en el espacio H. 2 y en la amortización de las estructuras artesanales con un nuevo suelo de tierra apisonada. ¿Cuándo se efectuó esta transformación? La ausencia de materiales nos impide ser más concisos, si bien no hay que descartar que se produjese a finales del s. I o inicios del s. II, paralelamente a la que hemos constatado en otras estancias de la casa del Ninfeo (Sáenz Preciado *et alii*, 2006: 419-423).

En cuanto a los conjuntos pictóricos aparecidos en H. 20, pertenecientes a la decoración del *tablinum*, hay que pensar en una acción humana en época contemporánea para interpretar y explicar su lugar de aparición, desplazado casi 16 m de su emplazamiento original, y con el *triclinum* y el atrio en medio.

Finalmente, hay que mencionar que los trabajos de consolidación de las estructuras aparecidas, tal es el caso de la pileta hallada en H. 2, o de los pavimentos

localizados en H. 2 y H. 19, no pudo finalizarse por las condiciones climatológicas existentes, de ahí que se optase por el cubrimiento de protección, dejando los labores de consolidación para la próxima campaña, cuando las condiciones sean más óptimas.

También hay que destacar que actualmente se están llevando a cabo los estudios biológicos sobre las muestras de tierras tomadas en las UU. EE. 291 y 301 del espacio H. 2, así como el taxonómico de los restos de fauna recuperados en todas las estancias.



---

## BIBLIOGRAFÍA

AUSEJO GUTIÉRREZ, B. y RODRÍGUEZ MUÑOZ-TORRERO, A. B. (2006). “Arranque de pintura mural en el yacimiento de *Bilbilis*”. *Kausis 4*. Escuela Taller de Restauración de Aragón. Zaragoza, pp. 49-53.

ESTESO MARTÍNEZ, J. (2006). “Análisis taxonómico y específico de los restos óseos hallados en las estancias H. 12 y H. 14 de la casa del sector Ninfeo de *Bilbilis*. Datos de las tres últimas campañas”. *Kausis 4*. Escuela Taller de Restauración de Aragón. Zaragoza, pp. 75-86.

FABRE MURILLO, J. y GONZÁLEZ SARIÑENA, M. (2006). “El registro arqueológico a través de las nuevas tecnologías. Tratamiento topográfico e informático de datos para la documentación arqueológica y de restauración”. *Kausis 4*. Escuela Taller de Restauración de Aragón. Zaragoza, pp. 54-60.

GUIRAL PELEGRÍN, C. y MARTÍN-BUENO, M. (2006). *Bilbilis I. Decoraciones pictóricas y estucos ornamentales*. Institución Fernando El Católico. Zaragoza.

LÓPEZ GÓMEZ, J. M. (2006). “Profesionalidad y trabajo interdisciplinar, nuestro objetivo”. *Kausis 4*. Escuela Taller de Restauración de Aragón. Zaragoza, pp. 4-7.

MARTÍN-BUENO, M. A. (1975). “El abastecimiento y distribución de aguas al *Municipium Augusta Bilbilis*”. *Hispania Antiqua V*. Valladolid, pp. 205-222.

PAYUETA MARTÍNEZ, A. (2006). “Intervención sobre un conjunto pictórico recuperado en el yacimiento arqueológico de *Bilbilis*”. *Kausis 4*. Escuela Taller de Restauración de Aragón. Zaragoza, pp. 40-48.

SÁENZ PRECIADO, J. C., FABRE, F., LASUÉN, M<sup>a</sup>. D., LUESMA, R., SEVILLA, A. y VILLALBA, I.

2005: “Trabajos arqueológicos de la Escuela Taller de Restauración de Aragón en *Bilbilis* (Calatayud-Zaragoza)”. *Kausis 3*. Escuela Taller de Restauración de Aragón. Zaragoza, pp. 20-31

2006a: “La Casa del Ninfeo de *Bilbilis*. Intervención arqueológica de la Escuela Taller de Restauración de Aragón”. *Saldvie 5*. Zaragoza, pp. 375-396.

2006b: “La casa del Ninfeo: trabajos arqueológicos de la Escuela Taller de Restauración de Aragón en *Bilbilis* (Calatayud-Zaragoza). (Campaña 2006)”. *Kausis 4*. Escuela Taller de Restauración de Aragón. Zaragoza: pp. 23-39.

2007: “La Casa del Ninfeo de *Bilbilis* (Calatayud – Zaragoza). Trabajos arqueológicos de la Escuela Taller de Restauración de Aragón” (Campaña 2006). *Saldvie 6*. Zaragoza, (e.p.).



# PROSPECCIONES ARQUEOLÓGICAS EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE CUARTE DE HUERVA (ZARAGOZA)

---

*A lo largo de los meses de febrero y marzo de 2008, el equipo de arqueólogos de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II ha realizado las prospección arqueológica de todo el término municipal de Cuarte de Huerva.*

*Con este trabajo se ha completado la carta arqueológica del municipio y la delimitación de los Bienes Culturales que pueden verse afectados por el desarrollo urbano de Cuarte de Huerva.*

---

## J. Carlos Sáenz Preciado

Profesor arqueólogo de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II

**Oliver García Chocano, Cristina Godoy Expósito, Nora Guinda Larraza, Francisco Lasarte Orna y M<sup>a</sup> Pilar Salas Meléndez**  
Arqueólogos de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II

<sup>1</sup>A partir de ahora, ETRA II.

<sup>2</sup>Sobre este aspecto nos remitimos a LÓPEZ GÓMEZ, J. M. 2006. "Profesionalidad y trabajo interdisciplinar, nuestro objetivo", *Kausis* 4, Escuela Taller de Restauración de Aragón, Zaragoza, pp. 4-7.

<sup>3</sup>El encargo fue realizado por parte de la Dirección General de Patrimonio Cultural del Departamento de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón.

<sup>4</sup>La población de Cuarte de Huerva era en 1981 de 1148 habitantes. En 2001 de 1922 y en 2008 de 4347. La comparación de las ortofotos de los años 1997 con la del 2006 que se pueden descargar a través del SITAR (Sistema Territorial de Aragón: [www.sitar.com](http://www.sitar.com)) per-

El equipo de arqueólogos de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II<sup>1</sup> han realizado durante el mes de marzo de 2008 trabajos de prospección arqueológica en el término municipal de Cuarte de Huerva (Zaragoza), teniendo previsto en un futuro inmediato la realización de prospecciones en el término municipal de Calatayud.

Estos trabajos se incluyen dentro del programa de especialización de la ETRA II, cuyo fin principal es la de completar la formación especializada de profesionales de la arqueología, así como la creación de equipos multidisciplinares, que estudian el patrimonio cultural<sup>2</sup>.

La elección del término municipal de Cuarte de Huerva para la realización de este trabajo estuvo motivada al ser éste el lugar en el que la Escuela Taller tiene sus instalaciones, lo que facilitaba los trabajos a desarrollar<sup>3</sup>.

---

## FINALIDAD

Las prospecciones tienen como finalidad, por un lado, comprobar la situación en la que se encontraban los yaci-

mientos arqueológicos ya conocidos y, por otro, la localización de otros nuevos con lo que completar la carta arqueológica de Cuarte de Huerva que, debido a su proximidad a Zaragoza, ha experimentado en los últimos años un importante crecimiento demográfico, urbanístico e industrial<sup>4</sup>.

De la misma manera, algunos yacimientos, si bien eran conocidos desde antiguo, era necesario comprobar su exacta ubicación y proceder a su delimitación correcta, al estar alguno de ellos situados, por ejemplo, mediante coordenadas cartesianas, de ahí la necesidad de proceder a su ubicación a través de coordenadas UTM.

Finalmente, se establecerán una serie de reflexiones sobre los resultados alcanzados, así como recomendaciones y niveles de peligro de los yacimientos afectados por el desarrollo urbano e industrial del municipio.

---

## METODOLOGÍA

La metodología empleada ha sido la habitual en este tipo de trabajos:

- Solicitud a la Dirección General de Patrimonio Cultural del listado de yacimientos ya conocidos e integrados dentro de la Carta Arqueológica de Aragón.

- Recopilación bibliográfica: se ha recogido la totalidad de la información existente de estudios arqueológicos desarrollados en el municipio, ya hayan sido prospecciones o excavaciones. Para ello se ha consultado no sólo la bibliografía especializada, sino también los informes publicados, hasta el presente, en los distintos tomos y base de datos de la colección Arqueología Aragonesa.

- Recopilación cartográfica y catastral del territorio (SITAR, SGPAC, etc.).

- Entrevistas personales con propietarios de fincas, habitantes de Cuarte, etc.

- Prospección terrestre<sup>5</sup>: se ha realizado de forma intensiva en la vega y terrazas del río Huerva, mediante un equipo de 6 personas que realizaron su trabajo en transeptos ondulados paralelos de manera individual cada 5 ó 10 m de anchura según condiciones de las fincas. Una vez localizado un yacimiento se prospectaba la totalidad de la fincas en la que había aparecido, delimitando y ubicando

los hallazgos, su intensidad, dispersión, etc. En cuanto a la zona de monte denominada como Montaña de Cuarte, ha sido prospectado de manera selectiva, seleccionando zonas de barranqueras, valles, orientaciones este y sur, altos y muelas.

Los yacimientos y puntos de hallazgo aislado se han registrado mediante coordenadas UTM, estableciendo delimitaciones poligonales de dispersión, procediendo a una descripción sumaria del sitio (morfología, materiales, etc), así como de su entorno. Dichos resultados son cotejados y corregidos mediante cartografía digital, siendo posteriormente trasladados a un mapa general del municipio. También sobre los mapas se determina la altitud del punto, e igualmente se localiza sobre fotografías aéreas de la zona.

## CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO Y GEOARQUEOLÓGICO

El término municipal de Cuarte de Huerva<sup>6</sup> se ve atravesado por el río Huerva, que en su curso bajo atraviesa los sedimentos miocenos del centro de la cuenca terciaria del Ebro, excavando

mite apreciar la transformación urbanística que evidentemente ha afectado al patrimonio arqueológico del municipio.

<sup>5</sup>Los trabajos de prospección se han efectuado a lo largo del mes de marzo del 2008. El hecho de que algunas fincas se acabasen de sembrar y estuviese ya brotando el cereal imposibilitó nuestro trabajo, de ahí que éste se pospusiese en algunas fincas hasta el otoño, una vez recogida la cosecha, aunque una primera prospección por sus lindes fue negativa.

<sup>6</sup>Sobre el contexto geomorfológico nos remitimos a los siguientes trabajos de los que hemos extraído esta síntesis: PEÑA, J. L., JULIÁN, A., CHUECA, J., ECHEVERRÍA, M. T., y ÁNGELES, G. R. 1998: pp. 19-20; y 2004: pp. 289-302; ÁNGELES, G. R., PEÑA, J. L., y LONGARES, L. A. 2004: pp. 304-314.



Proceso de recopilación cartográfica y catastral

<sup>7</sup>Sobre las características de estas fases, así como de otros aspectos de estos periodos, nos remitimos a los trabajos ya mencionados en la nota 6.



Anotación de las coordenadas UTM

un valle marginado por dos grandes plataformas estructurales calizas: La Muela y La Plana, cuyas alturas de 675 y 695 m.s.n.m. dominan sobre un fondo aluvial que se ubica en torno a los 300 m.s.n.m.

Las litologías que afloran en la zona se componen principalmente de yesos, junto a arcillas y niveles de areniscas, todas fácilmente erosionables, lo que ha generado una compleja red dendrítica de barrancos afluentes del Huerva en su orilla derecha. En la izquierda el relieve presenta un recubrimiento cuaternario formado por un extenso piedemonte que desciende desde la plataforma de La Muela, con varios niveles de terrazas y glacis cuaternarios.

La zona presenta un alto déficit hídrico (en torno a 1.200 m.m. anuales), a lo que sumado a la intensa degradación de la cubierta vegetal a lo largo de la evolución holocena, otorgan un aspecto marcadamente árido. La irregularidad de las lluvias, muchas veces torrenciales, alternándose con largos periodos de sequía, hace que se potencie la actividad erosiva,

que como veremos, condicionan notablemente los trabajos de prospección, especialmente en la margen derecha del cauce del Huerva, cuya red de drenaje presenta una amplia pendiente debido a la mayor proximidad de la plataforma de La Plana a su cauce.

Un aspecto que destaca claramente en el paisaje es la peculiar morfología que presentan en forma de valles de fondo plano, denominados en la comarca como “vales”, colmatados de elementos sedimentarios procedentes de la erosión de las laderas circundantes que no han podido ser evacuados por la red fluvial. Cultivados de cereal en su fondo contrastan con las laderas desnudas yeso-arcillosas despojadas de vegetación.

Los datos disponibles permiten establecer una serie de fluctuaciones climáticas del Holoceno Superior y la actividad humana desarrollada en este periodo que han propiciado una fuerte y continua transformación del paisaje manifestado en tres etapas<sup>7</sup>:



Arqueólogos de la Escuela Taller durante el transcurso de una prospección

### Primera etapa

Edad del Bronce y Edad del Hierro (3400-700 a. C.). Es el resultado de la fase climática húmeda que caracterizó el paso del Subboreal al Subatlántico que supuso una importante etapa de acumulación y regularización de las laderas, favorecido por una cobertura vegetal y un desarrollo edáfico que generó laderas estabilizadas, cuyos sedimentos recubrían y protegían de la erosión hídrica al sustrato de yesos y arcillas. Las precipitaciones se repartieron estacionalmente, habiendo escasos eventos extremos. Los procesos dominantes corresponden a la soliflucción, siendo escasos los arrastres de sedimentos por escorrentía superficial. El rasgo dominante sería la estabilidad.

### Segunda etapa

Época post-romana. En esta época se rompe la estabilidad alcanzada en la época anterior. Comienza el momento de máxima movilización de elementos erosivos desde las laderas hacia los fondos de valle, que en forma de abanicos alcanzarán el cauce del río. Las condiciones más cálidas y secas del Subatlántico, así como las acciones antrópicas sobre las antiguas laderas regularizadas, eliminan-

do su cubierta vegetal, favoreció la degradación hídrica superficial. El máximo proceso de acumulación se produce desde época ibérica (s. V a. C.) hasta el bajo imperio (ss. IV-V d. C.), generando amplios rellenos sedimentarios, especialmente en los fondos de los valles, siendo éste el paisaje en la actualidad al no haberse producido la regeneración de la vegetación debido a la litografía del sustrato que imposibilita su regeneración, las condiciones ambientales secas, así como a la acción humana. Se trata de un proceso que terminó básicamente entre los ss. V-VII d. C.

### Tercera etapa

Época Post-medieval. También conocida como la pequeña Edad del Hielo (ss. XVI-XIX). Los procesos geomorfológicos se trasladan a los fondos de los valles, disminuyendo la dinámica erosiva de las laderas. Esta etapa se caracteriza por un largo proceso de incisión en los rellenos fruto de la etapa anterior, por los que se exportan los sedimentos acumulados en los fondos de los valles hacia la red principal y el delta del Ebro. Este proceso afectó principalmente a las áreas de cultivo desarrolladas en los vales que progresivamente van a ir perdiendo extensión hasta la actualidad.



<sup>8</sup>Sobre la información proporcionada por la Dirección General de Patrimonio Cultural relativa a los datos de este municipio en la Carta Arqueológica de Aragón hay que hacer una matización. Entre los yacimientos señalados como pertenecientes al término de Cuarte de Huerva se incluye el denominado La Plana de Barta cuya correcta ubicación debe situarse en el término municipal de La Muela, identificado como un yacimiento visigodo y recogido en la bibliografía especializada: PAZ, J. y SÁNCHEZ, J. J., 1980: mapa LXXXI, pp. 281.

<sup>9</sup>Si bien en la bibliografía tradicional la necrópolis aparece denominada como Alto de la Barrilla, la denominación correcta del término, según se desprende de la consulta realizada en el catastro, corresponde a La Darrilla.

## RESULTADOS

Los trabajos realizados, a los que se suman los efectuados con anterioridad por otros equipos, han permitido establecer un total de 15 yacimientos de distinta relevancia y 7 puntos con hallazgos aislados, pasando de 10 puntos ya conocidos a 20, lo que representa un 100% más de nuevos puntos de interés arqueológico<sup>8</sup>, que se adscriben a distintos períodos cronológicos, desde la Edad del Bronce hasta Época Visigoda, sin olvidar la presencia medieval (islámica y cristiana) representada por el castillo de Cuarte.

A continuación se presenta la relación completa en la que se sintetizan los datos más revelantes de cada uno de ellos:

### Alto de la Barrilla<sup>9</sup> - Pesquera II

Clasificación cultural: Hispano visigodo.  
 Función: enterramiento.  
 Tipo: necrópolis.  
 Situación: altura-ladera.  
 Altitud: 303 m.  
 Coordenadas UTM:

<b>PUNTO 1</b>	30T0672048 4605418
<b>PUNTO 2</b>	30T0672116 4605530
<b>PUNTO 3</b>	30T0672139 4605518
<b>PUNTO 4</b>	30T0672133 4605501
<b>PUNTO 5</b>	30T0672097 4605481

Bibliografía: Beltrán Lloris, M., 1979 y 1975: pp. 545-580.

Observaciones y material: la excavación de la necrópolis visigoda vino dada por el descubrimiento en 1975 de manera casual de diversas estructuras funerarias. La elección del lugar

debió estar motivada por la blandura del terreno que facilitaba labrar las cajas en el suelo. Se excavaron ocho sepulturas confeccionadas con lajas de arenisca orientadas con la cabecera al oeste, respondiendo a enterramientos individuales o familiares con ajuares pobres, observándose una reutilización de tumbas (Beltrán Lloris, 1979: pp. 545-580).

Las prospecciones realizadas permitieron localizar una nueva tumba a 110 m al sur de la zona excavada que había quedado al descubierto por la erosión de la ladera que se había producido bajo el viejo camino que une Cuarte de Huerva con Cadrete, presentando similares características y orientación de las ya conocidas. Este descubrimiento nos permite ampliar la extensión de la necrópolis que M. Beltrán había extendido por las laderas y parte del montículo existente.

### Calle Cabecico Redondo nº 4

Clasificación cultural: Cristiano indeterminado, Moderno-Contemporáneo.  
 Función: enterramiento.  
 Tipo: posible necrópolis.  
 Situación: ladera.  
 Coordenadas: nº 4 de la calle Cabecico Redondo.

Bibliografía: Palomar Llorente, M<sup>a</sup> E. 1998; VV AA, *Arqueología Aragonesa 1995-2005* (coord. Belén Gimeno).

Observaciones y material: en el año 1998 durante el transcurso de unas obras para la realización de un aparcamiento aparecieron restos humanos de dos individuos sin que ninguno de ellos conservase toda la estructura ósea. El ajuar consta de varios fragmentos de dos platos y unas cuentas perforadas de mineral negro. Se llegó a la conclusión de que se trataba de una zona ocupada por enterramientos anteriores a la construcción de la iglesia, fechada en la primera mitad del s. XVII dentro del culto popular pagano.

## El Castillo

Clasificación cultural: Hierro II Ibérico, Islámico, Cristiano, Moderno-Contemporáneo.

Función: hábitat.

Tipo: poblado-castillo.

Situación: altura-ladera.

Altitud: 308 m.

Coordenadas UTM:

<b>PUNTO 1</b>	30T0672629 4606605
<b>PUNTO 2</b>	30T0672588 4606535
<b>PUNTO 3</b>	30T0672620 4606487
<b>PUNTO 4</b>	30T0672668 4606463
<b>PUNTO 5</b>	30T0672684 4606527
<b>PUNTO 6</b>	30T0672665 4606596

Bibliografía: Burrillo Mozota, F. y Royo Guillén, J. I., 1994-1996: pp. 387-397; Guitart Aparicio, C., 1988: p. 125; Royo Guillén J. I. y Burrillo Mozota, F., 1994: pp. 121-134 (en prensa).

Observaciones y material: el yacimiento<sup>10</sup> presenta varios periodos de ocupación que se inicia en época ibérica con continuidad hasta época contemporánea, si bien no se han identificado en las excavaciones realizadas materiales romanos, a pesar de lo cual no descartamos su ocupación en este periodo. Así mismo, se han documentado niveles musulmanes, cristianos y del s. XVIII: aparición de una serie de estructuras de habitación, localizadas en la parte más alta del cabezo, una de ellas excavada en la roca. La estratigrafía deja muy claro la superposición de parte de las estructuras del Castillo a los niveles ibéricos.

Si bien el yacimiento se denomina como El Castillo, los únicos trabajos de excavación se realizaron en la C/ Mayor nº 3, abarcando dos campañas: 1993 y 1994, en las que se recuperaron produc-

ciones cerámicas orientalizantes fechados a partir del s. VI a. C., al igual que producciones ibéricas desde el 500 a. C., aunque éstas últimas de forma aislada y en contextos culturales de Campos de Urnas Tardíos o Finales.

Junto a los niveles ibéricos apareció un fragmento de una copa ática fechable entre el último cuarto del s. VI a. C. y la primera mitad del s. V a. C. Igualmente se hallaron un embudo, una copa de pie alto y un vaso de perfil en “S” celtibéricos, así como un posible exvoto o vaso de tipo ritual.

Respecto a otros materiales también se hallaron varios alisadores de piedra, un disco perforado de alabastro, varias bolas o *canas* de piedra y cerámica, varios *pondera* fusiformes de barro cocido y otros secados al sol, arandelas, plaquitas de bronce, restos óseos de macrofauna.

El material recuperado se completa con elementos vinculados a niveles medievales, fechables entre el s. XI e inicios del s. XII, así como con las características producciones de cerámica estannífera procedentes de Muel que llegan hasta la actualidad.

## Eras Altas

Clasificación Cultural: Hierro I.

Función: posible hábitat.

Tipo: posible poblado.

Situación: ladera.

Altitud: 315 m.

Coordenadas UTM:

<b>PUNTO 1</b>	30T0672857 4606355
<b>PUNTO 2</b>	30T0672889 4606311
<b>PUNTO 3</b>	30T0672971 4606286
<b>PUNTO 4</b>	30T0672967 4606322
<b>PUNTO 5</b>	30T0672871 4606367

<sup>10</sup>El yacimiento había sido descubierto a mediados de los años ochenta por I. Aguilera, a raíz de las primeras prospecciones realizadas en el municipio por encargo municipal.





Bibliografía: Burillo, F., 1980: p. 170; Burillo, F., 1981: pp. 63-67.

Observaciones y material: yacimiento próximo al núcleo urbano, descubierto por Fausto Álvaro, y que, a día de hoy, se encuentra totalmente destruido a raíz de posteriores trabajos de aterrazamiento y plantaciones de arbolado efectuados. Los únicos testimonios existentes son los recogidos en el informe realizado por el propio descubridor, quien detalló el desarrollo de las tres catas realizadas, que no permitieron deducir si se trataba de un hábitat. Los materiales cerámicos hallados están realizados a mano con pastas negruzcas que toman un tono gris verdoso al exterior. Presentan un acabado espatulado y carecen de decoración. Corresponden a vasijas de medianas dimensiones de las que se han conservado un cuenco troncocónico de pared ligeramente convexa, una vasija de borde vuelto al exterior y cuerpo recto inclinado hacia el interior, y dos bases de fondo plano y cuerpo ligeramente convexo. La escasez de fragmentos no permite precisar una cronología, aunque presentan similitudes con otros hallazgos pertenecientes a la primera Edad del Hierro del valle del Ebro.

### La Pesquera I

Clasificación cultural: Romano imperial.  
 Función: hábitat.  
 Tipo: villa.  
 Situación: terraza-llano.  
 Altitud: 270 m.  
 Coordenadas UTM:

<b>PUNTO 1</b>	30T0672720 4605055
----------------	-----------------------

Bibliografía: Burillo, F., 1980: mapa L. p. 165.

Observaciones y material: sin localizar, posiblemente al estar alterado por las obras de acondicionamiento del cauce del río Huerva.

### El Plano I (la, lb y lc)

Clasificación cultural: Hierro, Iberromano, Romano republicano, Romano imperial, Romano tardío.  
 Función: hábitat y actividad económica.  
 Tipo: villa.  
 Situación: terraza-llano.  
 Altitud: 255 m.  
 Coordenadas UTM:

<b>PUNTO 1</b>	30T0671544 4606201
<b>PUNTO 2</b>	30T0671510 4606142
<b>PUNTO 3</b>	30T0671764 4606052
<b>PUNTO 4</b>	30T0671811 4606104

Bibliografía: Burillo, F., 1980: pp. 32-36.

Observaciones y material: el yacimiento de El Plano se encuentra actualmente tapado por los aportes de tierra realizados a raíz de los trabajos de urbanización efectuados en la zona que abarca la totalidad del término denominado como El Plano. De esta manera se han ido corrigiendo los desniveles existentes de un paisaje que originariamente estaba ligeramente abancalado de manera descendente hacia el cauce del Huerva.

Según información transmitida por Alberto Lobera Fatás, la zona antes de su urbanización se extendía por una serie de fincas que hemos delimitado mediante coordenadas UTM. "... de pequeño era habitual ir a recoger cerámica y otros restos (sic)...", conservando en su propiedad un lote de cerámica compuesto principalmente por *sigillata* hispánica, cerámica común, y varios elementos metálicos, entre ellos parte de una fíbula. Igualmente nos informó que era habitual la visita a la zona de detectoristas.

La extensión del yacimiento es imposible establecerla con exactitud debido a que se encuentra cubierto. Si bien el yacimiento parece no haber sido destruido,

se encuentra en peligro en el momento en el que se decida edificar en la zona que presenta los viales y aceras urbanizadas, así como las instalaciones de saneamiento, etc, ya instaladas.

Dentro de las prospecciones realizadas hemos definido este asentamiento como El Plano Ia, con el que hay que relacionar El Plano Ib y El Plano Ic que si bien distan de éste, por su proximidad pensamos que forman un único yacimiento.

### El Plano Ib

Clasificación cultural: Romano imperial, Romano tardío.

Función: hallazgo aislado.

Tipo: aislado.

Situación: terraza-llano.

Altitud: 250 m.

Coordenadas UTM:

<b>PUNTO 1</b>	30T0671452 4606162
----------------	-----------------------

Bibliografía: inédito.

Observaciones y material: hallazgo aislado de un fragmento de carena de una cazuela norteafricana (posible forma Lamboglia 10A). La presencia de un único fragmento aislado próximo al Plano I, no dista más de 50 m de él, nos hace pensar que hay que ponerlo en relación con éste, y más, cuando no deja de ser un hallazgo aislado.

### El Plano Ic

Clasificación cultural: Romano imperial, Romano tardío.

Función: hábitat y actividad económica.

Tipo: villa.

Situación: terraza-llano.

Altitud: 252 m.

Coordenadas UTM:

<b>PUNTO 1</b>	30T0671530 4605954
----------------	-----------------------

<b>PUNTO 2</b>	30T0671503 4605987
<b>PUNTO 3</b>	30T0671510 4605997
<b>PUNTO 4</b>	30T0671521 4606006
<b>PUNTO 5</b>	30T0671531 4606002
<b>PUNTO 6</b>	30T0671534 4605995
<b>PUNTO 7</b>	30T0671536 4605980
<b>PUNTO 8</b>	30T0671530 4605954

Bibliografía: inédito.

Observaciones y material: la proximidad del material recogido al yacimiento El Plano I, del que dista tan sólo 100 m nos hace pensar que se trate del mismo, como sucedía con el hallazgo aislado de El Plano II. La finca en la que se han localizado los materiales está siendo rellenada en la actualidad con aportes de tierra dentro de los trabajos de urbanización de la zona que buscan corregir los desniveles del aterrazamiento de la zona.

Entre los materiales encontramos principalmente producciones de *sigillata* hispánica (fragmentos de paredes de platos y cuencos indeterminados, jarras lisas), un borde de una cazuela de cocina africana (Lamboglia 10A), una asa de ánfora bética indeterminada, un borde y un fondo de *dolium*, así como diverso material de almacenaje y construcción (tégulas e ímbrices).

El yacimiento del Plano I (Ia, Ib y Ic) abarca aproximadamente 4 hectáreas con un amplio periodo cronológico desde la Edad del Hierro hasta época bajo imperial, que bien pudo estar vinculado a la *Via Laminium*.

### EI-COL. HUER. A1

Clasificación cultural: Romano imperial.  
Función: hábitat y actividad económica.







Tipo: villa.  
Situación: terraza-llano.  
Altitud: 265 m.  
Coordenadas UTM:

<b>PUNTO 1</b>	30T0672716 4606062
----------------	-----------------------

Bibliografía: VV AA *Arqueología Aragonesa 1995-2005* (coord. Belén Gimeno), Zaragoza 2007; Viladés Castillo, J. M<sup>a</sup>., 2000: (inédito).

Observaciones y material: corresponde a una serie de prospecciones arqueológicas en el plan parcial del sector 5.1 para prevenir, localizar, situar y delimitar los posibles elementos del patrimonio histórico que puedan verse afectados por las obras de construcción de un colector de aguas residuales. En el transcurso de nuestras prospecciones se recogieron unos pocos fragmentos de cerámica común y *sigillata* de época altoimperial.

#### Urbanización Amelia

Clasificación cultural: Hispano visigodo.  
Función: enterramiento.  
Tipo: necrópolis.  
Situación: altura-ladera.  
Altitud: 340 m.  
Coordenadas UTM:

<b>PUNTO 1</b>	30T0672785 4606067
----------------	-----------------------

Bibliografía: inédito.

Observaciones y material: debido a la inexistencia de bibliografía y a que la zona ya está urbanizada es imposible delimitar y localizar los restos arqueológicos.

#### 8 (Plano Autovía. Hoja 1016)

Clasificación cultural: industria lítica indeterminada.

Función: hallazgo aislado.  
Tipo: aislado.  
Situación: llano.  
Altitud: 320 m.  
Coordenadas UTM:

<b>PUNTO 1</b>	30T0671716 4607072
----------------	-----------------------

Bibliografía: Cebolla Berlanga, J. L., 1999: (inédito).

Observaciones y material: no se localizó material alguno.

#### Arboledas (según catastro), La Serna I (según SIGPAC)

Clasificación cultural: Romano imperial, Moderno-Contemporáneo.  
Función: hábitat y actividad económica.  
Tipo: villa.  
Situación: terraza-llano.  
Altitud: 275 m.  
Coordenadas UTM:

<b>PUNTO 1</b>	30T0672092 4606345
<b>PUNTO 2</b>	30T0672096 4606323
<b>PUNTO 3</b>	30T0672131 4606311
<b>PUNTO 4</b>	30T0672169 4606337
<b>PUNTO 5</b>	30T0672214 4606360
<b>PUNTO 6</b>	30T0672174 4606394
<b>PUNTO 7</b>	30T0672127 4606401
<b>PUNTO 8</b>	30T0672119 4606356

Bibliografía: inédito.

Observaciones y material: posible asentamiento menor con abundante material diverso. Entre los materiales

destacables, se encuentran producciones de *sigillata* importada, principalmente itálica (formas *Conspectus 27* y *Goud. 41b*), gálica (*Drag. 29*) e hispánica (*Hispan. 4, 29*, paredes de cuencos indeterminados, etc.). A este material hay que añadir un borde de cazuela africana (*Ostia II*), así como un importante lote de cerámica común oxidante, cerámica de almacenaje, ánforas, dolias y un *pondus*. El material recogido se completa con varios fragmentos de cerámica contemporánea, principalmente olleería plumbífera y cerámica estanníferas decorada con las típicas series azules de Muel de los siglos XVIII-XIX.

Cronológicamente situamos el yacimiento entre las últimas décadas del s. I a. C. y el s. III. La ausencia de producciones bajo imperiales parece marcar su fin. La presencia de material cerámico de época moderna-contemporánea no debe entenderse como una continuación o prolongación cronológica del yacimiento, sino más bien como una consecuencia de las labores agrícolas de la zona en época reciente y en la presencia de edificaciones vinculadas a ésta.

Este yacimiento se verá afectado en un futuro próximo por la construcción de la ciudad deportiva de Cuarte de Huelva, de lo que se desprende la necesidad de efectuar sondeos arqueológicos que evalúen y valoren la presencia de restos arquitectónicos.

### El Molinar

Clasificación cultural: Romano tardío.  
 Función: hallazgo aislado.  
 Tipo: aislado.  
 Situación: terraza-llano.  
 Altitud: 310 m.  
 Coordenadas UTM:

<b>PUNTO 1</b>	30T0670887 46054205
----------------	------------------------

Bibliografía: inédito.

Observaciones y material: se recuperó un fragmento de borde de una jarra bajo imperial de la forma H. 12, y se localizó la presencia de una posible estructura muraria realizada con cantos de río de tamaño medio y cuyas coordenadas son:

30T0670919 - 4605395

sin que podamos atribuirle cronología alguna, ni siquiera relacionarla con seguridad con el fragmento de cerámica hallado.

### Campos del Lugar I (según catastro), La Cenía I (según SIGPAC)

Clasificación cultural: Romano imperial, Romano tardío.  
 Función: hábitat y actividad económica.  
 Tipo: Villa.  
 Situación: terraza-llano.  
 Altitud: 285 m.  
 Coordenadas UTM:

<b>PUNTO 1</b>	30T0672081 4605625
<b>PUNTO 2</b>	30T0672043 4605645
<b>PUNTO 3</b>	30T0672056 4605652
<b>PUNTO 4</b>	30T0672065 4605645
<b>PUNTO 5</b>	30T0672066 4605645
<b>PUNTO 6</b>	30T0672066 4605691
<b>PUNTO 7</b>	30T0672040 4605724
<b>PUNTO 8</b>	30T0672036 4605751

Bibliografía: inédito.

Observaciones y material: el material recuperado consiste en importaciones de *sigillata* itálica (formas *Conspectus 6* e indeterminadas, destacando un fondo de vaso firmado por *ATEI(us)* conocido alfarero que trabajó en Arezzo) *sigillata* his-





pánica (Hispan. 37 y cuencos indeterminados) y *sigillata* hispánica intermedia (Hispan. 8 y 15/17), paredes finas, cerámica común oxidante y reductora, cerámica de almacenaje, material latericio (tégulas e ímbrices), y un *pondus*. También se recuperaron dos fragmentos de cerámica medieval islámica.

La cronología del yacimiento, una vez estudiado el material lo situamos entre las últimas décadas del s. I a. C. o cambio de la Era y el s. III. Los materiales islámicos hay que relacionarlos con la población o asentamiento surgido en torno al castillo de Cuarte y a los trabajos agrícolas desarrollados en su entorno.

#### **Campos del Lugar II (según Catastro), La Cenia II (según SIGPAC)**

Clasificación cultural: Romano imperial.  
 Función: hallazgo aislado.  
 Tipo: aislado.  
 Situación: terraza-llano.  
 Altitud: 267 m.  
 Coordenadas UTM:

<b>PUNTO 1</b>	30T0672247 4606003
----------------	-----------------------

Bibliografía: inédito.

Observaciones y material: fragmento de pared de una jarra de cerámica engobada característica de las producciones de este tipo típicas del valle medio del Ebro.

#### **La Cenia Alta (según Catastro), La Cenia III (según SIGPAC)**

Clasificación cultural: Bronce/Hierro.  
 Función: hallazgo aislado.  
 Tipo: aislado.  
 Situación: terraza-llano.  
 Altitud: 260 m.  
 Coordenadas UTM:

<b>PUNTO 1</b>	30T0671733 4605954
----------------	-----------------------

Bibliografía: inédito.

Observaciones y material: se ha recogido un único fragmento de cerámica a mano reductora descontextualizada.

#### **Sisallete I**

Clasificación cultural: Alto-Imperial.  
 Función: hábitat y actividad económica.  
 Tipo: villa.  
 Situación: terraza-llano.  
 Altitud: 287 m.  
 Coordenadas UTM:

<b>PUNTO 1</b>	30T0671716 4605258
----------------	-----------------------

Bibliografía: inédito.

Observaciones y material: los materiales recuperados son escasos, destacando un fragmento de *sigillata* hispánica de la forma Hispan. 37 y abundante material de construcción (tégulas e ímbrices).

#### **Sisallete II**

Clasificación cultural: Romano imperial.  
 Función: hábitat y actividad económica.  
 Tipo: villa.  
 Situación: terraza-llano.  
 Altitud: 286 m.  
 Coordenadas UTM:

<b>PUNTO 1</b>	30T0671557 4605134
<b>PUNTO 2</b>	30T0671574 4605125
<b>PUNTO 3</b>	30T0671590 4605137
<b>PUNTO 4</b>	30T0671597 4605159
<b>PUNTO 5</b>	30T0671589 4605184
<b>PUNTO 6</b>	30T0671571 4605190

Bibliografía: inédito.

Observaciones y material: se trata un yacimiento cuyos restos han aparecido diseminados en dos terrazas, apreciándose en la superior la mayor concentración de material, mientras que en la inferior ésta es menor y están más diseminados los restos. Se ha documentado la presencia de importaciones de *sigillata* itálica (Conspectus 20 e indeterminados), *sigillata* hispánica (Hispan. 33 y cuencos indeterminados), paredes finas indeterminadas, paredes de cazuelas africanas, bordes de cerámica común, cerámica de almacenaje, así como fragmentos de téglulas.

La cronología del material sitúa el yacimiento en los ss. I-II, si bien por su dispersión, podemos atribuirlo a una pequeña casa de campo o edificaciones agrícolas vinculadas a las explotaciones agrícolas del lugar.

### Sisallete III

Clasificación cultural: Romano imperial, Moderno-Contemporáneo.

Función: hábitat y actividad económica.

Tipo: villa.

Situación: terraza-llano.

Altitud: 286 m.

Coordenadas UTM:

<b>PUNTO 1</b>	30T0671401 4604843
<b>PUNTO 2</b>	30T0671415 4604844
<b>PUNTO 3</b>	30T0671415 4604857
<b>PUNTO 4</b>	30T0671403 4604855
<b>PUNTO 5</b>	30T0671399 4604842
<b>PUNTO 6</b>	30T0671399 4604920
<b>PUNTO 7</b>	30T0671289 4605021
<b>PUNTO 8</b>	30T0671249 4604913
<b>PUNTO 9</b>	30T0671372 4604857

Bibliografía: inédito.

Observaciones y material: los materiales recuperados presentan una amplia dispersión que alcanza casi una hectárea si bien se aprecian dos zonas perfectamente individualizadas. Un primer núcleo que hemos denominado como Sisallete IIIa delimitado por los puntos 1 a 5 en el que se concentran las producciones cerámicas de vajillas de mesa, principalmente *sigillata* hispánica (Hispan. 15/17, 24/25 y 37) y cocina (cerámica común oxidante), y un segundo núcleo denominado Sisallete IIb delimitado por los puntos 6 a 9 en el que únicamente se ha documentado material latericio (téglulas e ímbrices) y de almacenaje.

La extensión que ocupa el material recuperado nos permite situar en este lugar una villa romana de época alto imperial (ss. I-II). En cuanto a la presencia de olería plumbífera y cerámica estannífera evidentemente hay que vincularla a la proximidad al yacimiento del Monasterio de Santa Fe del que dista a penas 500 m.

### Sisallete IV

Clasificación cultural: ¿Hierro II Iberromano? Romano imperial.

Función: hábitat y actividad económica.

Tipo: villa.

Situación: terraza-llano.

Altitud: 292 m.

Coordenadas UTM:

<b>PUNTO 1</b>	30T0671644 4604846
----------------	-----------------------

Bibliografía: inédito.

Observaciones y material: varios fragmentos de *sigillata* hispánica (H. 37), paredes de posible cerámica ibérica y de almacenaje.

### Montaña de Cuarte I

Clasificación cultural: Cristiano bajo medieval.

Función: hallazgo aislado.

Tipo: aislado.





Situación: ladera.  
Altitud: 338 m.  
Coordenadas UTM:

<b>PUNTO 1</b>	30T0674127 4606325
----------------	-----------------------

Bibliografía: inédito.

Observaciones y material: fragmento de una tapadera de cerámica reductora realizada a torno. Su aparición aislada en la ladera labrada de un val hay que ponerla en relación más con las labores agrícolas más que con un posible asentamiento existente en el lugar.

### Montaña de Cuarte II

Clasificación cultural: Romano imperial.  
Función: hallazgo aislado.  
Tipo: aislado.  
Situación: ladera.  
Altitud: 320 m.  
Coordenadas UTM:

<b>PUNTO 1</b>	30T0674013 4606447
----------------	-----------------------

Bibliografía: inédito.

Observaciones y material: se recogieron numerosos fragmentos de cerámica

pertenecientes a una misma pieza de almacenaje identificado como un *dolium* de época alto imperial. Su hallazgo aislado en el fondo y ladera labrada de un val permite ponerlo en relación con labores agrícolas, más que con un posible asentamiento. No hay que olvidar lo voluminoso de este tipo de piezas, de ahí que pensemos más en la existencia en el lugar de algún tipo de pequeña edificación vinculada a la explotación agrícola de la zona. La prospección de la zona no permitió identificar resto constructivo alguno, ni ningún otro elemento arqueológicos, por lo que nos inclinamos a pensar que el yacimiento ha desaparecido por la fuerte erosión que presenta el terreno, encontrándose cubierto por los sedimentos.

---

### CONCLUSIONES

Las prospecciones arqueológicas realizadas en el término municipal de Cuarte de Huerva han permitido ampliar el conocimiento que teníamos de la ocupación del territorio en el bajo Huerva. A los yacimientos ya conocidos hemos añadido una serie de nuevos puntos que no han hecho más que refrendar las informaciones que teníamos de la zona.

A pesar de ello, somos conscientes de la existencia de asentamientos que no hemos podido localizar pero que intuimos por como se distribuye la población y ocu-



Arqueólogos de la Escuela Taller durante la prospección del fondo de un val

pación del territorio. Ello ha sido debido, como se ha expuesto en el apartado de las características geomorfológicas de la zona, a la fuerte erosión que desde época antigua presenta la zona, especialmente en la margen derecha del Huerva, y que ha afectado a los asentamientos que pudieron ubicarse en ella. Es bastante significativo que alguno de los yacimientos conocidos con anterioridad no han podido ser localizados o en su caso se encuentren desaparecidos, como en el caso de Eras Altas.

La zona presenta una importante ocupación en época romana vinculada a la explotación de territorio, como no podía ser de otra manera por su proximidad a *Caesarangusta*, con continuidad en el Bajo Imperio. Si bien se han localizado numerosos puntos con materiales romanos, identificamos como ubicaciones de villas los términos de La Pequera, El Plano I, Sisallete I y Sisallete II. El resto de los puntos parecen estar más relacionados con lo que serían pequeñas casas o casetas de campo vinculados a trabajos agrícolas que con entidades mayores, tal es el caso de Montaña de Cuarte II.

La presencia de una necrópolis visigoda de cierta entidad, según se desprende de su extensión, nos permite establecer una importante ocupación del territorio en esta época, si bien no se ha podido delimitar un núcleo urbano de entidad que bien pudo situarse en la zona ocupada por el actual Cuarte, especialmente la zona ocupada por el castillo que serviría de base al poblamiento medieval, primero islámico y posteriormente cristiano, del lugar. No hay que olvidar que las excavaciones realizadas en la C/ Mayor han permitido determinar la existencia de niveles de ocupación des-

de la Edad del Hierro que sin ruptura de continuidad, han permanecido hasta hoy en día, si bien no descartamos que esta necrópolis visigoda fuese de tipo rural con la función de dar cobijo a las inhumaciones de toda la comarca.

Si bien los trabajos están en vías de concluir, se ha prospectado el 90% de la zona potencialmente arqueológica del término municipal, somos conscientes de que la erosión, así como por los desmontes que se están realizando, pueden poner al descubierto nuevos puntos. Igualmente, el 10% restante, fincas sembradas en las que no hemos entrado, pueden incrementar el catálogo una vez las prospectemos.

No se quiere terminar sin efectuar una serie de apreciaciones sobre los principales peligros que afectan a los yacimientos localizados:

- Las nuevas edificaciones que se puedan construir en el entorno del castillo que pueden afectar al asentamiento, que como mínimo, desde época ibérica, existe en el lugar.
- La urbanización y posteriores construcciones en las terrazas occidentales del Huerva, han transformado la zona con amplios aterrazamientos y rellenos de nivelación, que afectarán especialmente a El Plano I y La Serna I, principalmente a este último, por ser la zona de construcción inminente de una serie de instalaciones deportivas municipales.
- La ampliación y mejora del camino que une Cuarte con Cadrete, hoy parcialmente asfaltado, y su acondicionamiento en las proximidades al Alto de la Barrilla, que ponen en peligro la necrópolis, ya que estos trabajos supondrán una serie de desmontes que la afectarían de manera notoria.



## BIBLIOGRAFIA

- ÁNGELES, G. R., PEÑA, J. L. y LONGARES, L. A. (2004). "Cartografía de reconstrucción paleoambiental y riesgos geomorfológicos del holoceno superior en el valle del río Huerva (Depresión del Ebro)". *Geografía Física de Aragón. Aspectos generales y temáticos*. Institución Fernando El Católico. Zaragoza, pp. 304-314.
- ARANDA MARCO, A. (1990). "Necrópolis celtibéricas en el Bajo Jiloca". *Necrópolis Celtibéricas, II Simposio sobre los Celtiberos*. Institución Fernando El Católico. Zaragoza, pp. 101-121.

BELTRÁN LLORIS, M.

1975: *Noticario Arqueológico Hispano*, 6. Madrid, pp. 545-580.

1979: *Memoria de las excavaciones arqueológicas en la Necrópolis Hispano-Visigoda del Alto de la Barrilla (Cuarte de Huerva)*. Burillo Mozota, F.

1980a: *El Valle Medio del Ebro en época ibérica*. Zaragoza, p. 170.

1980b: "Yacimientos romanos imperiales de los valles de la Huerva y Jiloca Medio". *Atlas de Prehistoria de Arqueología Aragonesa*, I. Zaragoza. Mapa L, p. 165.

BURRILLO MOZOTA, F. y ROYO GUILLÉN J. I.

1981: "Hallazgos de la I Edad del Hierro en el curso final de la Huerva (Zaragoza)". *Bajo Aragón Prehistoria III*. Caspe, pp. 63-67.

1994: "Excavaciones en el Castillo de Cuarte: solar de la calle Mayor, nº 3 y sus niveles ibéricos (1993-1994)". *Arqueología Aragonesa 1994*. Zaragoza, pp. 121-134.

1994-1996: "El yacimiento del Castillo de Cuarte (Zaragoza) y su contribución al conocimiento del inicio del Ibérico pleno en el valle medio del Ebro". I<sup>a</sup> taula d'Arqueologia Catalana. San Feliu de Codines (Barcelona) (noviembre 1994). *Gala*, 3-5. San Feliu de Codines, pp. 387-397.

CEBOLLA BERLANGA, J. L. (1999). *Informe de la prospección arqueológica sobre el trazado de la autovía de Levante a Francia por Aragón. Tramo de Huerva-Zaragoza*. (Inédito).

GUITART APARICIO, C. (1988). *Castillos de Aragón III*. Zaragoza, p. 125.

LÓPEZ GÓMEZ, J. M. (2006). "Profesionalidad y trabajo interdisciplinar, nuestro objetivo". *Kausis 4*. Escuela Taller de Restauración de Aragón. Zaragoza, pp. 4-7.

PALOMAR LLORENTE, M<sup>a</sup> E. (1998). *Informe arqueológico sobre las obras de un garaje en la C/ Cabecico Redondo nº 4 en Cuarte de Huerva (Zaragoza)*. Informe depositado en la Dirección General de Patrimonio Cultural (Inédito).

PAZ, J. Y SÁNCHEZ, J. J. (1980). "Arqueología Hispanovisigoda". *Atlas de Prehistoria de Arqueología Aragonesa I*. Zaragoza. Mapa LXXXI, p. 281.

PEÑA, J. L., JULIÁN, A., CHUECA, J., ECHEVERRÍA, M. T., y ÁNGELES, G. R.

1998: "Los estudios geoarqueológicos en la reconstrucción del paisaje. Su aplicación en el valle bajo del río Huerva (Depresión del Ebro)". *Arqueología Espacial*, 19-20. *Arqueología del Paisaje*. Teruel, pp. 169-183.

2004: "Etapas de evolución holocena en el valle del río Huerva: geomorfología y geoarqueología". *Geografía Física de Aragón. Aspectos generales y temáticos*. Institución Fernando El Católico. Zaragoza, pp. 289-302.

ROYO GUILLÉN J. I. y BURRILLO MOZOTA, F. (1994). "Excavaciones en el Castillo de Cuarte: Solar de la calle Mayor, nº 3 y sus niveles ibéricos (1993-1994)". *Arqueología Aragonesa 1994*. Zaragoza, pp. 121-134.

VILADÉS CASTILLO, J. M<sup>a</sup>. (2000). *Asistencia técnica para el proyecto de construcción del colector de aguas residuales en el río Huerva (Zaragoza)*. *Evaluación y medidas correctoras del impacto ambiental sobre el patrimonio*. (Inédito).

VV AA *Arqueología Aragonesa: 1995-2005* (coord. Belén Gimeno). Gobierno de Aragón. Zaragoza. 2007.

# CARACTERIZACIÓN DEL PLOMO EMPLEADO EN LAS CERÁMICAS DE ALBARRACÍN DEL SIGLO XI

*El estudio de los materiales empleados en las cerámicas revela datos importantes sobre su composición y tecnología de producción. Esta información se puede ampliar con los estudios de procedencia de las materias primas que permiten poner de manifiesto las posibles fuentes de origen de las materias primas. En este trabajo se presentan los datos obtenidos para el plomo utilizado en los vidriados de las decoraciones cerámicas de Albarracín de época medieval.*

**M<sup>a</sup> Paz Marzo Berna**

Profesora de Química de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II

El plomo se ha utilizado desde la antigüedad en cerámicas vidriadas<sup>1</sup>. Su empleo como elemento mayoritario en los vidriados se debe a las buenas características físicas y ópticas que éste aporta<sup>2</sup>. Entre ellas destaca el aumento del índice de refracción, la disminución de la tensión superficial, la reducción de las craqueladuras y el aumento del brillo de los vidrios. Todas estas propiedades facilitan el trabajo a la hora de conseguir un buen vidrio y mejoran el resultado final.

En la Península Ibérica, la adición de plomo a los vidriados se remonta a la época romana y todavía hoy continúa haciéndose. No es de extrañar, ya que además de las ventajas que confiere a las decoraciones, es un metal que se puede conseguir con gran facilidad, dado la gran cantidad de minas de plomo que existen en la península y que se tiene constancia que fueron explotadas a lo largo del tiempo. La cantidad de plomo que se ha añadido no ha sido constante a lo largo del tiempo, y además esta variación se refleja incluso entre centros productores coetáneos.

Los estudios habituales para caracterizar las producciones cerámicas se cen-

tran en la determinación de las composiciones tanto de la pasta como de la decoración, con el fin de poder extraer grupos de referencia que den una idea aproximada de las proporciones de cada componente empleadas en cada taller. Además, también se realizan estudios de la tecnología de producción con el objetivo de averiguar temperaturas de cocción, si las decoraciones se han aplicado sobre las piezas cocidas o sin cocer, etc.

Recientemente se han empezado a hacer estudios de procedencia de las materias primas empleadas en las cerámicas<sup>3</sup>.

Es lógico pensar que materiales tan abundantes como la arcilla provengan de los alrededores de los centros productores. Sin embargo, en el caso de las cerámicas decoradas con vidriados ricos en plomo, éste último no se encuentra cercano a todos los centros de producción. Rastrear la posible fuente de procedencia del plomo podría aportar datos sobre las distintas rutas comerciales establecidas.

El plomo tiene cuatro isótopos estables en la naturaleza, <sup>204</sup>Pb, <sup>206</sup>Pb, <sup>207</sup>Pb y <sup>208</sup>Pb cuyas abundancias aproximadas en la corteza terrestre son 1,4%, 24,1%,

<sup>1</sup>COOPER, E. (1998). *A History of world pottery*. B. T. Bastford Ltd., London.

<sup>2</sup>TITE, M. S., FREESTONE, I., MASON R., MOLLERA, J., VENDRELLSAZ M. & WOOD, N. (1998). "Lead glazes in antiquity- methods of productions and reasons for use". *Archaeometry*, 40, pp. 241-260.

<sup>3</sup>HABICHTH-MAUCHE, J. A., GLENN, S. T., MILFORD H. & RUSSEL FLEGAL, A. (2000). "Isotopic tracing of prehistoric Rio Grande glaze-paint production and trade". *Journal of Archaeological Science*, 27, pp. 709-713.



<sup>4</sup>MARCOUX, E., PASCUAL, E. & ONÉZIME, J. (2002). "Hydrothermalisme ante-Hercynien en Sud-Ibérie: apport de la géochimie isotopique du plomo. C. R". *Geoscience*, pp. 334, 259-265.

<sup>5</sup>ANAGNOSTOPOULOU, M. A. & DAY, J. P. (2006). "Lead concentrations and isotope ratios in street dust in major cities in Greece in relation to the use of lead in petrol". *Science of the Total Environment* 367, pp. 791-799.

<sup>6</sup>CINCONTI, A., MASSIDA, L. & SANNA, U. (2003). "Chemical and isotope characterization of lead finds at the Santa Barbara nuraghe (Bauladu, Sardinia)". *Journal of Cultural Heritage* 4, pp. 263-268.

<sup>7</sup>GALE, N. H. & STOS-GALE, Z. (2000). "Lead isotope analyses applied to provenance studies". In: CILIBERTO, E. & SPOTO, G. (eds), *Modern Analytical Methods and Art and Archaeology* (J. D. Winefordner, series Ed., Chemical Analysis Series), Vol. 155. John Wiley & Sons, Inc., pp. 503-584.

<sup>8</sup>BECKER, J. S. (2005). "Recent developments in isotope analysis by advances mass spectrometric techniques; J. Anal". *At. Spectrom.* 20, pp. 1173-1184

22,1%, y 52,4% respectivamente. Esta composición isotópica puede sufrir variaciones por la radiactividad del <sup>238</sup>U cuyo isótopo estable es <sup>206</sup>Pb, del <sup>235</sup>U que da lugar a <sup>207</sup>Pb y del <sup>232</sup>Th que genera <sup>208</sup>Pb. Como consecuencia, la composición isotópica del plomo varía con la localización geográfica de las rocas y minas.

Esta propiedad es aprovechada para caracterizar e identificar las fuentes de plomo en diversos ámbitos como la geología, ciencias ambientales, arqueología<sup>4-6</sup>.

El estudio de las composiciones isotópicas de plomo, actúa como una huella dactilar<sup>7</sup> que puede permitir caracterizar producciones cerámicas de diferentes épocas, talleres de producción y zonas geográficas. Además, dentro una misma producción se puede determinar si el plomo añadido a los vidriados procede de una misma mina independientemente del tipo de decoración o si por el contrario su origen estaba influenciado por el tipo de decoración.

## OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Este trabajo es parte de un proyecto cuyo objetivo es caracterizar en profundidad la producción cerámica de los siglos X-XI aparecida en el castillo de Albarracín durante diversas campañas arqueológicas.

El estudio de composiciones de las pastas y decoraciones ha permitido establecer en la producción de Albarracín grupos de referencia en función de los resultados obtenidos. Ahora, con la determinación de las relaciones isotópicas de plomo de los vidriados se pretende completar la información sobre dicha producción cerámica, estudiando la posible procedencia de los materiales.

Tradicionalmente las relaciones isotópicas se han venido midiendo con espectrometría de masas de ionización térmica (TIMS) por la gran precisión que caracteriza a esta técnica<sup>8</sup>. Sin embargo, se requieren tratamientos de muestra muy te-

diosos y tiempos de análisis muy largos que en algunos casos pueden llegar a las veinte horas. Una alternativa a esta técnica es la espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS), que aunque no alcanza tanta precisión dependiendo del detector, reduce los tiempos de medida y la preparación de muestra considerablemente.

Desde el punto de vista analítico el objetivo es verificar las prestaciones analíticas ICP-MS con cuadrupolo en términos de precisión y exactitud en la medida de relaciones isotópicas y la puesta a punto de un método de lixiviación de plomo que evite el laborioso proceso de la disolución de la muestra.

## PARTE EXPERIMENTAL

### Instrumentación y reactivos

La medida de las relaciones isotópicas se llevó a cabo con un ICP-QMS de Perkin Elmer Sciex Elan 6000 (Canadá). La introducción de la muestra se realizó mediante un nebulizador de flujo cruzado.

CONDICIONES DEL ICP	
Flujo de gas de Argón	
plasma	15 L min <sup>-1</sup>
auxiliar	1,2 L min <sup>-1</sup>
nebulizador	0,9 L min <sup>-1</sup>
Pump rate	1,2 mL min <sup>-1</sup>
Frecuencia	1000 W
PARÁMETROS DE ADQUISICIÓN	
Número de barridos	1000
Tiempo de estancia	20 ms
Tiempo de integración	20000 ms
Tiempo de asentamiento	3 ms
Número de replicas	3
Isótopos medidos	<sup>202</sup> Hg
	<sup>204</sup> Pb
	<sup>206</sup> Pb
<sup>207</sup> Pb	
<sup>208</sup> Pb	
Tiempo de análisis	5 min 45 s

Condiciones de medida de los isótopos de plomo

Las masas medidas fueron 204, 206, 207, 208 y 202 para corregir las posibles interferencias de  $^{204}\text{Hg}$ .

La cantidad de plomo lixiviado en cada muestra se determinó por espectrometría de Absorción atómica usando un Perkin Elmer AAnalyst 300 (USA).

Como material de referencia se empleó un standard isotópico de plomo (NIST SRM 981) a partir del cual se preparó una disolución de  $1000 \text{ mg L}^{-1}$  de Pb en ácido nítrico 2%. Los ácidos empleados fueron todos de calidad analítica.

### Descripción de las muestras

Entre las cerámicas que se hallaron en las excavaciones arqueológicas se identificaron dos grupos con vidriados ricos en plomo, los cuales han sido objeto de este estudio. El primer grupo incluye a los vidriados opacos con estaño decorados en verde-manganeso y el otro grupo hace referencia a los vidriados transparentes decorados en verde y ama-

rillo (comúnmente denominados melados). Aunque todos los fragmentos estudiados están decorados por ambas caras, solamente se han determinado composiciones isotópicas del plomo empleado en la cara principal.

### Preparación de la muestra

El primer paso para llevar a cabo la determinación isotópica del plomo es poner en disolución el plomo. Habitualmente ésto se consigue mediante la disolución del vidriado, pero como método alternativo se optó por realizar una lixiviación con ácido acético al 4%<sup>9</sup>. Para ello, fue necesario cortar pequeños fragmentos de cerámica de aproximadamente  $1 \text{ cm}^2$  y sumergirlos en un recipiente cerrado con dos mililitros del ácido durante 24 horas.

Transcurrido este tiempo se extrajo la muestra cerámica y se determinó en la disolución, mediante absorción atómica la concentración de plomo lixiviada para realizar las diluciones necesarias antes de medir las relaciones isotópicas.

<sup>9</sup>MARZO, P., LABORDA, E. y PÉREZ-ARANTEGUI, J. (2007). "A simple method for the determination of lead isotope ratios in ancient glazed ceramics using inductively coupled plasma –quadrupole mass spectrometry". *Atomic Spectrometry* 28, pp. 195-201



Tipos de decoraciones cerámicas analizadas. Arriba izquierda: vidriado opaco verde-manganeso. Arriba derecha: vidriado transparente melado. Abajo: vidriado transparente verde



<sup>10</sup>BEGLEY, I.S. & SHARP, B. L. (1997). "Characterisation and correction of instrumental Bias in Inductively Coupled Plasma Quadrupole Mass Spectrometry for Accurate Measurement of lead Isotope Ratios; J. Anal. At. Spectrom. 12, pp. 395-402

$n_b$	$t_d$ (ms)	$t_i$ (ms)	rsd <sup>206</sup> Pb/ <sup>204</sup> Pb	rsd <sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	rsd <sup>208</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb
250	20	5000	0.3219	0.172	0.255
500	10	5000	0.2538	0.174	0.190
1000	5	5000	0.2922	0.242	0.292
1000	10	10000	0.1847	0.175	0.167
1000	20	20000	<b>0.1749</b>	<b>0.047</b>	<b>0.075</b>

Variación de rsd (desviaciones standard relativas) con respecto a tiempos de integración ( $t_i$ ), tiempo de estancia por canal ( $t_d$ ) y nº de barridos ( $n_b$ ) medidas en una disolución de 50 ng L<sup>-1</sup> de plomo

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Precisión

Como ya se ha comentado anteriormente, uno de los parámetros fundamentales en las determinaciones de relaciones isotópicas es la precisión alcanzada en las mediciones. La precisión conseguida por ICP-MS (rsd=0,1%) puede ser suficiente para la caracterización de las cerámicas pero requiere una serie de optimizaciones para alcanzar la máxima. Por ello, para determinar la influencia de cada uno de los parámetros de adquisición de datos (tiempo de medida, tiempo de estancia por canal y número de barridos) en las relaciones isotópicas se realizaron a partir del patrón de plomo NIST-981, cuyas relaciones isotópicas son perfectamente conocidas, determinaciones variando los parámetros indicados. La máxima precisión alcanzada se consiguió con el máximo número de barridos que permite el equipo (1000), tiempos de medida (20000 ms) y estancia (20 ms) largos. Como se observa en la siguiente tabla de las relaciones isotópicas en las que el isótopo 204 (minoritario) no está presente se consiguieron precisiones entre 0.047-0.075% y próximas al 0.18% en las que éste está presente.

### Discriminación de masas

Otro aspecto que hay que tener en cuenta en la medida de relaciones isotópicas es la discriminación de masas. La discriminación de masas se debe a la distinta transmisión de los iones desde el punto de muestreo hasta el detector de un ICP-MS. Este fenómeno produce que las

medidas de las relaciones isotópicas se desvían respecto a sus valores verdaderos dependiendo de la distinta masa de los isótopos medidos. Dicha corrección se puede llevar a cabo de distintas maneras<sup>10</sup>, pero en este caso se eligió una corrección externa mediante las sucesivas medidas de un estándar de plomo (NIST SRM 981). Con este método se intenta determinar el número máximo de muestras que se pueden analizar entre dos medidas del estándar. Las muestras medidas entre los estándares se corrigen a partir de las desviaciones observadas en éstos mediante un factor corrector.

Tras realizar medidas del patrón a lo largo de dos horas se fueron haciendo correcciones de masas tomando la primera medida como patrón y el resto de medidas como muestras. Este mismo procedimiento se fue repitiendo considerando que los patrones se introducían cada 10, 5, 3 o cada muestra. La precisión obtenida mejora conforme aumenta la frecuencia de patrones entre las muestras analizadas. Sin embargo, el efecto de introducir los patrones cada muestra, cada 3 o 5, no justifica la mejora de precisión debido al aumento del tiempo necesario para el análisis. Por ello, se decidió introducir los patrones cada 5 muestras y aplicar la correspondiente corrección.

### Análisis de las muestras

Los resultados obtenidos de las relaciones isotópicas de plomo se resumen en la siguiente tabla. La representación de las relaciones isotópicas <sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb vs <sup>208</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb y <sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb vs <sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb para cada una de las mues-

MUESTRA	DECORACIÓN	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} \pm \text{sd}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} \pm \text{sd}$	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} \pm \text{sd}$
15	verde-manganeso	18.504 ± 0.045	0.8457 ± 0.0001	2.0881 ± 0.0019
16	verde-manganeso	18.523 ± 0.010	0.8454 ± 0.0002	2.0820 ± 0.0017
17	verde-manganeso	18.556 ± 0.032	0.8458 ± 0.0001	2.0877 ± 0.0026
18	verde-manganeso	18.481 ± 0.053	0.8471 ± 0.0009	2.0827 ± 0.0016
19	melada	18.369 ± 0.023	0.8564 ± 0.0009	2.1209 ± 0.0023
20	melada	18.310 ± 0.003	0.8567 ± 0.0009	2.1263 ± 0.0010
21	verde-manganeso	18.328 ± 0.020	0.8578 ± 0.0003	2.1197 ± 0.0019
22	verde-manganeso	18.250 ± 0.023	0.8560 ± 0.0006	2.1230 ± 0.0009
23	melada	18.530 ± 0.029	0.8447 ± 0.0003	2.0932 ± 0.0040
24	melada	18.527 ± 0.009	0.8448 ± 0.0006	2.0973 ± 0.0022
25	melada	18.355 ± 0.011	0.8565 ± 0.0001	2.1191 ± 0.0018
26	melada	18.360 ± 0.009	0.8563 ± 0.0004	2.1192 ± 0.0005
27	melada	18.299 ± 0.010	0.8556 ± 0.0011	2.1203 ± 0.0013
28	verde	18.346 ± 0.022	0.8543 ± 0.0009	2.1150 ± 0.0005
29	verde	18.451 ± 0.029	0.8440 ± 0.0003	2.1027 ± 0.0008
30	verde	18.636 ± 0.008	0.8439 ± 0.0001	2.1050 ± 0.0003
31	verde	18.702 ± 0.015	0.8435 ± 0.0017	2.1044 ± 0.0017
32	verde	18.809 ± 0.010	0.8430 ± 0.0005	2.0983 ± 0.0013
33	verde	18.614 ± 0.012	0.8439 ± 0.0011	2.0914 ± 0.0008
34	verde	18.615 ± 0.004	0.8430 ± 0.000	2.0983 ± 0.0016
35	verde	18.615 ± 0.008	0.8436 ± 0.0008	2.1093 ± 0.0017
36	verde	18.712 ± 0.023	0.8434 ± 0.0001	2.1008 ± 0.0018

Relaciones isotópicas obtenidas para la muestras analizadas

tras, permite establecer ciertas diferencias y similitudes entre el plomo empleado en la decoración de las cerámicas.

Las muestras se pueden separar fácilmente en tres grupos diferenciados. Uno de ellos, con composiciones isotópicas muy diferentes a los otros dos, incluye a las muestras decoradas con vidriados melados transparentes. El segundo grupo engloba a fragmentos cerámicos decorados también con vidriados transparentes pero de color verde. Por último, el tercer grupo se corresponde con las cerámicas decoradas en verde-manganeso.

La diferenciación de los tres grupos cerámicos, manufacturados en el mismo lugar y en la misma época, sugiere distintas fuentes de procedencia del plomo como materia prima dependiendo del tipo o de la calidad del vidriado. No es de extrañar que la procedencia del plomo empleado para la cerámica decorada en verde-manganeso sea diferente al resto,

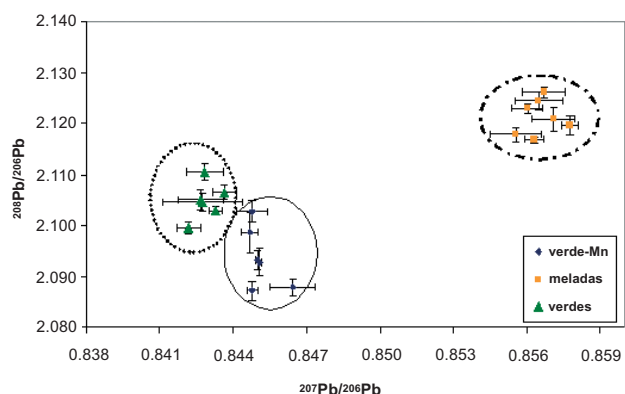
por tratarse de una cerámica de mayor calidad y por tanto la selección de las materias primas sea más cuidada. Sin embargo, llama la atención que el plomo tenga orígenes distintos en los vidriados transparentes cuya composición en los elementos mayoritarios es bastante similar (solamente difieren en la cantidad de metales responsables del color, hierro en el caso de los melados y cobre en los verdes).

En la Península Ibérica existen varias áreas donde las minas de plomo han sido explotadas desde antiguo y cuyas las relaciones isotópicas de plomo están descritas en la literatura<sup>11-16</sup>. Estas zonas se corresponden con el Sureste (zona de Almería y Murcia), Suroeste (Huelva, Sevilla y Portugal), Norte (País Vasco y Cantabria) y Noreste (Cataluña). Si se representan las áreas de las relaciones isotópicas de cada zona junto con los datos obtenidos para las muestras de Albarracín se pueden sacar algunas conclusiones.

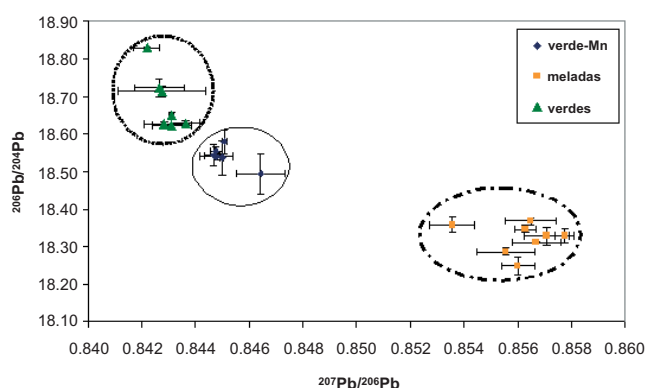
<sup>11</sup>VELASCO, F, PESQUERA, A. y HERRERO J. M. (1996). "Lead isotope study of Zn-Pb deposits associated with the Basque-Cantabrian basin and Paleozoic basement, Northern Spain". *Mineralium Deposita* 31, pp. 84-92.

<sup>12</sup>STOS-GALE, Z., GALE, N. H., HOUGHTON, J. & SPEAKMAN, R. (1995). "Lead isotope data from the Isotracc Laboratory, Oxford: Archaeometry database 1, ores from the Western Mediterranean". *Archaeometry* 37, pp. 407-415.

<sup>13</sup>SANTOS ZALDUEGUI, J. F., GARCÍA DE MADINABEITIA, S., GIL IBARGUCHI, J. I. y PALERO, F. (2004).



Representación de las relaciones isotópicas de la cerámicas de Albarraçin  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  vs  $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$



Representación de las relaciones isotópicas de la cerámicas de Albarraçin  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  vs  $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$

“A lead isotope database: the Los Pedroches –Alcudia area (Spain); Implications for archaeometallurgical connections across Southwestern and Southeastern Iberia”. *Archaeometry* 46, pp. 625-634.

<sup>14</sup>E. MARCOUX (1998), “Lead isotope systematics of the giant massive sulphide deposits in the Iberian Pyrite Belt”. *Mineralium Deposita* 33, pp. 45-58.

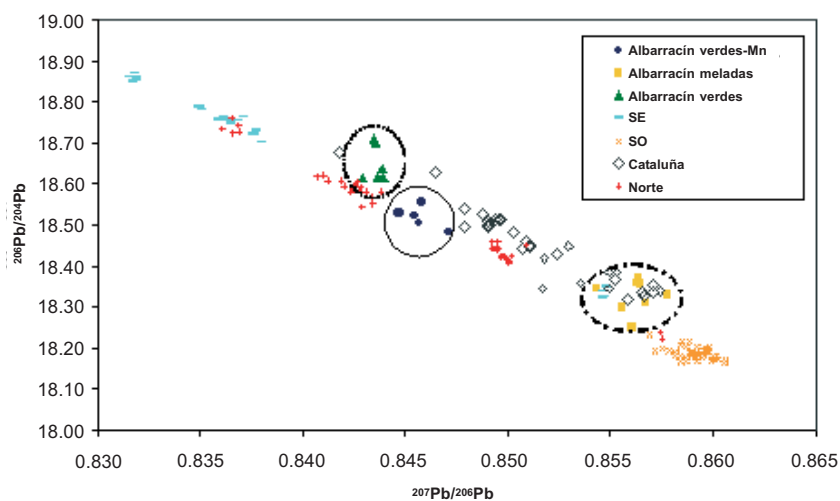
<sup>15</sup>ARRIBAS, A. Jr., y TOSDAL, R. M. (1994), “Isotopic composition of Pb in ore deposits of the Betic Cordillera, Spain: Origin and relationship to other European deposits”. *Enomonic Geology* 89, pp. 1074-1093.

<sup>16</sup>CANALS A. & CARDELLACH, E. (1997), “Ore lead and sulphur isotope pattern from the low-temperature veins of the Catalanian Coastal Ranges (NE Spain)”. *Mineralium Deposita* 32, pp. 243-249.

Las cerámicas verdes de Albarraçin tienen una composición similar con las minas del Norte, aunque no son del todo iguales. El plomo utilizado en la decoración de las cerámicas meladas tiene relaciones isotópicas similares a las minas de Cataluña y algunas minas del Sureste. Sin embargo, las decoradas en verde-manganeso no se pueden relacionar con ninguna zona descrita. La asignación de la procedencia exacta del plomo es muy difícil y con bastante probabilidad sería incorrecta por la falta de datos de todas las minas de plomo de la Península Ibérica que se han explotado. Por ello, no es posible establecer las fuentes del plomo, aunque sí una aproximación de la posible área de procedencia.

### CONCLUSIONES

Se ha demostrado que aunque la precisión alcanzada en las medidas de las relaciones isotópicas mediante ICP-QMS es inferior que en otras técnicas, es suficiente para poder apreciar diferencias en la procedencia de los materiales de origen de los vidriados cerámicos. La lixiviación del plomo es un método adecuado para evitar el largo proceso de disolución del vidriado. Los resultados obtenidos demuestran que la fuente de procedencia del plomo usado en la producción cerámica de Albarraçin durante el siglo XI dependía de la decoración de la cerámica y los posibles orígenes del plomo son muy diversos.



Relaciones isotópicas de las minas de plomo de la Península Ibérica junto con las obtenidas en las muestras analizadas

# VALORACIÓN PRELIMINAR DE LOS CONTENIDOS DE UNA RASTRA DE BAUTIZAR PERTENECIENTE AL MUSEO DE CREENCIAS Y RELIGIOSIDAD POPULAR DEL PIRINEO CENTRAL DE ABIZANDA

---

*En ocasiones la identificación de materiales se ve dificultada por la virtual ausencia de los mismos. En los casos en que la degradación del material por parte de agentes biológicos es prácticamente total, el hallazgo y determinación de indicios que sugieran la naturaleza original de la muestra se convierte en una labor muy minuciosa.*

---

**Jordán Esteso Martínez**

Profesor de Biología de la Escuela Taller de Restauración de Aragón II

Entre las actividades que realiza cotidianamente el laboratorio de biología, el análisis de materiales orgánicos procedentes de ámbitos arqueológicos ocupa la mayor parte del tiempo. La determinación y valoración de restos orgánicos visibles o contenidos en el sedimento, resulta ser habitualmente nuestra principal herramienta de reconstrucción, de paisajes, de dietas, de costumbres y preferencias de pueblos y culturas pasadas. Se trata habitualmente de un estudio poco dirigido, ya que la disponibilidad de tales restos no es siempre ni tan frecuente ni tan abundante como sería deseable. Por tanto, desconociendo *a priori* qué tipo de restos y en qué cantidades los vamos a encontrar, el tipo de estudio realizado, así como su profundidad dependerá en último término de la muestra a analizar.

Tales limitaciones no están ligadas exclusivamente al ámbito de la arqueología sino que pueden verse afectados otros ámbitos como la etnología o la restauración. Muchos objetos de valor histórico-artístico pueden ver completada su descripción o interpretación gracias a diversos análisis de su composición y materiales. En muchos casos la labor del laboratorio de biología termina con la iden-

tificación de un material, correspondiendo la interpretación de su uso a cargo de otras disciplinas especializadas en el tema. Otras veces puede llegarse aún más allá, valorando la naturaleza de un posible deterioro de la pieza cuando éste es debido a agentes orgánicos. En cualquier caso, estos estudios no suelen resultar excesivamente complicados, ya que el objeto suele permitir la identificación de sus partes así como su funcionalidad, haciendo en cierto modo previsible el espectro de resultados obtenibles.

Sin embargo, es posible encontrar auténticos retos en objetos en apariencia bien descritos e incluso bien conservados, como es el caso de la pieza que nos ocupa actualmente. Cabe decir que, por sí misma, la procedencia de la pieza ya presenta ciertas connotaciones que aportan un grado de misterio e incertidumbre. La pieza procede del Museo de Creencias y Religiosidad Popular de Abizanda, centrado en la recopilación de objetos cuyo sentido va muchas veces más allá de la funcionalidad o la lógica, entrando en el ámbito de la superstición o de diversos saberes ancestrales. El objeto en cuestión es lo que se denomina una rastra de bautizar, un objeto de difícil descripción compuesto po-





Aspecto general de la rastra de bautizar

runa serie de amuletos y elementos de protección que acompañaba al niño a lo largo de su vida.

Esta rastra fue restaurada hace algún tiempo por las restauradoras M<sup>a</sup> Luz Morata y Carmen Masdeu, de la empresa Morata y Masdeu, momento que se consideró idóneo para la toma de muestras por parte del laboratorio de biología. Esto es así porque múltiples paquetes que penden de la rastra podrían contener diferentes tipos de restos orgánicos tales como hierbas aromáticas o medicinales, maderas, semillas etc. En cualquier caso, no fue posible predecir el contenido de tales paquetes, puesto que hay muy poca documentación referente a este tipo de objetos.

Es debido a este desconocimiento que no se disponía de una estrategia clara ni tan siquiera para la toma de muestras. Por otro lado, un equipo de restauradoras trabajaba en la valoración del estado de la pieza, el cual, en lo referente a las telas que lo componían no parecía ser demasiado malo. No obstante se podían observar evidencias de ataques biológicos en el interior de los objetos, tales como orificios de salida de imagos y pérdida de material pulverizado, sugiriendo cierto grado de degradación de los contenidos.

Los objetos que penden de la rastra estaban previamente numerados de izquierda a derecha. La numeración correspondiente al museo para esta pieza era 522.x siendo x el número de orden de izquierda a derecha. Aunque se comen-

zó empleando la nomenclatura propia del laboratorio, numerando las muestras del 501 en adelante, dada su similitud con la del museo se decidió mantener la nomenclatura original con el fin de evitar confusiones.

En un principio, se extrajeron muestras de aquellos paquetes que permitían un acceso razonable a su interior. Dado que se desconocía la construcción interna de las piezas y con el fin de evitar un mayor deterioro, se tomaron los primeros restos orgánicos accesibles en el interior de las mismas consistentes en pequeñas cantidades del material contenido en el interior.

En total se obtuvieron cuatro muestras de los siguientes paquetes:

- 522.1.- Fibras pertenecientes a una especie de gasa que constituía el relleno.
- 522.15.- Restos inclasificables *in situ* del material de relleno.
- 522.16.- Fibras aparentemente no hiladas ni tejidas, constituyendo el relleno.
- 522.19.- Restos inclasificables *in situ* del material de relleno.

Posteriormente, el equipo de restauradoras consideraría conveniente la extracción total de los contenidos, los cuales fueron asimismo enviados al laboratorio. Sin embargo esta ampliación del material de análisis no se contemplará en este artículo.

## LAS MUESTRAS

El aspecto y cantidad de las muestras resultaban poco prometedores en cuanto a la cantidad de información que de ellos se pudiera extraer. Imágenes 2, 3 y 4.

Sin embargo se han conseguido determinar diversos materiales y restos que podrán ir ayudando a identificar los contenidos originales.

### Fibras

Las muestras 522.1 y 522.16 corresponden exclusivamente a fibras, siendo estas, aparentemente, el principal elemento de relleno de sus respectivos envoltorios.

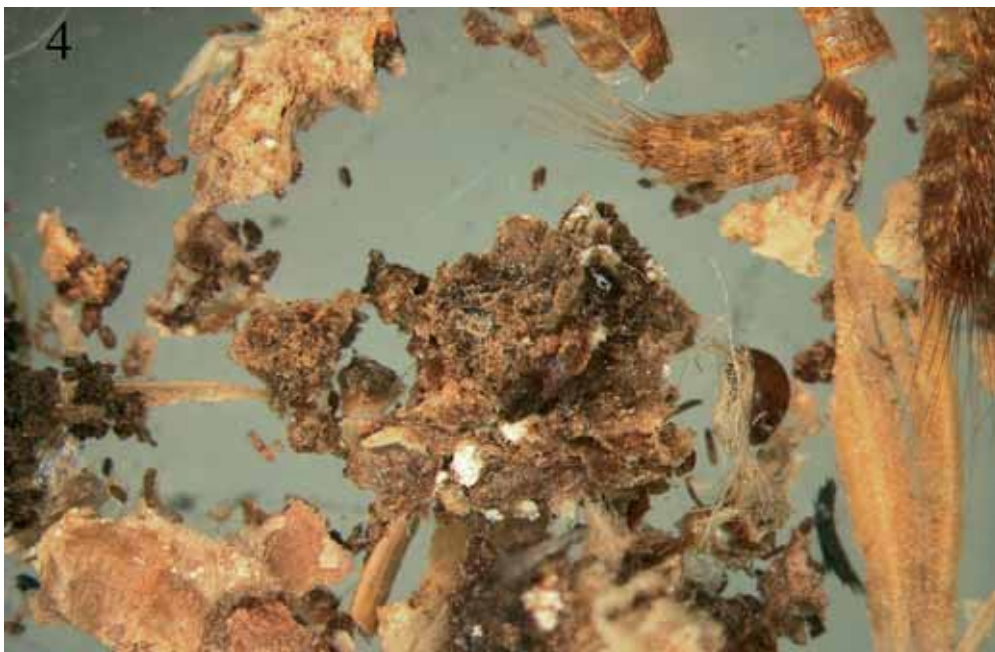
En las otras dos muestras aparecen ocasionalmente pequeños fragmentos de fibras trenzadas, mezcladas con otros materiales.

- 522.1

Extraída a través de un pequeño descosido, daba la sensación de que el relleno del paquete correspondía a una especie de tejido laxo de color pardo oscuro.

De este tejido se extrajeron unas cuantas fibras.

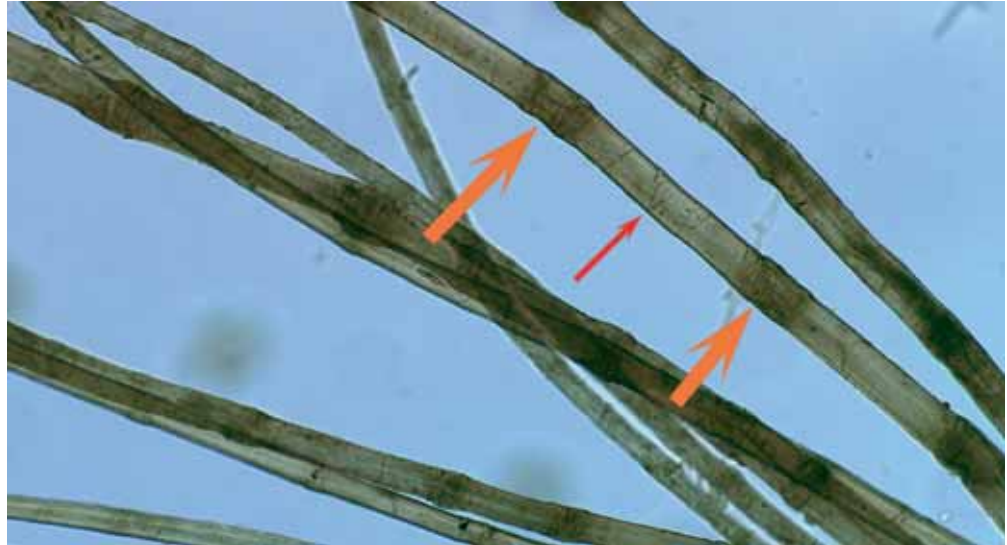
El análisis microscópico de estas fibras permite su identificación sin necesidad de tinción.



Aspecto de las muestras obtenidas. Las muestras 522.15 y 522.19 resultaron ser virtualmente idénticas por lo que se muestra sólo una imagen







Aspecto de las fibras, mostrando una serie de engrosamientos y puntos de dislocación

Los engrosamientos sucesivos de la fibra (flechas naranjas) así como múltiples puntos de dislocación, habitualmente en forma de X (flecha roja), hacen pensar en lino ó cáñamo. Por otro lado, la ausencia de estrías longitudinales en la fibra, observable con iluminación episcópica (no se muestra por no apreciarse en la fotografía) así como la ligereza y flexibilidad del hilo parecen indicar al lino como especie de procedencia de este material.

- 522.16

Extraída tras el desmontaje parcial del envoltorio, dentro del cual parecía haber únicamente una especie de estopa compuesta de fibras poco elaboradas.

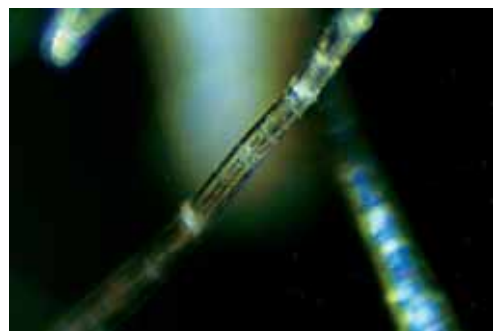
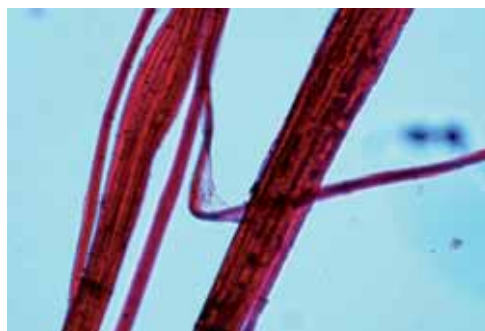
En este caso, con el fin de ganar algo de contraste con el microscopio de luz transmitida, se procedió a la tinción con

safranina. Aun así, los haces de fibras no estaban muy trabajados por lo que era difícil observar una sola fibra. Finalmente con iluminación episcópica se consiguió ver el relieve (estriaciones longitudinales) de una sola fibra, resultando en este caso ser de cáñamo.

- 522.15

De entre los múltiples materiales que constituyen la muestra se han extraído varios fragmentos de fibras trenzadas que podrían pertenecer a las telas o costuras del envoltorio, si bien no parece probable que sean consecuencia del proceso de extracción de la muestra, ya que en algunos casos aparecen adheridas a otros materiales.

Al observar todas ellas al microscopio no se advirtieron relieves ni marcas



Se muestran las fibras teñidas con safranina y observadas con luz transmitida a la izquierda y con iluminación episcópica a la derecha



Aspecto de los fragmentos de fibras hallados en la muestra 522.15

significativas en las fibras, por lo que se tiñeron con safranina para aumentar el contraste.

En todos los casos el material de procedencia de las fibras es seda, como se puede apreciar por los ocasionales sobrecruzamientos dentro de cada fibra (flechas negras).

- 522.19

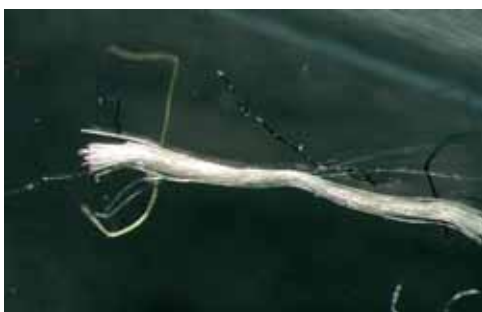
También en esta muestra aparecieron fibras entremezcladas con otros materiales e igualmente, el material de procedencia es seda.

### Otros materiales

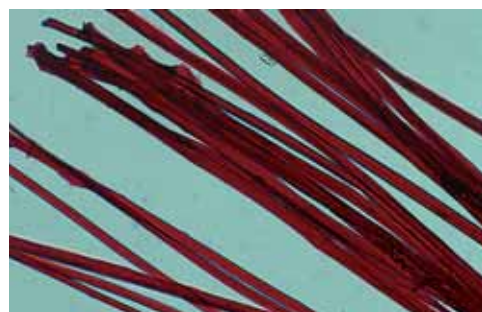
Las muestras 522.15 y 522.19 resultaron contener una curiosa mezcla de materiales vegetales y animales de difícil descripción. Aparecían sobre todo larvas de coleóptero, fragmentos de imagos, también de coleóptero, ciertos materiales vegetales de aspecto pajizo, otras estructuras sin determinar y excrementos de insecto. Obviamente esa no podía ser la composición inicial del contenido del envoltorio, por lo que se hacía necesario un análisis más profundo de las especies que lo componían.



Fibras teñidas con safranina y observadas con luz transmitida. Las flechas negras indican puntos de sobrecruzamiento en la fibra



Aspecto de las fibras halladas en la muestra 522.19



Fibras teñidas con safranina y observadas con luz transmitida





Aspecto de una larva de las halladas en las muestras 522.15 y 522.19

Se comenzó por las larvas y exuvios larvarios ya que presentaban una buena integridad y su número era elevado.

Todas ellas presentaban la misma morfología, si bien podían observarse exuvios de muy distinto tamaño, evidencia de las distintas mudas del ciclo larvario. La morfología de las larvas apuntaba desde un primer momento a un coleóptero de la familia Dermestidae. A los miembros de esta familia se les conoce como escarabajos de las alfombras, por ser una de las especies de ambientes domésticos que se alimenta de materiales de origen animal, como lana, piel o cuero, e incluso seda. Solamente por este hecho estaría justificada su presencia, dada la naturaleza de los envoltorios.

Por otro lado, aparecían infinidad de restos de escarabajos adultos de pequeño tamaño que aparentemente no corres-



Algunos de los restos de imagos hallados en las muestras 522.15 y 522.19

pondría con las larvas, mucho más grandes. Sin embargo en los coleópteros es un hecho que las larvas presentan muchas veces tamaños superiores al de los adultos, por lo que no se desechó la posibilidad de la correspondencia.

Partiendo del hecho de que no aparecía ningún individuo completo, la identificación de la especie era dificultosa con el uso de claves. Sin embargo y pese a la presencia de las larvas, los fragmentos de adulto recordaban más a la familia Anobiidae que a Dermestidae. Finalmente e ignorando la presencia de las larvas, se chequeó la familia Anobiidae, trabajo facilitado por la aparición de un individuo semicompleto incluido en un aglomerado de materiales.



Aspecto del imago semicompleto hallado en la muestra 522.19

De esta forma se llegó a un diagnóstico firme de una segunda especie de coleóptero en la muestra: *Stegobium paniceum* L. del cual no se ha encontrado ninguna larva. Esta especie es una plaga habitual en diversos tipos de alimentos almacenados, generalmente de carácter amiláceo tales como pan, galletas, cereales, etc. de ahí el epíteto "*paniceum*". Este hecho es coherente con otro indicio encontrado en la muestra, consistente en fragmentos de un material, aparentemente vegetal, de aspecto pajizo.

Un análisis más en profundidad de este material permitió vincularlo a un cereal todavía no determinado, gracias a las características de su epidermis.

Se pueden observar tanto células (flecha verde) y papilas (flechas negras) silíceas como secciones basales de tricomas



Aspecto del material vegetal hallado en 522.15 y 522.19

(flecha roja) que recuerdan en cierto modo a la epidermis de las cubiertas del grano de trigo (*Triticum* sp.), sin embargo es necesario confirmar esta especie.

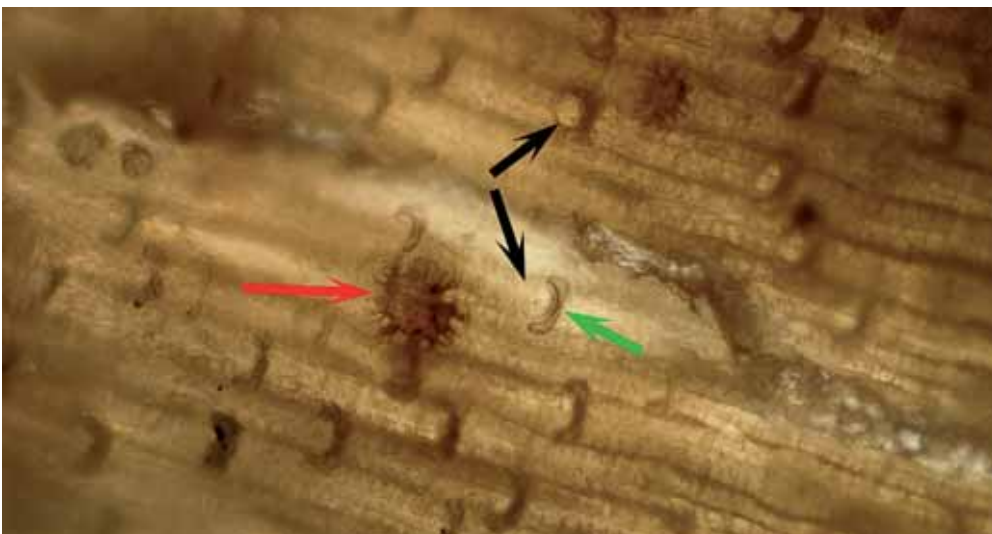
Otras muchas estructuras encontradas de forma muy fragmentada en la muestra indican la presencia abundante de un cereal.

Tal es el caso de algunos fragmentos de la propia epidermis del grano dejando

ver la capa de aleurona subyacente, un fragmento de lemma u otros elementos de las cubiertas.

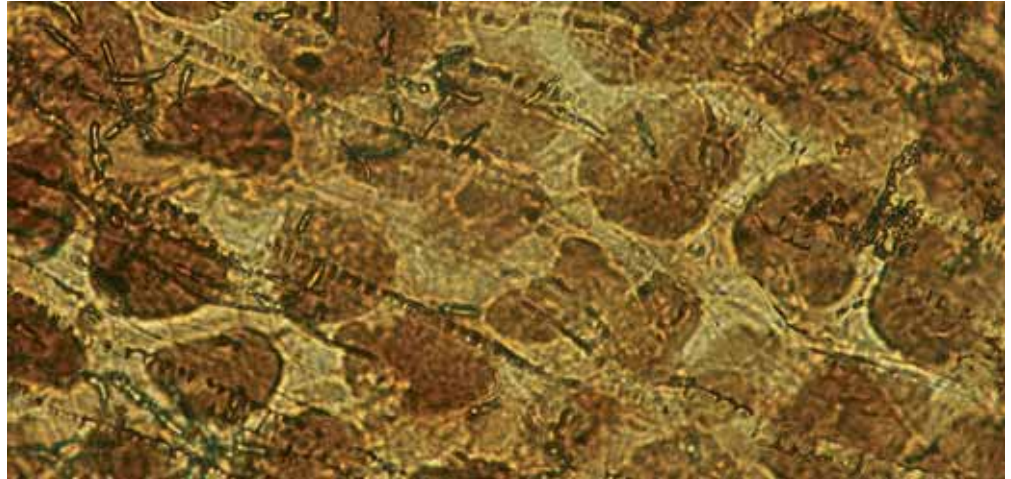
## CONCLUSIONES

El estado de los materiales originales contenidos en los envoltorios dificulta en gran manera su identificación. No obstante un análisis minucioso puede extraer información en forma de pequeños frag-



Aspecto de la epidermis observable en el material vegetal hallado en las muestras 522.15 y 522.19. Se pueden observar secciones basales de tricomas (flecha roja), papilas silíceas (flechas negras) y células silíceas (flecha verde)





Se muestra un resto de la superficie de un grano de cereal donde se intuye el patrón de la epidermis y la capa subyacente de aleurona

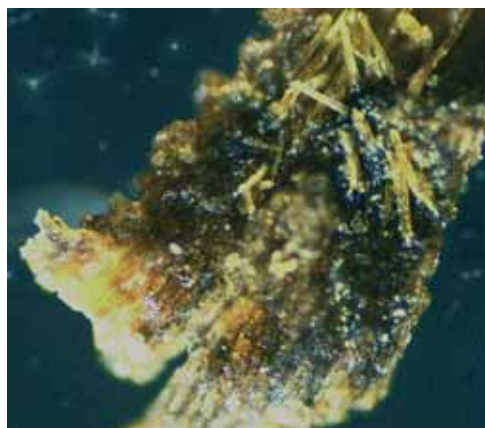
mentos no deteriorados pero que por su tamaño ofrecen informaciones sesgadas e incompletas.

En estos momentos sólo se puede afirmar la presencia de un elemento original del relleno de los envoltorios 522.15 y 522.19, esto es, granos de un cereal aparentemente sin descascarillar (probablemente trigo), el resto del material parece ser derivado de la actividad de los coleópteros. La cuestión sería determinar si las presencias de ambas especies de coleópteros son independientes o están relacionadas, ya que si bien la presencia de *Stegobium* se explica por la presencia de grano en el interior del envoltorio, la presencia de los derméstidos puede deberse a la propia naturaleza del envoltorio, a la presen-

cia de alguna sustancia de origen animal (incluía a propósito) aún no identificada o a la propia población de anóbidos, cuyos cadáveres y exuvios hayan atraído a alguna especie carroñera de derméstido.

Las otras dos muestras (522.1 y 522.16) no parecen presentar en su contenido más que fibras en diferentes estados de manufactura, por lo que no se puede decir mucho más de ellas.

Dado que se recibieron posteriormente cantidades mayores de los contenidos de los envoltorios ya citados así como de otros, es posible que se consiga obtener algún dato más de los contenidos originales de esta pieza al igual que del proceso de degradación los mismos.



Fragmento de las cubiertas foliáceas de un grano de cereal, probablemente una lemma



Fragmento de epidermis con tricomas



<sup>3</sup>Huellas saurópodas: se trata de icnitas atribuidas a dinosaurios saurópodos (cuello y cola larga, comedores de plantas) donde las huellas traseras suelen ser ovaladas y las manos que se sitúan por delante de las huellas de los pies suelen presentar forma de media luna.

<sup>4</sup>Subhuella: se origina a la vez que la huella real pero en láminas sedimentarias adyacentes.

<sup>5</sup>Tridáctila: huellas en las que se aprecian tres dedos.

con cuatro huellas saurópodas<sup>3</sup> y a 25 metros de éstas, afloran otras icnitas saurópodas.

- Nivel intermedio (2 EP):

Se trata de un estrato calizo por encima del 1 EP, en el que las impresiones no son nítidas, pudiendo ser subhuellas<sup>4</sup>. Éstas corresponden a numerosas icnitas de saurópodos y otras tridáctilas<sup>5</sup>.

- Nivel superior (3 EP):

Está compuesto por calizas y posee huellas tridáctilas, destacando una de ellas por estar incompleta y tener 25 cm de longitud.

A estos tres niveles hay que añadir la intervención en una zona entre 1.1 EP

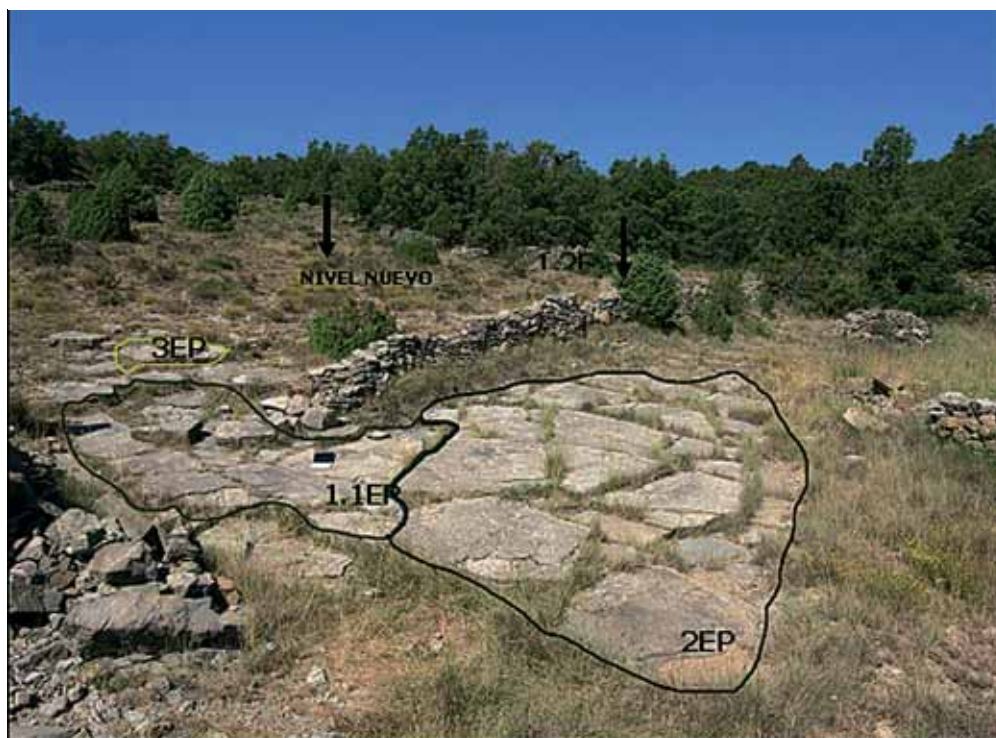
y 1.2 EP donde se observan pequeñas huellas aisladas y parcialmente cubiertas.

## ESTADO DE CONSERVACIÓN

El yacimiento se encuentra a la intemperie sin ningún tipo de protección o cubierta que ofrezca resguardo, lo que está provocando una fuerte degradación natural e irreversible por la acción conjunta de variables atmosféricas y biológicas. Por tanto los principales agentes de deterioro detectados sobre este afloramiento son los siguientes:

### Insolación y oscilación térmica

La radiación solar provoca una variación de temperatura sobre la superfi-



Vista general del yacimiento con los niveles y huellas más representativas.  
A. Huella saurópoda-mano; B. Huella saurópoda-pie; C. Huella tridáctila

cie del afloramiento que en verano puede oscilar entre los 7° y 35° C y en invierno de -15° a 15 ° C. Estos cambios tan extremos provocan que la parte externa de la roca se dilate y contraiga más que la interna, provocando fisuras y roturas.

### Agua

La propiedad disolvente del agua hace que actúe sobre la superficie, siendo el medio en el que se transportan ácidos y bases, llegando a reaccionar con los componentes químicos de la roca. Además, cuando el agua se introduce en las oquedades de la roca y se alcanzan temperaturas bajo cero puede congelarse y aumentar su volumen, presionando las paredes hasta llegar a fracturarlas.

### Acción biológica

Los vegetales y líquenes provocan sobre la caliza un efecto mecánico, debido a la presión ejercida por las raíces, y químico, por las sustancias que segregan. Los excrementos de los animales igualmente son corrosivos.

### Factor antrópico

Este yacimiento está próximo a la carretera, de manera que es susceptible de ser vi-

sitado sin control, lo que puede provocar el levantamiento de pequeñas escamas y desgaste superficial.

Todos estos agentes de degradación de manera individual o conjunta, han producido las siguientes alteraciones sobre el afloramiento:

#### - Descascarillado de la capa:

Consiste en el desprendimiento de la roca en diferentes formas según su tamaño; láminas, placas o fragmentos. Se observa de forma puntual en el nivel inferior.

#### - Exfoliación:

Las diferentes capas que forman los niveles del yacimiento se levantan y se separan de forma paralela a lo largo del yacimiento.

#### - Rotura de la roca:

Se crean fisuras y fracturas. Se acentúa en zonas con mayor vegetación.

#### - Desgaste superficial:

Debido a la formación de "zonas de lavado" en la caliza.

#### - Depósitos de suciedad superficial:

Generalmente aumentan la higroscopicidad, encharcan el relieve de las icnitas



Alteraciones más comunes en el yacimiento "El Pozo"







y producen erosión a causa de la fricción de pequeños fragmentos.

## PROCESO DE INTERVENCIÓN

La intervención directa sobre el yacimiento comenzó tras formalizar una serie de pasos previos: documentación fotográfica de la zona, realización de pruebas sobre los productos a aplicar, tanto *in situ* como en el laboratorio, establecimiento de criterios de intervención idóneos con las necesidades del yacimiento para finalizar con el planteamiento de una propuesta de intervención.

Una vez concluida esta primera parte, se procedió a realizar los trabajos de conservación que se separaron en tres fases:

### 1ª. Limpieza

La primera fase consistió en la limpieza y eliminación de tierra y vegeta-



Procesos de limpieza

ción de la superficie del yacimiento, así como de las grietas.

Tras una primera limpieza superficial, con cepillos y brochas de cerdas suaves se inyectó, de manera controlada, herbicida, Herbastop® diluido en agua, en las grietas y fisuras, favoreciendo la posterior extracción de la raíces. Se obtuvieron resultados aproximadamente a los 15 días de su aplicación, constatando un mayor debilitamiento de las raíces. Para la eliminación de vegetación se empleó instrumental variado: piquetas, tijeras, alicates para el arranque, etc. dependiendo del tipo de plantas y localización de las mismas. En algún caso fue necesaria la utilización de una pequeña amoladora y sierras para cortar raíces de gran grosor.

Los trabajos fueron realizados a la vez que se iba retirando sedimento de las grietas de la caliza, para posteriormente proceder al relleno de adhesivo o mortero. En las grietas de mayor tamaño se emplearon punzones, destornilladores y espátulas, las más estrechas se vaciaron con instrumental más preciso como ganchos de dentista y pinzas. Tanto en la eliminación de vegetación como en el vaciado de las grietas se emplearon brochas y aspiradores industriales.

En esta intervención se levantaron varias placas de caliza para que la limpieza resultara más eficaz, eliminando así las raíces más gruesas que formaban un extenso entramado por debajo de la superficie del yacimiento.

### 2ª. Adhesión

Los fragmentos y escamas que se encontraban sueltos por la superficie del yacimiento, se ubicaron de nuevo en su posición original, siguiendo las indicaciones y mapeos realizados en los trabajos previos. La metodología a seguir consistió en el marcado provisional de las uniones con corrector líquido, humectación con acetona de las superficies a adherir para abrir los poros de la



Localización de fragmentos

caliza y, por último, la aplicación de adhesivo, en este caso epoxi bicomponente de secado rápido A y B 4012 de la marca Ceys®. Algunos de los fragmentos se llevaron al laboratorio para realizar una limpieza y adhesión más controlada.

### 3ª. Relleno de fisuras y grietas

Una vez limpias las zonas, para fortalecer alguna de las uniones realizadas con el adhesivo y el relleno de grietas y fisuras de pequeño tamaño, se inyectó resina epoxídica Epo 150® mediante jeringuillas.



Inyección de resina

En el caso de grietas de mayor tamaño y el sellado de bloques o fragmentos levantados durante los tratamientos de limpieza y eliminación de vegetación antes citados, se empleó mortero.

La metodología de aplicación del mismo se basó en los siguientes pasos:

1. Humectación de las paredes internas de las grietas con agua antes de la aplicación de una capa de lechada (cemento y agua 1:1), que se realizó con recipientes de plástico y con jeringuillas.

2. Una vez seca la lechada y tras una nueva humectación con agua vaporizada, aplicación con instrumental metálico del mortero Pórtland (cemento y arena 1:3) en dos manos, dejando a bajo nivel respecto a la superficie del yacimiento, para la fácil identificación del relleno. Para homogeneizar el acabado se creó una fina textura rugosa, sobre el mortero fresco, con brochas. Posteriormente se aplicó una lechada grisácea para igualar el color con el de la caliza.



Mortero aplicado entre las grietas

Los límites del yacimiento también se sellaron con el mismo procedimiento, para evitar filtraciones masivas de agua y, consecuente, erosión y fragmentación de la caliza.

### INTERVENCIÓN EN EL NIVEL NUEVO

Entre el nivel inferior 1.1 EP y 1.2 EP se observaba una zona con pequeñas huellas aisladas que, dado el potencial de investigación que presentaba, se decidió realizar una limpieza superficial para facilitar la localización de las icnitas; cartografiado y toma de imágenes por parte del equipo de la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis. Asimismo, la





Cartografiado de icnitas

Escuela Taller de Restauración Paleontológica II realizó un molde de varios rastros de esta zona. Tras la toma de datos se cubrió el área con geotextil y posteriormente con sedimento.

### PROPUESTA DE CONSERVACIÓN PREVENTIVA

Igual o más importante que la propia intervención realizada son los tratamientos dirigidos a la conservación preventiva del yacimiento, una vez preparado. El objetivo principal de los mismos es que todas las in-

tervenciones efectuadas, para paliar la degradación, sean duraderas y efectivas durante el mayor tiempo posible. Entre las recomendaciones; citar que se deben realizar visitas periódicas, sobre todo en los cambios de estación, para observar el comportamiento de los materiales utilizados en la intervención y considerar, si es necesario, realizar pequeñas intervenciones puntuales, como adhesión de fragmentos o la aplicación de herbicida

En el caso de la conservación del yacimiento “El Pozo”, sería aconsejable tener en cuenta alguna de las propuestas que se muestran a continuación:

PROPUESTAS	MOTIVO
Colocación de una techumbre	Evitaría la insolación y las precipitaciones directas sobre la superficie del yacimiento.
Canalización de aguas	Desviación del torrente de agua, paliando el desgaste de la caliza y arrastre de partículas sobre las icnitas.
Reestructuración y refuerzo de los muros	Peligro de derrumbe sobre el yacimiento.
Transplantar la vegetación de la zona 1.2 EP	Solucionaría el progresivo deterioro de levantamiento y fracturación del nivel de icnitas causado por las raíces.

## CONCLUSIÓN

Los yacimientos paleoicnológicos sufren una fuerte degradación al estar a la intemperie. Su conservación es complicada, dado que no se pueden controlar por completo los agentes de deterioro.

Por ello es necesario llevar a cabo acciones de conservación y mantenimiento de los mismos para que perduren en el tiempo. Estas intervenciones resultan imprescindibles para minimizar las alteraciones y así evitar la desaparición de parte del rico patrimonio paleontológico de Aragón.



Vistas generales de "El Pozo" antes y después de la intervención





Vista comparativa de las huellas del nivel  
1.1 EP

---

## PERSONAL

Los trabajos de conservación llevados a cabo en el yacimiento de “El Pozo” han

sido realizados por el equipo de la Escuela Taller de Restauración Paleontológica II, integrado por las conservadoras-restauradoras: Vanesa Ballano Aznar, Ana Belloc Dieste, Edurne Casas Ochoa, Lucía Cirugeda Salvador, Almudena del Fresno Ruiz, Silvia Fraguas Tejero y Lorena González Bernad. Bajo la tutela de Raquel Ferrer Bielsa, profesora diplomada en Conservación y Restauración de Bienes Culturales y la supervisión de Aina Aberasturi Rodríguez, paleontóloga y directora del centro. Asimismo se ha contado con un antiguo alumno de la Escuela Taller anterior, Jorge Ortiz.

---

## AGRADECIMIENTOS

La Escuela Taller de Restauración Paleontológica II de Teruel es un proyecto del Departamento de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón y del Instituto Aragonés de Empleo (IN-AEM) que cuenta con la colaboración de la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis.

---

## BIBLIOGRAFÍA

- ADAMS, A. E., MACKENZIE, W. S. y GUILFORD, C. (1997). *Atlas de rocas sedimentarias*. Masson.
- CARO, S. y REQUETA, E. (2005). “Análisis de la roca y tratamientos de conservación aplicados al yacimiento de huellas de dinosaurio “La Pellejera” en Hornillos de Cameros (La Rioja, España). Estudios previos a su conservación y trabajo de campo”. *Fundamental n° 10*, pp. 77-95.
- CARO, S. y PAVÍA, S. (2001). *Estudios previos para la restauración del yacimiento de icnitas de dinosaurio de Peñaportillo (Munilla, La Rioja)*. Instituto de Estudios Riojanos (Memoria inédita).
- CARO, S., PAVÍA, S. y PÉREZ-LORENTE, F. (2000). “Intervenciones en la conservación de las huellas de dinosaurio de La Rioja”. *Dinosaurios y otros reptiles mesozoicos en España*. Logroño. Gobierno de La Rioja, pp. 225-238.
- CARO, S. y PAVÍA, S. (1998): “Alteración y conservación de los yacimientos de huellas de dinosaurio en La Rioja. “La Virgen del Campo” (Enciso) y “La Era del Peladillo” (Igea)”. *Zubía n° 16*, pp. 199-233.
- CALVO, A. (1997). *Conservación y Restauración de la A a la Z*. Ediciones del Serbal. Madrid.
- VV AA: *Memoria de conservación en el yacimiento paleoicnológico de “El Pozo” (El Castellar, Teruel)*. Escuela Taller de Restauración Paleontológica II.

# YACIMIENTO “EL POZO” (EL CASTELLAR, TERUEL): REALIZACIÓN DE MOLDES Y RÉPLICAS DE HUELLAS DE DINOSAURIO

*El presente artículo muestra el proceso de moldeo y replicado realizado por el equipo de la Escuela Taller de Restauración Paleontológica II sobre dos áreas con icnitas del yacimiento “El Pozo” (El Castellar, Teruel).*

## Ainara Aberasturi

Paleontóloga. Directora de la Escuela Taller de Restauración Paleontológica II

## Raquel Ferrer

Restauradora. Profesora de la Escuela Taller de Restauración Paleontológica II

## Edurne Casas Ochoa, Lucía Cirugeda Salvador y Almudena del Fresno Ruiz

Restauradoras de la Escuela Taller de Restauración Paleontológica II

La realización de moldes y réplicas en yacimientos paleontológicos con huellas de dinosaurio permite preservar numerosa información en el tiempo, dado que los originales, al estar expuestos a la intemperie, están sufriendo un progresivo deterioro natural e irreversible a causa, principalmente, de los bruscos cambios climatológicos que se suceden en el campo. Además, las réplicas constituyen un recurso muy utilizado en paleontología, al facilitar la manipulación durante su estudio y al poderse emplear como elementos de divulgación en diferentes museos o centros de interpretación.

Las icnitas objeto de replicado se encuentran en dos estratos calizos diferentes en el afloramiento “El Pozo” (El Castellar, Teruel), declarado Bien de Interés Cultural. La primera de ellas corresponde a una mano de un saurópodo (dinosaurio de cuello y cola larga comedor de plantas) y la segunda a un rastro tridáctilo que, por motivos de conservación, se volvieron a cubrir, una vez tomados los datos necesarios, tras realizar el molde. Durante las labores de replicado se han tomado las medidas de protección adecuadas, tanto individuales (gafas, mascarillas de gases y polvo, guantes...) como colectivas en el

laboratorio (campanas de extracción...), debido a que los productos con los que se trabaja tienen un alto índice de toxicidad.



RASTRO TRIDÁCTILO  
NIVEL NUEVO



HUELLA SAURÓPODA  
NIVEL 1.1 EP

Localización de un rastro tridáctilo y una huella saurópoda

<sup>1</sup>Silical® 100. Desmoldeante a base de aceites emulsionantes de secado natural que permite el aislamiento entre dos superficies de materiales porosos de la misma naturaleza o incompatibles.

<sup>2</sup>Alcohol polivinílico Desmofer® V 8130. Resina vinílica mezclada y diluida con alcohol. Suele ser uno de los desmoldeantes más utilizados para superficies fósiles por su disolución en agua, aunque su empleo depende de las características de la pieza.

## PRUEBAS EFECTUADAS

La utilización de productos ajenos a la roca requiere de la realización de una serie de pruebas para comprobar la idoneidad y la compatibilidad de los mismos, ya que la roca caliza del afloramiento era muy porosa y no podían verse modificadas sus características de permeabilidad, provocar roturas ni dejar manchas.

Las pruebas consistieron en la aplicación de diferentes desmoldeantes y siliconas en una zona cercana al yacimiento, de iguales características, pero exentas de icnitas.



Detalle de las pruebas efectuadas sobre la caliza

Con el desmoldeante se pretendía crear una película aislante entre la icnita a moldear y la silicona, evitando eventuales pe-

PRODUCTOS	OBSERVACIONES
SIN DESMOLDEANTE	Crea una capa hidrófuga. La silicona deja mancha sobre la superficie.
CON AGUA	Repele la silicona impidiendo que el molde registre los detalles. Deja mancha.
ACEITE DESMOLDEANTE <sup>1</sup>	Crea una capa grasa sobre la caliza. Es difícil de eliminar.
ALCOHOL POLIVINÍLICO <sup>2</sup>	Los restos se eliminan fácilmente con agua. Es el que características reúne para el trabaja a realizar en "El Pozo".

Resultado de las pruebas realizada con los desmoldeantes

PRODUCTOS	OBSERVACIONES
SILASTIC® 3483 + CATALIZADOR 83 al 5%	Excesivamente flexible para lo requerido.
SILASTIC® 3481 + CATALIZADOR 81 al 5%	La más idónea para trabajar con las condiciones en el yacimiento "El Pozo".
SILASTIC® 3481 + CATALIZADOR 81 F al 5%	No da tiempo a extenderla por completo.
SILASTIC® 3481 + CATALIZADOR 81 VF al 5%	Vulcanizado excesivamente rápido. No se pudo aplicar ya que secó muy rápido.

Resultados obtenidos de las pruebas con los dos tipos de silicona

netraciones de la silicona en la caliza, facilitando el posterior desmoldeo y con la premisa de que no produjera manchas. Para comprobar cuál era el más adecuado se realizaron cuatro pruebas distintas, que son las que a continuación se detallan.

En la elección de la silicona se tuvieron en cuenta las características de dureza y facilidad de retirada, al igual que los tiempos de catalización, ya que al trabajar en el campo las diferentes condiciones de temperatura varían los tiempos de curado.

Las pruebas se efectuaron con dos tipos de silicona: Silastic® 3483 con catalizador 83<sup>3</sup> y Silastic® 3481<sup>4</sup> con toda su gama de agentes de curado: 81, 81 F, 81 VF.

Como resultado de todas las pruebas previas, se eligió como desmoldeante el alcohol polivinílico gracias a su capacidad aislante y su fácil eliminación. En cuanto a la silicona se decidió escoger la Silastic® 3481 + Catalizador 81, debido a que sus características de dureza y catalización se adaptaban mejor a las necesidades del trabajo en el yacimiento.

## PREPARACIÓN DE LA ZONA

A la hora de realizar un molde es muy importante conocer el estado de conservación de la zona en la que éste se va a efectuar ya que las labores de moldeo, si no se tienen las precauciones necesarias, pueden conllevar deterioro. En este caso sobre las dos zonas a moldear se habían realizado



Relleno de grietas y delimitación de la zona

labores de conservación, con la consiguiente limpieza y sellado de las grietas de manera que la integridad de la zona quedaba asegurada. Aún así se sellaron pequeñas grietas y fisuras de la roca para evitar que la silicona filtrase, e impedir que causaran nuevas fracturas durante el desmoldeo.

Las grietas-fisuras se sellaron y se delimitaron las zonas de moldeo con arcilla.



Relleno de grietas y delimitación de la zona

La elección de este material se debió a que es inocuo, compatible con la roca y de fácil eliminación.

## REALIZACIÓN DE MOLDES

Tras la preparación de las huellas, y una vez aseguradas para que no sufrieran ningún daño durante el proceso de moldeo, se procedió a la realización de los moldes.



Aplicación de desmoldeante

<sup>3</sup>Silastic® 3483. Caucho de silicona de alta resistencia, de dos componentes, consistente en una base Silastic® 3483 que, al mezclarla con el agente de curado Silastic® 83 (100:5 en peso), cura a temperatura ambiente mediante una reacción de condensación. Su elastómero tiene poca dureza.

<sup>4</sup>Silastic® 3481. Caucho de silicona de alta resistencia, de dos componentes, consistente en una base Silastic® 3481 que, al mezclarla con el agente de curado Silastic® 81 (100:5 en peso), cura a temperatura ambiente mediante una reacción de condensación. Su elastómero es de dureza media. El agente de curado estándar es el 81 pero se ofertan en el mercado otra gama de catalizadores suplementarios que amplían las posibilidades en el moldeo.



<sup>5</sup>Molde unifacial por estratificado. Molde de una sola pieza creado por la superposición de diferentes estratos de fino grosor que conlleva a un ahorro de silicona y una mejora en la manejabilidad y flexibilidad de éste.

<sup>6</sup>Silastic® CS 50. Aceite de silicona de baja viscosidad, utilizado al 5% para reducir la viscosidad de la silicona sin variar sus propiedades mecánicas.

<sup>7</sup>Silastic® Thixo additive. Líquido que añadido al caucho de silicona (entre el 1 y 3%) cambia la consistencia de fluido a compactos, facilitando el uso en aplicaciones verticales o para realizar un molde por estratificación.

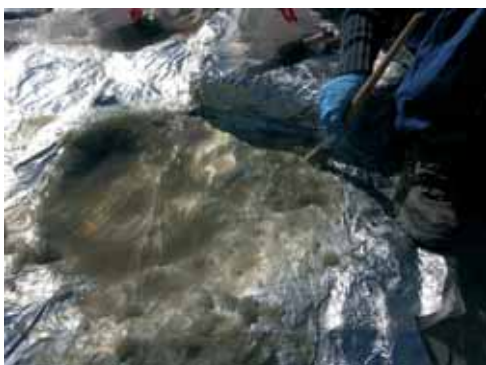
<sup>8</sup>Ferpol®100BSX15. Resina de poliéster con naturaleza oftóptica a base de DCPD. Preacelerada, tixotrópica y con indicador de catálisis. Se le añade el catalizador F-11 al 1,5%.



Vertido silicona



Colocación papel de aluminio



Realización de carcasa rígida



Desmoldeo

Debido a que las icnitas se encontraban dispuestas en planos horizontales, sin grandes irregularidades en su superficie ni excesivas retenciones, se decidió realizar, en ambos casos, moldes unifaciales por estratificado<sup>5</sup>.

Previamente al vertido de la silicona, se aisló la superficie con una fina capa del ya citado desmoldeante aplicado con pincel.

A la hora de aplicar la silicona se superpusieron dos capas, la primera a modo de película inicial de menor grosor, distribuida con pincel mediante tamponado, destinada a recoger todos los detalles de la superficie. Esta fina capa se consiguió añadiendo a la mezcla fluidificante<sup>6</sup>, permitiendo una mejor adaptación.

Transcurrido el tiempo de secado, en aproximadamente 24 h, se aplicó una segunda capa con espátula, a la que se le añadió agente tixotrópico<sup>7</sup> al 2%, con la finalidad de espesar la silicona y evitar su dispersión.

Una vez catalizada la silicona por completo, se elaboró una carcasa rígida de poliéster para proteger el molde de silicona y evitar su deformación con el paso del tiempo. La resina escogida fue una ya preacelerada comercialmente, mezclada al 1,5% con su catalizador correspondiente<sup>8</sup>, a la que se le añadió sílice en polvo como espesante.

Para su ejecución se cubrió la silicona con una capa de papel de aluminio evitando que la resina se adhiriera a ésta y sirviera como ayuda en la manipulación de la carcasa.

La resina se aplicó en distintos estratos, respetando los tiempos de curado y reforzando los mismos con fibra de vidrio para que tuviera mayor dureza y resistencia.

Al terminar la labor en el campo, tras la retirada de la carcasa rígida de poliéster y el desmoldeo de la silicona, se procedió a la limpieza de la zona empleando cepillos y esponjas humedecidas previa-



Limpieza de la zona

mente en agua, para eliminar los restos del desmoldeante de la superficie. Además al encontrarse en el exterior, en el caso de que quedaran restos, las aguas pluviales favorecerían en su limpieza.

## REALIZACIÓN DE RÉPLICAS

Finalizados los moldes en el campo, y ya en el laboratorio, se inició la realización de las réplicas. Para ello se aplicó desmol-

deante sobre la superficie negativa de la silicona a la que posteriormente se superpusieron distintas capas de una resina de poliéster. La primera capa de la réplica consistió en una resina de poliéster<sup>9</sup> capaz de registrar perfectamente todos los detalles del elemento a replicar y permitiendo que la reproducción sea lo más fiel posible al original.

Como refuerzo a esta primera capa, se aplicaron recortes de velo de fibra de vidrio cuando ésta se encontraba aún en estado mordiente.

Una vez transcurrido el tiempo de catalización de este estrato, se sucedieron distintas capas de resina de poliéster, respetando siempre los tiempos de secado entre aplicación y aplicación.

La resina de poliéster es la misma que se empleó en el campo a la que se le volvió a añadir sílice en polvo, como espesante, y recortes de fibra de vidrio, concediéndole grosor y resistencia.



Aplicación de desmoldeante en la silicona



Vertido de primera capa de resina de poliéster



Tamponado del velo de fibra de vidrio



Aplicación de la segunda capa de poliéster

<sup>9</sup>Isogel® Blanco. Gel Coat Semiflexible IFS. Este gel coat está fabricado a partir de una resina de poliéster insaturada del tipo isoftálico y resinas plastificantes flexibles de reactividad media.

La serie ISF es adecuada para utilizar en la fabricación de piezas, que requieran de una especial flexibilidad y propiedad de torsión, buenas propiedades mecánicas. Están estabilizadas a los rayos UVA y poseen una buena resistencia a los agentes atmosféricos.

<sup>10</sup>Mowilith®SDM5. Dispersión acuosa de un copolímero a base de acetato de vinilo y éster acrílico, exenta de plastificantes. Gracias a su buena compatibilidad con los pigmentos, el buen poder impregnante y la resistencia a bajas temperaturas, el Mowilith SDM 5 es particularmente empleado como ligante para pinturas.

<sup>11</sup>Barniz acrílico mate Talens 115. Barniz acrílico mate en spray que sirve para proteger de forma duradera. Está compuesto por una resina acrílica, white spirit, aceite de trementina y mateantes (sílices).



Repaso de bordes con pequeñas amoladoras



Acabado final

## ACABADO FINAL

Una vez obtenida la réplica se repasaron los bordes con lijas, escofinas y pequeñas amoladoras procurando que los bordes de la icnita estuviesen lo más uniformes posibles para su manipulación.

El último paso consistió en conseguir el color de las huellas en el afloramiento. Para ello se utilizaron pigmentos naturales mezclados al 5% en una resina acrílica<sup>10</sup> aplicados mediante esponjas y pinceles de diferentes características.

Para proteger la capa de color una vez terminada y seca, se utilizó barniz mate en spray aplicándolo en distintas fases respetando entre ellas el tiempo de secado<sup>11</sup>.

## CONCLUSIÓN

Las réplicas constituyen un elemento fundamental en el campo de la paleontología, ya permiten la conservación de información, posibilitan el estudio sin necesidad de ir al campo y pueden ser elementos fundamentales para la difusión en museos.



Pintado de la réplica



Ícnita saurópoda *in situ*



Réplica de ícnita saurópoda



Rastro tridáctilo *in situ*



Réplica rastro tridáctilo

Las ícnitas a replicar presentaban una serie de problemas que en el caso de la huella saurópoda, los estudios realizados sobre ésta desde su descubrimiento hasta la actualidad demostraban que el tamaño de la rebaba se ha reducido considerablemente como consecuencia de los diferentes agentes de deterioro: factores meteorológicos y las visitas incontroladas.

Con la realización de una réplica lo que se consigue es tener información de cómo se encuentra dicha rebaba hoy en día, ante su deterioro en un futuro.

Con respecto al rastro tridáctilo, como se ha vuelto a cubrir para evitar su degradación, la réplica más la carto-

grafía del yacimiento, ayudará en futuras investigaciones, ya que sólo se cuenta con dicha fuente de información y la obtenida del cartografiado.

---

## PERSONAL

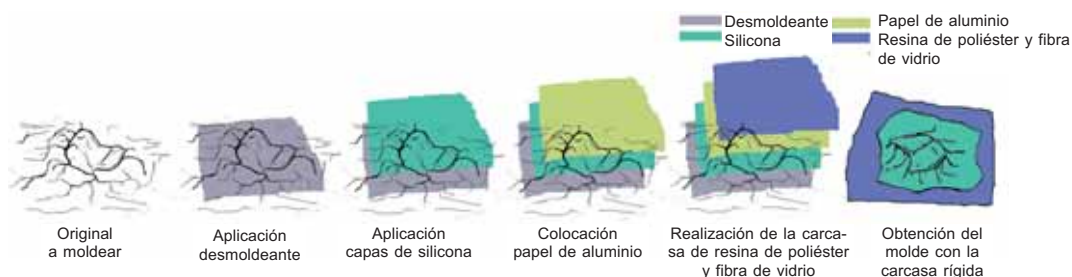
La realización de los trabajos de molde y replicado de las ícnitas del yacimiento de "El Pozo" han sido llevadas a cabo por las conservadoras restauradoras de la Escuela Taller de Restauración Paleontológica II: Vanesa Ballano Aznar, Ana Belloc Dieste, Edurne Casas Ochoa, Lucía Cirugeda Salvador, Almudena del Fresno Ruiz, Silvia Fraguas Tejero y Lorena González Bernad. Bajo la tutela de Raquel Ferrer Bielsa, profesora



### METODOLOGÍA PARA LA CONFECCIÓN DE UNA RÉPLICA POR ESTRATIFICACIÓN



### METODOLOGÍA PARA LA CONFECCIÓN DE UN MOLDE POR ESTRATIFICACIÓN



ra diplomada en Conservación y Restauración de Bienes Culturales y la supervisión de Ainara Aberasturi Rodríguez, paleontóloga y directora del centro.

yecto del Departamento de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón y del Instituto Aragonés de Empleo (INAEM) que cuenta con la colaboración de la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis.

#### AGRADECIMIENTOS

La Escuela Taller de Restauración Paleontológica II de Teruel es un pro-

#### BIBLIOGRAFÍA

AYALA, D.; ABERASTURI, A.; ESPÍLEZ, E.; FIERRO, I.; GONZÁLEZ, A.; MAMPEL, L. y LUQUE, L. (2007). “El laboratorio de Paleontología: aplicación de técnicas de laboratorio a los dinosaurios de Teruel”. *Fundamental 11*, pp. 25-51

NAVARRO, J. L. (2002).” Maquetas, modelos y moldes: Materiales y técnicas para dar forma a las ideas”. Universidad Jaume I, pp. 278

PARDO, A. (1991). *Técnicas de replicado para piezas paleontológicas*. Pressas Universitarias de Zaragoza, pp. 66

ROSIER, P. (2003). *Le moulage*. Dessain et Tolra, pp. 158

# CONSERVACIÓN DE RESTOS ARQUEOLÓGICOS DE MADERA DE PROCEDENCIA SUBACUÁTICA

*La conservación, en el contexto de objetos de madera procedentes del medio acuático, supone estabilizar su estructura volúmica y superficial a niveles micro- y microscópico. Las maderas antiguas, empapadas de agua y generalmente degradadas, exigen ser consolidadas posteriormente a su limpieza y antes del secado. La adecuación de dicho proceso define la durabilidad de la pieza y en la medida de lo posible el tratamiento debe ser reversible y respetuoso con el aspecto estético.*

*Consolidar requiere generalmente rellenar espacios en profundidad e impregnar las paredes homogéneamente y a un nivel que garantice la ausencia de colapso de las estructuras y encogimientos durante y tras el procesado de la pieza. El empirismo inicial, que en ocasiones ha conducido a resultados insatisfactorios, ha dado paso a la realización de investigaciones sistematizadas y a un mejor conocimiento de los fenómenos presentes durante el tratamiento, a través de la caracterización de la degradación y la modelización de la dinámica de impregnación y secado; no obstante lo cual, la variabilidad de los parámetros es muy amplia, y el diseño del tratamiento de conservación sigue siendo una decisión comprometida por los resultados y los costos en tiempo y recursos.*

**Julio César Amará Tafalla**

Departamento de Física Aplicada, Universidad de Zaragoza

El agua cubre aproximadamente un 71% de la superficie del planeta y más de un 50% de la Humanidad vive en asentamientos costeros: marítimos, fluviales o lacustres. La dinámica terrestre ha sumergido bajo las aguas poblaciones como Port Royal en Jamaica, Alejandría en Egipto, pueblos neolíticos en el Mar Negro, aldeas medievales en el lago Paladru,

etc. Además, naves de todas las épocas salpican los fondos: desde canoas monoxilas del Neolítico, hasta buques mercantes y de guerra del siglo XX. Como muestra, el Museo Nacional de Arqueología de Lisboa da la cifra de 850 barcos hundidos en la zona de las Azores desde 1522, entre ellos 130 galeones y buques que hacían la ruta de las Indias.



Pecio medieval (s. XVI) de l'Isola de Cavoli, excavado en 1991



La “Convención para la Protección del Patrimonio Cultural Subacuático”, elaborada por la UNESCO, recogiendo el proceder habitual, establece que si hubiese recuperación de objetos, deberán ser puestos en depósito, guardados y gestionados de manera que se garantice la conservación a largo plazo y su difusión cultural.

Los hallazgos provenientes de una excavación arqueológica requieren procesos de documentación, análisis, conservación y restauración. Durante años, los restos arqueológicos sumergidos se han adaptado al entorno hasta establecer un complejo equilibrio físico-químico con el medio, que se ve perturbado por su extracción, pudiendo resultar deteriorados e incluso destruidos si no son llevados a un nuevo equilibrio de manera controlada.

La conservación supone la limpieza y la estabilización dimensional del objeto a largo plazo previniendo reacciones adversas durante su adaptación y permanencia en el nuevo ambiente aéreo. Esta tarea debe ser una de las consideraciones prioritarias en la planificación de cualquier acción que conlleve la extracción de materiales de un yacimiento subacuático; es costosa en tiempo y recursos, pudiendo ser más onerosa que la propia excavación.

No obstante, la recuperación contribuye a la difusión cultural y produce beneficios que amortizan los costos de extracción, conservación y mantenimiento (los ingresos de las visitas al barco inglés Mary Rose, extraído del mar en 1982, cuadruplicaban los costos de extracción unos años después).

Conocer el medio en el que han permanecido las piezas hasta su extracción, así como la estructura y composición de su material constitutivo, madera en nuestro caso, es fundamental para entender los mecanismos de deterioro de los materiales sumergidos y diseñar las técnicas de conservación idóneas.

## EL MEDIO ACUÁTICO

Las moléculas de agua tienen una configuración y dinámica particulares que confieren al líquido propiedades exclusivas como una tensión superficial muy elevada, ser un disolvente polar y un comportamiento anómalo en la fusión-solidificación. Las propiedades físicas del agua pura se ven modificadas cuando hay sustancias en disolución, se halla embebida en estructuras capilares o ligada a sustancias hidrófilas.

TEMPERATURA (°C)	PRESIÓN DE VAPOR (torr)
- 50	0,029
- 40	0,093
- 30	0,280
- 20	0,77
- 10	1,95
- 0	4,58

El agua puede presentarse en tres estados de agregación: sólido (hielo), líquido y vapor. A temperaturas inferiores a 0,01 °C el agua pura a presión atmosférica, se transforma en hielo, que tiene la propiedad anómala de ofrecer mayor volumen específico que el agua líquida, un 10% aproximadamente. Las temperaturas de congelación y evaporación del agua cuando hay presentes solutos disueltos se ven alteradas, y congelar una disolución exige enfriar hasta una temperatura en la que la presión de vapor asociada al agua no congelada iguale la presión de vapor del hielo a dicha temperatura.

Así mismo, cuando el agua se halla en estructuras capilares como las existentes en la madera, las fuerzas intermole-

culares, origen de la tensión superficial que presta a las superficies libres un comportamiento similar al de una membrana tensa, son la causa de la aparición de efectos como apreciables variaciones de la presión local (presiones capilares) y de una significativa bajada de la temperatura de solidificación y de la presión de vapor del agua embebida.

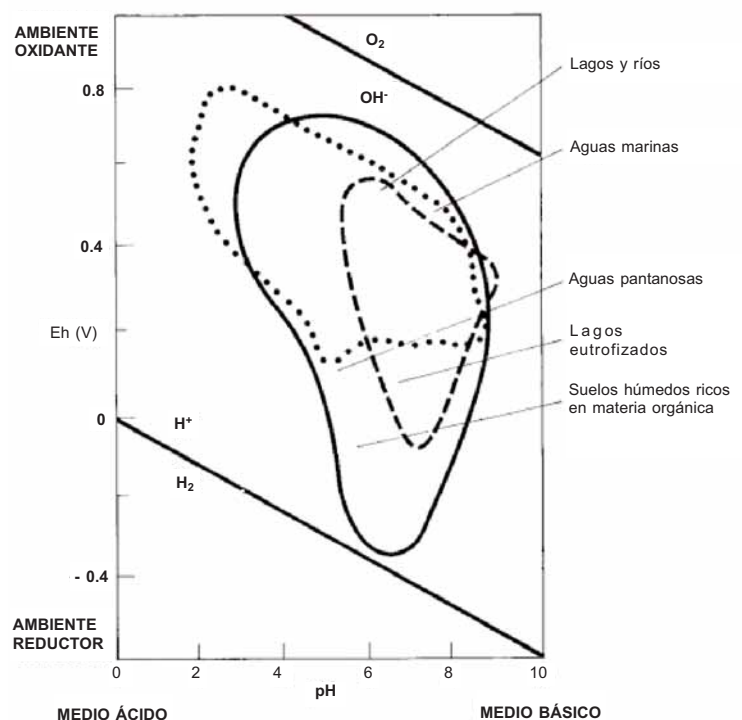
DIÁMETRO CAPILAR (nm)	TEMPERATURA DE CONGELACIÓN (°C)
30	- 2
10	- 5
3	- 20
1	- 80

El agua del mar presenta una salinidad del 3,2% al 3,6% en aguas oceánicas abiertas; en estuarios o zonas cerradas con gran aporte fluvial tiene menor salinidad, un 0,4% en el Mar Báltico, y en mares cálidos y con elevada evaporación la salinidad es más elevada, 3,86% en el Mar Mediterráneo y 4,1% en el Mar Rojo. El contenido en ión cloruro representa en media un 54% del peso del soluto, y su eliminación por inmersiones sucesivas en agua dulce es uno de los pasos obligatorios en la fase de limpieza.

Químicamente, el agua del mar con un pH comprendido entre 7,5 y 8,4 es un medio ligeramente básico. El pH del océano permanece sensiblemente constante debido a un sistema tampón natural; forma este sistema básicamente el equilibrio de concentraciones del dióxido de carbono,  $\text{CO}_2$ , el ácido carbónico,  $\text{CO}_3\text{H}_2$ , y el carbonato cálcico,  $\text{CO}_3\text{Ca}$ , hallándose éste en sobresaturación en aguas superficiales cálidas. El dióxido de carbono proviene del intercambio con la atmósfera y de la

respiración aeróbica de los organismos. También hay oxígeno en disolución, proveniente de la atmósfera y de la actividad fotosintética, siendo la concentración máxima en aguas superficiales y alcanzando niveles ínfimos en la superficie de los sedimentos por la acción de las bacterias aeróbicas. Aguas ricas en oxígeno tienen carácter oxidante mientras que aguas carentes de él, regiones anóxicas, tienen carácter reductor.

Normalmente, los objetos excavados se localizan sobre el fondo o enterrados a poca profundidad en los sedimentos que provienen fundamentalmente del material orgánico e inorgánico de aporte fluvial y de la erosión costera; en zonas de gran productividad biológica, los restos silíceos o calcáreos de los seres vivos contribuyen también al sedimento. El contenido en agua intersticial de los sedimentos es dependiente del tamaño de grano y decrece hacia las capas más profundas del sedimento siendo un factor determinante del nivel de deterioro de los objetos inmersos en él.



Características fisico-químicas de distintos entornos acuáticos





La diagénesis consiste en el conjunto de fenómenos físicos, químicos y biológicos que conforman los sedimentos tras su depósito; en la dinámica química marina son imposibles de separar los efectos del pH, del potencial redox Eh y de los procesos metabólicos, que actúan interactuando entre sí de forma compleja.

Su primera fase (sin diagénesis) tiene una primera etapa oxidativa en la superficie del depósito sedimentario donde se establecen las mayores poblaciones de bacterias aeróbicas que consumen oxígeno y liberan dióxido de carbono; el pH desciende a 7 y se alcanza un Eh reductor de -0,4 V. En la etapa siguiente, en ausencia de oxígeno, en zonas reductoras de los sedimentos y bajo las concreciones superficiales que cubren los objetos las bacterias emplean otros oxidantes siendo el ión  $\text{SO}_4^{2-}$  el más común, produciéndose la reducción del citado ión y de los hidróxidos de hierro y manganeso y la formación de  $\text{SH}_2$ ; el pH y el Eh del ambiente aumentan. Las fases sólidas del sedimento se disuelven en las aguas intersticiales y aparecen fenómenos de intercambio iónico. La descomposición de la materia orgánica forma gases y compuestos orgánicos solubles. Si la dinámica de las aguas suprayacentes es escasa, cuencas estancadas, se extiende la zona anóxica por encima del fondo y bacterias anaerobias realizan la oxidación de la materia orgánica sobre la superficie del sedimento.

## ESTRUCTURA Y DETERIORO DE LA MADERA

Físicamente la madera es un material heterogéneo y anisótropo. Células especializadas, alargadas en forma de tubos cerrados paralelos al eje del árbol, muy variables con las especies, tanto en longitud y forma como en el espesor de las paredes y en las dimensiones, forman tejidos que realizan las funciones vitales fundamentales y constituyen la estructura resistente o portante del árbol. Estas células están trabadas por otro tipo de células, colocadas perpendicularmente a las anterior-

res y en el sentido radial del tronco, formando los radios leñosos. Ésta estructuración contribuye a que la deformación de la madera sea menor en dirección longitudinal que transversal, y menor también en dirección radial que tangencial.

En las gimnospermas, todas las fibras están especializadas, traqueidas, y tienen entre 1,5 y 9,5 mm de longitud y 20 a 80  $\mu\text{m}$  de radio. En las angiospermas leñosas hay especialización funcional de las estructuras y las fibras son más pequeñas, 0,5 a 3 mm de longitud y de 10 a 20  $\mu\text{m}$  de diámetro; en estas maderas hay vasos cuyos segmentos presentan longitudes de 1,3 mm usualmente y un diámetro de 20 a 330  $\mu\text{m}$ .

Los compuestos químicos orgánicos que entran en la composición de la madera son:

- La celulosa, que es un polímero lineal de fórmula  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ , siendo el valor de n varios miles de unidades, y es el principal componente estructural de la madera (40-50%). Haces de moléculas de celulosa se organizan paralelamente constituyendo microfibrillas.
- La hemicelulosa que es también un polímero, de fórmulas  $(\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_4)_n$  y  $(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_4)_n$  siendo el valor de n de centenares de unidades (20-25%); actúa como agente cementante que mantiene aglomeradas las microfibrillas evita una excesiva cristalización de la celulosa y contribuye con ella a formar un compuesto de gran resistencia mecánica.
- La lignina (25-30%) que actúa como impermeabilizante de las cadenas de celulosa (muy hidrófilas) y como aglomerante de las estructuras fibrilares de las células.
- Resina, tanino, suberina, pectina... (% restante).

La celulosa de la madera tiene una densidad en torno a 1,55 kg/l, la lignina en torno a 1,33 kg/l y la hemicelulosa amorfa sobre 1,50 kg/l. La densidad de la madera está fuertemente influenciada por

la relación entre el volumen medio de las paredes celulares de las fibras y traqueidas y del espacio hueco y por la porosidad de la pared celular, dando medida de su posible resistencia a los agentes externos. En madera nueva hay una cantidad substancial de aire en el lumen de las estructuras celulares por lo que resulta un valor de la densidad para la madera del orden de 0,36 kg/l en madera de coníferas (0,25 a 0,60) y para madera de frondosas unos 0,50 kg/l (0,30 a 0,80).

En la pared celular de madera nueva se distinguen tres capas diferenciadas:

- La lámina media, que constituye la unión intercelular y es rica en lignina, con un 70% aproximadamente.
- La pared primaria, que usualmente mide entre 100 y 200 nm de espesor y es producto de la acumulación de 3 ó 4 capas sucesivas de microfibrillas de celulosa (9-25%).
- La pared secundaria, que es la capa más adyacente a la membrana plasmática y está constituida por haces de microfibrillas ordenadas helicoidalmente. Dividida a su vez en tres zonas, la intermedia es la de mayor espesor y en ella las microfibrillas se ordenan casi longitudinalmente. Contiene una alta proporción de celulosa (40-60%) y de hemicelulosa (30%).

La comunicación en dirección transversal entre las estructuras fibrosas tiene lugar a través de unos pequeños orificios en sus paredes, en los que hay inserto un diafragma que puede bloquearlos por acción celular. Este mecanismo controla la permeabilidad, y es determinante en procesos de desecación e impregnación según su estado; si bien su estado es relevante, el factor más importante para una buena penetración de sustancias externas en el tratamiento conservativo es la textura de la pared celular.

En la pared celular de madera nueva la dimensión de los espacios micro-

capilares se estima entre 16 y 60 Å, por lo que únicamente moléculas de menor dimensión podrán difundir a través de los capilares actuando como agentes de relleno y modificando propiedades estructurales como la estabilidad dimensional, y la durabilidad en el proceso de conservación.

El agua en la madera, esta presente de tres formas diferentes:

- Agua de constitución o agua combinada que forma parte de los compuestos químicos que constituyen la madera.
- Agua de impregnación o de saturación embebida en la pared de las células rellenando los espacios microcapilares entre las microfibrillas. Su pérdida causa la contracción de la madera y la expansión cuando se recupera. Dado que la capa secundaria es la más gruesa y en ella las microfibrillas se orientan en dirección aproximadamente longitudinal la variación dimensional durante el secado es mucho menor en sentido longitudinal que radial o tangencial.
- Agua libre que llena el lumen de las células y tubos (vasos, traqueidas, etc.) y no tiene más repercusión que la ocupación



Muestra de madera (s. XVI) con perforaciones de teredo, consolidada con PEG 3000 y liofilizada



física de los huecos, y no influye mayormente en la hinchazón o merma de la madera ni en las propiedades mecánicas. Su intercambio incontrolado con el exterior durante procesos de secado o impregnación puede ocasionar el colapso de los espacios huecos.

El deterioro de la madera tiene lugar durante su permanencia en el agua y, en ausencia de las debidas precauciones, se agrava durante su posterior secado. Macroscópicamente contribuyen al deterioro de la madera en el agua la erosión mecánica y la acción de la biota por encima del nivel de los sedimentos; microscópicamente es fundamental la acción de bacterias y hongos.

En ambientes marinos y estuarinos están involucrados frecuentemente en la destrucción de la madera los teredos, moluscos bivalvos perforadores de madera, típicos de aguas saladas poco profundas, y un artrópodo isópodo, propio de aguas saladas, que excava túneles superficiales.

Para el tratamiento de conservación es preciso saber si los túneles están recubiertos de carbonato cálcico, así como la extensión y profundidad del daño.

La degradación microbiana es reconocida como la causa principal del deterioro de las maderas sumergidas. La población bacteriana es muy abundante en los primeros 2,5 cm bajo la superficie del fondo; la población de bacterias aerobias decrece a los 10 cm y la de anaeróbicas, abundante en el nivel de 0 Eh, se extiende hasta los 60 cm. Mediante técnicas de microscopía electrónica se ha comprobado que las bacterias se hallan implicadas fundamentalmente en la degradación de la celulosa y hemicelulosa de la pared celular. En las maderas arqueológicas sumergidas, el estado de degradación está típicamente relacionado con la edad del resto y la disponibilidad de oxígeno en el ambiente. En ambientes estrictamente anaeróbicos se presentan distintos grados de degradación de la celulosa y la hemicelulosa permaneciendo el esqueleto de lignina intacto; en

ambientes aeróbicos también la lignina es catabolizada, presumiblemente por la acción combinada de bacterias y hongos.

Denominaremos maderas empapadas en sentido estricto a aquellas en que el aire intraluminal ha sido substituido por agua en su totalidad y la pared celular está saturada de agua (25-30%). El contenido en agua de la madera viene determinado por el agua de impregnación y el agua libre, definiéndose como el peso de agua contenida en la madera expresado en % de su peso deshidratada (secado en un horno a 100-110 °C):

$$\text{(contenido porcentual en agua)} = \frac{100 \times [(\text{peso empapada}) - (\text{peso seca})]}{(\text{peso seca})}$$

Consideraremos degradadas a aquellas maderas en las que ha habido una pérdida significativa de celulosa de las paredes celulares. En este último caso aumenta el volumen libre en la pared celular y el material constitutivo admite un nivel de saturación mayor, hasta un 60%. Atendiendo al nivel de degradación se establecen tres condiciones de conservación de la madera:

- A: muy degradada, madera muy poco consistente y escasa en celulosa.
- B: intermedia.
- C: poco degradada, con propiedades mecánicas y contenido en celulosa similares a las de la madera nueva.

Y en función de la proporción de madera en las condiciones señaladas en una pieza, ésta se clasifica como:

- Clase I: si prevalece la condición A; maderas con un contenido en agua superior al 400% del peso seco.
- Clase II: con un núcleo importante de madera en la condición C.
- Clase III: si sólo una capa externa delgada se halla en la condición A y el contenido en agua es inferior al 185%.

## SECADO Y CONSOLIDACIÓN DE LA MADERA

En el ambiente que las ha guardado o recién extraídas, las maderas empapadas presentan en general buen aspecto, pues el agua que llena los espacios celulares y satura las paredes las mantiene turgentes y les presta una falsa impresión de solidez, pero únicamente queda una frágil estructura soportada por unas paredes celulares debilitadas. Al perder agua, la madera se contraerá y en maderas empapadas y degradadas pueden aparecer durante el secado fenómenos de colapso, contracción, agrietamiento y reviradura.

El colapso se produce en la primera fase de secado de maderas degradadas y empapadas por encima del nivel de saturación, durante el vaciado de las cavidades luminales; estos espacios se aplastan bajo la acción de fuerzas, asociadas a la tensión superficial, superiores al límite elástico de la resistencia mecánica de las paredes celulares en maderas degradadas.

Dicho límite en madera verde se estima en torno a los 35 kPa, valor equivalente a la presión capilar en conductos de unos micrómetros de diámetro.

La contracción constituye un efecto reversible que aparece en las fases de secado por debajo del nivel de saturación y es debida a la pérdida de volumen de las paredes celulares durante la eliminación del agua de saturación. Contracciones anisótropas debidas a causas estructurales son el origen de las reviraduras; las contracciones inhomogéneas debidas a un secado espacialmente distribuido de forma irregular dan lugar a esfuerzos internos que originan grietas y cuarteamiento.

Existen varias posibilidades para eliminar el exceso de agua en la madera minimizando daños estructurales y deformaciones:

a) La deshidratación por sustitución, substituyendo el agua de forma lenta y

progresiva por otro líquido de baja tensión superficial (metanol, éter, propanona, tolueno,...) procediendo posteriormente a la evaporación del substituyente. Es un método que da buenos resultados, pero los costos la hacen aplicable sólo para piezas de tamaño reducido.

En la conservación de maderas en la condición A, para evitar una fragilidad excesiva de la pieza tras el secado, resulta precisa una consolidación mediante aditivos (ceras, parafina, resinas,...) que son introducidos en la madera disueltos en el líquido de sustitución. Una variante es desplazar el agua introduciendo en su lugar un compuesto polimerizable, normalmente a través de un paso intermedio, y proceder posteriormente a su polimerización.

b) El secado o deshidratación por evaporación directa del agua, se debe llevar a cabo en una atmósfera de humedad controlada, siendo recomendable la impregnación previa de la pared celular a saturación con aditivos consolidantes o el relleno de las cavidades luminales con solutos sólidos (sulfato aluminico-potásico, sacarosa, poliglicol, polietilenglicol, etc.). El secado debe llevarse a cabo lentamente para asegurar en todo momento del proceso una distribución homogénea de agua en el volumen y evitar tensiones causantes de grietas y cuarteamiento de la superficie.

Esta técnica requiere una lenta acomodación del objeto a un ambiente de humedad progresivamente más baja hasta alcanzar el nivel previsto para su almacenamiento o exposición. El éxito depende en gran manera del estado de la madera, que debe ser razonablemente bueno para resistir las fuertes tensiones que se presentan y que pueden incluso originar el colapso de las zonas degradadas o del núcleo de la pieza.

Durante el secado, las piezas deberán estar protegidas frente al ataque de hongos, algas y microbios mediante el uso de biocidas y las condiciones de temperatura y luminosidad adecuadas.





c) La liofilización es una técnica típica de deshidratación mediante sublimación del agua congelada que evita el colapso del material pues el hielo no manifiesta efectos de presión capilar. La liofilización sin una preparación previa del material es desaconsejable.

Para minimizar la contracción y sus efectos derivados, reviraduras y agrietamiento, es necesario el reforzamiento previo de la pared celular, substituyendo el agua que la satura por un consolidante capaz de penetrar a saturación en la pared celular, desplazando al agua, y reforzarla reduciendo su plasticidad; simultáneamente se logra evitar un potencial colapso si las paredes se hallan fuertemente degradadas.



Liofilizador del Departamento de Ciencias de la Antigüedad de la Universidad de Zaragoza

El volumen de disolución que llena los espacios luminales contribuye, una vez solidificado y gracias entonces a su rigidez mecánica, a mantener la estructura; la presencia de solutos sólidos que, una vez retirada el agua permanezcan en los espacios luminales reforzando la estructura, es una alternativa de consolidación en situaciones de fuerte degradación donde la pared celular es prácticamente inexistente.

La técnica de liofilización, así como la de secado en condiciones supercrítica, puede aplicarse a otros líquidos tras deshidratar por substitución.

La evidencia empírica señala que para obtener mediante la liofilización un secado satisfactorio, sin daños, es fundamental evitar la presencia de fases líquidas en la muestra durante el proceso; ello exige mantener la temperatura de la pieza por debajo de la temperatura eutéctica de la disolución consolidante. Al enfriar disoluciones diluidas, primero se inicia la formación de cristales de hielo en el seno de la disolución, y como consecuencia aumenta la concentración y disminuye la presión de vapor.

Enfriando más, el proceso continúa hasta alcanzar la concentración eutéctica; a partir de este momento, la extracción de calor da lugar a la solidificación de la disolución. En disoluciones concentradas, precipita el exceso de soluto antes de solidificar la disolución.

Uno de los problemas que afectan a la homogeneidad a nivel microscópico es la formación de cristales de hielo de tamaño comparable a las dimensiones celulares que además dañan mecánicamente la estructura de la pared celular. Si bien sería deseable una congelación rápida para formar microcristales, menos perjudiciales y de más rápida sublimación, a partir de cierto volumen un enfriamiento rápido conduce a fuertes diferencias de temperatura entre el interior y la superficie con previsibles efectos dañinos en la estructura; actualmente se usan velocidades de enfriamiento lentas inferiores a 1 °C/min.

El efecto se puede evitar impregnando hasta conseguir la concentración eutéctica en la madera o haciendo uso de nucleadores de cristalización. Con posterioridad al secado, estas inhomogeneidades pueden ser aliviadas según autores mediante un calentamiento posterior de la pieza para consolidantes de bajo punto de fusión.

La sublimación del hielo se logra manteniendo una presión ambiental de vapor de agua inferior a la presión de vapor sobre el

hielo gracias a una superficie fría de condensación o “bomba criogénica” que atrapa el vapor desprendido por la muestra y también al aporte de calor necesario, 620 calorías por gramo de agua, para que la transición de fase se lleve a efecto. Controlar este aporte energético es fundamental pues la velocidad de secado depende de la presión de vapor sobre el hielo lo que exige que la temperatura de sublimación se mantenga lo más alta posible, mientras que evitar deterioros durante el proceso exige no superar la temperatura de fusión de la disolución consolidante.

La sublimación tiene lugar en un frente de hielo separado del exterior por una red de capilares; a presiones inferiores a la presión de vapor de agua de la disolución congelada, en vacío, la salida del vapor en los capilares viene gobernada, en condiciones de flujo molecular, por el gradiente de presiones y la distancia del hielo a la superficie. Por otra parte, el retroceso del frente de hielo hacia el interior dificulta progresivamente la transferencia de calor ralentizando el secado si no se corrige. A presión atmosférica, el flujo de vapor en la madera tiene lugar por difusión y es notablemente más lento, por el contrario el flujo calorífico y el transporte de vapor en la cámara si se establecen corrientes de aire en ella mejoran.

Valores usuales en el proceso son: temperatura de la muestra entre -20 °C y -30 °C, de la superficie fría de condensación entre -40 °C y -60 °C y la presión residual en la cámara sin carga inferior a 0,1 mbar.

<b>PRESIÓN DE AIRE (torr)</b>	<b>LIBRE RECORRIDO MEDIO (m) (a - 20°C)</b>
760	0,051
1,0	38,6
0,1	386
0,01	3860

Los procesos de consolidación o impregnación y de congelación son determinantes del resultado. Entre los consolidantes de uso más extendido, se halla el polietilén-glicol (PEG). Estos compuestos, realmente óxido de polioxietileno, están constituidos por polímeros cuya fórmula química es  $H(OCH_2CH_2)_nOH$ . El PEG 200 ( $n \sim 4$ ) y el PEG 400 ( $n \sim 9$ ), son líquidos a temperatura ambiente, y penetran con relativa facilidad en materiales orgánicos empapados. El PEG 3000 y el PEG 4000 ( $n \sim 90$ ) son sólidos a temperatura ambiente; de penetración más dificultosa, son adecuados para fortalecer materiales muy deteriorados. También son usados polímeros de otros pesos moleculares: PEG 600, PEG 1000 y el “540 blend” constituido por una mezcla al 50% de PEG 300 y PEG 1500. Son solubles en agua y en alcoholes como el metanol, etanol, isopropanol y butanol terciario.

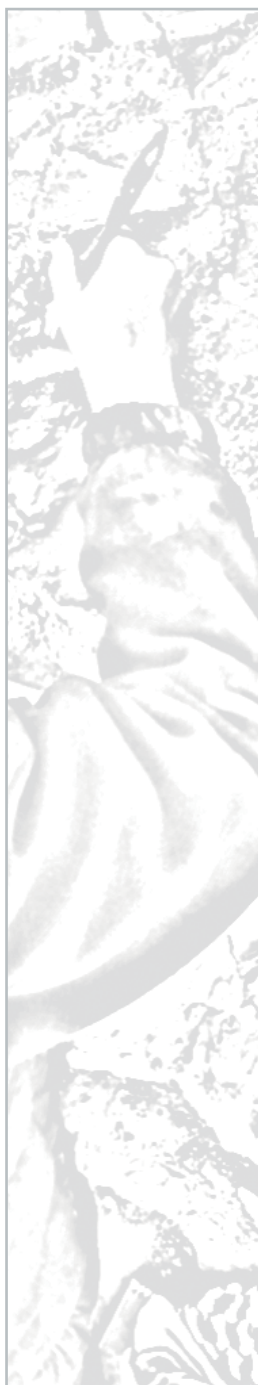
Es fundamental una distribución uniforme del consolidante a nivel macro- y microscópico. La homogeneidad a nivel microscópico requiere de un compuesto que sea capaz de penetrar en la microestructura capilar de la pared celular; dado que permeabilidad y nivel de deterioro se contraponen, típicamente maderas claramente degradadas admiten sustancias de peso molecular alto, siendo la penetración problemática en maderas en buen estado, donde es recomendable usar compuestos de peso molecular bajo.

La concentración eutéctica de PEG en agua, independientemente del peso molecular, se halla en torno al 0,55 en peso; sin embargo, las temperaturas de solidificación dependen del peso molecular hallándose entre -20 °C para PEG ligero y -30 °C para pesados. No obstante, se recomienda que la concentración en soluciones de PEG 200 y PEG 400, adecuadas para madera clase III, no debe exceder el 20% en madera, en otro caso la superficie del objeto será muy higroscópica y de aspecto húmedo o graso tras el secado. En el tratamiento de maderas clase I, usando PEG 3000 o PEG 4000, la concentración recomendada debe aproxi-





En la imagen izquierda, madera de conífera (s. I a. C.) tratada con PEG al 20% y liofilizada. Imagen derecha, *idem*, tras un proceso inadecuado de secado



marse al 40% para procesos de liofilización y del 80% al 90% para impregnación a saturación seguida de un secado controlado; por exceso, pueden aparecer depósitos blancos superficiales fáciles de eliminar. En el tratamiento de maderas clase II se usan mezclas, como el “540 blend”, o incluso procesos sucesivos con consolidantes de diferente peso molecular destinados a la consolidación del núcleo de clase C, por impregnación de la pared celular, y la periferia de clases B y A por relleno de las cavidades luminales.

En la congelación los PEG actúan como crioprotectores pues con su contracción compensan en gran medida, aunque no íntegramente, la expansión del hielo al congelarse, y tras el secado actúan como agentes de estabilización dimensional frente a cambios de humedad.

Alcanzar en el seno del material la concentración necesaria de consolidante para garantizar resultados es un proceso lento, que tardará semanas o incluso meses dependiendo del tamaño de la pieza, del estado de degradación, de que el tratamiento se realice a vacío o a presión atmosférica y de la temperatura de la disolución.

Es difícil definir un esquema de impregnación en líneas generales y los criterios varían mucho de unos autores a otros.

Básicamente los mecanismos de penetración son dos:

- Una infiltración rápida de la solución en la madera por permeación, substituyendo

al agua atrapada en ella; el motor son desequilibrios de presión motivados por diferencias de densidad y capilaridad entre el medio externo y el interno. Afecta únicamente a las cavidades luminales y supone un flujo de líquido estimativamente proporcional a la sección y a las diferencias de presión e inversamente proporcional a la viscosidad y longitud de las estructuras.

- Un intercambio difusivo lento debido a la diferencia de concentraciones entre la madera y la disolución externa y que tiende a igualarlas. Mediante este mecanismo el impregnante penetra en las cavidades no abiertas y posteriormente en la pared celular. La velocidad de este transporte es dependiente del gradiente de concentración, del tamaño molecular y de la temperatura y constituye el mecanismo fundamental de penetración de sales y otros compuestos solubles en el interior de orgánicos empapados y de su extracción en los procesos húmedos de estabilización.

En general, las membranas biológicas son impermeables a solutos orgánicos con moléculas grandes pero permeables al agua y solutos de pequeño tamaño sin carga eléctrica. Si el soluto no puede atravesar las membranas, pero el disolvente sí, el equilibrio de concentraciones entre los lados se logra atravesando el disolvente la membrana, desarrollándose enormes presiones en cavidades cerradas. Dicha presión, presión osmótica, puede alcanzar valores superiores a 2.105 pascales, capaz de destruir la pared celular; si la ósmosis afecta a la es-

estructura microcapilar de las paredes, da lugar a una deshidratación de éstas con el consiguiente encogimiento y aparición de fracturas. Por ello debe iniciarse el proceso de impregnación con bajas concentraciones de consolidante, en caso contrario, la presión osmótica resultante inducirá la deshidratación de las paredes celulares y el colapso de las cavidades cerradas.

La eficiencia de los métodos de protección de la muestra frente a cambios dimensionales se cuantifica mediante el coeficiente porcentual:

$$ASE = 100 \times (CD0 - CD/CD0)$$

donde CD es el cambio dimensional porcentual de la muestra tratada y CD0 sin tratamiento. Los valores de ASE obtenibles, 50 al 120%, dependen fuertemente

de la madera y su estado de degradación, aumentando con la concentración de PEG u otro consolidante en el interior.

Tras los procesos de estabilización referidos las piezas suelen ser sensibles a cambios de la humedad relativa y otros agentes externos atmosféricos y al ataque biológico; ello requiere para su almacenamiento o exposición una protección superficial o una atmósfera controlada y un control periódico de su estado, tomando las oportunas medidas correctoras en su caso.




---

## AGRADECIMIENTOS

Al Profesor Manuel Martín-Bueno por ofrecerme la posibilidad de colaborar con su equipo.

---

## BIBLIOGRAFÍA

- CRONYN, J. M. (1990). *The Elements of Archaeological Conservation*. Routledge. London.
- HAMILTON, D. L. (1999). *Methods of conserving archaeological material from underwater sites*. Texas A&M University. College Station.
- ICOM (1982). *Waterlogged Wood Working Group Conference. Proceedings of the ICOM Conference*. Ottawa.
- ICOM (1985). *Waterlogged Wood Working Group Conference. Waterlogged Wood Study and Conservation. Proceedings of the 2<sup>nd</sup> ICOM Conference*. Grenoble.
- JENSEN P., JENSEN J. B. (2005). *Dynamic model for vacuum freeze-drying of waterlogged archaeological wooden artifacts*. The National Museum of Denmark Dep. of Conservation.
- JENSEN P., JORGENSEN G & SCHNELL U. (2005). *Dynamic LV-SEM analyses of freeze drying processes for waterlogged wood*. The National Museum of Denmark Dep. of Conservation.
- MELLOR, J. D. (1978). *Fundamentals of freeze drying*. Academic Press.
- PEARSON, C. (1987). *Conservation of Marine Archaeological Objects*. Butterworths. London.
- PLENDERLEITH H. J., WERNER A. E. A. (1977). *The Conservation of Antiquities and Works of Art*. Oxford University Press. Oxford.
- SCHINDENHOLZ E. (2005). *An evaluation of supercritical drying and PEG/freeze drying of waterlogged archaeological wood*. National Center for Preservation Technology and Training Grant.



# LA PUESTA EN VALOR DE UN YACIMIENTO ARQUEOLÓGICO

---

*Se presenta un resumen de las teorías actuales sobre la puesta en valor de los yacimientos arqueológicos que puede ser de interés para aquellas instituciones y profesionales interesados en promover y promocionar el patrimonio arqueológico.*

---

**Francisco Javier Gutiérrez González**

Arqueólogo



Agradezco la invitación del consejo director de la revista para tratar del presente tema, del que poco puedo aportar a la bibliografía reciente, salvo pequeñas acotaciones personales desde el punto de vista de un arqueólogo. Por ello resumiré las líneas básicas marcadas por los expertos a la hora de *interpretar o exhibir* un yacimiento arqueológico. Finalmente plantearé una propuesta tipo sobre la puesta en valor de un elemento patrimonial, que quizá sea de utilidad a algún gestor o amante del patrimonio histórico, especialmente de pequeños municipios, que se esté planteando potenciarlo.

Cómo no es objeto del presente trabajo el tema de las investigaciones arqueológicas, me centraré sólo en apuntar los problemas patrimoniales, que suelen repetirse en casi todos los yacimientos arqueológicos:

- Inexistencia de una línea de trabajo (Plan/Planes Director), lo cual favorece que los bandazos políticos afecten a las decisiones sobre el yacimiento.
- Utilización política (con minúsculas), dada la importancia y relevancia social del yacimiento.

- Problemas de conservación, aún por resolver, que van destruyendo el yacimiento.

- Problemas de interpretación y difusión al público.

El conjunto de mi propuesta va encaminada a solventar los problemas expuestos. Primero repaso las teorías actuales sobre la interpretación del patrimonio arqueológico; algo nada baldío pues es prioritario reflexionar sobre la política cultural y más concretamente sobre qué y cómo debe plantearse el aprovechamiento social del patrimonio arqueológico. Si bien es cierto que los bandazos políticos quedan fuera del alcance de un proyecto de este tipo, el prestigio que supone crear una seria línea de trabajo podría disminuir su efecto.

---

## VALOR DEL PATRIMONIO HISTÓRICO. FUNCIÓN SOCIAL

En 1996, se celebra en Helsinki la 4ª Conferencia Europea de Ministros responsables del Patrimonio Cultural, en la que se consagra una doctrina de la difusión del conocimiento del patrimonio cultural, que es la culminación de los cri-

terios establecidos en Granada<sup>1</sup>, en confluencia con las nuevas realidades de la sociedad de la información.

En primer lugar, en la Declaración de la Conferencia se hace una exposición ideológica sobre la difusión del patrimonio europeo, afirmando que: *“La difusión del conocimiento del patrimonio cultural debe garantizarse en el ámbito local, regional, nacional e internacional, poniendo de relieve tanto los elementos de unidad europea como la variedad de las identidades culturales que se manifiestan. La comprensión detallada de los valores inherentes al patrimonio conduce al reconocimiento de la diversidad, a la tolerancia y a la superación de las meras diferencias”*.

Es este el sentido que deben tener las diferentes propuestas que hoy en día llamamos “puestas en valor” de cualquier elemento del patrimonio y, desde luego, de los sitios arqueológicos. No obstante, esto se debe conjugar con la adecuada conservación del patrimonio hacia las generaciones futuras.

La preocupación por el deterioro físico del patrimonio europeo se ha puesto de manifiesto en la mayoría de los Textos Fundamentales adoptados por el Consejo de Europa. En un primer momento esta preocupación se centraba en el patrimonio arquitectónico pero más recientemente, se amplía dicha inquietud hacia el concepto de patrimonio cultural en su conjunto.

La actual sociedad de consumo ha generado un mercado que puede llamarse “patrimonio-espectáculo”, con los consiguientes riesgos para la integridad de los restos materiales. La legislación europea ya ha tratado esto en la *Carta sobre el Uso de los Lugares Clásicos de Espectáculo* (Verona, 1997). En el texto del documento se establece, respecto a estos monumentos (...) que se deben preservar como recurso vulnerable, transmitir fielmente la información científica que poseen, facilitar la comprensión del público, valorizar estos sitios utilizándolos, gestionar estos lugares contribuyendo al

desarrollo sostenible y, por último, hacer progresar las técnicas y oficios especializados para su conservación y utilización a través de redes específicas. La Carta es el resultado del trabajo de un grupo interdisciplinario de expertos, que han llegado a resultados expuestos con un enfoque intersectorial para el logro de objetivos que mejoren la conservación y uso de esta categoría tan específica de patrimonio, que contiene elementos arqueológicos y arquitectónicos irremplazables<sup>2</sup>.

Es por todo esto que el concepto de exhibición del Excmo. Ayuntamiento de Zaragoza cristalizado en el Teatro de *Caesaraugusta* es el correcto, frente al planteamiento inicial empleado en el Teatro de Sagunto.

Aunque la problemática no sea tan extrema, esta metodología es extensible a los yacimientos arqueológicos. En las líneas siguientes intentaré dar este enfoque global a las soluciones planteadas.

Los sitios arqueológicos pueden tener diversos grados de posibilidades para cumplir con las funciones que se le suponen. El grado superior sería aquello que se viene llamando “Paisaje Cultural”, es decir, los restos materiales que permiten su comprensión como huella material de un proceso histórico, puesto que

<sup>1</sup>Convenio para la salvaguarda del Patrimonio Arquitectónico de Europa, Granada 1985.

<sup>2</sup>Para el desarrollo de este trabajo, se ha establecido una interesante iniciativa, la Red Europea de los Lugares Clásicos de Espectáculo que está gestionada por la Fundación Europea de los Oficios del Patrimonio.



Vista de la cubrición del teatro romano de *Caesaraugusta*



los paisajes culturales no son sino el resultado de la interacción entre la actividad humana y el medio natural sobre el que se produce.

En 1986 el Departamento de Arqueología del entonces ICRBC (Dirección General de Bellas Artes y Archivos del Ministerio de Cultura) puso en marcha el Plan Nacional de Parques Arqueológicos, algo que quedaba asumido por la ley del Patrimonio Histórico Español de 1985 (Ley 16/1985), que proponía como máximo nivel de protección la categoría de Bien de Interés Cultural (art. 9-13), aplicable, en el caso de los bienes inmuebles, a monumentos, jardines históricos, conjuntos históricos, sitios históricos y zonas arqueológicas (art. 14-25). En esta misma ley (art. 35) se proponía el desarrollo de Planes Nacionales de Información sobre el Patrimonio Histórico Español, bajo responsabilidad del Consejo de Patrimonio Histórico, como vía para la protección del patrimonio y *“con el objeto de facilitar el acceso de los ciudadanos”*. En este contexto se inscribe la propuesta del plan sobre parques arqueológicos; los objetivos y primeros resultados (los anteproyectos de conversión en parques arqueológicos) fueron objeto de un seminario realizado en 1989 y publicado por el Ministerio de Cultura (M<sup>a</sup>. A. Querol, *Parques arqueológicos*, 1993). En este Plan, un parque arqueológico se considera definido por seis aspectos:

- Se trata de un bien inmueble (yacimien- to, zona arqueológica, conjunto histórico o sitio histórico) declarado BIC y que incluye su entorno (algo ya previsto en la Ley de Patrimonio), ya que una caracte- rística esencial del parque ha de ser su vin- culación con su medio natural y cultural.
- Debe ofrecer interés científico, históri- co y educativo. Su interés científico ha de ser independiente de la monumenta- lidad o excepcionalidad de los restos. A la hora de seleccionarlo ha de ser un ele- mento clave su representatividad (de mo- mentos históricos, modos de vida...) y de ahí derivará su papel en la información y formación.

- Su estado de conservación ha de ser co- rrecto, de manera que sea posible mos- trarlo al público y hacerlo comprensible. Implica una concepción y ejecución pa- ralela de los procesos de investigación y puesta en valor.

- Ha de tener la infraestructura de acce- so necesaria para que sea posible la visi- ta. Esto implica una adecuación global del espacio para el público, incluyendo puntos de información, itinerarios, etc.

- Se ha de concebir integrando la rela- ción yacimiento/ entorno y parque ar- queológico/ entorno. El hecho de hacer explícita esta contextualización, supone no sólo tener en cuenta la dimensión es- pacial, sino también la temporal, que aclare al visitante el papel del parque en el momento actual y su relación con su en- torno a lo largo de la historia.

- El objetivo que marque la planificación e intervenciones debe ser la obtención de la máxima rentabilidad social. El papel del parque arqueológico es comunicar con un público lo más amplio posible, poniendo para ello en marcha los medios pertinentes: centro de información, mu- seos, publicaciones, multimedia, materia- les didácticos, etc.

Por último, no debe olvidarse que el destinatario final es la ciudadanía. De- ben desterrarse las viejas ideas patrimo- nialistas, tanto de la administración como de los estudiosos de cada yacimien- to. El ICOMOS en su artículo 2 de la Carta Internacional para la Gestión del Patrimonio Arqueológico de 1990 decla- ra que: *“La protección del patrimonio ar- queológico debe incorporarse a las políticas de planificación a escala internacional, na- cional, regional y local”*.

*La participación activa de la población debe incluirse en las políticas de conservación del pa- trimonio arqueológico. Esta participación resul- ta esencial cada vez que el patrimonio de una población autóctona está en juego. La participa- ción se debe basar en la accesibilidad a los co- nocimientos, condición necesaria para tomar*

*cualquier decisión. La información al público es, por tanto, un elemento importante de la conservación integrada”.*

## TEORÍA SOBRE INTERPRETACIÓN O EXHIBICIÓN DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO

La historiografía reciente sobre la puesta en valor de yacimientos arqueológicos ha recogido los criterios básicos que deben tenerse en cuenta a la hora de seleccionar la validez de un resto arqueológico para su interpretación y exposición al público.

Poner en valor significa obligatoriamente seleccionar, aunque todo resto sea susceptible de transmitir un valor cultural. Como premisa, estos criterios han de conformarse teniendo en cuenta dos vertientes asociadas: los aspectos patrimoniales y los aspectos científicos. Sólo de su consideración conjunta se derivará una puesta en valor coherente y de calidad.

Almudena Orejas Saco del Valle explicitó una serie de directrices básicas para establecer un parque arqueológico:

- Alto grado de Representatividad, es decir, que sea un ejemplo significativo (...) como expresión de formas de vida, de trabajo, de producción, de simbolización... hace que sea representativo de las interacciones entre comunidades y con el medio, algo que va más allá de la excepcionalidad del mismo.
- Delimitación. Un parque ha de poseer unos límites reconocibles y coherentes con la realidad patrimonial que se desea transmitir. Esto se debe hacer percibir claramente (y no sólo ni necesariamente cerrando físicamente el espacio).
- Capacidad de integración de:

1. Escalas espaciales distintas, que permitan ubicar acontecimientos locales en contextos más generales (regionales, nacionales, mediterráneos, europeos...).

2. Escalas temporales. La diacronía es elemento esencial para hacer entender el paisaje como resultante de procesos históricos.

3. Elementos funcionales y morfológicos diversos.

- Ejes temáticos. La información se debe presentar organizada, de manera que la selección de temas propuestos permita al público articular la visita correctamente, sin ocultar la riqueza de los procesos históricos. Esto permitirá jerarquizar e integrar en el discurso global otros elementos. Los temas pueden hacer referencia a: actividades, modos de vida, formas de hábitat, producciones, elementos simbólicos, etc. Con frecuencia son las actividades productivas que han marcado la explotación de una zona las que proporcionan el marco temático primario, así, por ejemplo, la minería en el caso de la Zona Arqueológica de Las Médulas. Evidentemente el problema esencial es articular la diversidad y la homogeneidad, es decir, cómo transmitir la complejidad.

El comité encargado de declarar a las Médulas como Patrimonio Mundial también explicitó posibles criterios exigibles a los bienes de interés cultural:

- Ser una obra destacada de la creatividad humana.
- Proporcionar un testimonio destacado de la creación de un Paisaje Cultural.
- Ser una evidencia, al menos excepcional, de una civilización extinguida.
- Ser un ejemplo sin paralelos resultante de la unión entre Arqueología y Paisaje que ilustra un período de gran importancia para la Humanidad.

Hoy día se ha establecido una serie de premisas<sup>3</sup> a tener en cuenta a la hora de decidir la presentación al público un yacimiento:

- “(...) no sólo es necesario preservar, conservar e integrar, sino que también es

<sup>3</sup>Líneas extraídas de los cuatro congresos sobre Musealización de yacimientos celebrados hasta la fecha en España y sobre todo de la obra de referencia de ANTONI NICOLAU “La interpretación del patrimonio arqueológico: objetivos, premisas y procesos de decisión”, dentro del Coloquio internacional e interdisciplinar – APPEAR, Bruselas, 4 y 5 octubre 2005, *Ciudades del pasado, ciudades del futuro: dar vida a la arqueología urbana. Puesta en valor de los yacimientos arqueológicos urbanos.*





fundamental comunicar qué preservamos, por qué conservamos y qué significan los vestigios que musealizamos. Así la ciudadanía podrá entender, compartir o negociar los motivos por los cuales convertimos unos vestigios arqueológicos en patrimonio cultural y por qué razones los queremos articular junto con la dinámica cultural, social y económica de la comunidad. Es necesario crear un diálogo entre los ciudadanos y el patrimonio arqueológico heredado de sus antepasados. Es imprescindible que se comprendan las razones científicas, culturales y económicas de la preservación del patrimonio”.

- En términos prácticos, podemos entender que interpretación es aquella explicación o presentación pública, cuidadosamente planeada, que aborda el significado de un lugar como patrimonio cultural, tanto tangible como intangible. Los mecanismos técnicos (...), sea cual sea el medio seleccionado, deberá proporcionar una información sobre el lugar que no resultaría disponible de otro modo. Esta es precisamente una de las especificidades de los museos de sitio respecto a otro tipo de museos: el hecho que la interpretación se realiza en el mismo espacio patrimonial para que el público entienda, disfrute o perciba *in situ* los valores del yacimiento arqueológico. Por lo tanto, la interpretación misma se realiza tomando el yacimiento como pieza clave y elemento central del discurso y de las técnicas museográficas. No se trata de un espacio ajeno al escenario museográfico sino que forma parte intrínseca y estructural de éste. De hecho, el atractivo mayor de los museos de sitio es que el público puede directamente ver, pasear y experimentar el pasado sintiéndose envuelto por sus vestigios.

- En los ámbitos profesionales de la gestión patrimonial se ha adoptado la palabra “interpretación” para designar la comunicación que se da entre los vestigios arqueológicos y el público. Como en toda comunicación existe un emisor –en este caso, una profesión: la arqueología–, que quiere hacer llegar un mensaje –la significación del yacimiento arqueológico– a un

receptor –el público visitante del yacimiento musealizado. Pero el término “interpretar” connota otros aspectos más allá de la semiótica básica aquí expresada. Por una parte, hace referencia al mensaje mismo, a su contenido y su significación, y por la otra, pero de manera íntimamente relacionada, nos habla de quién comunica: ¿son los vestigios, los arqueólogos, los gestores patrimoniales o los políticos? Los vestigios arqueológicos por sí mismos no transmiten ningún mensaje, son mudos: para que expliquen alguna cosa es necesario elaborar un discurso, que debe basarse tanto en los resultados de las excavaciones como en los diferentes valores que se atribuyen al yacimiento. Por lo tanto, aquello que se comunica al público son, en primer lugar, las interpretaciones históricas realizadas por los profesionales de la arqueología: se trata de hipótesis interpretativas, que se ajustan o se descartan en virtud de la investigación científica en curso. Pero los vestigios arqueológicos no sólo tienen una significación científica. En la medida en que algunos yacimientos arqueológicos son reconocidos como fragmentos de episodios culturales trascendentales se convierten en hitos históricos a los que damos relevancia cultural.

- Al transformarse en patrimonio cultural (es decir, al convertirse en lo que nosotros catalogamos como algo digno de ser referido como elemento cultural) los vestigios arqueológicos se convierten en un fenómeno simbólico de presente. Por lo tanto, aquellos vestigios “mudos” acaban constituyéndose en portadores de nuevos mensajes sociales según quién sea el emisor: de identidad nacional, de simbología religiosa, con connotaciones de clase social, de valor artístico, de carácter educativo, etc., más allá de lo meramente histórico.

- Definir cuáles son los significados culturales a interpretar y transformarlos en discursos interpretativos, inteligibles para el público potencial que se desea alcanzar, no es una decisión que se deba tomar a la ligera. Se trata de una decisión que afectará directamente el éxito comunicativo del proyecto de puesta en valor. Por esta

razón cuando se musealiza un yacimiento arqueológico es imprescindible decidir de manera consciente, consensuada y argumentable qué es lo que se va a interpretar. Las decisiones no se pueden tomar de manera aleatoria o porque parecen obvias, porque interpretar un yacimiento arqueológico no consiste sólo en explicar su contenido histórico. Se trata de un proceso que evoluciona constantemente en el tiempo y en el cual hay que realizar elecciones sobre aspectos tan diversos como si se quiere dar relevancia a un período histórico concreto, a una zona de ocupación específica, a una significación cultural particular, etc., sin olvidar que es necesario adaptarse a un público no necesariamente versado en arqueología

También se debe decidir, por ejemplo, si la interpretación tiene fines divulgativos (el yacimiento como herramienta educativa), de entretenimiento (el yacimiento recreativo) o de evocación de un pasado remoto (rememorativas).

- Estas decisiones inciden directamente sobre los elementos que integran un proyecto de interpretación: el discurso interpretativo, el guión expositivo, el recorrido museográfico, las técnicas museográficas, los programas educativos y las actividades culturales paralelas, así como los sistemas de gestión. Las decisiones discursivas acabarán por definir una línea interpretativa muy concreta. Para que estas decisiones se integren correctamente en el proyecto de puesta en valor, deben consensuarse, adaptarse e integrarse a las propuestas de actuación de los otros profesionales participantes en el proyecto de puesta en valor, básicamente arquitectos y restauradores. Conseguir un diálogo fluido entre arqueólogos, museógrafos, conservadores y arquitectos dará lugar a un proyecto integral y armonioso. Además, si las tomas de decisión entorno a la filosofía interpretativa se realizan mediante criterios compartidos y consensuados, se obtendrán elementos argumentables científica, profesional y políticamente tanto ante la profesión como ante la ciudadanía.”

Se ha llegado incluso a crear un esquema de diseño de proyecto de interpretación de yacimientos arqueológicos, en el que algunos de los elementos claves generales atener en cuenta en cualquier plan interpretativo son:

- El patrimonio arqueológico interpretado in situ presenta una especificidad propia que lo diferencia de otros elementos patrimoniales muebles o inmuebles.
- Los discursos y las herramientas interpretativos deben ser fruto del diálogo y el consenso. Además deben responder adecuadamente a los objetivos generales de la interpretación y la puesta en valor de los yacimientos arqueológicos.
- El proyecto de interpretación debe articularse con las otras disciplinas participantes en el proyecto de puesta en valor (arquitectos, conservadores, etc.), pero siguiendo siempre una metodología de trabajo que le es propia.
- El proyecto de interpretación debe contener las herramientas para autoevaluarse, así como ser suficientemente flexible como para corregirse en cualquier momento.
- El proyecto de interpretación deber ser capaz de convertir la información en conocimiento al alcance de la sociedad.
- El proyecto de interpretación debe permitir a la ciudadanía comprender mejor su ciudad y su patrimonio cultural.
- El proyecto de interpretación debe fomentar un desarrollo sostenible y equilibrado entre pasado y presente en las ciudades europeas.

En resumen, conjugando con las nociones ya expuestas de Antoni Nicolau<sup>4</sup>, y las “Recomendaciones para las Buenas Prácticas en Interpretación del Patrimonio Natural y Cultural” de la Comisión de Calidad y Buenas Prácticas en la Interpretación Asociación para la Interpretación del Patrimonio (AIP) de 2006,

<sup>4</sup> “(...) hemos intentado establecer un protocolo de actuación (...) establecer unos criterios que ayuden a responder a las preguntas que surgen a lo largo de un proyecto de puesta en valor.” En este sentido incide la obra de JESÚS MEJÍAS LÓPEZ. *Estructuras y principios de gestión del patrimonio cultural municipal*, Librería Cazabaret, 2008, de recentísima publicación al escribir estas líneas.





*Boletín de Interpretación 14*, pp. 17-25 ([http://www.interpretaciondelpatrimonio.com/docs/pdf/boletin\\_14.pdf](http://www.interpretaciondelpatrimonio.com/docs/pdf/boletin_14.pdf)), se establecen unos puntos de obligada consideración para decidir qué se hace con un sitio arqueológico:

- Singularidad.
- Representatividad (de aquello que se quiere comunicar).
- Capacidad de ejemplarizar (estado de conservación).
- Recursos necesarios para llevarlo a cabo.
- Oportunidad (sociopolítica).

### **Características de una buena interpretación del patrimonio**

En muchas ocasiones el actual auge de visitantes dista mucho de estar adecuadamente ordenado y articulado e incluso puede llegar a poner en peligro el deseable carácter duradero de un recurso. Uno de los principales problemas habitualmente pendientes es el mantenimiento y la mejora de las infraestructuras de acceso y servicios, así como conseguir un acceso al parque que equilibre la prestación de servicios al visitante y un control que impida la masificación. Frente a una clara tendencia a mejorar los accesos hasta el extremo de que el visitante pueda llegar en coche hasta los principales puntos de información, debe darse preferencia a una circulación perimetral, potenciando los aparcamientos disuasorios. También está pendiente la dotación de una infraestructura de personal mínima a todas luces imprescindible para la correcta interpretación de cualquier yacimiento arqueológico. En fin, uno de los problemas esenciales es, en muchas ocasiones, la diversidad de administraciones implicadas en su mantenimiento y desarrollo.

Por lo que respecta al cuidado del correcto cumplimiento de sus funciones, ya en 1957 fueron expuestos por F. Tilden los principios para interpretar el patrimonio:

- Cualquier forma de interpretación que no relacione los objetos que presenta y describe con algo que se encuentre en la experiencia y la personalidad es estéril.

- La información, como tal, no es interpretación. Es una revelación basada en la información. Sin embargo, toda interpretación incluye información.

- La interpretación es un arte que combina muchas artes para explicar las materias presentadas; y cualquier forma de arte, hasta cierto punto, puede ser enseñada.

- La interpretación persigue la provocación y no la instrucción.

- Debe ser la presentación del todo y no de las partes aisladamente, y debe dirigirse al individuo como un todo y no sólo a una de sus facetas.

- La interpretación destinada a niños no debe ser una mera dilución de lo entregado a los adultos, requiere un enfoque radicalmente diferente. En el mejor de los casos necesitará programas específicos.

Pablo Regio, en “Decálogo del intérprete ambiental y del patrimonio”, *Boletín de Interpretación 14*, pp. 10, ha actualizado estas ideas con una serie de propósitos para el mediador entre el yacimiento arqueológico y el público:

- Ser un intérprete es una elección y no una imposición. Por ello disfrutaré de mi labor, pese a la fatiga que pueda imponer la reiteración, porque cada persona con la que me relaciono es distinta y merece mi mejor esfuerzo.

- Si no gano el interés y simpatía del público, de nada vale el mejor mensaje que puedo preparar. Para abrir corazones desde el vamos, no hay mejor llave que una cálida bienvenida y una sonrisa sincera.

- Aunque admito que la interpretación no funciona por medio de una receta universal, reconozco ciertos principios confiables a los que adhiero, además de una

buena dosis de ingenio, esfuerzo y amor por mi profesión.

- Haré efectivo mi trabajo mezclando, en el recipiente del tiempo prudencial, generosas porciones de amenidad y claridad.

- Buscaré cautivar y embelesar a mis interlocutores, porque la ruta del sentimiento es la más directa a la comprensión.

- No alardearé de mis conocimientos. Ellos son los ladrillos con los que ayudaré al visitante a cimentar la construcción de una nueva percepción ambiental. La información es un ingrediente de mi tarea, pero agregada en exceso puede arruinar el resultado final.

- Abordaré cada proyecto con entusiasmo y profesionalismo, porque estoy convencido que mi disciplina es irremplazable como herramienta para la conservación del patrimonio.

- Contribuiré al enriquecimiento de la interpretación, intercambiando experiencias y saber con mis colegas. Con ellos, creceré profesionalmente.

- Planificaré previamente mis actividades, con objetivos claros, concretos y mensurables, porque en ello reside la diferencia entre el profesional y el mediocre.

- Tendré siempre en claro que los medios que empleo no son un fin en sí mismos, sino instrumentos para alcanzar mis objetivos.

L. Beck y T Cable ampliaron estos principios en 1998, de los que destacaré que:

- Los textos interpretativos deberían transmitir aquello que a los lectores les gustaría conocer.

- La interpretación debería estimular las capacidades de los visitantes.

- Un programa interpretativo debe ser capaz de conseguir apoyo político, financiero, administrativo y profesional.

Para no extendernos aquí demasiado, puede plantearse que una buena interpretación deberá seguir el modelo planteado por Jorge Morales Miranda (1998), el cual, perseguirá la definición dada por el autor: *“La interpretación es una estrategia de comunicación destinada al público en general que revela el significado del lugar con el fin de que lo aprecie y pueda adoptar una actitud favorable a la conservación”*.

Para hacer visitable un conjunto arqueológico es necesario tener en cuenta una serie de aspectos como:

- Garantizar su protección con la declaración del máximo nivel de protección legal posible que asegure su conservación y estudio.

- Ha de tener un tratamiento museológico suficiente para que se comprenda y conseguir la mayor incidencia social. El tratamiento ha de ser riguroso y capaz de transmitir contenidos científicos comprensibles para los diferentes públicos (escolar, turista, especialistas), hacerlo de modo atractivo y a partir de un guión estructurado para que el aprendizaje sea comprensible. No sólo se debe describir, sino también interpretar.

- Ha de dotársele de una estructura administrativa de gestión, con presupuesto definido y personal asignado.

- Debe disponer de servicios básicos para los visitantes (recepción, WC, expendedores de bebida, etc.) y adecuados de manera suficiente a los diferentes tipos (grupos de hasta 60 personas de un autobús, minusválidos, etc.).

- Aquí quiero resaltar mi petición de que sea atendida la Memoria Científica de los arqueólogos responsables de cada yacimiento, pues en muchas ocasiones vemos concluidos proyectos de exhibición de yacimientos o monumentos sin que exista el estudio final de las intervenciones realizadas. Es evidente que los plazos políticos de inauguraciones de proyectos sobre el patrimonio marcan una urgencia, pero







no lo es menos que no se trata de abrir al público un elemento histórico por que sí, sino de transmitirle unos conocimientos comprobados. Algo que no se puede asegurar mientras el estudio científico no esté concluido.

---

## VALOR DE UN YACIMIENTO ARQUEOLÓGICO EN SU CONTEXTO HISTÓRICO Y EN SU MARCO LOCAL

Pueden definirse tres valores genéricos. Valor de uso, es decir, la utilidad. Valor formal desde el punto de vista científico o mediático. Y valor simbólico, como portador de un mensaje más o menos evidente. Enumeraré aquello que debería ser tratado por un proyecto de interpretación.

### - Fase Histórica.

1. Cronología. Función e importancia en su contexto local. Podría tomarse como una parte de un itinerario más amplio.

2. Restos inmuebles.

3. Partes diferenciadas. Hitos ejemplificadores y fundamentales.

4. Singularidad (del tipo que proceda): monumental, religiosa, económica, cultural...

5. Conservación física, visual y didáctica.

6. Grado de conservación y problemas de deterioro. Intervenciones ya realizadas con anterioridad. Elementos de conservación de urgencia. Previamente es recomendable la ejecución de un plan director realizado por un equipo multidisciplinar (ingenieros, geólogos, arqueólogos y restauradores) que incluya:

a.- Un estudio a nivel geológico-químico de los materiales constitutivos, a fin de realizar los tratamientos más apropiados en cada caso.

b.- Previsión de un sistema de cubierta. Planificación de un sistema de canalización de aguas y su correcta evacuación fuera del área de excavación.

c.- Análisis del estado de Conservación y propuesta de tratamiento de restauración.

### - Oportunidad.

Situación del yacimiento en relación a núcleos de población (potenciales visitantes) a infraestructuras de comunicación por carretera, ferrocarril y avión.

La reciente creación autonómica de la red de Comarcas debería favorecer la implicación del conjunto de la comarca en el apoyo económico a la exhibición del yacimiento de referencia de casa una de ellas.

### - Inversión.

En este apartado cualquier programación que se haga desde la exclusiva voluntad del arqueólogo resulta inútil. Debe realizarse en colaboración estrecha con los promotores. Las actividades que se describen en el capítulo siguiente exigen un notable esfuerzo económico, que sólo puede llevarse a cabo si las autoridades autonómicas y locales se implican personalmente, tras haber comprendido la potencialidad del sitio arqueológico.

En este tipo de situaciones suelen emplearse distintas fórmulas que rebajen las necesidades de financiación como escuelas-taller y asociaciones de voluntarios para las actividades de guía del yacimiento y mantenimiento de las instalaciones. No se trata de inventar nada nuevo, sino de que puedan surgir ciertas ideas para ahorrar esfuerzo inversor. Este esfuerzo muy probablemente no pueda costearse desde los exiguos presupuestos de los departamentos culturales y debería buscarse quizá desde otros más dotados.

Por último, el desarrollo a largo plazo del proyecto, con los consiguientes costes de personal, suelen ahuyentar a los responsables de la Administración. Por ello en algunos sitios arqueológicos se ha utilizado la fórmula de conceder la explotación comercial de la exhibición del yacimiento a una empresa privada, que asuma los costes y los posibles beneficios. Ello debe realizarse lógicamente en un marco de con-

trol administrativo de las acciones encaminadas a dotar de atractivo turístico al yacimiento; es decir, que hacerlo más apetecible no suponga nunca un menoscabo patrimonial del mismo.

## PROPUESTA DE PUESTA EN VALOR

### Objetivos

Acercar al ciudadano: la etapa histórica de referencia y los modos de vida de esa sociedad; las técnicas tradicionales artesanales, etc.

Promoción del municipio (mercadotecnia, turismo atraído, empleos generados).

Mejora de la consideración del patrimonio histórico.

### Medios empleados

Enmarcados dentro de un Plan Director de las intervenciones a realizar, que marque objetivos, agentes participantes, recursos y cronograma.

### Estudio de público y potencialidad del yacimiento

Debe optimizar los esfuerzos inversores y reconducir las acciones que pudieran resultar descabelladas. Debe preparar una campaña de difusión previa al arranque de los servicios, para que su comienzo sea bueno.

### Centro de recepción de visitantes

Introducción al yacimiento y la visita, y resumen final. Se hará especial hincapié en centrar la etapa histórica y los apartados mencionados en los objetivos, así como en las normas mínimas de seguridad y salud durante la estancia, tanto para el público como para el yacimiento.

Publicitar otros yacimientos históricos, inscritos o no en un programa general de la Comunidad Autónoma o, incluso, suprarregional. Encuestas voluntarias

al finalizar, que deberán indagar la adquisición de conocimientos por parte del visitante, el grado de satisfacción que se lleva y sus propuestas de mejora.

### Audio-guías

Guías personalizadas. Realidad aumentada. Además de lo ya comentado antes sobre una idónea interpretación del patrimonio, resultan un recurso muy económico. Por norma, deben resultar sencillas, aunque la tecnología actual permite crear distintos grados de especialización adaptables al nivel del visitante. Mucho más caro resultan las instalaciones de realidad aumentada, aunque son muy útiles para hacer entender los restos al turista poco avezado en la arqueología.

### Señalización

General, zonal y puntual. Localización estudiada de los mismos. A parte de la teoría general sobre las características de la señalización, como la comprensibilidad (riguroso pero asequible, alejados de la terminología científica), la correcta distribución, alta resistencia a la intemperie y el vandalismo, en lo que no voy a extenderme aquí; el óptimo aprovechamiento de este recurso debe valorarse en conjunto con otros medios como las audio-guías.

De existir los dos, la señalización debe centrarse en facilitar los desplazamientos sobre el terreno, evitando rodeos innecesarios y evitando el innecesario cansancio del turista, así como incidiendo en los elementos básicos de aquello que se quiera comunicar.

### Cubierta de los restos inmuebles

La visita se realizaría en unas condiciones inmejorables y con unas mayores posibilidades de musealización. Estás podrían ser la instalación de elementos de realidad aumentada, que proyectasen desde diversos puntos el alzado de los edificios conservados.





### Adecuación de senderos

Además de estar insertados dentro de los restos, a ser posible, teniendo en cuenta la lógica urbanística del periodo histórico que tratemos de explicar, habrá que atender la legislación vigente sobre eliminación de barreras arquitectónicas y favorecer el tránsito de los disminuidos funcionales. Importante igualmente para una agradable visita será su enriquecimiento con un entorno de vegetación histórica.

### Rutas

Una ruta debe estar pensada para no llegar a provocar cansancio en el visitante, algo que viene condicionado por la amplitud del sitio, la afluencia de público en una relación directamente proporcional (más gente - mayor cansancio), la distribución espacial del lugar y sus posibilidades, la monotonía de lo presentado (por ejemplo demasiadas viviendas iguales), el tipo de visitante condicionado por: si es residente o visitante, su estado vital, etc.

Si el yacimiento es de grandes dimensiones, puede dividirse en más de una ruta

para que cada una rebaje su duración, lo que da más posibilidades a las personas con movilidad reducida. Las recreaciones que insertemos deben estar basadas en una arqueología experimental, la cual podría retroalimentarse con un taller que ensaye las técnicas artesanales empleadas entonces. La propia reconstrucción de algún edificio podría servir como elemento de protección de los restos.

### Actividades del taller

Incluso del tipo Escuela-Taller formativa. Explicación práctica a visitantes: selección de materias primas, comportamiento frente al medio ambiente, etc.

### Excavación arqueológica planificada que dinamicen y renueven las visitas cada año

Explicación a visitantes: visita a la actividad real en tiempo de campaña de investigación. Prácticas de excavación programadas, especialmente a escolares (concienciación sobre el valor del patrimonio histórico).

---

## BIBLIOGRAFÍA

ASHURST, J. (Ed.) (2007). *Conservation of ruins*.

BALLART, J. (1997). *El Patrimonio histórico y arqueológico: valor y uso*. Barcelona.

*Boletín de Interpretación*. Asociación para la Interpretación del Patrimonio. <http://www.interpretaciondelpatrimonio.org>

CLOTTE, J. (2002). *La Préhistoire expliquée à mes petits enfants*. Paris.

CONSEJO DE EUROPA (1992). "Accès du public et gestion des sites culturels". *Patrimoine architectural* 24. Estrasburgo.

DE LA PEÑA ALONSO, P. y COLINO POLO, F. (2005). "El cansancio en los museos". *Arqueoweb: Revista sobre Arqueología en Internet*. Vol. 7, nº 1.

DELGADO RUIZ, M. (2000). "Trivialidad y trascendencia. Usos sociales y políticos del turismo cultural". *El turismo cultural: el patrimonio histórico como fuente de riqueza*. Fundación del Patrimonio Histórico de Castilla y León. Valladolid.

HERRERO, L. C. (Ed.) (2000). *Turismo cultural: el Patrimonio Histórico como fuente de riqueza*. Valladolid.

HODGES, H. W. M. (1993).: *Conservación arqueológica in situ*. Méjico.

ICAHM (2002). *Comité Científico Internacional de Gestión del Patrimonio Arqueológico*. Informe. Reunión en Madrid del 4 de diciembre.

ICOMOS (1990). *Carta Internacional para la Gestión del Patrimonio Arqueológico*.

MARTA SANTOS, M., CASTANYER I MASOLIVER, P., TREMOLEDA I TRILLA, J., MONTURIOL, J., AQUILUÉ ABADÍAS, J., BASES I HERNÁNDEZ, T. “El proyecto de restitución virtual de la ciudad griega y romana de *Empuries*”. *MARQ 0*, pp. 113-124.

MARTÍN GARCÍA, M.<sup>a</sup> S. y MARTÍNEZ-NAVARRO ALBEROLA, M.<sup>a</sup> M. (2005). “Encuestas en puerta de museos: MAN y MARQ”. *Arqueoweb: Revista sobre Arqueología en Internet*. Vol. 7, nº 1.

MARTÍN GUGLIELMINO, M. (1996). “Reflexiones en torno a la difusión del Patrimonio Histórico”. *Cuadernos I.P.H.A.*

MORAGÓN MARTÍNEZ, L. y GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, P. (2005). “Asociaciones de amigos/as de los museos”. *Arqueoweb: Revista sobre Arqueología en Internet*. Vol. 7, nº 1.

MORALES MIRANDA, M. (1998). *Guía Práctica para la Interpretación del Patrimonio: El Arte de Acercar el Legado Natural y Cultural al Público Visitante*. Junta de Andalucía y TRAGSA.

OREJAS SACO DEL VALLE, A. (2001). “Los parques arqueológicos y el paisaje como patrimonio”. *Arqueoweb: Revista sobre Arqueología en Internet*. Vol. 3, nº 1.

PREGO AXPE, A. y MUÑOZ MARTÍNEZ, R. (2006). “La didáctica del museo y del yacimiento arqueológico”. *MARQ 1*, pp. 169-181.

RUIZ DEL ÁRBOL, M.<sup>a</sup>, SÁNCHEZ-PALENCIA, F. J. y LÓPEZ JIMÉNEZ, O. (2001). “La investigación de paisajes culturales y su valoración como zonas arqueológicas. La zona arqueológica de Las Cavenes (El Cabaco, Salamanca)”. *Arqueoweb: Revista sobre Arqueología en Internet*. Vol. 3, nº 1.

SÁNCHEZ-PALENCIA, F. J. y FERNÁNDEZ-POSSE, M.<sup>a</sup> D. (2001). “Las Médulas como paisaje cultural. Itinerarios por el parque arqueológico”. *Arqueoweb: Revista sobre Arqueología en Internet*. Vol. 3, nº 1.

SANTACANA, J. y HERNÁNDEZ, X. (1999). *Enseñanza de la Arqueología y Prehistoria: problemas y métodos de gestión*. Valencia.

SANTACANA, J. y SERRAT, N. (Coord.) (2005). *Museográfica didáctica*.

SANTANA, A. (1999). *Didáctica del Patrimonio arqueológico. El proyecto del poblado ibérico de Alorda Park, Calafell (Tarragona)*. Tarragona.

<http://www.international.icomos.org>. Página web del Consejo Internacional de monumentos y lugares de la UNESCO. Contiene información sobre sus distintas actividades, por ejemplo el Comité Científico Internacional sobre Archaeological Heritage Management.

<http://universidadypatrimonio.net> Forum UNESCO - Universidad y Patrimonio (FUUP). Es un proyecto de la UNESCO para la realización de actividades para la protección y salvaguarda del patrimonio cultural, a través de una red informal de instituciones de educación superior. FUUP está bajo la responsabilidad común del Centro de Patrimonio Mundial de la UNESCO y la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), España.

VV AA (1993). *Seminario de Parques Arqueológicos*. Madrid.

VV AA (1995). *Actas de la I Reunión Internacional sobre el Patrimonio Arqueológico: modelos de gestión*. Valencia.

VV AA (2002). *Función social del Patrimonio histórico: el turismo cultural*. Cuenca.

