

kausis

REVISTA DE LA ESCUELA TALLER DE RESTAURACIÓN DE ARAGÓN

noviembre 2005



kausis

EDITA

ESCUELA TALLER DE RESTAURACIÓN DE ARAGÓN

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
Beatriz Ausejo Gutiérrez
Alberto Sevilla Conde

EQUIPO DE REDACCIÓN

Mónica Arcusa Rubio
Beatriz Ausejo Gutiérrez
Irache Bellostá Ordóñez
José Fabre Murillo
Nuria Ferrer Santolaria
Maialen Gallégo-Careaga
Larrañaga
Raúl Godina Barroso
Maite González Sariñena
Raquel Lacasta Arrieta
María Lasuén Alegre
Romina Luesma González
Ana Belén Rodríguez Muñoz-Torrero
Eva Sanmartín Martínez
Alberto Sevilla Conde
Irene Villalba Barrio

EQUIPO QUÍMICO Y BIOLÓGICO

Ramiro Alloza Izquierdo
M^a Paz Marzo Berna
Jordán Esteso Martínez
Nieves Laborda Lobe
Jorge Sánchez Gálvez

MAQUETACIÓN

Beatriz Ausejo Gutiérrez
Alberto Sevilla Conde

PORTADA

Raúl Godina Barroso

IMPRIME

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

DEPÓSITO LEGAL

Z. 3178-05

ISSN

1885-6071

LA ESCUELA TALLER DE RESTAURACIÓN DE ARAGÓN

- 4 **SEGUIMOS CRECIENDO**
José Manuel López Gómez
- 8 **FASE FORMATIVA DE LA ESCUELA TALLER DE RESTAURACIÓN DE ARAGÓN**
Romina Luesma González e Irene Villalba Barrio
- 10 **CURSOS Y CONFERENCIAS REALIZADOS EN LA FASE FORMATIVA DE LA ESCUELA TALLER DE RESTAURACIÓN DE ARAGÓN**
Romina Luesma González e Irene Villalba Barrio
- 13 **VISITAS FORMATIVAS**
Maite González Sariñena
- 17 **PARTICIPACIÓN DE LA ESCUELA TALLER DE RESTAURACIÓN DE ARAGÓN EN EL I SALÓN DE EDUCACIÓN, FORMACIÓN Y EMPLEO**
Alicia Payueta Martínez

LA CIUDAD ROMANA DE *BILBILIS* (ZARAGOZA)

- 20 **TRABAJOS ARQUEOLÓGICOS DE LA ESCUELA TALLER DE RESTAURACIÓN DE ARAGÓN EN *BILBILIS* (CALATAYUD-ZARAGOZA)**
J. Carlos Sáenz Preciado, José Fabre Murillo, María Lasuén Alegre
Romina Luesma González, Alberto Sevilla Conde e Irene Villalba Barrio
- 32 **COOPERACIÓN ENTRE ARQUEÓLOGOS Y RESTAURADORES**
Susana Morales Ramírez

LABORATORIO DE LA ESCUELA TALLER

- 37 **DETERMINACIÓN VARIETAL DE UN CONJUNTO DE SEMILLAS DE OLIVO (*OLEAEU ROPEA L.*) DEL YACIMIENTO ROMANO DE "LA LOMA DEL REGADÍO" EN URREA DE GAÉN. CONSIDERACIONES ECONÓMICAS Y PRODUCTIVAS**
Jordán Esteso Martínez
- 46 **LOS MORTEROS ANTIGUOS**
Ramiro Alloza Izquierdo y Paz Marzo Berna
- 53 **IDENTIFICACIÓN DE MATERIALES DE ORIGEN ORGÁNICO EN RESTOS ARQUEOLÓGICOS Y OBRAS DE ARTE**
Jorge Gálvez Sánchez

COLABORACIONES

- 59 **UN CASO PRÁCTICO DE PREPARACIÓN PALEONTOLÓGICA: LOS MATERIALES DE LA PUEBLA DE VALVERDE**
M^a Dolores Marín Monfort, Estrella Gemma González Santiago, Jorge Ortiz
Robla y Bernardo Añaños Cáncer
- 66 **CAMPAÑAS DE RESTAURACIÓN DE OBJETOS ARQUEOLÓGICOS DE HIERRO DEL YACIMIENTO "LA CARIDAD" (CAMINREAL, TERUEL)**
Pilar Punter Gómez
- 73 **EXCAVACIONES ARQUEOLÓGICAS EN EL CONJUNTO ALFARERO DE "LA NEVERA" (TERUEL). UNA PRIMERA APROXIMACIÓN**
E. Javier Ibáñez González
- 77 **EL ABRIGO DEL ARENAL DE LA FONSECA EN LADRUÑÁN (CASTELLOTE, TERUEL): PROTECCIÓN DE UN CONJUNTO RUPESTRE Y SU YACIMIENTO ARQUEOLÓGICO**
José Ignacio Royo Guillén

SEGUIMOS CRECIENDO

En diciembre de 2004 dio comienzo un nuevo proyecto de Escuela Taller que ha incrementado su número de alumnos y profesorado con respecto a la Escuela Taller anterior, incluyendo un equipo de arqueólogos y reforzando al laboratorio con un biólogo y un químico especializado en cromatografía.

José Manuel López Gómez

Director de la Escuela Taller de Restauración de Aragón

La Dirección General de Patrimonio Cultural del Departamento de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón y el Instituto Aragonés de Empleo, han vuelto a apostar por el desarrollo de un nuevo proyecto de Escuela Taller dedicado a la formación de jóvenes especialistas en el estudio, conservación y restauración del patrimonio cultural, con la denominación de *Escuela Taller de Restauración de Aragón*.

Los excelentes resultados conseguidos en ediciones anteriores, tanto en los altos índices de ocupación de su alumnado, como en la calidad de la obra ejecutada, han permitido no sólo continuar con la tarea emprendida hasta el momento, sino también aportar novedades que han enriquecido tanto los procesos formativos como la práctica laboral.

Desde la Dirección General de Patrimonio Cultural se entiende que la intervención sobre los bienes patrimoniales de carácter cultural debe ser integral, incluyendo tanto su estudio como su conservación. Por este motivo, y atendiendo en primer lugar al abundante patrimonio arqueológico existente en Aragón, se ha concebido la nueva escuela taller como un grupo pluridisciplinar de trabajo constituido por restauradores, arqueólogos, químicos y biólogos. Cinco arqueólogos realizan las tareas de excavación, documentación y estudio del material extraído en el yacimiento romano de *Bilbilis*, en la lo-

calidad zaragozana de Calatayud. El equipo de restauradores está compuesto por ocho licenciados y diplomados procedentes de las diversas facultades, en las que se imparte el itinerario curricular de restauración, y escuelas superiores de conservación y restauración existentes en España. A su vez, en los laboratorios del centro, se están especializando dos laborantes, uno en analítica química y otro en biología.

El equipo de profesores también se ha visto incrementado con respecto a ediciones anteriores, añadiéndose a los dos profesores de restauración y de química, un arqueólogo, un biólogo y un químico especialista en cromatografía.

La coordinación de los trabajos de todos los equipos ha exigido un gran esfuerzo, materializado en el establecimiento de protocolos de actuación, de tal manera que cada uno sabe en que parte del proceso ha de intervenir y colaborar con los otros equipos profesionales.

Se entiende como prioritaria la necesidad de la existencia de un trabajo común y coordinado entre especialistas. Lamentablemente, hasta el momento, no siempre el proceso de estudio e intervención sobre el patrimonio se ha realizado de forma lineal y continuada, ni se ha establecido una metodología unificada, en la que quedara claramente definida la intervención de las distintas disciplinas en el tratamiento y estudio de los materiales y yacimientos ar-



Alumnos de la Escuela Taller realizando la reconstrucción, sobre mesas de arena, de los fragmentos de pintura mural hallados en el yacimiento de *Bilbilis*

queológicos. Cada profesional ha desarrollado correctamente su parcela, pero con frecuencia no ha existido conexión entre uno y otro, de tal manera que la pieza arqueológica, una vez extraída y estudiada, ha pasado a ser almacenada, sin completar procesos encaminados a su más exhaustivo conocimiento o conservación, por carecer de ellos, o debido a su elevado coste. Rara vez se utilizan técnicas analíticas para su estudio, y cuando sucede no siempre se ha sabido aprovechar las múltiples posibilidades que ofrece este campo. Algo similar ocurre con la restauración de los materiales. Los restauradores tienen que intervenir frecuentemente sobre piezas almacenadas durante años, cuya información documental les resulta escasa para su trabajo o de compleja interpretación, o sobre estructuras arqueológicas que, de haberse tratado convenientemente en su momento, presentarían menos problemas de conservación.

Otro de los factores que dificulta el desarrollo del proceso integral de la recuperación del patrimonio arqueológico aragonés, es la diversa procedencia formativa de los profesionales que en él intervienen, arqueólogos, restauradores, químicos, biólogos, historiadores, y el desconocimiento

que tienen unos sobre los procedimientos de trabajo e investigación de los otros.

Por tales motivos se ha considerado que es fundamental, para el mejor aprovechamiento de todos los recursos, el que cada área profesional tenga conocimientos básicos sobre las demás, sepa que pueden aportar las otras disciplinas a su trabajo, enriqueciéndolo y completándolo, qué puede pedirles y cómo, y, muy especialmente, avanzar en el conocimiento del lenguaje utilizado en cada una de ellas, al objeto de que todos los profesionales se entiendan y sepan que, en definitiva, están hablando de lo mismo; como interpretar lo que el resto arqueológico puede comunicarnos.

Esta reflexión es la que ha llevado a establecer los siguientes objetivos de la Escuela Taller de Restauración de Aragón.

Generales

— Que jóvenes profesionales arqueólogos, restauradores y auxiliares de laboratorio adquieran conocimientos básicos de las diversas disciplinas que intervienen en el proceso de recuperación del patrimonio arqueológico.



Alumna del laboratorio de química filtrando un precipitado (izquierda) y alumna del laboratorio de biología observando unas muestras en la lupa binocular (derecha)

— Que se apliquen metodologías multidisciplinares y coordinadas en los trabajos de extracción, estudio y conservación de materiales y yacimientos arqueológicos.

— Favorecer la integración en el mercado laboral de jóvenes profesionales que habiendo adquirido formación específica complementaria y experiencia profesional, son capaces de trabajar en equipos multidisciplinares.

Específicos

— Constitución de un centro de documentación especializado en la restauración, conservación y estudio de material arqueológico, al servicio de los alumnos.

— Difundir la importancia de nuestro patrimonio cultural y la necesidad de su conservación mediante conferencias de especialistas, nacionales e internacionales en la materia, y las publicaciones que puedan surgir de la misma Escuela Taller.

— Conocimiento y aplicación de las técnicas más avanzadas en informática, fí-

sica, biología o química en los procesos de restauración, conservación y estudio de material arqueológico, de tal manera que los alumnos estén en la vanguardia de la teoría y la práctica en esta materia.

El programa de Escuelas Taller ofrece el marco adecuado para desarrollar este proyecto, puesto que conjuga la actividad formativa y la laboral. Pretendemos desarrollar una metodología que sea lo más óptima posible para realizar una excavación arqueológica, contando con amplios equipos de profesionales que intervengan desde la fase de planificación de los trabajos, hasta la exposición en museo de las piezas halladas, tras los oportunos procesos de investigación, estudio, conservación y restauración

Durante los seis primeros meses de funcionamiento de la Escuela Taller, entre el 21 de diciembre de 2004 y el 20 de junio de 2005, periodo en que los alumnos trabajadores perciben una beca del INAEM, se han impartido los conocimientos teóricos, planificado los trabajos de excavación y restauración, y se han realizado las primeras prácticas.



Alumnos de la Escuela Taller contrastando opiniones para poder identificar las diversas tipologías del material cerámico encontrado en *Bilbilis*

Los restauradores han recibido clases sobre técnicas y metodología de excavación arqueológica, los arqueólogos sobre criterios de restauración, y los auxiliares de laboratorio sobre ambas materias. Restauradores y arqueólogos han adquirido conocimientos básicos sobre la aplicación del análisis químico y biológico para la obtención de información de los materiales arqueológicos. Más adelante, en el laboratorio, resolverán problemas concretos de analítica de las piezas que ellos mismos hayan extraído y estén en proceso de restauración. La formación se ha completado con explicaciones o cursos específicos sobre geología, técnicas de elaboración de piezas cerámicas, toma de muestras, su preparación, planimetría y topografía y tratamiento digitalizado de la imagen.

Transcurrida la fase formativa se inició la de contratación laboral y trabajo efectivo.

Los arqueólogos están realizando la excavación en el yacimiento romano de *Bilbilis*. Parte de los restauradores estarán presentes en la misma, actuando cuando es necesaria la conservación o consolidación de las piezas, o de las estructuras del propio yacimiento. Otro grupo de restauradores trabaja en el taller, procediendo a

la restauración de los materiales extraídos. El equipo de químicos y biólogos participa en la toma de muestras y en la realización de los procesos de su análisis.

El nuevo proyecto cuenta con los completos medios materiales de las anteriores escuelas taller dedicadas a la restauración del patrimonio cultural, así como con los talleres y laboratorio de análisis químico y biológico, habilitados por el Gobierno de Aragón en la localidad de Cuarte de Huerva, en el extrarradio de Zaragoza.

En todo momento se ha considerado que la formación de los alumnos debe estar basada en el conocimiento de las más modernas técnicas y en el empleo de los equipos más avanzados. Solamente estando en la vanguardia obtendremos los resultados educativos, y de ejecución de obra, que nos hemos propuesto. Por otra parte, la circunstancia de que el alumno sea un titulado en el oficio en el que se va a especializar, favorece su motivación por mejorar su formación y futuro profesional, garantizando el éxito de la posterior integración laboral, al ser plenamente consciente de la necesidad de constituir empresas con sus compañeros, o integrarse en las ya establecidas.

FASE FORMATIVA DE LA ESCUELA TALLER DE RESTAURACIÓN DE ARAGÓN

La primera fase de la Escuela Taller de Restauración de Aragón, consta de un periodo de seis meses dedicado a la formación teórica y práctica de los alumnos en los campos de la restauración, analítica y excavación arqueológica.

Romina Luesma González, Irene Villalba Barrio

Arqueólogas de la Escuela Taller de Restauración de Aragón

Atendiendo a lo establecido en la normativa que regula el programa de Escuelas Taller, seis meses se han dedicado a la formación teórico-práctica de todos sus integrantes, ocho restauradores, cinco arqueólogos y dos auxiliares de laboratorio, en materias relacionadas con la restauración, estudio y análisis de materiales arqueológicos.

FORMACIÓN TEÓRICA

Este año los contenidos del periodo de formación han variado con respecto a las escuelas anteriores debido a la incorporación del equipo de arqueólogos. De esta manera, las clases teóricas se han centrado en los materiales arqueológicos: su excavación y tratamiento posterior. Versando los contenidos sobre: arqueología, biología, química y restauración.

Arqueología

Las clases comenzaron con una introducción a esta disciplina, continuando con una aproximación al mundo clásico, especialmente al periodo romano. El temario impartido ha sido el siguiente: tipología de la casa romana, tipología muraria romana, los hornos y la cerámica romana, los pavimentos romanos y la pintura mural romana.

Así, el temario escogido ha sido de gran utilidad para aproximarnos a lo que posteriormente podríamos tratar en el yacimiento.

Biología

Se han impartido nociones básicas sobre los diferentes materiales orgánicos encontrados en una excavación y sus posibles agentes de deterioro de tipo orgánico. La finalidad se basa en la obtención de conocimientos para una óptima conservación tras la excavación.

Química

Los contenidos han aportado nociones generales de química aplicada a la restauración y conservación de los materiales arqueológicos. En las clases los conocimientos teóricos se reforzaban con ejercicios prácticos.

Conservación y Restauración

Las clases de restauración, en un principio, consistieron en conceptos básicos de restauración e historia de la restauración que se complementaron con una práctica específica para conocer la técnica de la pintura mural al fresco. Se realizaron diferentes tipos de morteros para atender su comportamiento y otras técnicas pictóricas que complementaban al fresco. Posteriormente, se realizaron dos réplicas de pintura mural al fresco romanas, y una vez terminadas sirvieron para realizar prácticas. En una de ellas, se simuló una excavación arqueológica y, en la otra, se realizaron degradaciones y alteraciones para realizar su restauración y conservación, así se pusieron



Medición de un fragmento de cerámica, con la ayuda de un calibre y comparación de los resultados con un manual de arqueología

en práctica los conocimientos teóricos adquiridos.

Las clases teóricas han sido impartidas por los profesores de la escuela: Susana Morales y Alicia Payueta, restauradoras; Carlos Sáenz, arqueólogo; Jordán Esteso, biólogo; Ramiro Alloza y M^a Paz Marzo, químicos, y Nieves Laborda, técnico de laboratorio.

FORMACIÓN PRÁCTICA

La formación práctica se impartió durante los seis primeros meses tanto en la nave en la que tiene su sede la Escuela Taller, situada en Cuarte, como en el yacimiento arqueológico de *Bilbilis*.

En la nave de Cuarte se han llevado a cabo dos trabajos conjuntos entre restauradores y arqueólogos. Por un lado, una práctica de arqueología experimental, consistente en la elaboración de la pintura mural romana de dos habitaciones y, por otro, su posterior excavación y restauración. En la elaboración de la pintura mural se trataron de reproducir los materiales, las técnicas y los procesos de ejecución de la pintura al fresco realizada por los romanos. Para el diseño de las pinturas se escogieron dos motivos reales hallados en diferentes fases de excavación del yacimiento de *Bilbilis* y pertenecientes a la *Domus II*, *Insula I*. Una vez finalizadas las dos pinturas murales, una de ellas se deterioró, para su posterior res-

tauración, y con la otra se simuló una excavación arqueológica.

Esta práctica estaba dirigida a la obtención de conocimientos sobre las técnicas de ejecución de pintura romana, sus diferentes estilos, y los materiales utilizados tanto para la elaboración de los morteros como para los dibujos. Datos muy importantes para restauradores y arqueólogos a la hora de poder determinar la calidad de las pinturas, su cronología y su estado de conservación. Además, se dio la oportunidad a los restauradores de entrar en contacto y familiarizarse con los métodos de excavación y de registro arqueológico, y a los arqueólogos de trabajar con las técnicas y metodología de la restauración.

La otra parte de la formación práctica se ha realizado en torno al yacimiento arqueológico de *Bilbilis*. En primer lugar, mediante la creación de proyectos conjuntos de intervención en el yacimiento, entre arqueólogos y restauradores, tratando de crear protocolos de intervención para la excavación y posterior restauración preventiva *in situ* y segundo, han sido muy importante los dos meses de formación práctica en el yacimiento, tanto en el campo de la arqueología, excavando el sector C.III, zona Ninfeo, y en el de la restauración, conservando las estructuras y los materiales hallados durante la campaña de excavación.



Ejecución de un engasado sobre una de las reproducciones de pintura mural romana, realizada por los propios alumnos

CURSOS Y CONFERENCIAS REALIZADAS EN LA FASE FORMATIVA DE LA ESCUELA TALLER DE RESTAURACIÓN DE ARAGÓN

La primera fase formativa, teórica y práctica, se complementó con cursos externos a la Escuela Taller, así como con viajes formativos y conferencias relacionadas con la restauración y la arqueología que se abordarán en los artículos posteriores y que en nuestra opinión han sido de gran interés para el desarrollo de nuestro futuro trabajo.

Romina Luesma González, Irene Villalba Barrio

Arqueólogas de la Escuela Taller de Restauración de Aragón

Curso de cerámica. Impartido por Javier Fanlo

El objetivo principal de este curso ha sido conocer la elaboración de productos cerámicos, tanto la fabricación como la decoración y su acabado. Para comprender como influye la cocción en las piezas cerámicas se realizó una cocción experimental en un horno similar a los que se utilizarían en el Neolítico.

En las primeras sesiones conocimos las características de la arcilla, la preparación de las pastas y la mezcla de arcillas para su adecuado manejo. En las sesiones prácticas, pudimos comprobar el comportamiento de las diferentes pastas, desgrasantes y su amasado, las técnicas de trabajo de la arcilla, tanto a mano como a torno, con sus variantes y combinaciones, y la realización de piezas con moldes. Conocimos las diferentes formas de cocción y las técnicas de decoración y de acabado.

Cursos de programas informáticos. Impartido por Random Formación S.L.U.

Los cursos de informática se llevaron a cabo entre el 7 de marzo y el 21 de abril. Los programas impartidos fue-

ron: Macromedia Freehand MX, Photoshop CS y QuarkXpress 5.

Constaron de una breve explicación de los comandos utilizados para un fácil manejo del programa que, posteriormente, se aplicaban en ejercicios orientados a conocer la utilidad de los programas en restauración y arqueología.

Los programas Macromedia Freehand MX y Photoshop CS de tratamiento de imágenes son muy útiles para la documentación gráfica, que se realiza tanto en arqueología como en restauración, durante el trabajo de campo y las tareas realizadas en el taller.

El programa QuarkXpress 5 se utiliza para maquetar, siendo el más demandado por las imprentas, así pues, es necesario su conocimiento a la hora de realizar publicaciones, carteles publicitarios o expositivos.

Curso teórico-práctico sobre clasificación y reconocimiento de rocas y problemas relacionados con su conservación

Impartido por Enrique Arranz Yagüe del Departamento de Ciencias de la Tierra de la Sección de Petrología y Geoquí-

mica de la Universidad de Zaragoza, se centró en tres áreas:

- Tipos de rocas y clasificación.
- Propiedades petrológicas, físicas y químicas de las rocas y sus problemas de degradación y métodos de estudio.
- Prácticas *de visu*.

Debido a la carencia de conocimientos sobre geología en los alumnos, arqueólogos, restauradores y técnicos de laboratorio, la Escuela Taller convino necesario el completar la formación con unas nociones básicas acerca del mundo de la geología, muy importante tanto para la arqueología como para la restauración. Se trataron, entre otros, temas sobre las características de los materiales pétreos y sus factores de degradación más comunes y graves, así como las posibles soluciones para su tratamiento.

Curso de prevención de Riesgos Laborales

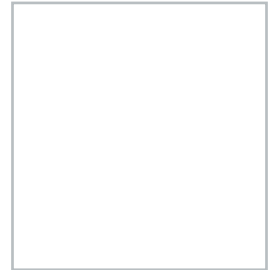
Este curso ha sido impartido por técnicos especializados de la Mutua de Accidentes de Zaragoza. Durante los tres



Alumnos y profesores en el curso de informática

días que duró el curso se expusieron temas esenciales para la seguridad en el trabajo, especialmente en el ámbito dedicado a la construcción en el cual estamos incluidos.

Además de recordarse los deberes y los derechos de los trabajadores, se trataron



Enrique Arranz, junto con el profesorado y los alumnos de la Escuela Taller, durante una de sus explicaciones sobre geología



Intervención de Javier Ibáñez sobre "La Nevera" de Teruel en el Museo de la misma localidad

los siguientes asuntos: curso de primeros auxilios, curso de prevención de riesgos laborales en trabajos con altura y prevención de riesgos laborales en trabajos con electricidad. Estas charlas nos permitieron conocer las medidas de seguridad necesarias a la hora de trabajar y las actuaciones propias a la hora de actuar en caso de accidente.

Conferencia en el Museo de Teruel

El día 5 de Julio el arqueólogo Javier Ibáñez Gonzalez y la restauradora Noelia Sierra Sainz dieron una conferencia a los alumnos de la Escuela Taller, en el Museo de Teruel, sobre los hornos me-

dievales hallados en el contexto urbano de la ciudad. Durante la charla se nos explicó el proceso de excavación y los procedimientos de conservación de los restos hallados. Debido a su importancia y a la imposibilidad de la conservación de los hornos *in situ* se decidió, tras barajar las diferentes hipótesis, la extracción en bloque de los elementos más representativos.

Gracias a los medios audiovisuales pudimos observar cada uno de los procesos seguidos por todos los profesionales intervinientes, arqueólogos, ingenieros y restauradores, para lograr extraer los hornos de una manera homogénea y segura para su integridad.

VISITAS FORMATIVAS

El trabajo de la Escuela Taller se centra en la excavación, restauración y análisis químico y biológico de material arqueológico. Es por ello que, durante el año 2005, la Escuela Taller de Restauración de Aragón ha realizado diversas visitas que han complementado la formación teórico-práctica de los alumnos. Todas estas actividades han sido guiadas por diversos profesionales especializados.

Maite González Sariñena

Restauradora de la Escuela Taller de Aragón

A lo largo de la primera fase formativa se han realizado visitas a distintos centros de trabajo e investigación en los que se están realizando tareas de interés afines a nuestros planteamientos de intervención sobre el Patrimonio.

ZARAGOZA

La primera visita la efectuamos al yacimiento romano de *Bilbilis*, a 6 kilómetros de Calatayud, lo que nos sirvió como toma de contacto con el entorno en el que posteriormente trabajaríamos.

Esta antigua ciudad celtíbera fue estructurada al modo romano en época de Augusto. Se extiende a lo largo de tres cerros, Santa Bárbara, San Paterno y Bámbola, donde pudimos ver los principales referentes urbanísticos del yacimiento; el monumental foro, el teatro, con un aforo de aproximadamente 4.500 espectadores, las termas públicas, las viviendas y los restos de sus antiguas murallas, además de una compleja red hidráulica a base de cisternas. Su privilegiada ubicación, junto con el entorno que lo rodea y los restos monumentales mencionados, la convirtieron en una de las ciudades romanas de provincia más importantes de la Península Ibérica, siendo, en la actualidad, uno de los yacimientos más ricos en pintura mural. El catedrático de Arqueología, Epigrafía y Numis-

mática, D. Manuel Martín-Bueno, supervisó desde 1971 las sucesivas campañas de excavación.

Nuestra segunda visita se realizó en Zaragoza. La antigua ciudad romana de *Caesaragusta* ha proporcionado a la ciudad un rico patrimonio arqueológico. En el Centro Municipal de Rehabilitación, Conservación y Restauración de Patrimonio Cultural, pudimos ver los mosaicos encontrados en la calle Pedro Dosset de Zaragoza. Los alumnos de la Escuela Taller tuvieron la oportunidad de acceder a los talleres de restauración arqueológica del Ayuntamiento de Zaragoza, así como de recibir información sobre la metodología y últimos trabajos realizados por parte del técnico responsable José Antonio Minguel. Posteriormente, se efectuaron las visitas a la Catedral de San Salvador y a la Basílica del Pilar, donde se explicaron las diferentes restauraciones efectuadas recientemente. Finalmente, en el Convenio Idea Mahoma Rami, gestionado por la Diputación de Zaragoza, su coordinadora, Dña. Rosa Halcón, nos mostró los trabajos allí realizados en restauración de arte mueble y documento gráfico, como el retablo mayor de Aragón, y diversos grabados de Goya.

MUEL (ZARAGOZA)

En nuestro trabajo es de vital importancia el conocimiento de las técnicas con

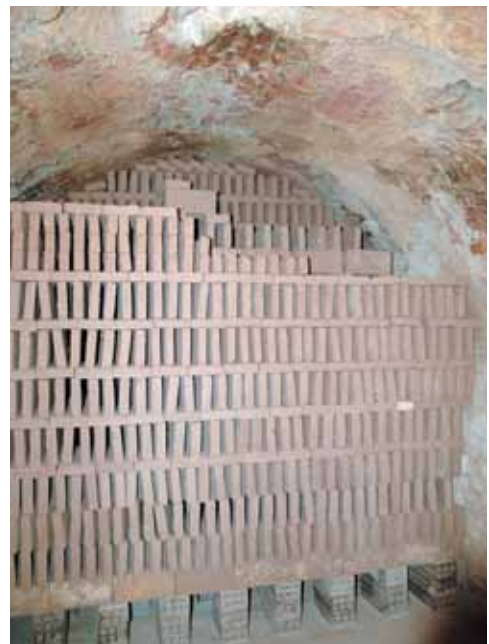




Javier Fanlo, profesores y alumnos durante una de las explicaciones del modelado de la arcilla

las que han sido realizados los diversos objetos que podamos encontrarnos en los yacimientos arqueológicos. Por ello, para ampliar nuestros conocimientos sobre los métodos de elaboración de la cerámica contemporánea y tradicional, visitamos el taller de cerámica "La Huerva" dirigido por D. Javier Fanlo. Allí tuvimos la oportunidad de elaborar cerámica tradicional en su taller, siguiendo cada uno de los procesos que se ejecutaban antaño. Desde la obtención de la materia prima, continuando con las diferentes técnicas de modelado y decoración, para finalizar con la recreación de varias hogueras similares a las que se empleaban antiguamente para la cocción de piezas cerámicas.

Posteriormente, nos trasladamos a la tejería Hermanos García Jorquera, en el mismo municipio, para conocer la elaboración manual del ladrillo y la teja, así



Horno tradicional de la tejería *Hermanos García Jorquera*, en la localidad de Muel (Zaragoza)

como su proceso de cocción. Allí se nos explicó el modo de realizar el adobe, tal como ya lo hacían los musulmanes, así como las técnicas más actuales, entendiendo como tales la utilización de modernos hornos.

TERUEL-ALBARRACÍN

La visita, guiada por el director de la Fundación Santa María de Albarracín, D. Antonio Jiménez, se centró en los trabajos de conservación y restauración realizados por la Fundación y en las excavaciones realizadas en uno de los monumentos más importantes de la ciudad, el castillo de Albarracín, construido en el siglo X.

Tuvimos la oportunidad de visitar la sede de la Fundación Santa María de Albarracín donde se imparten cursos superiores para profesionales de la conservación y restauración del patrimonio, así como sus talleres y las dependencias empleadas para la conservación de los materiales hallados.

Continuamos el recorrido por la localidad, visitando el Museo Diocesano, el Palacio Episcopal, el Museo de Albarracín Martín Almagro y la Ermita de San Juan.

Finalmente, visitamos los abrigos rupestres que se encuentran situados en las cercanías de la ciudad.

CAMINREAL

Otro de los yacimientos que visitamos en la provincia de Teruel fue el de "La Caridad", en Caminreal, donde se compagina el trabajo entre arqueólogos y restauradores. Cabe destacar la importancia de este yacimiento debido a la abundante variedad de metales que se han encontrado.

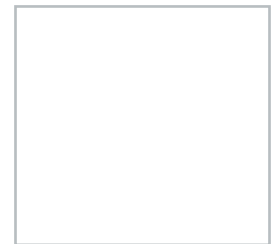
La restauradora Pilar Punter nos explicó la metodología seguida en los diferentes procesos de restauración de las piezas excavadas.



Profesora y alumna de la Escuela Taller decorando sus piezas de cerámica en el taller de *La Huerva* (Muel)

TERUEL

El complejo Dinópolis de Teruel es un parque temático que alberga, además de reproducciones de diversas variedades de fauna y flora prehistórica, un espacio habilitado como taller de restauración pa-



Antonio Jiménez junto con los alumnos de la Escuela Taller, observando los materiales hallados en las excavaciones realizadas por la Fundación Sta. María de Albarracín.

leontológica, gestionado por la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel. Allí, el Departamento de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón ha puesto en marcha una Escuela Taller dedicada a la formación de especialistas en restauración y conservación de materiales paleontológicos.

La directora de la Escuela Taller de Restauración Paleontológica, M.^a Dolores Marín Monfort, realizó una introducción sobre la problemática que alberga este tipo de intervenciones. A continuación, la profesora de restauración Estrella Gemma González explicó los criterios de in-

tervención y métodos seguidos en restauración del material fósil procedente de la Puebla de Valverde (Teruel).

Finalmente, en el Museo Provincial de Teruel, el arqueólogo Javier Ibáñez González y la restauradora Noelia Sierra Sainz, nos explicaron el complejo proceso de excavación, extracción y conservación de los conjuntos alfareros bajo-medievales encontrados en el solar denominado "La Nevera", de la capital turolense. Sin duda, uno de los complejos alfareros más significativos, tanto cuantitativamente como cualitativamente, del Mediterráneo Occidental.



La restauradora Estrella Gemma González durante una de sus explicaciones en el Taller de Restauración Paleontológica de Dinópolis (Teruel)

PARTICIPACIÓN DE LA ESCUELA TALLER DE RESTAURACIÓN DE ARAGÓN EN EL I SALÓN DE EDUCACIÓN, FORMACIÓN Y EMPLEO

Entre las actividades de la Escuela Taller, este año tuvo lugar una de corte distinto a las habituales, que nos ha dejado un buen recuerdo por la posibilidad de tener un contacto directo con la gente y hacerles llegar, de forma entretenida y didáctica, en qué consiste nuestro trabajo. Con estas líneas queremos hacer la valoración de nuestra participación en el mencionado evento.

Alicia Payueta Martínez

Profesora restauradora de la Escuela Taller de Restauración de Aragón

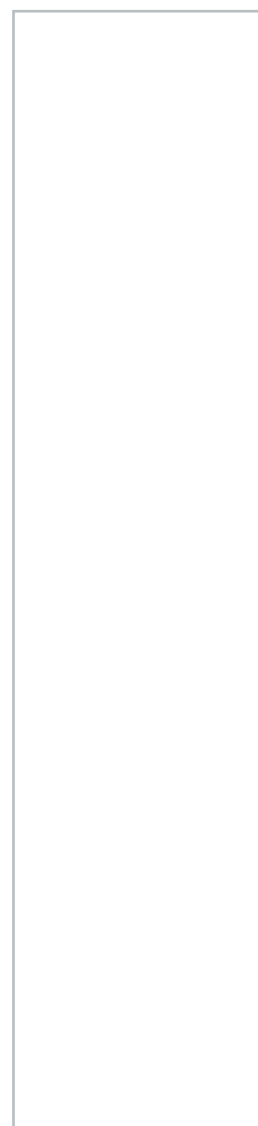
EL I Salón de Educación, Formación y Empleo, celebrado durante los días 5 a 8 de mayo de 2005 en la Feria de Muestras de Zaragoza, consistió en reunir a todos los agentes públicos y privados implicados en el campo de la formación y el empleo, para ofrecer información al gran sector de la población interesado en estos ámbitos. El Instituto Aragonés de Empleo se puso en contacto con la dirección de la Escuela Taller de Restauración de Aragón a los efectos de que participara dentro de su *stand*, en la sección destinada al programa de Escuelas Taller y Talleres de Empleo.

La Escuela Taller colaboró de forma presencial con la recreación de un pequeño taller de restauración de material arqueológico. Para ello, el INAEM puso a nuestra disposición un espacio de 30 m².

El primer objetivo que nos propusimos fue dar a conocer el trabajo formativo y de intervención efectiva realizada por los alumnos de la Escuela Taller. Además, a través de nuestro ejemplo se daba a conocer el programa de Escuelas Taller, los requisitos para acceder y la finalidad de su formación. Se trataba, por tanto, de interesar al público por las activi-

dades que se desarrollan desde la administración autónoma para la conservación y restauración del patrimonio cultural y hacerles partícipes, especialmente a los jóvenes, de la corresponsabilidad de todos en la defensa de nuestro patrimonio. A lo largo de los cuatro días de duración del Salón, los profesores y alumnos estuvieron realizando ejercicios prácticos y dando explicaciones a todos aquellos visitantes que mostraban interés por nuestro trabajo. El *stand* contó también con murales explicativos del trabajo que ha venido realizando la Escuela Taller en ediciones anteriores. En las actividades del *stand* estuvo reflejada la labor de los distintos ámbitos que componen la Escuela Taller: restauración, arqueología y laboratorio científico.

Las prácticas de restauración se ejecutaron sobre reproducciones realizadas por los propios alumnos, ya que, por razones de seguridad, se descartó la posibilidad de trabajar sobre piezas reales. Los días previos a la exposición se preparó un mural imitando pintura romana, realizado al fresco, sobre la que se causaron daños y deterioros semejantes a los que se suelen encontrar en pinturas procedentes de excavaciones. Otra pintura mural se fragmentó para ser utilizada en las prácticas





Vista general del espacio destinado a la Escuela Taller. En primer término, el mural para restaurar y mesa de trabajo para la restauración de material cerámico. En segundo plano, los paneles explicativos de los trabajos realizados por la Escuela Taller



Visitantes realizando prácticas de restauración de cerámica con dos de las alumnas de la Escuela Taller

de arqueología. Igualmente, se aprovecharon cerámicas realizadas por los alumnos durante el curso que recibieron sobre técnicas históricas de ejecución cerámica, para realizar las prácticas de restauración de material cerámico. La pintura mural se colocó sobre un caballete y en ella se realizaron labores de sentado de color, limpieza, reintegraciones volumétricas con mortero y cromáticas con acuarelas. Sobre un banco de trabajo se acometieron procesos de limpieza, adhesión de fragmentos y reintegraciones de las piezas cerámicas.

La arqueología estuvo presente en las labores de recomposición de pintura y cerámica. Se dispuso una mesa de arena, para realizar el puzzle con los fragmentos de pintura mural, proceso que forma parte del estudio de las pinturas fragmentadas que aparecen en las excavaciones arqueológicas.

Un videomicroscopio y algunas muestras de pintura preparadas para la observación de su estratigrafía, constituyeron un pequeño ejemplo de los estudios que lleva a cabo el laboratorio científico de la Escuela Taller. Profesores y alumnos del centro explicaron y animaron a los visitantes a participar en todos los procesos descritos, obteniendo gran éxito de participación e interés en especial entre los más jóvenes.

El gran nivel de participación en las actividades del *stand* y las conversaciones mantenidas con las personas que se acercaban, han servido, también, para constatar un punto: el gran desconocimiento que hay de las profesiones de arqueología y restauración entre el gran público y la gran cantidad de ideas equivocadas acerca de estas dos disciplinas. Esperamos



Profesora dando explicaciones sobre el uso y utilidades del videomicroscopio

que, al menos en parte, hayamos logrado transmitir una visión más real de nuestras profesiones.



Visitantes participando en las prácticas de recomposición de pintura mural sobre las mesas de arena

TRABAJOS ARQUEOLÓGICOS DE LA ESCUELA TALLER DE RESTAURACIÓN DE ARAGON EN *BILBILIS* (CALATAYUD-ZARAGOZA)

J. Carlos Sáenz Preciado

Profesor arqueólogo de la Escuela Taller de Restauración de Aragón

José Fabre Murillo, María Lasuén Alegre, Romina Luesma González, Alberto Sevilla Conde, Irene Villalba Barrio

Arqueólogos de la Escuela Taller de Restauración de Aragón

¹ La bibliografía referida al yacimiento de *Bilbilis* es muy extensa, tanto la que se desprende directamente de los trabajos arqueológicos efectuados en las campañas arqueológicas iniciadas en 1971, como de los estudios históricos e historiográficos realizados sobre ella. Ante la imposibilidad de presentar, por falta de espacio, una selección de obras, nos remitimos al artículo publicado en el nº 1 de esta misma revista (Martín-Bueno y Sáenz Preciado, 2004, 44-47), en el que junto a una selección bibliográfica se encuentra una breve aproximación y visión general de lo que fue el *Municipium Augusta Bilbilis*, un asentamiento celtibérico promovido al rango municipal que sufrió una amplia y costosa reforma urbana en época augustea que la dotó de un monumental conjunto foral, teatro, termas, etc., acorde a las necesida-

El fin principal de la presente Escuela Taller de Restauración de Aragón, como ya ha sido expuesto en otros artículos de esta revista, es la de formar a sus alumnos/as, profesionales procedentes de la arqueología y la restauración, en el principio de la necesidad de formar equipos multidisciplinares. Por ello, en el trabajo arqueológico desarrollado, ya sea directamente en campo, o en laboratorio, están participando conjuntamente con los arqueólogos, restauradores, químicos y biólogos.

La selección del lugar de actuación de la Escuela Taller en el yacimiento de *Bilbilis*¹, sectores C.III y C.IV (Fig. 1), responde a que estos espacios reúnen una serie de condiciones ideales para desarrollar el programa formativo y de actuación de los alumnos/as. Por un lado, la presencia de pintura mural, tanto *in situ* como en caídas, posibilita la labor restauradora, mientras la arqueológica queda asegurada por la existencia de una serie de estructuras arquitectónicas con una estratigrafía lo suficientemente potente como para poder establecer un programa completo de estudio analítico de morteros, tierras y materiales, paralelo al tradicional proceso de excavación y registro (Fig. 2).

En cuanto a la selección del sector de actuación lo primero que hay que resaltar es su situación topográfica, en pleno centro del yacimiento, o lo que es lo mismo, de la ciudad romana. Desde esta zona, una

pequeña altitud (622-632 m) conformada por la unión de las laderas de los cerros de San Paterno y Bámbola, se domina no sólo el centro cívico de la ciudad, ya que a sus pies discurre el *Kardo maximus* que unía las termas y el foro, sino también las barriadas orientales de *Bilbilis* conformadas en torno al denominado *Barranco de los Sillares*².

Las excavaciones efectuadas en campañas anteriores habían puesto al descubierto un conjunto de estructuras aterrazadas pertenecientes a una serie de edificaciones que pensamos pudieron conformar un único edificio que hasta el momento está sin determinar su función. Por un lado, nos encontramos con el denominado sector C.III³ identificado como un Nifeo que se situaría al exterior de dicha estructura, al que hay que relacionar una serie de estancias que en el momento de su excavación (1981 y 1982) se identificaron como pertenecientes a una vivienda adosada⁴ y por otro lado el sector C.IV⁵ que corresponde a un edificio público de función indeterminada, si bien parece corresponder, en su última fase, a una zona industrial posiblemente vinculada a la transformación del vino.

El proyecto de excavación planteado por la Escuela Taller pretende unir ambos sectores. Para ello se realizarán cuatro campañas arqueológicas, primavera y otoño de los dos años de duración de la Escuela, que se alternarán con los trabajos de la-



Fig. 1. Vista general de la zona de excavación

boratorio y proceso de formación de los alumnos/as desarrollados, tanto en pleno yacimiento, como en las instalaciones de la Escuela Taller.

La importancia de este edificio de disposición aterrazada adaptada a la orografía del terreno, radica, aparte de su monumentalidad, al conservarse paramentos que presentan alzados de 2,35 m de altura, en que pertenecen al momento de monumentalidad de la ciudad, iniciada en época de Augusto y continuada durante el reinado de Tiberio, si bien la presencia del Nifeo corresponde a las reformas urbanas de la ciudad efectuadas en época flavia (Martín-Bueno y Sáenz Preciado, 2004, 268). Por otra parte, la recuperación de este edificio mediante su excavación-exhumación y posterior consolidación de sus revestimientos, paramentos y elementos estructurales (Fig. 3), revalorizará notablemente la puesta en valor del yacimiento, ya que la monumentalidad de las estructuras conservadas así lo permite.

LOS TRABAJOS ARQUEOLÓGICOS

En el momento de entrega de este artículo acaba de comenzar la campaña de otoño de excavaciones, de ahí que debamos considerar las siguientes líneas como un mero avance de los trabajos que se están realizando. La intervención arqueológica en primavera de 2005 se inició con una reexcavación de las estancias ubicadas en la zona sur del Nifeo (espacios 4, 5 y 6) que habían sido cubierto una vez finalizada la excavación en 1982, comprobándose el aceptable estado de conservación de los pavimentos de mortero blanco, así como de los muros aparecidos y sus revestimientos, apreciándose en éstos últimos la necesidad de proceder a su consolidación.

La excavación de estas estancias permitió en su momento la recuperación de una serie de conjuntos pictóricos (Guiral y Martín-Bueno, 1996, 364-372) pertenecientes a una serie de paredes de adobe desplomadas sobre el nivel de abandono

des de una ciudad que se había convertido en el centro neurálgico, político, social y económico de una amplia comarca.

² Tal denominación procede de la tradición local, si bien el primero en recogerla fue López Landa (1934). El actual barranco surgió de los efectos erosivos del arrastre de lluvia tras el abandono de la ciudad. En su momento, por él discurrió uno de los principales viales de comunicación de la ciudad, empleado posteriormente, desde la Edad Media y especialmente durante el Renacimiento, por los extractores y



Fig. 2. Proceso del calcado de la caída de pinturas halladas en la estancias 5 y 6.

recuperadores de piedra para trasladar los materiales arquitectónicos que iban a ser reemplazados en alguno de los principales edificios de Calatayud (San Juan el Real, Colegio de los Jesuitas, Seminario de Nobles, etc.).

³ M. Martín-Bueno: "Bilbilis: Arquitectura doméstica", La Casa Urbana Hispanorromana, Institución Fernando el Católico, Zaragoza, 1991, pp. 177-178; C. Guiral Pelegrín y M. Martín-Bueno: "Bilbilis I. Decoración pictórica y estucos ornamentales", Institución Fernando el Católico, Zaragoza, 1996, pp. 347-422.

⁴ El sector C.III, también denominado como *Domus* del Ninfeo, se sitúa en un lateral de la zona central

de las habitaciones. Lo inconcluso y parcial de la excavación de estas estancias nos llevó a que la primera actuación a realizar fuese la de finalizar la excavación de la estancia 4, recuperándose el resto de los paneles que no lo habían sido en campañas anteriores (Fig. 4).

Una vez finalizado este trabajo se procedió a ampliar la zona de excavación hacia el sur y el este del Ninfeo buscando delimitar los muros de cierre de las estancias, determinándose que la denominada estancia 5 (Guiral y Martín-Bueno, 1996, 349) correspondía a un pasillo que actuaba de distribuidor entre los espacios 4, 6 y 11, cuya excavación permitió localizar la caída de la techumbre en bóveda de cañón cuyo estado de conservación era tan excepcional que se optó por dejarla *in situ* (u.e. 030) (Fig. 5).

Los espacios 4, 5 y 6

La excavación del espacio 5 permitió recuperar la decoración mural que decoraba su muro oriental, si bien, en la cara perteneciente al espacio 11, como el de la mayor parte de la estructura, era de adobe apoyado sobre un zócalo en *opus vittatum* de aparejo bastante irregular. El muro

se había quebrado por el centro apareciendo fracturado en dos grandes planchas sobre el pavimento, que como en el resto de las estancias descubiertas de este edificio era de terrazo de mortero blanco. Hay que señalar que la caída de este muro arrastró, o supuso, el hundimiento también del muro occidental del espacio 5. Ello fue debido a la extrema fragilidad que se desprendía de mala construcción de éste, apenas una hilada de piedra a modo de basamento con un recrecimiento de adobe.

El estudio que se está realizando en estos momentos sobre el conjunto pictórico aparecido, nos permite adelantar unas conclusiones sobre él, siempre provisionales, ya que resto del conjunto está en vías de excavación y recuperación (Fig. 6 y 7). La extensión estudiada corresponde a una muestra mural de 203 cm de ancho, por una altura máxima de 130 cm, estilísticamente integrada dentro de un II Estilo Pompeyano (80 a.C. – Cambio de Era). De la misma forma, barajamos la hipótesis de hallarnos ante una habitación de 220-230 cm de altura, según cálculos basados en las medidas descritas a continuación, sin descartar que ésta corresponda a un *triclinium*.

La pintura mural muestra una división del espacio en tres grandes zonas horizontales: zócalo, panel central y friso superior sobre el que se ubicaría el epistilo con sus respectivas molduras y cornisas.

Nos encontramos con un esquema estilístico base, por el cual el panel central se subdivide en, por lo menos, cuatro paneles monocromos de 90 cm de alto por 56 de ancho, enmarcados por una banda negra de 5 cm de ancho, bordeada por un ribete blanco hacia el interior. Éstos alternan entre sí su decoración monocromática, dando ritmo a la composición pictórica. De esta forma, el desarrollo cromático de la pared se basa en la alternancia de paneles, teniendo constancia de la existencia de, al menos, dos de color verde que se intercalan con uno blanco y otro granate.



Fig. 3. Detalle de los trabajos de consolidación de la pintura mural aparecida *in situ* en el espacio 13 (posible larario)

Como característica común de todos ellos encontramos pequeños ribetes de encuadre, colocados a 5 cm los perímetros de los interpaneles hacia el interior, con la función de señalar la luz de la composición mediante la alternancia de ribetes blancos y negros, característica del II Estilo Pompeyano. Así, en la parte superior e izquierda de los paneles, el ribete es blanco, y en la inferior y derecha negro.

A modo de separación entre las bandas negras de encuadre de los paneles encontramos ribetes blancos de menos de un centímetro de grosor, con pequeñas decoraciones de candelabros. Éstos superan en medida la altura media de la zona central de la composición, adentrándose tanto en el zócalo como en el friso superior donde se bifurcan hacia los lados, creando un pequeño casetón de fondo negro de 15 cm de ancho sobre las bandas negras de separación de los interpaneles, y con una decoración de pequeñas pinceladas blancas en forma de flor en su terminación.

El friso superior basa su desarrollo en la alternancia de casetones, centrados con respecto a los paneles de la zona central, e intercalados con los casetones de coronación de las bandas de separación de los interpaneles anteriormente descritos. Presentan unas medidas de 50 cm de ancho, por 10 cm de alto, con ribetes blancos como encuadre y ribetes de sombreado en el interior, siguiendo los principios ya descritos en los paneles. Dichos casetones varían su cromatismo dependiendo del panel al que se asocian, de esta forma, los verdes se corresponden con casetones granates, con el blanco se asocia el casetón verde, y con el granate el blanco (éste con los ribetes de encuadre en granate). Del mismo modo, todos los casetones se separan de los paneles mediante una banda blanca de un centímetro de ancho. En la parte superior del friso observamos una banda negra horizontal común a toda la pared, de dos centímetros de ancho, y en la que se observa el arranque de la moldura que parece pertenecer al epistilo que corona la pared con un en-

del yacimiento conocido como Campo de los Camafeos, denominado así por el Conde de Samitier (Samitier, 1907) ante el alto número de entalles y camafeos que recogían los agricultores en sus labores agrícolas y que posteriormente le eran vendidos o regalados, yendo a engrosar su colección particular, en parte perdida tras su muerte. Las excavaciones pusieron al descubierto un conjunto de habitaciones relacionadas directamente con una fontana o ninfeo monumental que apoyaba en una cisterna (Martín-Bueno, 1975, 216-217, denominada como C-2 en la clasificación efectuada, si bien en el plano general del yacimiento que se presenta en el mismo artículo, Lám. 2, aparece erróneamente señalada como C-1). El juego de agua se realizaba mediante tres pilas semicirculares, una central y otras dos laterales, de las que tan sólo ha quedado la cimentación y el nivel del suelo en donde se apoyaban, además de la mencionada cisterna. En la parte sur del Ninfeo, y vinculado él, se localizó una serie de estancias atribuídas a una vivienda. De dichas estancias únicamente se ha conservado el nivel principal que daba a la calle, posiblemente el *cardo maximus*, de la que se habían delimitado tres

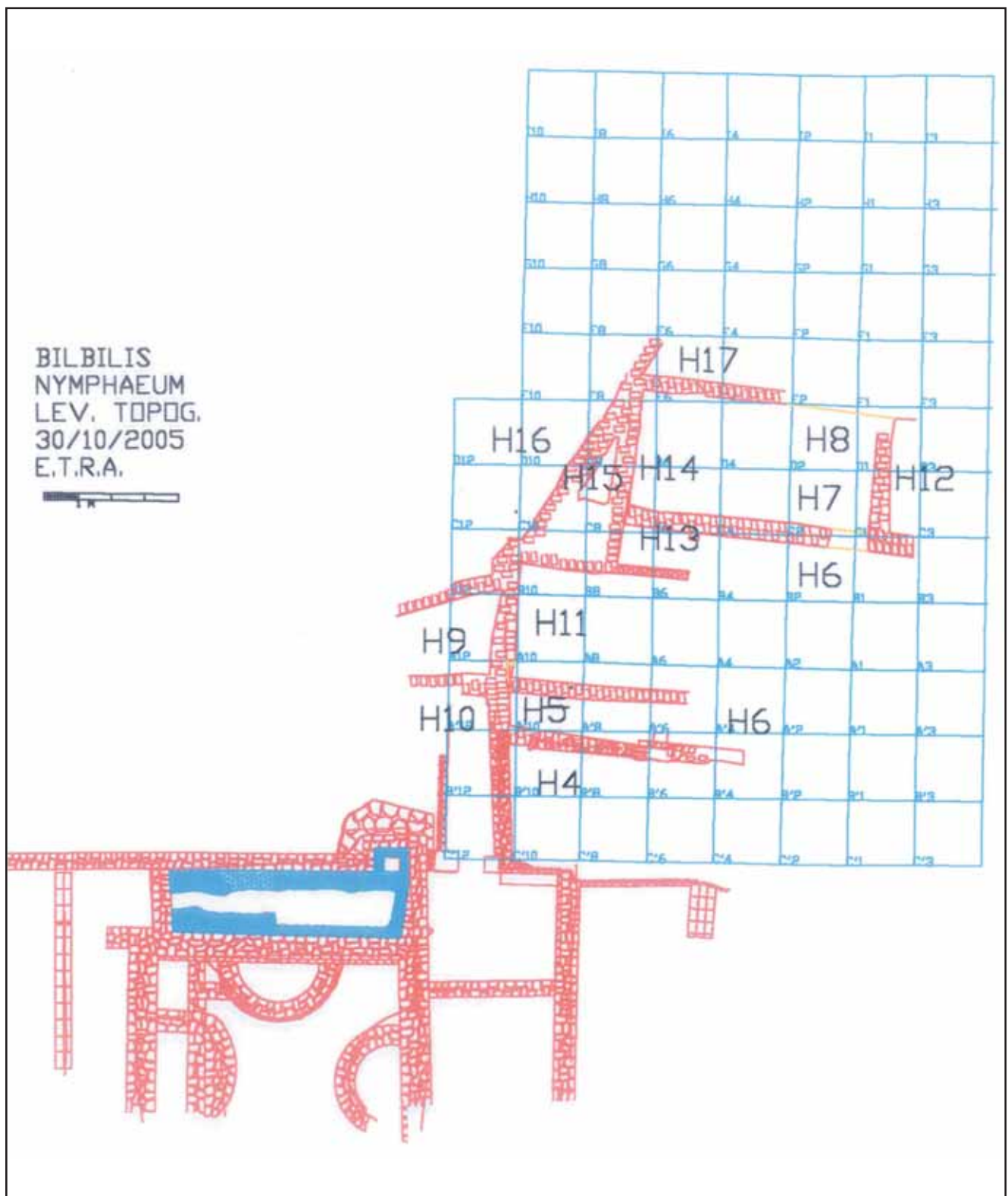


Fig. 4. Plano general de la excavación con los espacios descubiertos vinculados al Ninfeo



Fig. 5. Caída de la bóveda de cubrimiento del espacio 5

lucido sin pigmentación enmarcado por dos cornisas.

En cuanto al zócalo de la pared, éste muestra una banda negra que pende a modo de guirnalda bajo cada panel, siendo su parte más estrecha de 4 cm de ancho, y la más ancha de 11 cm. Tras esta banda encontramos un zócalo blanco sobre el que se observan una serie de deco-

raciones en forma de guirnaldas cuyos engarces se sitúan bajo el ribete blanco de separación entre interpaneles. Las guirnaldas alternan colores ocres verdosos con otros granates.

De esta forma, observamos un esquema compositivo en el que las mayores variaciones se dan en la monocromía de los paneles (con la alternancia de verde con

estancias. La estructura presenta dos fases: la primera fechada en la primera mitad del siglo I y, la segunda, en época flavia, momento en el que se debe construir el Ninfeo, alterando parte de la estructura de la edificación primitiva.

⁵ M. Martín-Bueno, C. Sáenz Preciado y P. Uribe Agudo, "Excavaciones arqueológicas en *Bilbilis* (Calatayud-Zaragoza): Informe preliminar de la campaña de 2003", Saldvie 4, Dpto. de Ciencias de la Antigüedad, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, 2004, pp. 477-478; M. Martín-Bueno y C. Sáenz Preciado "Excavaciones arqueológicas en *Bilbilis* (Calatayud-Zaragoza): Informe preliminar de la campaña de 2004", Saldvie 5, Dpto. de Ciencias de la Antigüedad, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, 2005 (e.p.).



Fig. 6. Detalles de la caída de pinturas aparecidas en el espacio 5

blanco o granate) y, asociada a éstas, el mismo efecto observado en los casetones del friso superior. Como detalle, apreciamos en el interpanel verde colocado entre el panel blanco y el granate, pequeñas decoraciones en forma de ondas ocre y blancas en la banda negra del zócalo, y estrellas blancas pintadas en el casetón del friso superior.

La importancia de este conjunto radica en la escasez de restos pertenecientes a este estilo aparecidos en la P. Ibérica, lo que ha hecho que sea difícil establecer fases o sistematizar estilísticamente estos conjuntos. A los restos aparecidos en *Tarraco*, *Emporiae* y *Celsa*, junto a otros de menor entidad, hay que añadir el presente, al que hemos de añadir el también aparecido en *Bilbilis* en la denominada habitación H.24 de la *Domus* 2 de la *Insula* I o

Barrio de las Termas (Lope Martínez, 2005, e.p.). El estudio de todos estos conjuntos llevó a Guiral y Mostalac (1995, 454) a establecer el origen itálico de los talleres que las ejecutaron, fenómeno también constado en *Glanum* y *Nimes*, lo que lleva a pensar en la existencia de talleres organizados trabajando conjuntamente en algunos yacimientos de la *Narbonensis* y de la zona fronteriza de la *Hispania Citerior*.

Los elementos muebles aparecidos son más bien escasos, debiendo destacarse un as indígena de *Bilbilis* hallado dentro de una bolsa de cenizas (u.e. 045) que cubría directamente parte del pavimento de la estancia 6, así como abundantes clavos de hierro procedentes de los soportes ligneos de la techumbre de las distintas estancias en las que se ha trabajado. El material cerámico fue escaso, vinculado todo



Fig. 7. Detalle de la caída de pinturas aparecidas en el espacio 5

él a uu.ee. superiores, sin que en el nivel de abandono se hallase material significativo alguno. En la estancia 6 también se hallaron los restos de un posible mueble de madera, sin que descartemos que se tratase de la decoración de parte de una puerta, de la que se habían conservado una serie de apliques de bronce, principalmente clavos de cabeza redonda, y remaches de hierro (u.e. 021).

Las estancias 7, 8, y 12

Los trabajos de excavación continuaron con la apertura de un sondeo de 4 x 8 m al sudeste de los espacios 6 y 11 con la intención de delimitar el muro de cierre de la edificación, o en su caso el de las estancias anteriormente mencionadas, determinándose la presencia de nuevos espacios que pasaron a denominarse 7, 8 y 11, apreciándose cómo los muros ubicados en la zona sur habían desaparecido o se encontraban muy alterados por las plantaciones de almendros y viñas que en

su momento hubo en esta zona, siendo significativo como las raíces de alguno de estos almendros discurrían directamente sobre los pavimentos de mortero blanco de estas estancias.

De la misma manera, se pudo observar como parte de los pavimentos de la zona sur de la edificación, los correspondientes a las estancias 12, se había perdido a raíz de la apertura del camino de acceso a la ermita de San Paterno⁶, para el cual se rebajó el terreno, apreciándose como éste se encuentra en la actualidad aproximadamente un metro por debajo de la cota de los pavimentos que conforman estas estancias.

El material mueble recuperado en estas estancias fue mucho más abundante que el correspondiente a las estancias anteriores, destacando el nivel de abandono (u.e. 015) en el que se recuperó una importante presencia de elementos de almacenaje, y especialmente de ánforas, desta-

⁶ La ermita de San Paterno albergó antaño la imagen del santo patrón de Huérmeda, localidad situada al pie de *Bilbilis* en cuya iglesia parroquial se le rinde en la actualidad culto. Esta iglesia también alberga la Virgen de Bámbola, fechada en la primera mitad del siglo XIII, y que durante varios siglos estuvo en la ermita de Santa Bárbara, ubicada en el cerro de dicho nombre, sobre el que se construyó el foro de *Bilbilis* y cuyo criptoportico se transformó en los siglos XIII y XIV en la iglesia de un pequeño poblado medieval construido entre las ruinas de la ciudad, convirtiéndose en ermita tras el abandono del poblado. En el transcurso de las excavaciones efectuadas en el foro se localizaron varios restos escultóricos pertenecientes a la decoración figurada del posible tímpano de la portada de la iglesia, ya abandonada, en ruinas y convertida en una paridera.



Fig. 8. Espacio 7 con el ánfora aparecida *in situ*

cando una Dress. 2/4 completa, y varios tapes de ánforas, algunas de las cuales todavía conservaban restos del yeso con el que se sellaban, así como varias ollas reductoras, de lo que parece desprenderse la función de estancia de servicio o almacenaje de este espacio (Fig. 8).

Los espacios 11, 13 y 14

Sobre estos espacios queremos hacer una serie de valoraciones muy generales ya que en todos ellos se está trabajando en la actualidad.

En el espacio 11 aparece una potente caída de pintura (u.e. 034) correspondiente con toda probabilidad a su muro oriental, cuyos adobes (uu.ee. 005 y 037) procedentes del hundimiento de éste, la cubren, rellenando toda la estancia. En las paredes se conserva la decoración *in situ* a base de paneles rojos que alternan con interpaneles negros, sin que por el momento se pueda ser más preciso, al estar todavía protegidos por una capa de tierra en vista de su consolidación y posterior extracción. Hay que señalar la importante presencia de molduras de gran tamaño, así como de un aplique en forma de cabeza, también en estuco, que formaría parte de la decoración de un posible friso moldurado y que hemos identificado como medusa (Fig. 9).

En cuanto a la estancia 14, cuyas paredes aparecen decoradas con un simple mortero blanco, hay que ponerla en relación con los espacios que en su momento denominamos como 7 y 8, al poder comprobar ahora que forman los tres un único espacio, siendo muy voluminoso el material anfórico y de almacenaje recuperado.



Fig. 9. Cabeza de medusa perteneciente a un friso decorado.

Finalmente el espacio 13, con reservas, lo hemos identificado como un posible larario, estando sus paredes decoradas mediante una composición a base de pequeños paneles rojos que se alternan con interpaneles negros, estando el fondo de la estancia, que se corresponde con su muro norte, decorado monocromáticamente de azul egipcio quedando enmarcado por una serie de molduras verticales con las que se consigue separar el fondo del

resto de la habitación. La techumbre (u.e. 070), que apareció hundida en este espacio, era blanca presentando una decoración de pequeñas flores granates y ocres enmarcadas mediante filetes de color rojo que recreaban casetones. Volvemos a incidir en el hecho de que en estos momentos, arqueólogos y restauradores, se encuentran trabajando en este espacio.

Trabajos de topografía y de laboratorio

Paralelamente a los trabajos de excavación y restauración se están efectuando los estudios analíticos de los morteros y pigmentos, pertenecientes a los conjuntos pictóricos aparecidos, así como el biológico sobre las muestras de tierra tomadas, y el tafonómico de los restos de fauna recuperados (Fig. 10). En ambos casos los análisis están siendo efectuados por el laboratorio de analítica de la Escuela Taller.

Actualmente se están acometiendo los correspondientes trabajos topográficos. Éstos han permitido obtener unas correctas planimetrías que ubican en el espacio, tanto las estructuras descubiertas como sus respectivas uu.ee., así como los materiales integrados en cada una de ellas, tanto en forma relativa y general, con respecto a la

⁷ Para los trabajos se ha contado con una Estación Total Topográfica Sokkia Set 5 30 perteneciente al equipo arqueológico de *Bilbilis* a quien queremos agradecer su cesión en la persona del Prof. Martín-Bueno, director de las excavaciones de *Bilbilis*. En la actualidad se están efectuando trabajos topográficos en el yacimiento que están poniendo al día las antiguas planimetrías y vuelos aéreos realizados. Así, en 2004 se efectuó su ortofotografía completa sobre la que se ha trasladado el plano fotogramétrico (ya en coordenadas U.T.M.) del yacimiento de *Bilbilis* que viene realizándose en los últimos años. Los trabajos más recientes han consistido en la ubicación de la amplia y extensa red de cisternas de las que se dotó el yacimiento (Martín-Bueno, 1975, Lám. 2, 221) y en la ubicación del trazo del recinto amurallado de la ciudad, siendo ambos trabajos realizados por miembros del equipo arqueológico de *Bilbilis* bajo la dirección de Luca Lanteri del Laboratorio Topográfico de la Universidad de Viterbo (Italia).



Fig. 10. Trabajos de recuperación de elementos biológicos y tafonómicos mediante el sistema de flotación

unidad del yacimiento, así como con su entorno. Las labores topográficas, realizadas por los alumnos de la Escuela Taller, pueden dividirse en dos bloques.

Por un lado, se ha creado un entramado de cuadrículas sobre el sector a excavar que permitiesen una primera ubicación espacial de estructuras, uu.ee. y materiales. La orientación del mismo partió

de una Línea Base dirección Este, marcada por el antiguo corte estratigráfico superviviente a las anteriores intervenciones en este sector, efectuadas en 1981 y 1982. Esta cuadrícula nos iba a facilitar a priori la sistematización del trabajo arqueológico ordenando el espacio mediante un sistema tradicional de ejes y cuadros hasta que las estructuras arqueológicas lo articularan por sí mismas⁷.

Por otro lado, y haciendo uso de la estación total, se procedió a hacer el levantamiento de puntos y toma de coordenadas relativas de la zona excavada. Se ha dado un tratamiento informático a la información obtenida en campo a través del software AutoCAD®, complementada con el uso de aplicaciones de tratamiento de ortofotografía, consiguiéndose un grado de detalle muy alto en las planimetrías.

Todo el trabajo topográfico ha tenido como objetivo el documentar, de la

forma más minuciosa posible, el registro arqueológico del sector CIII-CIV, viéndose así complementando el plano fotogramétrico (ya en coordenadas U.T.M.) del yacimiento de *Bilbilis* que viene realizándose en los últimos años.

En estos momentos continúan los trabajos de excavación, así como los de restauración, tanto *in situ*, como en las instalaciones de la Escuela Taller, en la que se están restaurando los conjuntos pictóricos aparecidos y los elementos muebles hallados.



BIBLIOGRAFÍA

- GUIRAL PELEGRÍN, C. Y MARTÍN-BUENO, M., *Bilbilis* I. Decoración pictórica y estucos ornamentales, Institución Fernando el Católico, Zaragoza, 1996, pp. 347-422.
- GUIRAL PELEGRÍN, C. Y MOSTALAC CARRILLO, A., "La pintura de España y Portugal", *Jeunesse de la Beauté. La Peinture romaine antique*, Ars Latina, 1995, 453-456.
- LÓPEZ LANDA, J. M., Estampas bilbilitanas (Monumentos y paisajes), Tip. "La Académica", Zaragoza, 1934.
- LOPE MARTÍNEZ, J., "La pintura romana en *Bilbilis*: el II Estilo Pompeyano en las viviendas del Barrio de las Termas", IX Congreso Internacional de la Association Internationale pour la peinture murale antique (Zaragoza-Calatayud, 2004), Zaragoza, 2005, e.p.
- MARTÍN-BUENO, M., "El abastecimiento y distribución de agua al *Municipium Augusta Bilbilis*", *Hispania Antiqua* 5, Valladolid, 1975, pp. 205-222.
- MARTÍN-BUENO, M., "*Bilbilis*: Arquitectura doméstica", *La Casa Urbana Hispanorromana*, Institución Fernando el Católico, Zaragoza, 1991, pp. 165-180.
- MARTÍN-BUENO, M. Y SÁENZ PRECIADO, J. C., "Los programas arquitectónicos de época julio-claudia en *Bilbilis*", *La decoración arquitectónica en las ciudades romanas de Occidente*, Murcia, 2004, pp. 257-273.
- MARTÍN-BUENO, M. Y SÁENZ PRECIADO, J.C., "*Bilbilis*. La ciudad de Marcial", *Kausis* 1, Revista de la Escuela Taller de Restauración de Aragón, Zaragoza, 2004, pp. 44-47.
- MARTÍN-BUENO, M. Y SÁENZ PRECIADO, J.C., "Excavaciones arqueológicas en *Bilbilis* (Calatayud-Zaragoza): Informe preliminar de la campaña de 2004", *Saldvie* 5, Dpto. de Ciencias de la Antigüedad, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, 2005 (e.p.).
- MARTÍN-BUENO, M., SÁENZ PRECIADO, C. Y URIBE AGUDO, P., "Excavaciones arqueológicas en *Bilbilis* (Calatayud-Zaragoza): Informe preliminar de la campaña de 2003", *Saldvie* 4, Dpto. de Ciencias de la Antigüedad, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, 2004, pp. 473-488.
- SAMITIER, CONDE DE, "Troballes del Comte de Samitier a Calatayud", *Anuari Institut Estudis Catalans*, Barcelona, 1907.

LA COOPERACIÓN ENTRE ARQUEÓLOGOS Y RESTAURADORES

Susana Morales Ramírez

Profesora restauradora de la Escuela Taller de Restauración de Aragón

En la Escuela Taller de Restauración de Aragón trabajan conjuntamente profesores y alumnos procedentes de diferentes ramas profesionales: químicos, biólogos, arqueólogos y restauradores. Su dedicación a la arqueología es un intento serio de que exista una comprensión profunda de la labor que realiza cada especialista. Se pretende así que, una vez finalizado el proceso formativo y laboral, todos los integrantes de esta Escuela Taller comprendan la necesidad de colaboración y presencia mutua en el estudio y la conservación de los bienes culturales.

En lo referente a la cooperación entre arqueólogos y restauradores ha supuesto y supone, un proceso de esfuerzo en la conciliación de los intereses y objetivos de ambas áreas. Al conocimiento del pasado a través del proceso de excavación e investigación del material, debe unirse el objetivo básico, en restauración, de la conservación de los materiales como forma de su transmisión al futuro.

Los arqueólogos han realizado su actividad durante muchos años sin casi participación de restauradores. Éstos eran solicitados sólo en ocasiones puntuales, en función de la aparición de materiales con problemas graves de conservación, o para tratamientos posteriores de las piezas, sin que hubiera una colaboración directa con los arqueólogos. Ello ha provocado que muchos restos, tanto estructuras *in situ* como objetos muebles, se deterioren por no haber recibido un tratamiento inmediato de conservación, por quedar en condiciones poco idóneas, como por una brusca adecuación al ambiente, una mala cubrición en el proceso que dura su ex-

tracción, un embalaje y un almacenaje inadecuados, etc. El avance en los estudios en restauración, la mayor abundancia de especialistas y la concienciación de los responsables de Patrimonio, ha hecho que, poco a poco, ambas disciplinas aprendan a convivir y obtengan beneficio mutuo de sus actuaciones.

En este aspecto, la Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón, ha promovido que en todo yacimiento arqueológico esté presente la figura del restaurador, no sólo para emitir un informe del estado de conservación de los materiales, estructuras, etc. existentes en el yacimiento, sino para estar presente en los procesos de excavación y llevar a cabo tratamientos de urgencia y protección. Igualmente, introduce la supervisión del restaurador en tareas tales como el lavado de cerámica, realizado hasta ahora por arqueólogos y estudiantes en las campañas de excavación.

La acomodación de ambas actividades es complicada, en cuanto que supone ceder tareas consideradas como propias por los arqueólogos, puesto que las han venido realizando sin considerar prioritario el comportamiento de los materiales y su posible deterioro. Sus objetivos y conocimientos son otros. Ello no quiere decir que estas actuaciones se hayan realizado sin responsabilidad, sino que los arqueólogos se han ajustado, de la mejor manera posible, a las condiciones de escasez o inexistencia de profesionales de la restauración, la precariedad presupuestaria y el desconocimiento profundo de los procesos de comportamiento, envejecimiento y conservación de los diferentes materiales. El fin



Alumnos de la Escuela Taller de restauración de Aragón en el yacimiento romano de *Bilbilis*, realizando conjuntamente labores arqueológicas y de restauración

último está en obtener el máximo de información posible. En el caso de objetos, se eliminan tierras adheridas, carbonatos, etc. para poder estudiarlas con claridad. Por ello, se han utilizado procesos que pueden producir alteraciones en la obra, o extracciones y almacenajes poco adecuados. En materiales resistentes, como la piedra y la cerámica, los daños suelen ser relativamente pequeños, pero por supuesto, también se han dado casos de deterioro.

La restauración no se salva de malas intervenciones que han degradado obras, por lo que, nuestro trabajo debe apoyarse en las ramas científicas, que permitan tratamientos adecuados y reversibles. Igualmente, el intercambio de experiencias, conocimientos, etc. y la unidad de los profesionales, es parte esencial para poder progresar y que nuestra labor se conozca y sea respetada.

En general, la adecuación la realizan ambas profesiones. La abundancia y diversidad del material aparecido en una excavación exige un constante ejercicio de decisión por parte del arqueólogo, sobre qué piezas deben recibir un tratamiento de conservación y restauración, y cuáles deben ser

simplemente limpiadas, sigladas y almacenadas. El restaurador debe asumir que no todo lo extraído puede conservarse, debiendo adaptar su trabajo a las prioridades del proceso de excavación y los ritmos en la toma de datos. La colaboración se da en ambas direcciones, beneficiándonos de la cercanía del arqueólogo, puesto que proporciona la información necesaria sobre el objeto en la primera parte del momento metodológico de la intervención: la información histórica, que puede determinar el procedimiento de restauración.

Debemos considerar, igualmente, que cualquier persona con habilidad mecánica puede realizar determinadas tareas si se le dan las indicaciones necesarias. Creo que la definición de nuestra profesión está más en conocer y distinguir a nivel cognitivo las alteraciones, sus posibles causas (solicitando toda la información que químicos, biólogos, historiadores, etc. puedan aportar) y decidir cuál es la metodología más idónea en cada caso. Los arqueólogos deben conocer las técnicas de conservación preventiva y de intervención de emergencia. Considero que no debemos impedir que los arqueólogos se incorporen a ciertos trabajos como, por ejemplo, un enga-

sado sencillo, pero sí debemos hacer comprender que no hay recetas, que cada pieza es diferente. De ahí, la molesta respuesta del "depende" del restaurador ante la pregunta de cuál es el método para..., una limpieza, extracción, engasado, etc.

Se añade, a todo ello, la necesidad de ajustar la duración del trabajo de ambas profesiones. Por lo general, la cantidad de peones y arqueólogos presentes en una excavación de tamaño medio, supera la de restauradores, que casi siempre, se limita a una persona que no tiene tiempo material para realizar todas las actividades necesarias. La cantidad de material extraído y estructuras descubiertas son mayores que el tiempo que se le puede dedicar a una buena cubrición, tratamientos de urgencia y conservación en general. Esto no quiere decir que todas las labores a realizar sean prerrogativa de los restauradores, pero sí es importante recordar que se debe recurrir solo a técnicos cualificados titulados en restauración.

En esta misma línea, el descubrimiento de restos que no se conservan en condiciones adecuadas o se dejan sin protección, debido a interrupciones en las fases de excavación, presupuesto, etc. hace que estén abocados a su deterioro y futura pérdida. Los proyectos deben incorporar, como parte imprescindible, un tiempo dedicado a cubriciones provisionales y definitivas, aunque ello vaya en detrimento de una mayor obtención de datos. El patrimonio descubierto, que ha perdurado durante siglos, no sólo nos aporta conocimiento, sino que tenemos el deber de mantener su transmisión al futuro en las mejores condiciones posibles.

La cubrición provisional de las estructuras y las piezas en proceso de extracción es labor de todos, y es un proceso importante para su futura conservación. El restaurador tiene que indicar los materiales que deben usarse y la razón de su utilización o no, ya que varían dependiendo del tipo de obra a cubrir, la temperatura y riesgo de lluvias en cada momento. Los arqueólogos se incorporan así, de forma consecuente, a esta tarea.

Otro aspecto importante a considerar, que determina la existencia de restauradores en los yacimientos y la continuidad de las excavaciones de forma sistemática es el esfuerzo presupuestario dedicado por las Administraciones Públicas al Patrimonio Arqueológico. Los fondos destinados tendrían que contemplar la continuidad de los estudios arqueológicos y la conservación adecuada de los yacimientos y de las piezas excavadas. Aunque la restauración requiere de múltiples equipos y productos, el mayor encarecimiento de los costes se produce por la presencia de estos técnicos. El cambio de mentalidad, relacionado con el aspecto económico, hay que hacerlo también evitando la utilización de materiales usados hasta ahora en las excavaciones, como cajas de cartón inadecuadas, pero baratas, para el almacenaje de todo tipo de piezas a pesar de su acidez, fragmentos envueltos en papel periódico o acumulados en bolsas de plástico cerradas, donde se produce condensación y roce entre piezas, y así un largo etcétera.

La principal dificultad que nos hemos encontrado los restauradores relacionados con la arqueología, no sólo en el mundo laboral, sino en la propia Escuela Taller, ha sido delimitar qué competencias debía ejercer cada profesional. Para ello, hemos realizado una serie de protocolos sobre los materiales que se encuentran en una excavación. En su elaboración se han incorporado, necesariamente, las áreas de arqueología, restauración, química y biología que componen los equipos de trabajo de la Escuela Taller, planteando una metodología de intervención detallada. Los protocolos en los que se ha hecho más hincapié son los de aquellos materiales en los que pueda haber más desacuerdo, tanto en el tipo de trabajo que cada técnico debe realizar como en el momento de intervención de cada uno. Os exponemos a continuación, a modo de ejemplo de este trabajo conjunto, los protocolos elaborados en este centro para los materiales de cerámica y pintura mural, ésta última, muy abundante en *Bilbilis*.

Extracción

La pintura mural requiere, en casos puntuales, engasados de protección que pueden ser realizados tanto por los restauradores como por los arqueólogos, bajo la supervisión de los primeros. La documentación de la caída se hace mediante fotografía y calcos detallados que faciliten la labor de puzzle posterior. El procedimiento de engasado de áreas relativamente grandes de pintura, como método de registro no es adecuado, ya que añaden adhesivos que penetran en los morteros y la pintura que, en ocasiones, son difíciles de eliminar. Además, dependiendo del tipo de engasado realizado y de la consistencia de las tierras en los intersticios de los fragmentos, pueden ser una fuente de deterioro durante el proceso del transporte al taller o almacén, por el roce entre los morteros.

La cerámica, habitualmente, no plantea dificultades, salvo en casos de conservación o extracción delicada o en bloque, realizándola entonces los restauradores. Durante y después del proceso de extracción, se realiza la documentación arqueológica. El arqueólogo y el restaurador, ante aspectos inusuales o aquellos necesarios para tener un mayor conocimiento de la pintura y su posible tratamiento, deciden qué muestras son susceptibles de análisis por parte del área química y biológica. Estos científicos no suelen requerir pruebas para sus propias investigaciones, ya que los resultados de los análisis en pintura mural son similares.

Embalaje para transporte

Las piezas son embaladas de forma provisional para su traslado al taller de restauración o al almacén. El tipo de embalaje se acordará entre el restaurador y el arqueólogo, atendiendo a la importancia de la obra según el criterio del arqueólogo, y por el tipo de condiciones de conservación que determina cada pieza, a juicio del restaurador.

Desembalaje

El desembalaje en el taller se realiza, sobre todo en el caso de la cerámica, en presencia del biólogo y el químico, ya que

es el momento de escoger las muestras de interés, a juicio de éstos y del arqueólogo, entre ellas, las de las paredes y contenidos de las piezas. Este proceso es previo a la realización de cualquier intervención, sobre todo el lavado, ya que los análisis se desvirtuarían o truncarían.

En pintura mural, lo primero a realizar tras su desembalaje son las actuaciones de consolidación, limpieza superficial y fijación de la película pictórica, antes de poder realizar el proceso de puzzle.

Tratamiento en taller

En cerámica, el restaurador decide qué piezas requieren tratamientos de consolidación antes de proceder al estudio que debe realizar el arqueólogo. El lavado posterior que realizan los arqueólogos, se hace sobre las piezas que el restaurador ha supervisado anteriormente, señalando la metodología y los productos a utilizar. Esta es una de las intervenciones que suscitan más controversia, ya que, si bien la resistencia del material cerámico suele dar pocos problemas de conservación, es conveniente que el restaurador supervise esta tarea para garantizar la posterior conservación de las piezas.

El restaurador debe, posteriormente, vigilar el secado de las piezas, puesto que es el momento de la aparición de sales solubles, procediendo, en su caso, a la desalación. Es necesario que los arqueólogos, mientras estudian las cerámicas, estén familiarizados con el aspecto de estas sales para identificarlas y poder notificarlo de inmediato. Previamente al estudio de las cerámicas realizado por los arqueólogos, se procede al siglado e inventariado de los fragmentos. La aportación del restaurador en este proceso se limita a indicar, según el estado y tipo de material, el producto y la proporción más indicada para que la sigla perdure y no dañe la pieza.

Durante la fase de estudio, los arqueólogos realizan el puzzle y el montaje provisional para la clasificación de la cerámica. En este proceso, es necesario que el restaurador indique cuales son los adhe-



Arqueólogos y restauradores llevando a cabo la cubrición de una de las estancias del yacimiento de *Bilbilis*

sivos, proporciones y métodos más indicados para que los montajes sean totalmente reversibles y no produzcan pérdidas u otras alteraciones. La eliminación de carbonatos, que suele ser exhaustiva en pintura mural decorada, es innecesaria en cerámica, ya que no producen ningún daño a las piezas, y la mayor parte sólo se estudia y se guarda en almacén. Se exceptúan aquellos casos en los que la presencia de estas sales insolubles dificulte el estudio o impidan la visión de zonas concretas, o bien, se trate de piezas que se vayan a restaurar, montar y exponer posteriormente. Un restaurador deberá llevar a cabo esta delicada tarea.

La determinación del destino que van a tener las cerámicas la realiza el arqueólogo. Tanto si se van a almacenar como si se van a restaurar, el desmontaje provisional realizado por los arqueólogos para su estudio lo llevan a cabo los restauradores.

En los casos en que vaya a restaurarse completamente la pieza, el criterio de reintegración se tomará de forma consensuada entre el arqueólogo y el restaurador. El embalaje definitivo se realizará con los materiales adecuados para su correcta conservación.

La pintura mural, ya consolidada y realizada una primera limpieza, se organi-

za sobre mesas de arena, procediéndose al trabajo de puzzle realizado conjuntamente por restauradores y arqueólogos. La supervisión de éstos se refiere a sus características estilísticas e históricas, mientras que los restauradores deben atender a la conservación ante la manipulación de los fragmentos en dicho proceso. Todo el proceso posterior, hasta su ubicación definitiva en un soporte inerte es un trabajo de restauración, pero la decisión de qué conjuntos de fragmentos se van a situar definitivamente, debe realizarse de forma común entre el restaurador y el arqueólogo.

Estos protocolos se perfeccionarán y variarán según avance el trabajo conjunto. El fin último no es sólo la delimitación de los diferentes procesos que realiza cada uno, sino que estos mismos protocolos lleguen a ser superados por obvios. La comprensión y colaboración de arqueólogos y restauradores redundará en beneficio de la perduración del Patrimonio Arqueológico, que, después de todo, es el interés común de unos y otros. En la Escuela Taller esperamos que nuestra experiencia contribuya, poco a poco, a cambiar el panorama de la conservación arqueológica. De este cambio serán agentes activos los mismos alumnos-trabajadores durante el desempeño de su profesión, una vez terminada su experiencia y aprendizaje en este centro.

DETERMINACIÓN VARIETAL DE UN CONJUNTO DE SEMILLAS DE OLIVO (*OLEA EUROPEA L.*) DEL YACIMIENTO ROMANO DE "LA LOMA DEL REGADÍO" EN URREA DE GAÉN. CONSIDERACIONES ECONÓMICAS Y PRODUCTIVAS

*El presente trabajo es un ejemplo práctico de las técnicas básicas de la carpología, obrando en respuesta a cuestiones concretas sobre un cultivo de gran arraigo económico y cultural en la cuenca Mediterránea, el olivo (*Olea europaea L.*). Se tratará de determinar la variedad de procedencia de un conjunto de semillas de olivo de época romana (Villa romana de "La Loma del Regadío", S. II-IV d.C., Urrea de Gaén, Teruel), hecho lo cual se aportarán una serie de datos agronómicos que ilustren y ayuden a comprender ciertas estructuras del yacimiento. También se contemplarán ciertas controversias acerca del origen de la variedad Arbequina).*

Jordán Esteso Martínez

Biólogo de la Escuela Taller de Restauración de Aragón

INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la carpología arqueológica es frecuente que la identificación de los restos deba trascender el nivel taxonómico de especie, sobre todo cuando ésta se trata de un cultivo. Esto se debe a que una vez asumido el uso o consumo de la especie por parte de la sociedad de la época, la determinación de la variedad a cultivar puede aportar una importante información agronómica y económica. La diversidad varietal de los cultivos actuales no es debida sino a milenios de selección dirigida y adaptación de las especies silvestres originales, y sus orígenes y cronologías de aparición no siempre están claramente definidos (Terral *et al.* 2004).

El olivo (*Olea europaea L.*) es un claro ejemplo de diversificación varietal. Extendido su uso como cultivo desde Oriente Medio hace más de 5000 años, se cultiva en la actualidad en ambos hemisferios y presenta más de 1000 variedades registradas, unas 250 en España. Su origen como

especie vegetal es probablemente más difuso hallándose su forma silvestre extendida ampliamente por toda la cuenca mediterránea de forma natural. Estas formas salvajes han podido (y así parece haber sido, de acuerdo con diversos estudios) ser empleadas como objeto de selección y puesta en producción en diversos puntos geográficamente inconexos. Esto ha permitido en gran parte la extraordinaria diversidad varietal actual, reflejo sin duda de adaptaciones locales al medio (Besnard *et al.* 2001).

En los últimos años se han realizado múltiples trabajos acerca de las relaciones entre variedades con el fin de establecer posibles rutas de dispersión o centros de selección (Angiolillo *et al.* 1999, Besnard *et al.* 2001, Belaj *et al.* 2002, Bari *et al.* 2003, Terral *et al.* 2004). En la realización de estos estudios se han empleado técnicas de caracterización muy diversas que van desde el clásico análisis morfométrico o el cálculo de dimensiones fractales a las más modernas técnicas de genética molecular, las cuales predominan con diferencia en



el panorama bibliográfico actual. Este tipo de trabajos pese a diferir sustancialmente en sus objetivos con los casos de estudio que suele plantear la carpología arqueológica, son sin embargo el sustrato fundamental de las conclusiones extraíbles de las determinaciones específicas realizadas sobre el material obtenido en excavaciones.

La presencia de restos que evidencian el uso de forma más o menos controlada del olivo en cualquiera de sus formas varietales es frecuente en un gran número de yacimientos arqueológicos en la cuenca mediterránea. Sin embargo la forma más habitual por no decir la única en que se hallan estos restos es en forma de huesos (endocarpios) carbonizados, lo que implica renunciar a cualquier tipo de información genética. Además pese a la dureza en fresco de este material, una vez carbonizado se vuelve extremadamente frágil lo que dificulta el estudio de muestras intactas (Terral *et al.* 2004, apreciación personal). En cualquier caso el único tipo de estudio que se puede llevar a cabo con este material es fundamentalmente biométrico. Esto quiere decir que es necesario un cierto grado de extrapolación a la hora de hablar de variedades o cultivares en época arqueológica dado que la identificación positiva con una variedad actual es exclusivamente morfológica. Además es de esperar que el propio proceso selectivo llevado a cabo sobre la variedad antigua haya podido verse reflejado en variaciones morfológicas de la semilla en el intervalo temporal que media entre la época de la muestra y la actualidad. Por todo esto es probable que no se consigan identificaciones perfectas sino inclusiones de la muestra en grupos o tipos asimilables a los actuales.

El objetivo de este estudio es la identificación varietal de un conjunto de endocarpios de *Olea europaea* L. recuperados en el yacimiento arqueológico de "La Loma del Regadío", en Urrea de Gaén (Teruel), una villa agrícola romana construida en el S. II d.C. y ocupada hasta el S. IV d.C. En esta villa han aparecido una

serie de estancias anexas con una dedicación evidentemente agrícola, concretamente una serie de prensas de vocación muy probablemente oleícola. Es en una de estas estancias relacionadas con las prensas donde aparecieron los endocarpios carbonizados. Así pues partiendo de dicho material vegetal y de muestras actuales de colección, se procederá a la comparación y asimilación del mismo a algún tipo o grupo morfológico actual con los fines que se describen a continuación.

Otra de las cuestiones propuestas en el análisis de estas semillas arqueológicas, era una estimación de determinadas características agronómicas de la variedad que ayudaran a valorar la producción local de la época con el objetivo de justificar la magnitud de las instalaciones aceiteras del yacimiento. Por supuesto, estas estimaciones tendrán por fuerza un carácter actualista, basándose en datos agronómicos recientes. Cabe esperar por tanto que las mejoras introducidas en las variedades, técnicas de cultivo, recolección y procesado de la oliva aporten una valoración a la alta de los rendimientos en la época del yacimiento. En cualquier caso estos datos deberán ser valorados en su justa medida y siempre como indicios orientativos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material vegetal arqueológico. Se trata de un conjunto de endocarpios de *Olea europaea* hallados en una muestra de suelo del yacimiento de Urrea de Gaén, correspondiente a una de las estancias relacionadas con lo que parece ser una almazara o molino y prensa de aceite. En esta misma muestra han aparecido otros restos tales como semillas de uva (*Vitis vinifera* L.), diversos carbones y restos animales que serán considerados en otros documentos.

Hay 25 semillas de aceituna relativamente intactas que constituyen el material arqueológico objeto de este estudio.

MATERIAL VEGETAL ACTUAL

Se han estudiado endocarpios procedentes de dos de las variedades actuales más frecuentes en la zona que comprende la Denominación de Origen de Aceite del Bajo Aragón a la que pertenece Urrea de Gaén. Estas variedades son Empeltre y Arbequina, siendo la primera mucho más abundante en la actualidad debido a la gran calidad y carácter distintivo de sus aceites monovarietales. La variedad Arbequina es mucho más frecuente en las Denominaciones de Origen de Les Garrigues (Lleida) y Siurana (Tarragona), siendo su aprovechamiento en la Denominación Bajo Aragón bastante reducido y casi siempre acompañando a aceites de empeltre (*compagne*). Se han empleado estas variedades partiendo de un planteamiento actualista de la idoneidad de las variedades a la potencialidad del medio, razón por la que se cultivan hoy en día. Los endocarpios se han obtenido por remoción mecánica de la pulpa y limpieza posterior. Previamente se tomaron medidas de longitud y anchura a los frutos intactos. En total se han tenido en cuenta 203 frutos de la variedad Empeltre y 237 de la variedad Arbequina.

CARBONIZACIÓN

Teniendo en cuenta que el estado de hallazgo habitual de los endocarpios de aceituna es la carbonización, se procedió a la carbonización de una muestra de endocarpios de dimensiones conocidas para estimar la posible reducción de tamaño debida a este fenómeno sufrida por los endocarpios arqueológicos.

La carbonización se llevó a cabo en un horno mufla con programación de rampas de temperatura. Las semillas se dispusieron individualmente en envoltorios de papel de aluminio identificados con un troquelado numérico y posteriormente introducidos en crisoles cerámicos con tapa. La temperatura máxima del horno se estableció en 400° C y el incremento de temperatura en 100° C/hora. La temperatura máxima se mantuvo durante

una hora. El proceso de enfriamiento se realizó abriendo la puerta del horno una vez desconectado durante una hora, tras lo cual se extrajeron las semillas de sus respectivos envoltorios y se tomaron nuevas medidas.

En este proceso, el factor más crítico parece haber sido la consecución de las condiciones anaerobias necesarias para evitar la calcinación. No siendo posible la modificación de la atmósfera se optó por el mayor confinamiento y empaquetamiento posible de las semillas antes de introducirlas en el horno.

MEDIDAS

Al carecer de un sistema eficaz de análisis de imagen digital, las medidas tomadas se han reducido al registro de la longitud y diámetro máximo de los endocarpios y a la posterior obtención de la ratio longitud/anchura (ratio L/A). En cualquier caso, este parámetro (ratio L/A) es muy eficaz en la diferenciación de variedades y su utilidad reconocida en diversos estudios morfométricos (Tous et al. 1998, Bari *et al.* 2003). Otras medidas consistentes en el análisis de ajustes polinó-

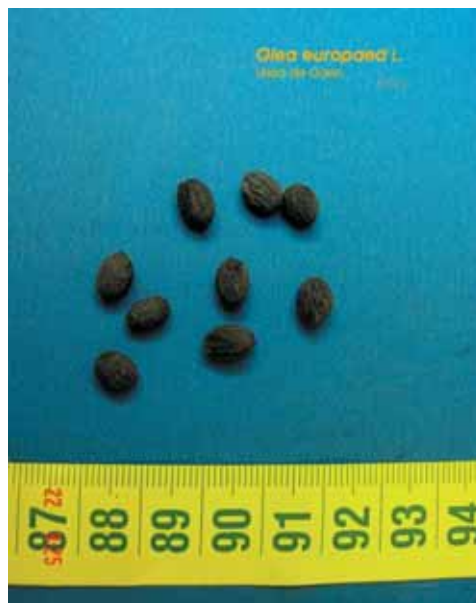


Fig. 1. Aspecto y referencia de escala de un conjunto de semillas lógicas de "La Loma del Regadío" (Urrea de Gaén)



Fig. 2. (Izda.). Aspecto y referencia de escala de un conjunto de semillas de la variedad Arbequina. (Dcha.). Aspecto y referencia de escala de un conjunto de semillas de la variedad Empeltre

micos al perfil de la semilla (Terral *et al.* 2003) se están probando y estarán disponibles en próximos estudios.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El aspecto general de las semillas obtenidas del yacimiento se muestra en la Figura 1. Se adjunta una referencia de escala para facilitar la comparación con el resto de los individuos de colección que se muestran con posterioridad.

La figura 2 muestra el aspecto de las variedades de olivo propuestas como referencia actual. Obsérvese el notable parecido morfológico de la muestra arqueológica con la variedad actual Arbequina.

La figura 3 muestra un resultado preliminar del análisis morfológico, por el que queda descartada la variedad Empeltre como ejemplo asimilable a la muestra arqueológica. La variedad Arbequina presenta un parecido considerable en el parámetro Ratio L/A con la muestra arqueológica, lo que parece indicar unas

proporciones muy similares en los endocarpios. Sin embargo, pese a la gran similitud en el parámetro Ratio L/A, el parecido de la muestra con la variedad Arbequina para los otros dos parámetros resulta insuficiente. Pudiendo deberse esta desviación al efecto de la carbonización sobre las dimensiones y proporciones de los endocarpios, se optó por la comparación de la muestra arqueológica con una muestra de endocarpios carbonizados de la variedad Arbequina (Fig. 4).

El resultado de esta nueva comparación resultó en una asimilación mucho mayor de la muestra arqueológica con la variedad Arbequina como se puede observar en la figura 5.

La tabla 1 presenta un resumen de las consecuencias del proceso de carbonización sobre las dimensiones de la semilla para la variedad Arbequina, la cual a partir de este momento se considerará la más probable como variedad de procedencia de la muestra arqueológica. Es destacable la disparidad de los datos acerca del origen de la variedad Arbequina, tanto en lo

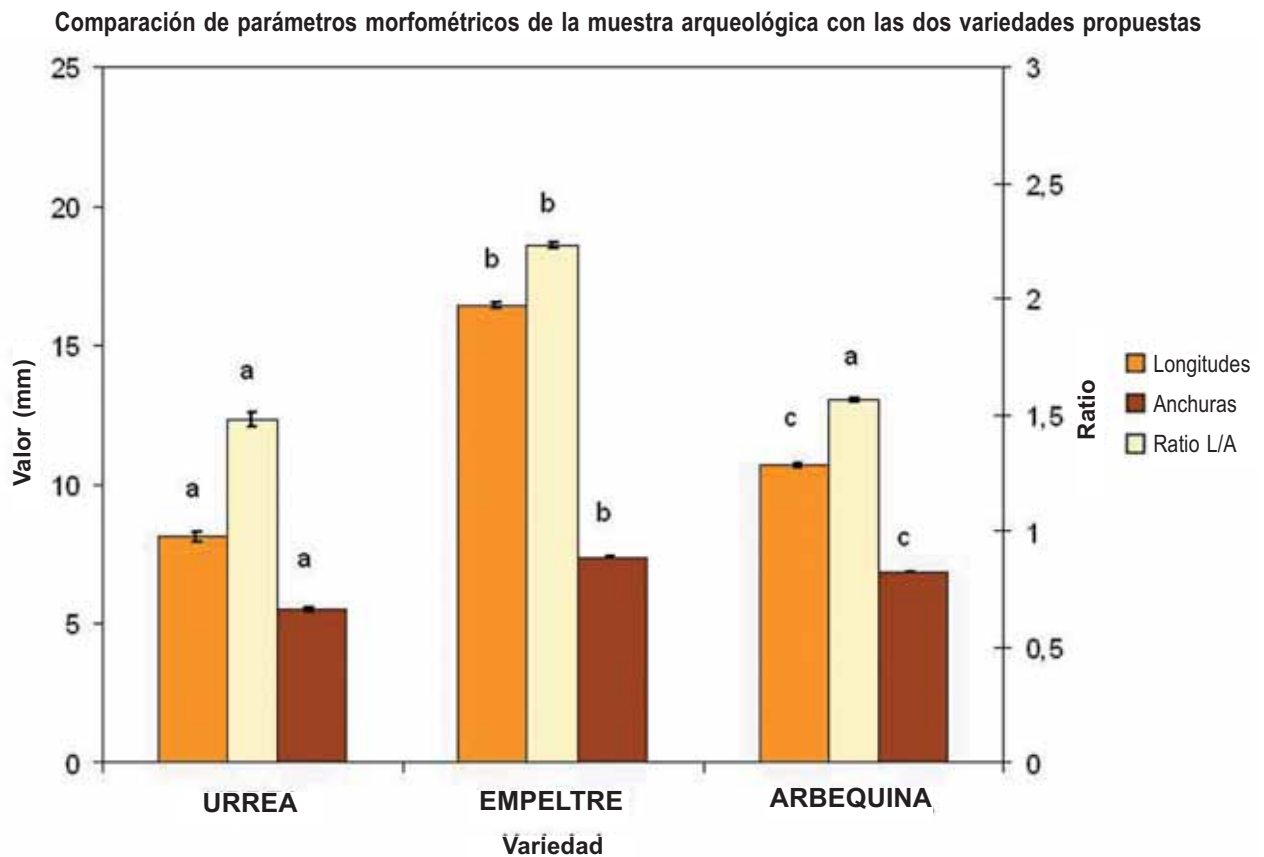


Fig. 3. Gráfico de barras mostrando los valores promedio y desviaciones típicas (barras de error) de los parámetros morfológicos considerados (longitud, anchura y ratio L/A) para la muestra arqueológica y las dos variedades actuales propuestas. Las barras de error representan los errores típicos. Letras diferentes sobre cada categoría representan diferencias significativas ($p < 0,05$) entre variedades

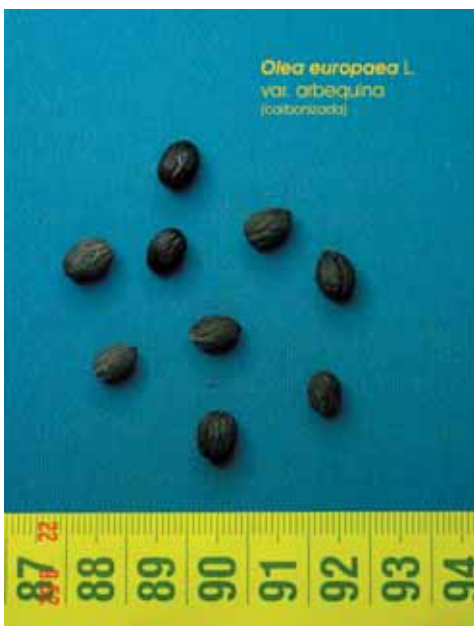


Fig. 4. Aspecto y referencia de escala de un conjunto de endocarpios carbonizados en el laboratorio de la variedad Arbequina

que se refiere a la fecha de su introducción como a su procedencia geográfica. Hay al menos cierto consenso en cuanto al hecho de que el nombre deriva de su relación con la población leridana de Arbeqa. Sin embargo la uniformidad de la información acaba con ese dato. En cuanto a la fecha de introducción del cultivo hay múltiples datos que la sitúan en los siglos XVI o XVIII coincidiendo no obstante la mayoría en el siglo XIII tras la conquista de Mallorca por parte del rey Jaime I el cual la trajo de dicha isla. El lugar de procedencia también es dispar en las fuentes disponibles, existiendo referencias a Palestina y Grecia además de la propia isla de Mallorca ya mencionada.

Terral *et al.* 2004 mediante métodos morfológicos relacionan la variedad Arbequina junto con alguna otra con las pobla-

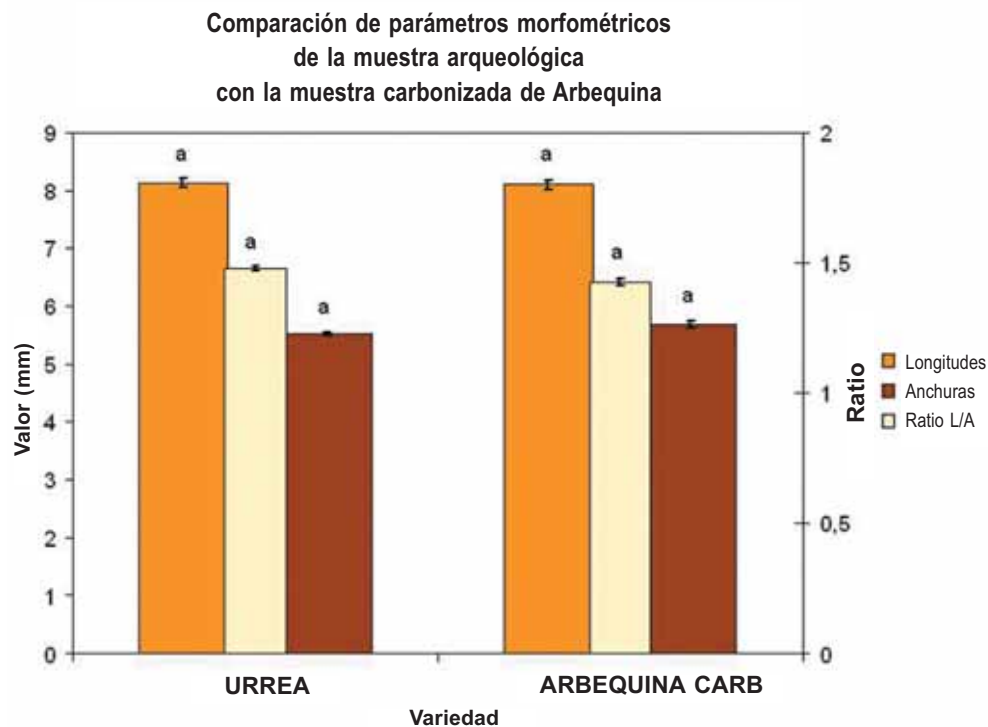


Fig. 5. Gráfico de barras mostrando los valores promedio y desviaciones típicas (barras de error) de los parámetros morfológicos considerados (longitud, anchura y ratio L/A) para la muestra arqueológica y la variedad Arbequina carbonizada. Las barras de error representan los errores típicos. Letras diferentes sobre cada categoría representan diferencias significativas ($p < 0,05$) entre variedades

Variedad	Procedencia	Tamaño de muestra
Arbequina	D.O. Bajo Aragón	n = 40
Longitud promedio	Anchura promedio	Ratio L/A promedio
1,02	0,67	1,53
Longitud promedio (Carb.)	Anchura promedio (Carb.)	Ratio L/A promedio (Carb.)
0,81	0,57	1,43
Variación en longitud (%)	Variación en anchura (%)	Variación en ratio L/A (%)
20,54	14,66	6,74

Tabla 1. Se muestran los valores promedio de las dimensiones de los endocarpios originales y una vez carbonizados de la variedad Arbequina, así como el porcentaje de reducción en cada uno de los parámetros considerados en el estudio

Variedad	P.A.M. Kg/árbol
Arbequina	22,58
Picual	18,90
Empeltre	13,00
Morrut	15,12
Manzanilla	11,37

Tabla 2. Muestra la Producción Anual Media en Kg/árbol de 5 variedades de olivo

ciones silvestres de olivo del Mediterráneo occidental. Otros estudios con base genética no aportan datos claros de su relación con otras variedades (Besnard *et al.* 2001, Belaj *et al.* 2003, Khadari *et al.* 2003), y en algún caso se sitúa genéticamente cercana a poblaciones silvestres (Angiolillo *et al.*

1999). Estudios de tipo químico descubren una serie de peculiaridades en torno a la composición lipídica y polifenólica de esta variedad, que se segrega del resto (Gómez-Alonso *et al.* 2002, Aranda *et al.* 2004). En definitiva ninguno de los datos extraídos de la bibliografía sugiere un origen alóc-

tono de la Arbequina siendo perfectamente posible que se trate de una variedad autóctona con una serie de peculiaridades justificables por factores de aislamiento genético pero relacionada en cualquier caso con las variedades silvestres geográficamente cercanas de las que probablemente procede.

Terral *et al.* en un estudio morfométrico relacionando variedades de olivo actuales con material arqueológico encuentra restos asimilables al tipo morfológico de la variedad Arbequina en múltiples yacimientos. La cronología de estos yacimientos va desde el Calcolítico del Levante español a la época romana en múltiples puntos del Mediterráneo occidental e incluso Francia continental. En cualquier caso el tipo morfológico de la Arbequina parece que fuera un estadio de selección inmediatamente posterior al uso de variedades silvestres según se aprecia en el trabajo de Terral *et al.* Ya en plena dominación Romana, las variedades más frecuentes pasan a ser de tipos morfológicos diferentes y en general de mayor tamaño.

A la vista de lo expuesto hasta ahora resulta atractivo pensar que el tipo morfológico de Arbequina tuvo cierto auge como cultivo hasta la época Romana siendo frecuente en todo el Mediterráneo occidental. Siguiendo esta línea argumental es factible pensar que en determinadas zonas relativamente aisladas geográficamente, como la isla de Mallorca, se siguiera cultivando este tipo de aceituna sin una selección productiva determinada manteniendo sus características originales y llegando hasta la Edad Media, momento en que es reintroducida en la Península. Con esto se quiere cuando menos justificar la aparición de endocarpios de aceituna de una variedad que parece no surgir como tal hasta varios siglos después de la fecha estimada para el material arqueológico.

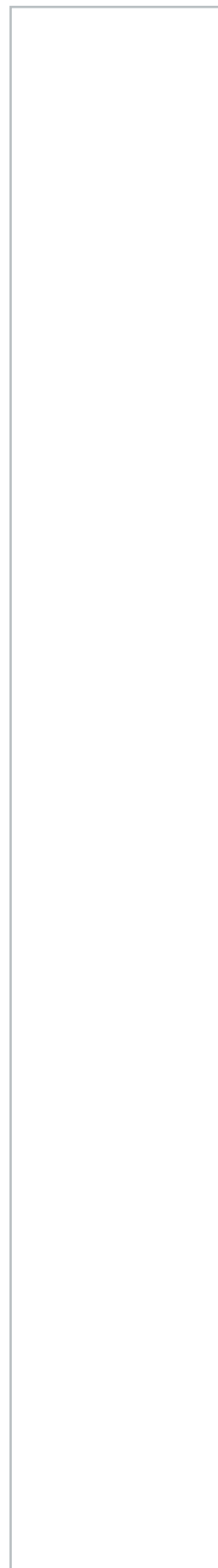
Llegados a este punto debería aclararse que el conjunto de análisis no demuestra que los endocarpios de la muestra arqueológica pertenezcan a la variedad Arbequina, sino que no ha sido posible

diferenciar estadísticamente los endocarpios de la muestra de los de la variedad mencionada. Por lo tanto sólo podremos afirmar que la muestra es asimilable a un tipo morfológico de aceituna muy similar a la actual Arbequina. En cualquier caso en las valoraciones agronómicas que se efectúen de aquí en adelante se considerará a la variedad Arbequina como referencia.

A continuación se hará una descripción de las características agronómicas básicas de la variedad Arbequina. Se trata de un olivo de escaso vigor, presenta un porte llorón, con un volumen de copa reducido, siendo por lo demás su capacidad de crecimiento limitada. Esta cualidad permite un incremento en las densidades por hectárea frente a otras variedades. Presenta una entrada en producción muy precoz frente a otras variedades, manteniendo niveles próximos al máximo en unos 6-10 años. Su resistencia al frío y la sequía es relativamente alta. Destaca en cualquier caso su elevada productividad tanto en términos de cantidad de fruto por árbol como en rendimiento graso de los frutos, quedando muy por encima de otras variedades.

Tous *et al.* en su estudio "Comportamiento agronómico y comercial de cinco variedades de olivo en Tarragona" aporta los siguientes valores de producción media anual en Kg/árbol en plena producción (Tabla 2). Sin embargo, estos datos son de cultivos con sistemas de riego de goteo, para cultivos de secano habría que aplicar una reducción en torno al 45% en estos datos de producción según los datos de Pastor *et al.* 1999.

Para el problema que nos ocupa, en términos globales de producción habría que conocer la densidad de plantación en la época del yacimiento. En España hasta la implantación de los sistemas intensivos de regadío (riego por goteo) la densidad tradicional de plantación del olivo venía siendo de unos 72 árboles por hectárea. Esta densidad es anormalmente baja, aunque puede justificarse este hecho por la intercalación de otros cultivos en



tre los árboles, normalmente vid. En cualquier caso en régimen de secano no deberían superarse los 300 árboles por hectárea. La aplicación de estos datos en la estimación de la producción en época arqueológica es dificultosa y probablemente debería realizarse a la inversa, esto es, partiendo de la producción anual estimada a partir de las dimensiones de las dependencias dedicadas a la obtención de aceite, llegar a la extensión de olivar necesaria para cubrir las necesidades productivas de la villa. En cualquier caso podría realizarse un

vor del regadío (Pastor et al. 1999, Terral et al. 2003). El gráfico elaborado se muestra en la figura 6.

Para los cálculos volumétricos hay que tener en cuenta que el valor en Kg debe ser multiplicado por el coeficiente 0,92 para corregir la diferencia de densidad con el agua. Las estimaciones definitivas se realizarán en el futuro cuando se completen los datos necesarios para la valoración potencial de las instalaciones de la Villa de "La Loma del Regadío".

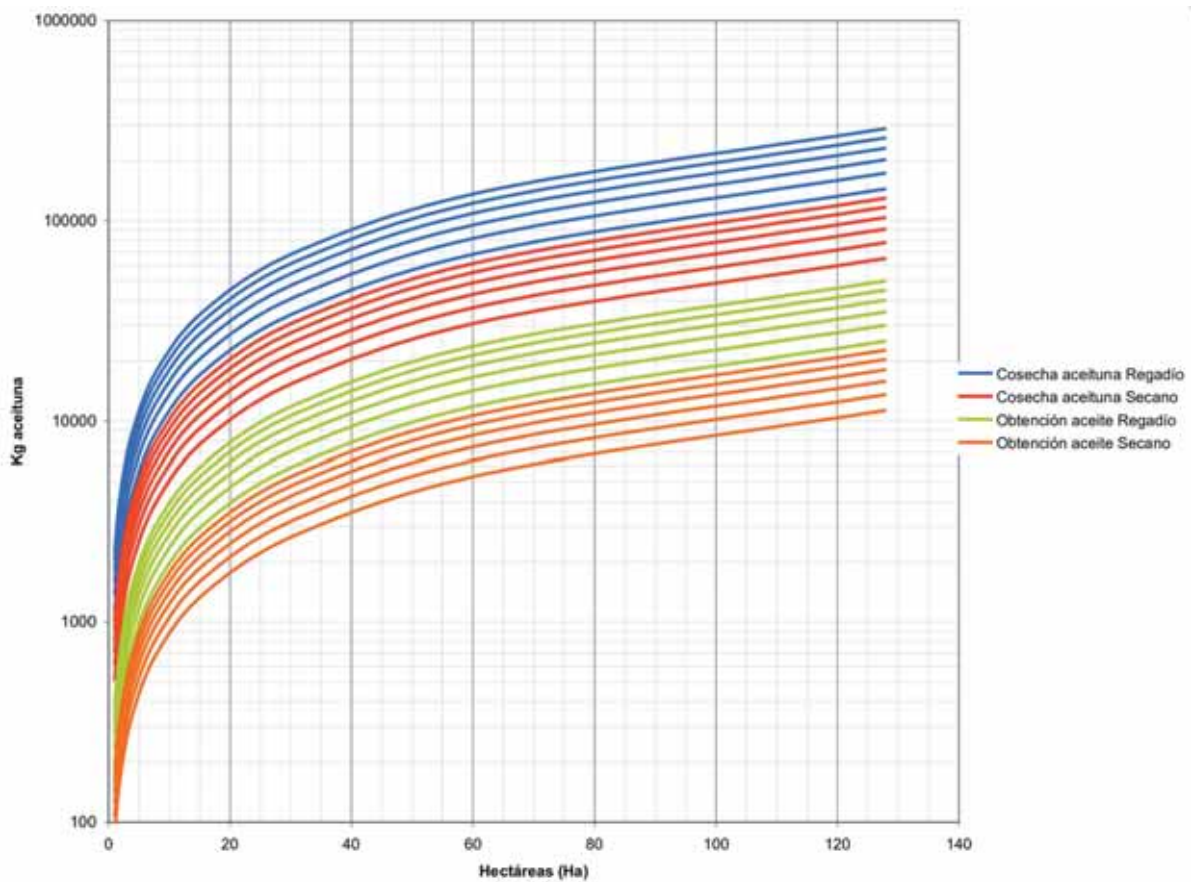


Fig. 6. Gráfico relacionando distintos parámetros productivos de la variedad Arbequina. Las 6 líneas dentro de cada categoría de la leyenda representa diferentes densidades de plantación correspondiéndose la línea superior con 100 árboles/Ha y las inferiores en orden descendente 90, 80, 70, 60 y 50 árboles/Ha respectivamente. Nótese que el eje Y está en escala logarítmica

gráfico relacionando las posibles variables agronómicas que permita un uso multidireccional para realizar estimaciones. A partir de datos bibliográficos, para Arbequina, se han calculado un rendimiento graso sobre peso fresco de aceituna del 17,36% y una diferencia productiva del 43,52% en fa-

CONCLUSIONES

El análisis morfológico de las semillas halladas en el yacimiento de "La Loma del Regadío" de Urrea de Gaén muestra la gran similitud de estas con las de la actual variedad Arbequina, siendo imposible su

diferenciación de ésta por medios estadísticos y para los parámetros contemplados.

El proceso de carbonización del material de colección es fundamental para la exactitud del análisis morfológico.

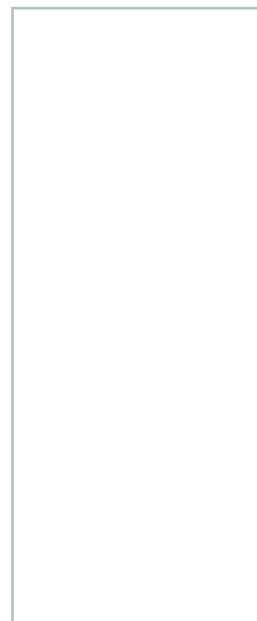
La Arbequina aparece en la bibliografía como de introducción relativamente reciente en la Península Ibérica. Sin embargo diversos estudios y los propios resultados de este, parecen indicar que podría tratarse de una reintroducción de la variedad, previamente relegada a la isla de Mallorca.

Los datos agronómicos actuales muestran que la Arbequina es una varie-

dad de gran productividad que junto a sus excelentes cualidades de contenido graso y calidad del aceite, puede resultar altamente rentable incluso en explotaciones de extensión reducida.

AGRADECIMIENTOS

La realización de este trabajo no habría sido posible sin la colaboración de las ayudantes de Laboratorio Raquel Lacasta y Nuria Ferrer en la preparación y medida del material de colección. También quiero dar gracias al personal arqueológico del yacimiento de Urrea de Gaén por su apoyo y curiosas preguntas a las cuales espero responda en parte este trabajo.



BIBLIOGRAFÍA

- ANGIOLILLO, A., Menuccini, M. & Baldoni, L. (1999), "Olive genetic diversity assessed using amplified fragment length polymorphisms", *Theoretical and Applied Genetics* 98, pp. 411-421.
- ARANDA, F., GÓMEZ-ALONSO, S., RIVERA DEL ÁLAMO, R.M., Salvador, M.D. & Fregapane, G. (2004), "Triglyceride, total and 2-position fatty acid composition of Cornicabra virgin olive oil: Comparison with other Spanish cultivars", *Food Chemistry* 86, pp. 485-492.
- BARI, A., MARTÍN, A., Boulouha, A. & González-Andújar, J.L. (2003), "Characterization and identification of olive genotypes using an image feature extraction approach", *Proceedings of "IX Conferencia Española de Biometría"*, La Coruña, 28-30 Mayo 2003.
- BELAJ, A., SATOVIC, Z., Rallo, L. & Trujillo (2002), "Genetic diversity and relationships in olive (*Olea europaea L.*) germplasm collections as determined by randomly amplified polymorphic DNA", *Theoretical and Applied Genetics* 105, pp. 638-644.
- BESNARD, G., Baradat, P. & Bervillé, A. (2001), "Genetic relationships in the olive (*Olea europaea L.*) reflect multilocal selection of cultivars", *Theoretical and Applied Genetics* 102, pp. 251-258.
- GÓMEZ-ALONSO, S., Salvador, M.D. & Fregapane, G. (2002), "Phenolic compounds Profile of Cornicabra virgin olive oil", *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50, pp. 6812-6817.
- KHADARI, B., BRETON, C., MOUTIER, N., ROGER, J.P., BESNARD, G., Bervillé, A. & Dosba, F. (2003), "The use of molecular markers for germplasm management in a French olive collection", *Theoretical and Applied Genetics* 106, pp. 521-529.
- PASTOR, M., CASTRO, J., MARISCAL, M.J., VEGA, V., ORGAZ, F., Ferreres, E. & Hidalgo, J. (1999), "Respuestas del olivar tradicional a diferentes estrategias y dosis de agua de riego", *Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetales (INIA)* 14, pp. 393-404.
- TERRAL, J.F., ALONSO, N., BUXÓ I CAPDEVILLA, R., CHATTI, N., FABRE, L., FIORENTINO, G., MARINVAL, P., PÉREZ-JORDÁ, G., PRADAT, B., Rovira, N. & Alibert, P. (2004), "Historical biogeography of olive domestication (*Olea europaea L.*) as revealed by geometrical morphometry applied to biological and archaeological material", *Journal of Biogeography* 31, pp. 63-77.
- TOUS, J., Romero, A., Plana, J. (1998), "Comportamiento agronómico y comercial de cinco variedades de olivo en Tarragona", *Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetales (INIA)* 13, pp. 97-109.

LOS MORTEROS ANTIGUOS

El Laboratorio de Investigación de Bienes Culturales ha estudiado y analizado 387 muestras de morteros provenientes de 35 monumentos que abarcan un período que va desde edificios prerromanos hasta el Barroco.

La composición química presenta una gran variabilidad y es notable la presencia de yeso sobre todo en los morteros de época romana.

Del estudio de los resultados cabe inferir una cierta evolución de los morteros a través de las diversas épocas.

Ramiro Alloza Izquierdo, Paz Marzo Berna

Químicos de la Escuela Taller de Restauración de Aragón

INTRODUCCIÓN

El mortero, de cal, yeso o desde el siglo XIX el de cemento, es un material que se ha utilizado desde muy antiguo como agente para trabar las rocas, ladrillo, etc. que constituyen los elementos estructurales de los muros o bien para obtener acabados de los mismos sobre los cuales realizar decoraciones pictóricas o simplemente darles un acabado fino.

Ya en la bibliografía clásica, por ejemplo en Vitrubio, se estudian los morteros y se dan recomendaciones para su fabricación y forma de aplicación, pero la experiencia demuestra que no siempre estas recomendaciones se seguían tal como se estipulaba en los tratados. Por otra parte, el final de la época romana y sobre todo en el caso de España, la aparición de la civilización musulmana, que aporta sus propias tradiciones constructivas, supone una nueva forma de trabajar los distintos aparejos y por tanto una nueva fuente de variabilidad en la composición de los morteros

El Laboratorio de Investigación de Bienes Culturales lleva varios años analizando morteros de diversas procedencias, habiéndose podido constatar la gran variabilidad existente entre las muestras estudiadas. En el presente trabajo se pretende estudiar esa variabilidad y tratar de ex-

traer alguna conclusión acerca de la evolución histórica de los morteros

MATERIAL Y MÉTODOS

Las muestras han sido obtenidas de diversos yacimientos arqueológicos, iglesias u otros monumentos, repartidos en buen número de localidades de la geografía aragonesa.

En cuanto a la metodología de extracción depende, en buena medida, de las características físicas y geométricas del lugar en el que se realiza el muestreo. Cuando ha sido posible se han obtenido mediante la utilización de coronas de diamante, widia o acero accionadas mediante un taladro eléctrico de baterías. Cuando la utilización de estas herramientas podía dañar el monumento, bien desde el punto de vista estético o bien físico o simplemente la geometría del lugar de extracción impedía su uso, las muestras se extrajeron manualmente mediante la utilización de un escoplo y un pequeño martillo. En todos los casos se procuró afectar al monumento en la menor medida posible, eligiendo lugares poco visibles.

La determinación de la composición química exige la reducción a polvo de las muestras. Este proceso se lleva a cabo en un mortero de ágata si la cantidad de

muestra es pequeña o en un molino de bolas para cantidades grandes. Una vez en polvo se realiza un ensayo cualitativo de los elementos mayoritarios de la muestra (cal y yeso) y se procede al secado de las muestras en estufa durante dos horas a $105^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{ C}$ o $42^{\circ} \pm 3^{\circ} \text{ C}$ si el yeso está presente. Tras secar la muestra se realizan todos los análisis cuantitativos.

La cuantificación de cal se realizó mediante calcímetro de Bernard. Este método se basa en la descomposición de los carbonatos por ácido, con el consiguiente desprendimiento gaseoso de anhídrido carbónico, el cual es recogido en un dispositivo cerrado. El volumen obtenido de dióxido de carbono permite calcular la cantidad de carbonatos presentes en la muestra.

La determinación de yeso se basa en la valoración del ácido sulfúrico equivalente obtenido a partir de la disolución de los sulfatos presentes en las muestras, tras atravesar una resina de intercambio.

La cantidad de áridos se calculó a partir de la calcinación de la fracción insoluble de las muestras tras el ataque ácido según la norma UNE 102-032-84. La fracción soluble del ataque se enrasó a volumen conocido y mediante absorción atómica (AAAnalyst 300 de Perkin Elmer) se halló la concentración de hierro, aluminio y magnesio.

Para el análisis granulométrico las muestras se disgregan en el mortero de ágata y se someten a una vibración durante cinco minutos en una tamizadora modelo RP-03 marca CISA que posee tamices de luz de malla certificados. La cantidad de muestra retenida en cada cedazo se pesó y los datos obtenidos se compararon con los resultados de la fórmula teórica de Fuller.

RESULTADOS

En el Laboratorio de Investigación de Bienes Culturales, se han analizado hasta

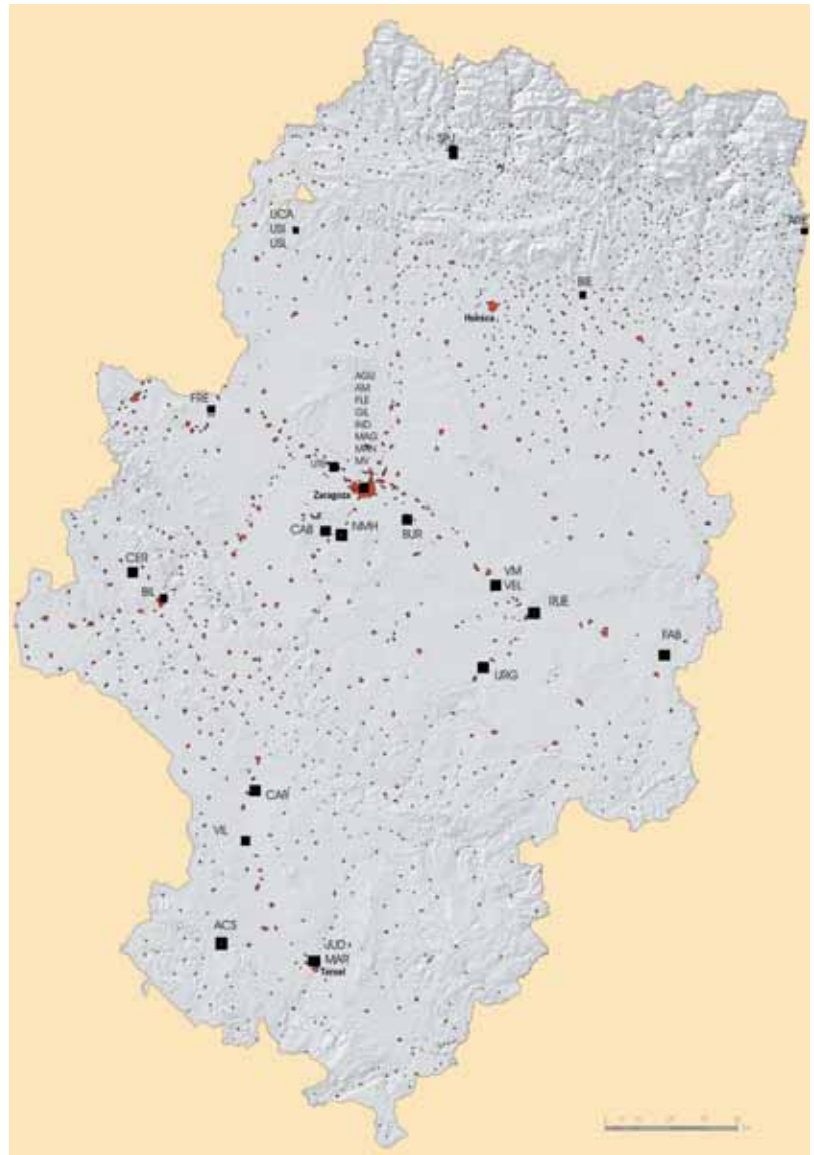


Fig. 1. Localización de los lugares donde se han tomado muestras en Aragón. Además de los puntos señalados hay que añadir el Yacimiento de *Complutum* en Alcalá de Henares (Madrid)

el momento 387 muestras de morteros, procedentes de 35 lugares distintos. A fin de tratar de extraer algún tipo de conclusión, se clasificaron atendiendo a un doble criterio (Tabla 2). Por una parte se clasificaron atendiendo a su cronología y por otra atendiendo a su función.

Así, desde el punto de vista cronológico, se agruparon en las siguientes categorías:

- Prerromanos
- Romanos
- Medievales cristianos

Siglas	Localidad
ACS	Castillo de Albarracín (Teruel)
AGU	Pinturas de la calle San Agustín de Zaragoza
AM	Pinturas de la calle Añón de Zaragoza
ARE	Castillo de Aren (Huesca)
BIE	Ermita de San Fructuoso de Bierge (Huesca)
BIL	Yacimiento de Bilbilis de Calatayud (Zaragoza)
BUR	Yacimiento La Cabañeta de El Burgo de Ebro (Zaragoza)
CAB	Yacimiento de El Cabezo de la Cruz de la Muela (Zaragoza)
CAR	Yacimiento de la Caridad de Caminreal (Teruel)
CER	Iglesia de Santa Tecla de Cervera de la Cañada (Zaragoza)
COM	Yacimiento de Complutum de Alcalá de Henares (Madrid)
FAB	Mausoleo de Fabara (Zaragoza)
FLE	Teatro Fleta (Zaragoza)
FRE	Ermita de Frescano (Zaragoza)
GIL	Iglesia de San Gil (Zaragoza)
IND	Excavaciones del Paseo Independencia (Zaragoza)
JUD	Yacimiento de la plaza de la judería (Teruel)
MAG	Iglesia de Santa María Magdalena (Zaragoza)
MAN	Iglesia de Santo Tomás de Villanueva, cúpula de la epístola (Zaragoza)
MAR	Iglesia de San Martín (Teruel)
MV	Iglesia de Santo Tomás de Villanueva, cúpula del evangelio (Zaragoza)
NMH	Necrópolis de María de Huerva (Zaragoza)
RUE	Monasterio de Rueda (Zaragoza)
SPJ	Iglesia de San Pedro de Jaca (Huesca)
UCA	Castillo de Ayllón de Uncastillo (Zaragoza)
URG	Yacimiento de Urrea de Gaén (Teruel)
USI	Sinagoga de Uncastillo (Zaragoza)
USL	Portada de la ermita de San Lorenzo de Uncastillo (Zaragoza)
UTE	Torre mudéjar de Utebo (Zaragoza)
VEL	Yacimiento de Velilla de Ebro
VIL	Presa de Villafranca del Campo (Teruel)
VM	Techo de la casa de los Delfines de Velilla de Ebro (Zaragoza)

Tabla 1.- Relación de las siglas empleadas para las distintas localizaciones de los morteros analizados.

	Prerromanos	Romanos	Medievales Cristianos	Medievales Musulmanes	Medievales Judíos	Barroco
Pavimento		10		4		
Trabazón	14	20	61	25		4
Revoco	4	102	34	28	7	54
Elementos arquitectónicos	1	15		3		1

Tabla 2.- Resumen del número de morteros analizados según la época y su funcionalidad

período	siglas	nº muestras	% cal	% yeso	% árido	pendiente	ordenada origen
Romano	BUR	4	50.4	22.4	20.4	0.746	2.076
	AGU	2	30.3	4.9	48.3	0.668	3.368
	COM	4	23.3	5.2	64.7	0.685	4.879
Medieval	ACS	2	2.7	84.9	4.1	0.752	6.129
Musulmán	FLE	2	7.7	70.9	17.1	0.695	-0.885

Tabla 3.- Resultados obtenidos de las muestras de pavimento

período	siglas	nº muestras	% cal	% yeso	% árido	pendiente	ordenada origen
Prerromano	CAB	14	6.3	36.1	48.1	0.659	7.595
Romano	VIL	3	48.2	0.0	47.3	0.964	3.522
	AGU	2	37.4	3.1	57.3	0.649	0.782
	COM	9	29.0	4.0	62.4	0.749	9.137
	URG	5	15.6	55.0	22.0	0.597	2.765
	CAR	1	79.8	0.0	13.0	0.570	5.184
Medieval Cristiano	MAG	13	14.1	63.6	18.4	0.686	6.978
	GIL	5	7.5	75.1	12.4	0.709	9.105
	MAR	9	16.0	45.0	34.2	0.656	4.891
	CER	10	57.0	2.4	35.1	0.683	6.685
	USL	2	53.2	4.7	38.9	0.685	10.360
	UCA	14	37.3	31.9	26.3	0.659	9.598
	ARE	8	37.3	2.9	53.1	0.610	2.337
Medieval Musulmán	IND	1	12.4	4.2	70.0	0.663	13.635
	ACS	20	12.5	64.4	12.7	0.662	8.148
	FLE	4	28.7	2.9	58.4	0.739	-0.673
Barroco	UTE	4	4.3	81.1	7.1	0.798	4.885

Tabla 4.- Resultados obtenidos de las muestras de trabazón

período	siglas	n° muestras	% cal	% yeso	% árido	pendiente	ordenada origen
Prerromano	CAB	1	10.4	10.0	55.0	0.750	1.615
Romano	AM	5	32.6	20.9	39.2	0.792	3.405
	VM	2	31.4	62.9	3.7	0.707	4.051
	VEL	3	34.5	29.7	33.1	0.599	0.837
	BIL	1	34.6	60.0	1.8	0.725	10.587
	BUR	1	34.2	34.4	30.8	0.830	11.184
	COM	3	25.8	0.0	69.4	0.764	10.739
Medieval Musulmán	IND	3	15.9	60.5	4.9	0.640	10.366
Barroco	RUE	1	0.0	97.6	1.4	0.581	9.024

Tabla 5.- Resultados obtenidos de las muestras de elementos arquitectónicos

período	siglas	n° muestras	% cal	% yeso	% árido	pendiente	ordenada origen
Prerromano	CAB	4	10.3	26.0	54.5	0.702	3.056
Romano	AM	29	42.3	9.6	40.2	0.804	3.726
	VM	7	22.2	51.0	23.1	0.729	9.967
	VEL	20	28.3	30.0	37.7	0.626	1.901
	BIL	12	30.0	10.7	53.8	0.744	5.168
	BUR	18	24.6	57.2	15.8	0.730	5.040
	FAB	7	67.8	4.3	13.2	0.877	3.657
	AGU	3	56.0	6.5	31.7	0.762	0.918
	COM	1	28.4	0.0	70.0	0.738	6.969
	URG	2	2.2	92.5	3.5	0.738	3.731
	CAR	3	76.4	0.0	15.5	0.715	8.121
Medieval Cristiano	BIE	2	81.1	4.7	10.4	0.811	9.780
	FRE	15	1.7	85.5	8.8	0.706	5.960
	MAR	3	14.0	83.3	2.1	0.641	16.349
	SPJ	12	42.9	2.4	45.0	0.606	3.876
	CER	2	73.1	3.2	19.3	0.759	8.707
Medieval Musulmán	NMH	9	9.8	72.7	14.0	0.675	9.371
	IND	10	15.2	38.0	33.3	0.699	5.309
	ACS	8	3.5	82.5	7.1	0.626	7.845
	FLE	1	44.8	3.6	41.4	0.696	-0.991
Medieval Judío	JUD	5	25.0	64.8	7.2	0.739	2.995
	USI	2	50.9	6.0	39.0	0.648	6.483
Barroco	MAN	25	19.6	44.7	32.6	0.723	9.048
	MV	16	10.4	62.5	19.8	0.738	6.786
	RUE	13	6.5	87.0	4.7	0.685	10.446

Tabla 6.- Resultados obtenidos de las muestras de los revocos

- Medievales musulmanes
- Medievales judíos
- Barrocos

Hay que hacer notar que no hemos podido acceder a ningún monumento renacentista.

Desde el punto de vista de la funcionalidad se han clasificado en:

- Pavimentos
- Morteros de trabazón
- Revocos
- Otros elementos arquitectónicos

Los datos obtenidos se muestran en las tablas 3, 4, 5 y 6.

DISCUSIÓN

A la hora de estudiar los resultados obtenidos hay que señalar algunos inconvenientes que los métodos utilizados presentan y que pueden alterar los resultados.

Un mortero, como es sabido consta de árido, ligante y agua. En el caso de nuestras muestras, el árido puede contener calizas y yesos dado que la mayoría de los monumentos se localizan en el valle del Ebro con suelos con altos contenidos en sulfato y carbonato cálcico. Los ligantes a su vez pueden ser de cal, que a lo largo del fraguado se convierte en carbonato cálcico o de yeso. En definitiva nos encontramos con el problema de distinguir entre ligante y árido, que pueden estar constituidos por las mismas especies químicas. El problema pues es el siguiente ¿cómo distinguir el carbonato o el sulfato que se hallan en los áridos de los que se hallan en el ligante?

Parece que podría pensarse que el árido será de un tamaño de grano mayor que el ligante y que una simple operación de tamizado nos serviría para separarlos, pero aparte de que hay que tomar la decisión de a partir de qué tamaño la fracción ya no se considera árido, el mortero ha de ser disgregado para proceder a la realización de los distintos análisis y en el proceso de disgregación, que se realiza

mecánicamente, parte de los áridos podrían disminuir de tamaño, pasando a formar parte de las fracciones más finas, lo que podría tener dos consecuencias:

— Falseamiento de los datos granulométricos ya que se incrementaría la proporción de finos.

— Falseamiento de los resultados de los análisis químicos del ligante, ya que estos se realizan sobre la fracción de diámetro <2mm.

Nuestra experiencia pone de manifiesto que pueden darse todas las combinaciones posibles: desde morteros en los que el árido es calizo y el ligante cal, pasando por morteros en que ambos son yeso¹ hasta los casos más complejos en los que tanto ligante como árido contienen las dos especies químicas.

Naturalmente el problema se reduce considerablemente, si los áridos son silíceos.

Una primera característica de los morteros estudiados que se puede apreciar con la mera inspección de los valores de los parámetros analizados, es la gran variabilidad de los mismos que para la composición química, presentan coeficientes de variación que oscilan entre el 47,9% y el 145%. Este hecho lleva a pensar que si bien la fabricación de morteros es técnica conocida y utilizada por lo menos en los tres últimos milenios, no se sigue ninguna norma definida para su obtención, ni siquiera en época romana o al menos se sigue en muy pocos casos. Intentar deducir cuales sean las causas de esta práctica es entrar en el terreno de la especulación, aunque parece intuirse que los mejores morteros corresponden a los monumentos de mayor importancia y de construcción más cuidada. Es decir: se conocía perfectamente la tecnología de los morteros y se aplicaba en función de las calidades que la obra demandaba.

Otro hecho que llama la atención es la abundancia de morteros que contienen yeso², ya que de 387 muestras analizadas

¹ Posiblemente en este caso no pueda hablarse de árido en el sentido convencional. Los granulos más gruesos no habrían sido añadidos, sino que procederían de una molienda grosera o se trataría de incocidos.

² Decimos que un mortero contiene yeso cuando su concentración en el mismo es superior al 5%, entendiéndose que concentraciones menores podrían ser producto de contaminaciones, aportes por aguas superficiales, capilaridad, etc.

³ La ecuación de Fuller viene dada por $y = 100 \frac{d}{D}$ donde y es el porcentaje de árido que pasa por el tamiz de luz d , siendo D la luz del último tamiz que retiene árido.

el 84% contienen este compuesto. Especialmente sorprendente es el caso de los morteros de época romana en los cuales se halla sulfato cálcico en el 78,9% de los casos y las fuentes clásicas a la hora de hablar de morteros solo citan los áridos y la cal.

Ante estos hechos la pregunta que se plantea es si la presencia de yeso es casual o era deliberadamente añadido al mortero. El yeso es un mineral extremadamente abundante en el valle del Ebro, en todas sus variedades. De hecho alguna de ellas se usa, y no solo en época romana, para tallar y obtener sillares o cantos para su uso en construcción, por lo que su presencia en los morteros podría deberse a su incorporación como árido, aunque parece improbable. Se han estudiado con particular atención los morteros provenientes del yacimiento romano de *Bilbilis*. Este yacimiento, se asienta sobre terrenos paleozoicos en los que predominan los minerales metamórficos. Se tomaron muestras de los lugares que previsiblemente pudieron ser utilizados como canteras por los constructores y se determinó su contenido en sulfato cálcico, con el resultado de que la muestra con mayor contenido en yeso tenía un 0,2%.

Así pues parece que haya de concluirse que el yeso se añadía al mortero, probablemente para modificar sus características y disminuir los tiempos de fraguado. Otro hecho a destacar es que en el mundo romano no hemos encontrado morteros cuyo ligante sea sólo yeso, cosa que si sucede posteriormente.

En época medieval y en el Barroco, la variedad de morteros es todavía mayor ya que podemos encontrarnos con morteros de cal, de cal y yeso o sólo de yeso sin

que se pueda deducir con claridad ninguna pauta en su uso. Parece que los morteros sólo de cal muestran una cierta tendencia a ser más utilizados en la zona norte, mientras que en el sur de Aragón son más frecuentes los que son solo de yeso, fenómeno que quizá podría relacionarse con la presencia de la civilización islámica, más intensa y de mayor duración en el Sur.

Al objeto de disponer de una herramienta objetiva para la comparación de los resultados de las granulometrías, se obtuvieron las rectas de regresión de los resultados experimentales con respecto a los valores teóricos predichos por la ecuación de Fuller³. Si el ajuste fuera perfecto, la pendiente de la recta debería ser uno y la ordenada en el origen cero.

Aplicando este método se comprueba que las pendientes de las rectas son en todos los casos menores que la unidad y las ordenadas en el origen mayores que cero, con lo que parece que en todos los casos la proporción de gruesos es menor que la predicha por la ecuación de Fuller.

Para un nivel de confianza del 95%, la media de las pendientes obtenidas para el periodo romano, difiere significativamente de todas las demás salvo para las del periodo barroco hecho que, unido a que las peores pendientes se observan en el periodo medieval, lleva a pensar que en esta época se vuelve a cuidar la ejecución de los morteros. Cabe considerar que pudiera existir una cierta evolución en la fabricación de los morteros: serían mejores en época romana, disminuyendo su calidad en la Edad Media, para recuperarse en época barroca. No obstante será preciso disponer de más datos para confirmar de un modo definitivo esta hipótesis.

BIBLIOGRAFÍA

La bibliografía sobre morteros es extensísima, por lo que solamente citamos tres páginas web en las que puede encontrarse la mayoría de la publicada. Estas páginas son:

- <http://www.library.iccrom.org/libris/index.html>
- <http://www.bcin.ca>
- <http://www.getty.edu>

IDENTIFICACIÓN DE MATERIALES DE ORIGEN ORGÁNICO EN RESTOS ARQUEOLÓGICOS Y OBRAS DE ARTE

Jorge Sánchez Gálvez

Químico de la Escuela Taller de Restauración de Aragón

La conservación de bienes culturales es una labor en la que se ven involucradas áreas de conocimiento muy diferentes y aparentemente con pocos puntos en común (historia, química, restauración, biología...). Todas estas disciplinas deben aportar su visión del problema objeto de estudio de manera que una vez que se tienen todos los datos en la mano se puedan aplicar las acciones más convenientes en cada caso. El papel asignado al laboratorio de Química es fundamentalmente la caracterización de materiales, bien sean de origen orgánico o inorgánico. La información proporcionada por el análisis químico puede ser determinante para averiguar el origen de restos aparecidos en excavaciones arqueológicas o para la identificación de sustancias empleadas en objetos artísticos. La labor de un laboratorio de Química Analítica sea cual sea su campo de actuación se ha resumido desde siempre con dos "simples" preguntas: ¿qué hay? y ¿cuánto hay? Con estas dos cuestiones se abarcan los dos grandes aspectos de la química analítica, el análisis cualitativo (¿qué?) y el análisis cuantitativo (¿cuánto?). No se puede, o al menos no es conveniente, plantear esas preguntas de una forma tan tajante y absoluta, en muy contadas ocasiones (por no decir nunca) interesa identificar y cuantificar la totalidad de los componentes de una muestra sino que hay que ser muy selectivo a la hora de concentrar el esfuerzo únicamente en extraer aquella información que de verdad es relevante y que va a ser útil para dar respuesta al problema planteado. En el caso de trabajar con materiales sintéticos esta cuestión se simplifica, puesto que se suele contar con una informa-

ción inicial bastante buena acerca de lo que vamos a encontrar y de lo que tenemos que buscar. Sin embargo, saber obtener la información que de verdad es útil cuando se trabaja con sustancias de origen natural constituidas por cientos, o en el peor de los casos por miles, de compuestos químicos no es algo trivial.

Por si esto fuera poco el espectacular avance de las técnicas de análisis ha hecho posible la cuantificación de especies presentes en cantidades cada vez menores, con lo que donde antes mediante métodos clásicos sólo se determinaban unos pocos compuestos, ahora se puede hablar de mezclas verdaderamente complejas con lo que la información obtenida se incrementa de forma exponencial, siendo necesario un mayor esfuerzo en cribar y tratar una gran cantidad de datos para quedarnos con los que realmente son útiles.

Todo esto conduce a que antes de plantearse cualquier análisis hay que tener claro qué es lo que se busca y de acuerdo con ello elegir las técnicas y los procedimientos más apropiados en cada caso puesto que un mal planteamiento de esta etapa previa del análisis conduce a un despilfarro de tiempo y de dinero.

MUESTRAS

En el Laboratorio de Química de la Escuela Taller de Restauración, las muestras sobre las que se llevan a cabo determinaciones de especies orgánicas pueden englobarse en dos grandes grupos.

Materiales	Origen	Compuestos químicos predominantes
Aceites	Vegetal	Ácidos grasos
Resinas	Vegetal	Terpenos
Gomas	Vegetal	Polisacáridos
Colas	Animal	Aminoácidos

Tabla 1. Materiales usados habitualmente en obras de arte

— Material encontrado en el interior de recipientes recuperados en yacimientos arqueológicos y restos de origen orgánico aparecidos en las excavaciones.

— Fragmentos de obras de arte sometidas a procesos de restauración.

El objetivo, en el primer grupo de muestras, es conseguir detectar materia orgánica procedente de la actividad humana con la dificultad que lleva consigo el que las muestras hayan estado degradándose durante cientos (o quizá miles) de años por la acción de los fenómenos atmosféricos, del suelo y de multitud de microorganismos. Por tanto es necesario tener claro un criterio para clasificar el origen de los compuestos identificados ya que de no hacerlo se podrían obtener conclusiones erróneas. Estos análisis son puramente cualitativos puesto que únicamente interesa conocer la naturaleza de los compuestos que hay presentes pero no la cantidad en la que se encuentran, ya que sería totalmente absurdo calcular la concentración de algo que no sabemos a qué procesos de degradación ha estado sometido y, por tanto, cómo le han afectado realmente.

En el análisis de obras de arte el objetivo es la identificación de las sustancias empleadas por el artista, así como las utilizadas en restauraciones posteriores. De esta forma el restaurador puede contar con una valiosa información sobre la pieza con la que está trabajando y, basándose en ésta, aplicar las técnicas más apropiadas para los trabajos de restauración y conservación. Las sustancias objeto de este tipo de análisis tienen tanto origen animal como vegetal. Precisamente debi-

do a su procedencia natural resultan ser mezclas bastante complejas, incrementando la dificultad del análisis. Otro problema asociado a este tipo de análisis es la pequeña cantidad de material disponible en la mayoría de los casos, lo cual obliga a poner a punto métodos analíticos muy sensibles (que requieran muy poca cantidad de muestra para obtener una señal adecuada). La presencia de impurezas es otro inconveniente frecuente en este tipo de materiales, aunque no se debe asociar el término impureza al de suciedad, ya que hablando desde el punto de vista del análisis determinados pigmentos pueden ejercer fuertes efectos interferentes en la determinación de aglutinantes de origen proteico (pueden llevar a cometer errores en su identificación), si bien esos pigmentos son un constituyente fundamental de la pintura y no un producto aparecido como consecuencia del paso del tiempo o de la degradación de la obra de arte.

TÉCNICAS

Existen diversas técnicas analíticas empleadas para la determinación de compuestos orgánicos, entre las que destacan la espectroscopía infrarroja con transformada de Fourier y, especialmente, las técnicas cromatográficas. La espectroscopía de infrarrojos con transformada de Fourier (FTIR) es una técnica útil para la clasificación rápida del origen de una muestra orgánica. Se basa en la absorción de energía en la zona del espectro del infrarrojo, por parte de las moléculas, y en consecuencia la aparición de bandas características de absorción de las familias de compuestos presentes en la mezcla. La limitación de este tipo de análisis es la in-

capacidad de diferenciar entre compuestos de una misma familia presentes en la mezcla analizada. Por ejemplo, podremos decir que en la muestra hay algún tipo de aceite porque aparecerá una banda de absorción característica para la familia de los ácidos grasos, pero no podremos precisar los compuestos presentes uno por uno (no podremos saber si hay ácido palmítico o ácido esteárico o si en realidad están los dos a la vez).

Así pues, a menudo no basta con conocer las familias de compuestos que se encuentran presentes para clasificar el material objeto de análisis, hay que llegar un poco más lejos e identificar los compuestos químicos individualmente, teniendo en cuenta que solamente interesan aquellos que proporcionen una información verdaderamente útil, puesto que, como se ha dicho antes, identificar el cien por cien de los compuestos presentes en una muestra de esta naturaleza es una tarea costosísima en términos de trabajo y de dinero. La cromatografía actualmente es la técnica de separación más empleada y, probablemente, la que proporciona los mejores resultados. Fue introducida por el botánico ruso Mikhail Tswett a principios del siglo XX pero no fue hasta los años 30 cuando se empezó a desarrollar todo su enorme potencial. En general, en cualquier proceso cromatográfico se ponen en contacto dos fases de una manera dinámica (hay una fase móvil y otra estacionaria), de forma que los integrantes de la mezcla que queremos separar (nuestra muestra) sufren un equilibrio de distribución entre las dos fases que afecta de manera distinta a cada uno de los compuestos que conforman la muestra, obteniéndose al final del proceso una separación de dichos compuestos, pudiéndose detectar e, incluso identificar, por separado.

Las distintas clases de cromatografía se clasifican según el tipo de fases que intervienen en el proceso. En el caso que nos ocupa, el análisis de muestras de origen arqueológico y artístico, hay dos técnicas que destacan sobre las demás, la cromatografía de gases y la cromatografía lí-

quida de alta resolución. Ambas técnicas se encuentran disponibles en el laboratorio de la Escuela Taller y constituyen una potente herramienta para la identificación de las sustancias orgánicas. En la cromatografía gaseosa, la muestra es introducida en fase líquida a través del puerto de inyección en el sistema cromatográfico, donde se vaporiza y es arrastrada por la fase móvil (un gas inerte) a través de una columna rellena de un material frente al cual los compuestos de la mezcla se comportan de forma diferente. Los componentes de la mezcla se desplazan a través de la columna a distintas velocidades, separándose y proporcionando señales distintas, según van llegando al detector situado en la salida del cromatógrafo.

En el caso de la cromatografía líquida de alta resolución, la muestra es introducida en disolución, y no se vaporiza durante el análisis. Los componentes de la mezcla son retenidos en una columna rellena de un sólido poroso, recubierto de un material elegido a propósito, para favorecer la separación. En esta modalidad de cromatografía la separación se consigue variando la composición de la fase móvil (un disolvente o una mezcla de disolventes) que circula a través de la columna. Los compuestos presentes avanzarán más o menos rápido por la columna según la afinidad que tengan por la fase móvil que circule en ese momento, llegando a tiempos distintos al detector, donde producirán la señal correspondiente.

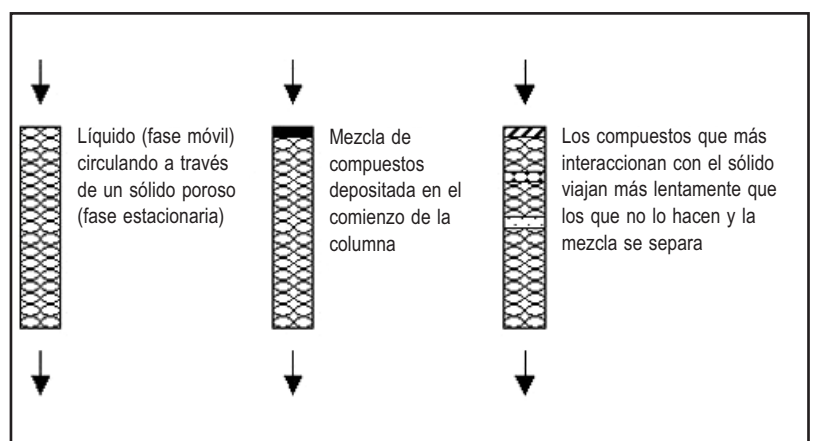


Fig. 1. Esquema de un proceso cromatográfico

Técnica	Fase Estacionaria	Fase móvil	Muestra
Cromatografía de gases	Sólido o líquido	Gas	Gas
Cromatografía líquida	Sólido o líquido	Líquido	Líquido

Tabla 2. Características de algunas técnicas cromatográficas

IDENTIFICACIÓN DE MATERIALES

La forma más sencilla e intuitiva de caracterizar materiales orgánicos es encontrar compuestos que clasifiquen inequívocamente ese material, es decir, que solamente estén presentes en esa sustancia y no en las demás. Este criterio se usa por ejemplo para identificar la resina usada para fabricar los barnices empleados en obras pictóricas, ya que al ser extraídas de especies vegetales diferentes, su composición química también va a ser diferente. Por tanto, el análisis en estos casos se tiene que centrar en identificar esos compuestos que "marcan" (comúnmente reciben el nombre de marcadores) el origen de la sustancia sin importar demasiado el resto de especies químicas que nos podamos encontrar, puesto que a priori no nos van a dar ninguna información relevante que nos ayude a caracterizar el material. Otra estrategia de caracterización un poco más elaborada, consiste en determinar la concentración relativa de diversos componentes de la muestra. No es necesario conocer la concentración absoluta de dichos compuestos químicos, sino sólo una estimación de en qué proporción se encuentran unos en relación con otros. De esta forma se diferencian materiales usados como aglutinantes y aceites secantes, ya que suelen estar constituidos por

los mismos compuestos aunque en distinta proporción, según sea su origen.

Otro ejemplo de productos que tienen que ser analizados siguiendo esta estrategia son sustancias de origen animal, usadas como aglutinantes o adhesivos y que tienen origen proteico, por lo que están compuestas prácticamente en su totalidad, según su grado de pureza, por aminoácidos. Una forma de clasificar estas sustancias es determinar su perfil aminoacídico, concentraciones relativas de aminoácidos, que como se ve en la tabla 4 varía mucho en función de su origen.

APLICACIONES

Aplicando las estrategias expuestas anteriormente se realizaron los análisis para la identificación de los materiales empleados en la decoración del Ángel Custodio que se encuentra en el Museo de Zaragoza. La toma de muestras se llevó a cabo frotando la superficie de la pieza con hisopos de algodón impregnados en una mezcla de isopropanol/tolueno (1:1). Tras someter estos hisopos al protocolo de extracción se inyectaron las disoluciones obtenidas en un cromatógrafo de gases equipado con un detector de espectrometría de masas. Mediante este análisis se obtu-

Material	Ácido palmítico/ Ácido esteárico	Ácido azelaico/ Ácido palmítico	Porcentaje de diácidos
Aceite de linaza	1.5	1.0	24
Aceite de nuez	2.2	0.9	23
Aceite de adormidera	3.8	1.1	33
Yema de huevo	3.0	<0.05	1.5

Tabla 3. Comparación relativa de ácidos grasos con algunos materiales

vieron conclusiones acerca del tipo de resina utilizada por el artista y la existencia de materiales orgánicos de origen lipídico.

Para la identificación de la resina utilizada se estudió la fracción de compuestos terpénicos extraídos de la muestra encontrándose dos componentes característicos de la resina dammar, como son la α -amirona y β -amirona, que han sido previamente descritos en la literatura como dos marcadores específicos de ese tipo de resina, debido a su gran estabilidad frente a procesos de oxidación, tan frecuentes en obras de arte.

La figura 2 es la zona del cromatograma 1 donde aparecen los compuestos pertenecientes a la familia de los ácidos grasos. Calculando las relaciones entre las señales obtenidas para cada compuesto se obtienen los datos reflejados en la tabla 5 que dan una orientación sobre el material usado por el autor en la decoración de la pieza.

A partir de la composición de la fracción formada por los ácidos grasos puede deducirse la utilización de un aceite secante, debido al elevado porcentaje de diácidos en la mezcla. El origen de estos diácidos está relacionado con la degradación de ácidos grasos saturados (principalmente oleico) a lo largo del tiempo durante la etapa de secado del aceite. Sin embargo la relación encontra-

Aminoácido	Caseína	Cola animal	Albúmina
Glicina	0.69	3.69	0.45
Valina	2.49	0.31	1.08
Leucina	3.4	0.36	1.37
Isoleucina	1.78	0.13	0.76
Prolina	4.7	2.45	0.63
Treonina	0.63	0.08	0.26
Serina	0.53	0.07	0.20
Ácido glutámico	1.86	0.37	0.37
Ácido aspártico	0.96	0.30	0.5
Metionina	0.08	0.05	0.25
Hidroxiprolina	–	0.85	–
Fenilalanina	2.0	2.6	1.1

Tabla 4. Concentración relativa de distintos aminoácidos frente a la alanina para varios materiales de origen proteico

da entre ácido palmítico y ácido esteárico (P/S) es demasiado alta para un aceite secante (para el aceite de linaza un valor normal sería 1,5) y la relación ácido azelaico/ácido palmítico (A/P) es demasiado baja para lo que cabría esperar en este tipo de aceites, lo que podría indicar la presencia de otra sustancia. Los datos sugieren que el aceite se debió mezclar con un producto de origen animal con una relación P/S más elevada, como ocurre en el caso de la yema de huevo (relación P/S alrededor de 3) para dar una mezcla con un valor intermedio, dependiendo de la proporción en que se mez-

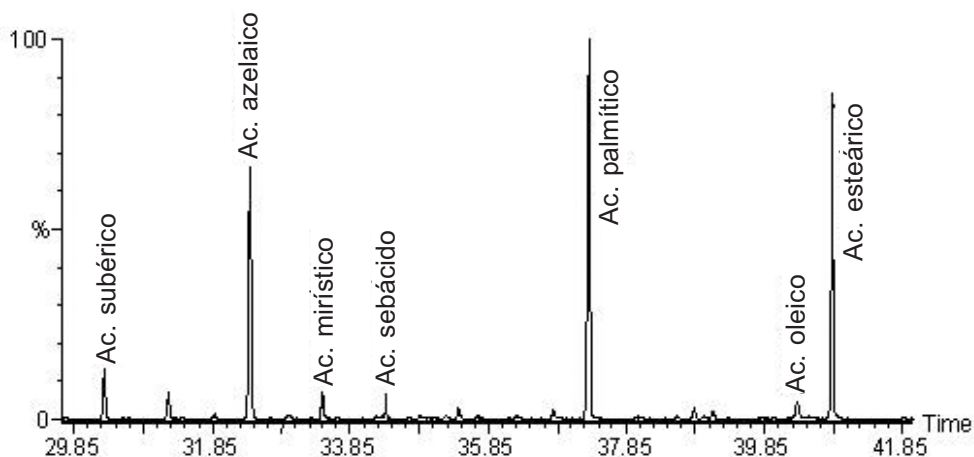


Fig. 2. Ácidos grasos identificados en la cromatografía de gases

¹ El resultado obtenido de un proceso cromatográfico es un cromatograma en el que se representa en función del tiempo (eje x) la señal obtenida en el detector (eje y). Cada pico observado en el cromatograma corresponde a un compuesto químico determinado.

Ácido palmítico/ácido esteárico	2,5
Ácido azelaico/ácido palmítico	0,5
Porcentaje de diácidos	31,2

Tabla 5. Composición relativa de ácidos grasos

claran los componentes y que ha sido descrita anteriormente en la literatura. La presencia en la muestra de sustancias tanto de origen vegetal como animal, se ve corroborada por la aparición de esteroides de distinta procedencia, colesterol de origen animal y sitosterol de origen vegetal.

Estos análisis pueden ser de gran ayuda para identificar los materiales orgánicos empleados en obras de arte, sin embargo no hay que olvidar que a lo largo del tiempo se pueden dar fenómenos de degradación, los cuales todavía no están completamente estudiados y que pueden dar lugar a errores en la caracterización de dichos materiales. Por otro lado, como ya se ha mencionado, la pequeña canti-

dad de muestra disponible normalmente puede hacer que la imprecisión asociada al análisis sea lo suficientemente grande como para no poder obtener una respuesta totalmente convincente. Estas son pues dos de las vías de estudio que deben centrar el trabajo del análisis orgánico en un laboratorio de química aplicada a la restauración, por un lado, comprender los procesos de degradación ocurridos a lo largo del tiempo y calcular su impacto en los resultados obtenidos y, por otro, el desarrollo de métodos de análisis cada vez más sensibles en los que la cantidad de muestra utilizada sea mínima, o incluso optimizar métodos no destructivos cuando el tipo de análisis a realizar así lo permita.

BIBLIOGRAFÍA

- MILLS, J. S., WHITE, R., *The Organic Chemistry of Museum Objects*. Butterworth-Heinemann, 1994.
- DE LA CRUZ-CANIZARES, J., M. T., DOMÉNECH-CARBÓ, *et al.* (2004), "Suppression of pigment interference in the gas chromatographic analysis of proteinaceous binding media in paintings with EDTA", *Journal of Chromatography A* 1025(2), pp. 277-285.
- COLOMBINI, M. P., F. MODUGNO, *et al.* (1999), "Characterisation of proteinaceous binders and drying oils in wall painting samples by gas chromatography-mass spectrometry", *Journal of Chromatography A* 846(1-2), pp. 113-124.
- MARINACH, C., M. C. PAPILLON, *et al.* (2004), "Identification of binding media in works of art by gas chromatography-mass spectrometry", *Journal of Cultural Heritage* 5(2), pp. 231-240.

UN CASO PRÁCTICO DE PREPARACIÓN PALEONTOLÓGICA: LOS MATERIALES FÓSILES DE LA PUEBLA DE VALVERDE

Resultado de siete meses de trabajo realizado por el alumnado de la Escuela Taller de Restauración Paleontológica de Teruel, es el presente artículo. En éste, se expone el desarrollo y los pasos a seguir en el proceso de restauración de los fósiles del yacimiento paleontológico de La Puebla de Valverde (Teruel). Cabe destacar la mínima intervención practicada, con el fin de no interferir con futuros estudios paleontológicos.

M^a Dolores Marín Monfort

Paleontóloga. Directora de la Escuela Taller de Restauración Paleontológica

Estrella Gemma González Santiago

Restauradora. Profesora de la Escuela Taller de Restauración Paleontológica

Jorge Ortiz Robla y Bernardo Añaños Cáncer

Restauradores de la Escuela Taller de Restauración Paleontológica

INTRODUCCIÓN

La Escuela Taller de Restauración Paleontológica de Teruel, está ubicada en las dependencias del Laboratorio de la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel. Su objetivo es la formación de restauradores especializados en la preparación de restos fósiles, dada la riqueza paleontológica que se encuentra en la Comunidad de Aragón. Comenzó sus labores en Diciembre del 2003, desde entonces los siete alumnos que integran este centro, han llevado a cabo las tareas de restauración y conservación de material óseo de diferentes yacimientos paleontológicos (Fig. 1).

En el presente trabajo se muestra de modo general la actuación realizada sobre los ejemplares fósiles del yacimiento de La Puebla de Valverde, así como la metodología utilizada y su justificación (Fig. 2).

El yacimiento de La Puebla de Valverde, localizado en la provincia de Teruel, está datado como Villafranquiense superior, que corresponde con la zona MN 17 (Mein, 1977) de aproximadamen-

te unos 2 millones de años. Fue descubierto en 1962 por D. Pascual Plumed. Los primeros trabajos de excavación se iniciaron en 1963 por E. Heintz y M. Crusafont. Hasta la actualidad, son numerosos los equipos de investigación que han intervenido en este yacimiento.

El material intervenido corresponde a la campaña de excavación de 1998 que se halla depositado en el Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza. En total se ha trabajado sobre un global de 396 piezas anatómicamente identificables y un número indeterminado de esquirlas (fragmentos de hueso). El grueso del material fósil trabajado se asigna a mamíferos entre los que cabe destacar la abundancia de los géneros *Equus* y *Gazella*.

Los criterios de actuación aplicados han sido los encaminados a una conservación preventiva, es decir a preservar los elementos dotándoles de las condiciones precisas que impidan las alteraciones y frenen el deterioro. Ello se traduce en una intervención mínima de restauración, en la que hay que tener presente el máximo respeto por el original y la historicidad del





Fig. 1. Vista general del Laboratorio de Restauración Paleontológica

elemento, la reversibilidad de métodos y productos, la calidad de los materiales y la legibilidad y reconocimiento de las intervenciones (Brandt, 1988).

ESTADO DE CONSERVACIÓN

Fruto de las primeras intervenciones efectuadas en el campo para la extracción de los fósiles, la mayoría de éstos presentaban restos de adhesivo junto a partículas de tierra, así como una gruesa capa de consolidante superficial. Asimismo, algunos de los elementos poseían adheridos restos de polímeros semisintéticos tipo órgano silícico (silicona). Un elevado nú-

mero de elementos se encontraban aislados, mientras que otros, se hallaban incluidos en la matriz sedimentaria.

A grandes rasgos, puede decirse que el estado de preservación de las piezas es bueno. Dentro de las alteraciones encontradas en el material podemos destacar la presencia de concreciones terrosas, marcas superficiales como arañazos, corrosiones, deformaciones, fracturas, pulverizaciones, pigmentaciones biológicas y pérdidas volumétricas.

Las piezas a su llegada al laboratorio venían envueltas en papel, metidas en bolsas herméticas de polietileno y almacenadas en cajas selladas de cartón. En el interior de las bolsas se hallaban diferentes etiquetas con datos de excavación y de gabinete.

PROCESO DE RESTAURACIÓN

Paso previo a ningún tratamiento, debe dejarse constancia del estado del ejemplar a intervenir, así como del proceso que se le va proporcionando. Con esta finalidad se confeccionó una ficha técnica para cada una de las piezas. Además de la documentación escrita se ha realizado un registro fotográfico del proceso de restauración. Para ello se ha utilizado una Cámara Canon Powershot 50. Todas las fotografías han sido realizadas en condiciones de luz natural. En cada una de las fotografías realizadas los ejemplares están acompañados de una etiqueta de identificación, así como de una escala centimétrica. Todos los datos han sido informatizados en una base de datos.

Los productos seleccionados para la preparación y conservación de los fósiles de la Puebla de Valverde, son resultado de unas pruebas elaboradas para cada uno de los tratamientos. Así, para la limpieza se trató de determinar el disolvente más adecuado (Masschelein-Kleiner, 1981) mediante unas catas de solubilidad con la aplicación de los diferentes disolventes, utilizando hisopos rodados y empacos sobre



Fig. 3. Cata de limpieza de la suciedad adherida

diferentes muestras del material. En el caso de la consolidación, se tuvo en cuenta para la elección del consolidante factores tales como la penetración, contracción, compatibilidad con el objeto, reversibilidad, coloración, brillo, etc. (Laborde, 1986). Los análisis se realizaron con diversas resinas sintéticas a la misma concentración.

Los ensayos de adhesión fueron desarrollados con una amplia variedad de adhesivos (nitrato de celulosa, cianocrilatos, resinas acrílicas, vinílicas, epoxídicas). En cuanto a la reintegración volumétrica se probaron numerosos estucos valorando propiedades de resistencia, dureza, elasticidad, porosidad, maleabilidad y tiempo de secado. Por último para la reintegración cromática se aplicaron sobre diferentes reintegrantes, técnicas de color como acuarela, gouache y pigmentos naturales utilizando como aglutinantes acetato de polivinilo, polímero acrílico y barnices.

De manera general podemos decir que el proceso de preparación consta de los pasos que se detallan a continuación: limpieza, consolidación, unión, reintegración volumétrica y cromática, siglado y embalaje.

LIMPIEZA

La limpieza es una operación irreversible (todo lo que eliminemos no se puede recuperar), tanto en la limpieza mecánica, como en la física o en la química. En todas ellas debemos extremar las pre-



Fig. 2. Resultado final de las piezas

cauciones para evitar los riesgos y accidentes indeseados del tratamiento (Brandi, 1988). Con el fin de eliminar las adherencias que presentan los ejemplares (Fig. 3) se ha realizado una limpieza mecánica mediante el uso de brochas de pelo fino, bisturíes, punzones, escalpelos y vibroincisores (Fig. 4). En segundo lugar, una



Fig. 4. Tratamiento de limpieza mecánica

limpieza física a través de empacos con diferentes soportes (pasta de papel, algodón hidrófilo, sepiolita) impregnados en disolventes (acetona o agua y acetona al 50%), según la dureza del sedimento (Fig. 5). Ante la presencia de concreciones de tipo calcáreo, ha sido necesario el empleo de ácido acético y ácido fórmico en empacos de Arbocel BC1000 para su disolución. Posteriormente fueron neutralizadas con agua destilada añadiendo unas gotas de amoníaco y verificando el grado de acidez mediante el phmetro. Otras limpiezas químicas han sido realizadas de forma puntual para la eliminación de manchas de microorganismos e inclusiones de manganeso. Para ello se aplicó Preventol R80 al 3-5% como biocida en agua destilada, y oxigenada para la decoloración de las manchas. Para los elementos de pequeño tamaño o con áreas de difícil visualización, es imprescindible el uso de una lente de aumento. En este caso se ha trabajado con lentes de 3.5 aumentos iluminadas con luz fluorescente. En ocasiones determinadas, donde se apreciaban marcas superficiales como pequeñas incisiones, manchas de microorganismos, se utilizaba la Lupa binocular Nikon SMZ 800.

CONSOLIDACIÓN

Tras la comparación de los resultados obtenidos con los diferentes consolidantes se determinó que el uso del Paraloid B-72 diluido en un hidrocarburo orgánico de baja toxicidad (acetona) en distintas proporciones, era el más idóneo para este tipo de tratamiento.

Los diferentes métodos de aplicación que desarrollamos fueron los siguientes:

Goteo. Aplicado generalmente con jeringuilla sin tener contacto con el material a consolidar. Normalmente se consolida por goteo hasta obtener la saturación de consolidante en la pieza para asegurar una total penetrabilidad.

Impregnación. Es aconsejable utilizar soluciones muy diluidas para mejorar el



Fig. 5. Realización de empaco con pasta de papel

grado de penetración del producto a través del pincel.

Inyección. Método utilizado para poder incidir de manera más puntual al interior del tejido óseo por medio de grietas y fisuras (Fig. 6).

ADHESIÓN

Una vez elegido el producto comenzamos el montaje. En los huesos es muy importante que el espesor del adhesivo sea el mínimo, con el fin de no desvirtuar las mediciones exactas del material óseo. En muchos casos fue necesario despegar las

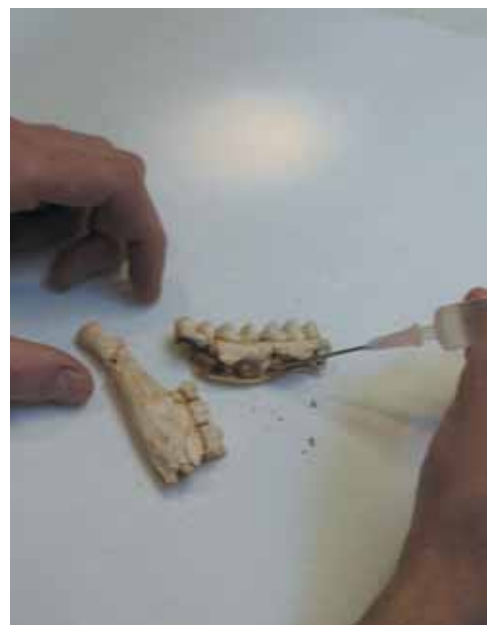


Fig. 6. Método de inyección en las grietas y fisuras



Fig. 7. Proceso de adhesión a través de la cama de arena

zonas unidas en la excavación, ya que llevaban partículas de tierra entre el adhesivo. El despegue de fragmentos se llevó a cabo con la aplicación de un disolvente en la zona adherida, bien por impregnación o por inyección, pero evitando la utilización del bisturí o cualquier otra herramienta que pudiera provocar daños en la superficie ósea.

Para la fase de pegado se han utilizado las denominadas camas de arena (Fig. 7). Estas, consisten en recipientes llenos de arena en las que se introduce parte del hueso a unir, previamente protegido con film transparente, de manera que quede en una posición de equilibrio y estabilidad necesaria para la unión.

Para la reconstrucción de ciertos elementos esqueléticos ha sido necesario el empleo de materiales de comparación, así como consultas bibliográficas de atlas de osteología (Barone, 1999).

REINTEGRACIÓN VOLUMÉTRICA Y CROMÁTICA

Con el fin de dar consistencia a las piezas para su posterior manipulación, se decidió efectuar solamente reintegracio-

nes lagunares (Dieguez, 1994). Con este criterio grietas y fisuras que mostraban escasos puntos de unión se reforzaron con polyfilla. Este estuco se mezcló con acetato de polivinilo al 10% en agua destilada para proporcionar cierta flexibilidad al reintegrante.

Previamente se aplicó una capa de separación en el interior de los faltantes volumétricos, entre el hueso y el material reintegrante. Esta capa impedirá que el estuco penetre en los poros del material fósil facilitando la reversibilidad y asegurando la integridad de la pieza. La aplicación del estuco varió según las características de las lagunas; en algunas piezas se emplearon moldes de cera dental como apoyo del estuco hasta su fraguado. Teniendo presente el criterio de discernir fácilmente la laguna del original se optó por hacer un bajo nivel del añadido. De este modo con ayuda de bisturíes, escalpelos y otros abrasivos, se rebajó aproximadamente 1 mm homogeneizando la superficie.

SIGLADO

Para el siglado de cada una de las piezas se ha aplicado sobre la superficie del hueso, una capa de Paraloid B-72 disuelto al 30% en acetona, actuando como aislante de protección. Una vez seca, se sigló con un rotulador de punta fina indeleble; en el caso que nos ocupa se ha seleccionado el color negro, ya que las piezas presentan una tonalidad clara.

EMBALAJE

Las piezas, individualmente, se protegieron con un papel suave libre de ácidos envolviéndola con varias capas para acolcharlas. A continuación, se introdujeron en bolsas de polietileno junto a las etiquetas de identificación que las acompañaban. Las bolsas fueron previamente perforadas, dotándolas de este modo de una buena ventilación que evitase la condensación de humedad en su interior. Seguidamente se colocaron en cajas de cartón químicamente

LÁMINA



1. Estado inicial antes de la intervención



2. Tratamiento de limpieza de los fragmentos



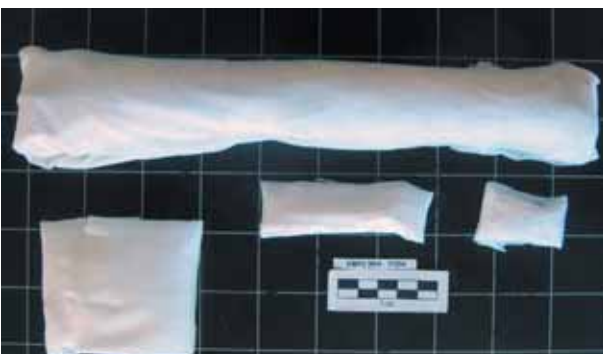
3. Proceso de montaje de los fragmentos



4. Reintegración volumétrica de faltantes y grietas profundas



5. Estado final
Detalle de reintegración cromática



7. Embalaje de la pieza y de las esquirlas



6. Detalle del siglado de la pieza

inertes (Escudero, *et al.*, 1988) provistas de sacos de gel de sílice con indicador de color ante la saturación de humedad. Por último, se añadieron bolas de poliestireno preexpandidas como material auxiliar de relleno y amortiguación ante posibles golpes. Las cajas etiquetadas convenientemente en el exterior, quedan listas para su traslado y almacenaje (ver Lámina).

CONCLUSIÓN

Los fósiles no son meros objetos, sino portadores de información del pasado. A través de la fosilización recuperamos no solo datos paleobiológicos sobre los organismos productores de los restos, sino también sobre procesos biológicos y geológicos que han influido en la conservación (López, *et al.*, 1994). Consecuencia de ello, es que toda intervención debe ser revisada por un paleontólogo, de lo contrario podría perderse una valiosa información del pasado. De ahí concluimos la necesidad de un trabajo conjunto entre paleontólogos y restauradores que cubra las necesidades de ambas disciplinas.

PERSONAL DE TRABAJO

El equipo que ha llevado a término la actuación de los restos paleontológicos de La Puebla de Valverde, está compuesto por los restauradores de la Escuela Taller de Restauración Paleontológica: Bernardo Añaños Cáncer, Natalia Aucejo Jiménez, Daniel Ayala Hervera, Raquel Ferrer Bielsa, Jorge Ortiz Robla, Inmaculada Piedrafitá Puértolas, María Silvestre Adivinación. Bajo la tutela de Gemma González Santiago, profesora licenciada en Bellas Artes y la supervisión de M^a Dolores Marín Monfort, paleontóloga y directora de este centro.

AGRADECIMIENTOS

La Escuela Taller de Restauración Paleontológica de Teruel es un proyecto del Departamento de Educación, Cultura y Deporte y el Instituto Aragonés de Empleo (INAEM) que cuenta con la colaboración de la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel.

BIBLIOGRAFÍA

- BARONE, R. (1999), "Anatomie comparée des mammifères domestiques", Vigot Freres, editeurs. París.
- BRANDI, C. (1963), "Teoría del Restauero. Roma" (trad. Madrid, 1988).
- CALVO, A. (1997), "Conservación y restauración. Materiales, técnicas y procedimientos. De la A a la Z", Ediciones Serbal, Barcelona.
- DIEGUEZ, C. (1994), "Manual de colecta preparación y conservación de macrovertebrados fósiles para colecciones científicas", Carmen Diéguez (ed.), Madrid, pp. 13-16.
- ESCUADERO, C.; ROSSELLÓ, M. (1981), "Conservación de materiales en excavaciones arqueológicas", Museo arqueológico de Valladolid, Valladolid, DL: VA-210-1988.
- LABORDE, A. (1986), "Conservación y restauración en yacimientos prehistóricos", Cahier noir.
- LÓPEZ MARTÍNEZ, N., TRUYOLS SANTOJA, J. (1994), "Paleontología", Editorial Síntesis, Madrid.
- MASSCHELEIN-KLEINER, L. (1981), "Les Solvasnts", Cours de Conservation 2, Irpa, Bruxelles.
- MEIN, P. (1977), "Round-Table on mastostratigraphy of the Mediterranean Neogene", Trabajos Neóg. Cuat. (M.T. Alberdi y E. Aguirre, edit.).

CAMPAÑAS DE RESTAURACIÓN DE OBJETOS ARQUEOLÓGICOS DE HIERRO DEL YACIMIENTO "LA CARIDAD" (CAMINREAL, TERUEL)

Pilar Punter Gómez
Museo Provincial de Teruel

Entre 1984 y 2004 el Museo Provincial de Teruel ha llevado a cabo en el yacimiento de "La Caridad" 24 campañas de excavación, que han permitido conocer restos de un asentamiento fundado con toda probabilidad a finales del S. II a. E. y destruido entre los años 80-72 a. E.

"La Caridad" se encuentra en las proximidades del municipio de Caminreal, provincia de Teruel. El núcleo habitado, de planta aproximadamente rectangular, ocupa una plataforma de 12,5 Hectáreas, en la margen izquierda del río Jiloca. Los trabajos de excavación se han centrado principalmente en el sector N.O. revelando una trama urbana de calles perpendiculares que delimitan *insulae* integradas por varias viviendas. La regularidad en el trazado revela una rigurosa planificación a partir de modelos romanos.

La mayoría de los ámbitos que se conocen hasta ahora ofrecen asociados al nivel de destrucción ajuares de cerámica y metal en abundancia, como testimonio del abandono forzoso y precipitado del sitio. Entre los útiles metálicos aparecidos destacan por el número de hallazgos los de hierro sobre aquéllos fabricados en plomo o aleaciones de base cobre.

CARÁCTER DE LOS HALLAZGOS

El conjunto de materiales de hierro que aporta cada campaña de excavación supone en volumen aproximadamente un 35% respecto del total de material apare-

cido. En cifras se descubren por término medio en torno a 400 elementos de hierro, aunque lo significativo es el carácter de cada uno de ellos, y su contexto, lo que permite establecer dos grupos:

– 1. Elementos de pequeño tamaño, a menudo incompletos, o simples fragmentos aislados. Son los más abundantes y se localizan generalmente en el estrato originado por el derrumbe de las estructuras arquitectónicas.

– 2. Objetos de medio y gran tamaño, completos o casi completos. Aparecen depositados en los pavimentos de las distintas estancias, formando parte del nivel de destrucción. Numéricamente son menos abundantes pero en volumen pueden ser más relevantes que el conjunto anterior. Desde todos los puntos de vista es el grupo más complejo y constituye uno de los aspectos decisivos a la hora de planificar y ejecutar los trabajos de excavación.

Destaca la diversidad funcional de estas piezas que sin embargo presentan una clara uniformidad tipológica. Como corresponde a tal variedad sus dimensiones oscilan entre 2,5 y 180 cm.

Entre los hallazgos se cuentan:

- Útiles agrícolas: azadas, hoces, picos y piquetas, podaderas, rejas de arado y horcas de diversos modelos.
- Útiles para el trabajo de la madera: hachas, sierras, cuchillas, gubias y formones.

- Útiles ganaderos: tijeras y esquilos.
- Útiles domésticos: parrillas, llares, cazos, placas de cerradura, llaves, cuchillos, clavos y otras piezas asociadas a elementos constructivos.
- Herramientas de herrero: yunques, tenazas, compases y mallos.
- Armamento: una catapulta tipo escorpión, una falcata, dos espadas, puñales, puntas de lanza, puntas de *pilum*, tachones de escudo y bocados de caballo.
- Transporte: dos ruedas de carro.

están compuestos de hierro propiamente dicho sino de minerales producto de la corrosión. Se trata de un fenómeno habitual en contextos similares: La inestabilidad de este metal y unas determinadas condiciones del entorno, como los cambios de humedad, presencia de sales, acidez o agentes biológicos, han desencadenado una serie de procesos químicos y electroquímicos que tienen como consecuencia cambios fundamentales en la materia. Es lo que en líneas generales denominamos mineralización y comporta la pérdida de las propiedades metálicas:



Concentración de útiles metálicos en proceso de excavación.

- Otros: numerosas argollas, abrazaderas, pletinas, barras, placas de distintas formas, remaches, clavos y objetos varios de uso todavía indefinido.

elasticidad, resistencia mecánica, conductividad, maleabilidad, brillo o color característico.

Las alteraciones que presentan las piezas de "La Caridad", como consecuencia de la transformación experimentada pueden considerarse bajo varios aspectos:

ESTADO DE CONSERVACIÓN

Salvo tal vez un par de casos que se hayan detectado, puede decirse que la totalidad de objetos de hierro aparecidos en "La Caridad" carecen de núcleo metálico; por lo tanto en la actualidad no

- Alteraciones visuales: apariencia pétreo, ni superficialmente ni en corte brillan, y su color es entre marrón, ocre y amarillo en el exterior y generalmente parduzco en el interior.

– Alteraciones morfológicas: sin duda el efecto más notable de los procesos de corrosión es el incremento de volumen que experimentan los objetos afectados. A pesar de que este hecho puede considerarse una constante, se observan modelos de alteración diferentes y si bien estas diferencias en principio se consideran derivadas del proceso de fabricación, es difícil establecer si la causa es ésta o más bien debería relacionarse con el uso que tuvieron o con las condiciones del abandono.

Los casos más típicos son:

1. Crecimiento de los productos de corrosión externa invadiendo superficies

Por último, se deben mencionar las fracturas y pérdidas de materia, consideradas más que alteraciones "accidentes", y las abundantes adherencias.

– Alteraciones estructurales: directamente relacionadas con la merma de las propiedades mecánicas, se observan:

– Rigidez y friabilidad, lo que supone una elevada fragilidad y escasa resistencia a la presión y a los impactos.

– Deleznablez: consistencia débil, a causa de la intensa fisuración y exfoliación.

Éste es a grandes rasgos el cuadro que presentan los objetos de hierro en "La Ca-



Tratamiento de tijeras de hierro: Aspecto inicial, radiografía y aspecto final

que permanecen *in situ* y se muestran poco accidentadas aunque extremadamente débiles, ya que al buen estado de conservación de la textura original acompaña la completa desaparición de la materia subyacente.

2. Proceso expansivo de la corrosión interna desplazando la superficie y alterando los contornos sin que exista una barrera definida entre el núcleo y los productos de corrosión externa. Este modelo de alteración es el más habitual y plantea serios problemas de interpretación respecto a la morfología de los objetos, debido a que las superficies aparecen completamente desvirtuadas. Como contrapartida presentan mayor solidez que los anteriores.

ridad" cuando se produce el hallazgo. Ante una situación tan delicada el momento crítico de la puesta al descubierto supone graves riesgos: para las piezas porque pueden ver alterada su integridad; para el registro arqueológico porque pueden perderse datos fundamentales.

PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO

Desde el momento en que la aparición masiva de materiales arqueológicos de hierro empezó a considerarse algo más que previsible, se replanteó en "La Caridad" la organización de las campañas, mediante la incorporación de nuevos recursos de personal y equipamiento, consistentes en:

1. Formación de un equipo de tres a siete técnicos en conservación-restauración por campaña. Sus competencias son:

- Intervenciones de conservación preventiva en la excavación: extracción del material y confección de embalajes.
- Tratamiento de conservación-restauración de material arqueológico en el taller.

2. Disponibilidad de un local donde se centraliza la actividad del equipo técnico. El equipamiento y las condiciones del local cubren las necesidades de:

- a. Manipulación del material recién extraído con vistas a su correcto traslado al Museo Provincial.



reas. Por lo demás, cuando su presencia no es requerida en el campo se dedican al tratamiento de objetos en el taller, lo que de hecho les ocupa la mayor parte del tiempo.

INTERVENCIONES EN LA EXCAVACIÓN

El objetivo es extraer los hallazgos con el menor riesgo y dotarlos de unas condiciones que les permitan llegar al taller en estado semejante al que presentaban en el momento de su aparición. La intervención orientada a esta finalidad no sólo debe ser por definición reversible, dado su carácter transitorio, además ha de ser mínima pero suficiente.



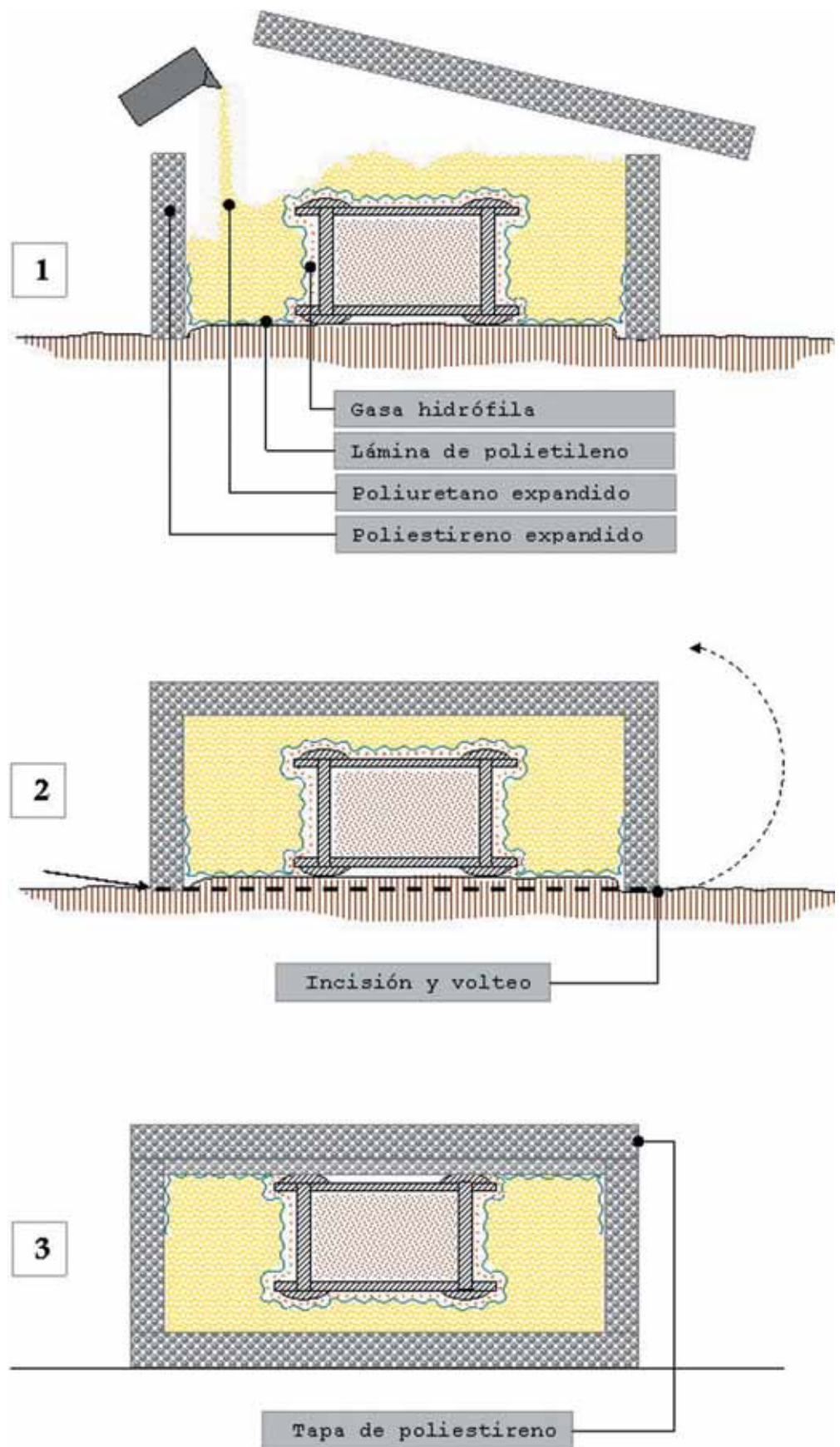
Tratamiento de parrilla de hierro: aspecto anterior y posterior a la intervención

- b. Almacén con carácter temporal.
- c. Sede de ejecución de los tratamientos de piezas generalmente extraídas en campañas anteriores.

El plan de trabajo se basa en la coordinación entre equipos: el desarrollo de la excavación determina el momento de las actuaciones de conservación y cuando éstas tienen lugar, los arqueólogos adaptan el ritmo a los procesos en curso. La existencia de un equipo de restauradores de forma simultánea a la campaña arqueológica viene justificada por la necesidad de su intervención a lo largo de la misma, y esto se considera prioritario entre sus ta-

Las operaciones que integran esta fase son la extracción y el embalaje, que dependiendo de las características de los hallazgos adoptan distintas versiones:

Los objetos morfológicamente más sencillos y con poco peso precisan de un refuerzo simple para su extracción, consistente en la aplicación de gasa de algodón con adhesivo de nitrato de celulosa diluido en proporción 1:2 en acetona. La rápida evaporación del disolvente permite terminar de separar las piezas del suelo en poco tiempo. Se trata del refuerzo más comúnmente utilizado en excavaciones y su objetivo es mantener la unidad



Croquis de confección de embalaje rígido

de los objetos que internamente se encuentran descohesionados.

Provisionalmente todo lo extraído se traslada a bandejas de rejilla que permanecerán almacenadas en el taller mientras se produce el completo secado. Para el transporte al Museo y posterior almacenaje se utilizan cajas de cartón acondicionadas interiormente con capas de espuma de poliuretano adaptadas a la forma de los objetos, generalmente envueltos en bolsas de polietileno. Las piezas de gran tamaño, complejidad o peso necesitan, además del refuerzo anterior un soporte indeformable que permita extraerlas formando un bloque compacto y a la vez resulte eficaz como embalaje. El material utilizado en esta operación es la espuma de poliuretano de dos componentes (Poliol e Isocianato), vertida en un contenedor fabricado a la medida de cada caso y que puede ser de diversos materiales, aislados o no, dependiendo de la decisión de incorporarlos al embalaje o separarlos después; antes del vertido, el hierro engasado es protegido con una película de polietileno o aluminio. Una vez hecho el bloque se procede a separarlo del suelo y darle la vuelta; la tapa se convertirá en la base y el embalaje se completa colocando otra tapa en la cara que inicialmente estaba en contacto con el suelo; esto último cuando el contenido haya perdido la humedad.

TRATAMIENTOS DE CONSERVACIÓN RESTAURACIÓN EN EL TALLER

Consecuencia importante de la dilatación de las campañas de restauración en



Taller de restauración de Caminreal

Caminreal, ha sido la intensificación del trabajo de laboratorio. La posibilidad de ampliar esta actividad más allá de la duración de las campañas de excavación ha permitido en los últimos años avanzar en el tratamiento de las piezas de hierro, sin duda el sector más costoso de los que integran la restauración de materiales de "La Caridad".

Los objetivos son comunes a la mayoría de las intervenciones en materiales arqueológicos:

1. Mejora de la legibilidad, revelando datos hasta ahora no disponibles.
2. Mejora de las propiedades mecánicas para una manipulación sin riesgos.
3. Garantías de conservación con posterioridad a la intervención.

El examen visual, por supuesto, y el radiográfico de forma especial, resultan fundamentales en el diagnóstico, pero no son concluyentes para definir de antemano los tratamientos, sobre todo en el aspecto más comprometido: el grado de limpieza. La intensidad de la corrosión externa a menudo impide establecer de forma definitiva el alcance de la intervención, hasta que las primeras "prospecciones" revelan con mayor exactitud el estado de conservación y lo que a partir de él se considera el tratamiento más adecuado.

Resumiendo mucho, el proceso que se sigue es:

1. Apertura de embalajes y eliminación de refuerzos: estos elementos o parte de ellos, se mantienen hasta que resultan innecesarios, es decir hasta que los objetos han adquirido suficiente solidez o bien los fragmentos pueden separarse sin perjuicio para recuperar de nuevo la continuidad.
2. Limpieza I: despejar la superficie y las fisuras de las adherencias más leves, por medios manuales.
3. Fijación y unión de fragmentos: antes de proceder a la limpieza más exhaus-

tiva se recolocan las láminas separadas, o partes fracturadas, aunque si las piezas son muy grandes no necesariamente se reconstruyen al completo desde el comienzo, con el fin de facilitar su manipulación. Se utiliza adhesivo epoxídico de dos componentes.

4. Limpieza II: esta fase es la más compleja, fundamentalmente porque se trata de indagar en la forma de los distintos utensilios a partir de datos generalmente confusos. La principal dificultad reside en que aquello que los distorsiona tiene la misma composición que lo que, siempre en términos relativos, permanece *in situ*. Los métodos de limpieza son mecánicos, generalmente combinando diversos procedimientos; los más usados son además del bisturí, la abrasión mediante micromotor y la aeroabrasión.

5. Consolidación: con esta finalidad se aplica resina acrílica por inmersión y se inyectan las fisuras más abiertas con resina epoxídica.

6. Protección final: aunque el baño de resina acrílica deja una película protectora, se aplica finalmente una ligera capa de cera microcristalina diluida.

Finalmente y como es habitual, los tratamientos se documentan mediante redacción de informe relativo a cada objeto, lo que se acompaña de fotografías y gráficos ilustrativos de los procesos.

La planificación del trabajo en régimen de campañas está sujeta a una duración limitada en el tiempo, la eventualidad del personal, o el carácter provisional de las instalaciones, por citar algunas condiciones. Al finalizar, todos los objetos quedan embalados para su ingreso en el Museo, donde serán almacenados o expuestos.

A excepción del mobiliario básico, el taller se desmonta en cuanto al instrumental específico que puede ser trasladado al Museo o almacenado en el mismo local, previsto como sede de futuras actuaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- BERDUCOU, M.C. (coord.), "La conservation en archéologie: Méthodes et pratique de la conservation-restauration des vestiges archéologiques", Masson, 1990.
- MEYER-ROUDET, H. (coord.), "A la recherche du métal perdu: Nouvelles technologies dans la restauration des métaux archéologiques", Paris, Errance, 1999.
- MOUREY, W., "La conservation des antiquités métalliques".
- PUNTER, M.P., "Informe sobre la restauración de materiales arqueológicos del yacimiento La Caridad (Caminreal, Teruel)", Arqueología Aragonesa, volúmenes publicados entre 1989 y 1997.
- PUNTER, P., "La conservación-restauración en yacimientos arqueológicos: La Caridad, Caminreal (Teruel)", Actas de la IV Reunión Nacional de Restauradores de Bienes Culturales arqueológicos", Teruel, 2001.
- VICENTE, J., PUNTER, M.P., ESCRICHE, C. y HERCE, A.I., "La Caridad (Caminreal, Teruel)", Ponencia en La casa urbana hispanorromana, Zaragoza, 1991.
- VICENTE, J. y EZQUERRA, B., VICENTE, J., PUNTER, M.P., ESCRICHE, C. y HERCE, A.I., "La Caridad (Caminreal, Teruel)", Ponencia en La casa urbana hispanorromana, Zaragoza, 1991.
- VICENTE, J. y EZQUERRA, B., "XI Campaña de excavaciones arqueológicas en «La Caridad» (Caminreal, Teruel)", Arqueología Aragonesa, 1993, Zaragoza, 1997.
- VOLFOVSKY, C., "La conservation des métaux", Paris, 2001.

EXCAVACIONES ARQUEOLÓGICAS EN EL CONJUNTO ALFARERO DE "LA NEVERA" (TERUEL). UNA PRIMERA APROXIMACIÓN

E. Javier Ibáñez González

Arqueólogo del Seminario de Arqueología y Etnología Turoense

A media mañana del jueves 16 de octubre del 2003 descubrimos el primero de los testares que forman el conjunto alfarero de *La Nevera*¹, en el curso de una actuación arqueológica "rutinaria" en el reborde exterior del casco histórico de Teruel. Fue un hallazgo inesperado, en un amplio solar que considerábamos de "bajo riesgo" arqueológico. Esta amplia explanada, delimitada por el Este por un pequeño escarpe, sita fuera de la muralla de la Villa y del recinto murado que protegía el Arrabal y cerca del Acueducto renacentista de Los Arcos, era un espacio muy adecuado para la instalación de eras y pajares; de hecho, estas infraestructuras agrícolas estaban documentadas desde el siglo XV en las inmediaciones del tristemente desaparecido Portal de Zaragoza, cerca de este solar. Y dadas las características de las eras y los pajares, la previsible escasez de materiales asociados y la reocupación de este espacio durante toda la Edad Contemporánea, albergábamos pocas esperanzas de obtener algo más que unos pocos indicios.

Ese mismo día, a primera hora de la tarde, aparecía el primero de los once hornos descubiertos, confirmando lo que ya empezábamos a intuir: que nos encontrábamos ante uno de los principales hallazgos realizados hasta la fecha en la ciudad de Teruel.

Desde finales de octubre de 2003 a mediados de julio de 2004 se realizó el grueso del trabajo de campo, contando para ello con un amplio equipo. En menos de nueve meses se excavó la mayor

parte de los 1.407 m² de superficie del solar, de los que 748 m² dieron resultados positivos, proporcionando más de 1.000 m³ de niveles arqueológicos que se han organizado en 1.285 unidades estratigráficas, con unos 400.000 a 600.000 fragmentos de cerámica recuperados. En los meses siguientes y ya con un equipo reducido, los esfuerzos se centraron en finalizar la excavación de algunos espacios y del entorno de los hornos a recuperar y en la retirada de los demás elementos. Paralelamente se han acometido importantes labores de consolidación de seis hornos (incluidos los fragmentos del derrumbe de la bóveda de un horno excepcionalmente conservada), en un conjunto cerrado que incluía restos carbonizados de diversas piezas de madera (posible torno) y textiles, etc. Durante todo este tiempo, el esfuerzo ha sido notable, tanto por parte de la empresa promotora como de las instituciones que se han implicado en los trabajos. Pero realmente ha valido la pena. Una de las primeras y más evidentes conclusiones a las que hemos llegado es que *La Nevera* es uno de los más significativos conjuntos alfareros Bajomedievales excavados hasta la fecha en el Mediterráneo Occidental; esta afirmación se sustenta en la conjunción de diversos factores:

1.- El número (once) y variedad de los hornos descubiertos, agrupados en tres tipos:

El más antiguo (tipo I) es de cámara única, planta circular con pequeña galería de acceso y tiro vertical; el único ejemplar de este tipo, que destaca por sus grandes

¹ La excavación arqueológica ha sido financiada por Construcciones Vicente Pérez S. A., empresa promotora del edificio que está previsto construir en esta parcela. También hemos contado con el permanente respaldo del equipo de restauración del Museo de Teruel. Las analíticas, cuyos resultados se presentan en la presente publicación, han corrido a cargo del Laboratorio para la Calidad de la Edificación (Departamento de Obras Públicas), de la Dra. Pilar Punter del Departamento de Ciencias de la Tierra (Univ. de Zaragoza) y el Laboratorio de Investigación de Bienes Culturales de la Escuela Taller de Restauración de Aragón. La consolidación, recuperación y traslado de los hornos, actualmente en curso, está siendo realizada por la Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón. Por otra parte, el Ayuntamiento de Teruel se hará cargo del mantenimiento y cus-

todia en dependencias municipales de los seis hornos cuya extracción está prevista, hasta que se decida y habilite el emplazamiento definitivo de los mismos.



El relleno del Horno J es el que proporcionó una mayor cantidad de azulejería mudéjar

dimensiones, fue amortizado por un potente testar que empieza a depositarse a principios del siglo XIV.

Los hornos de mayor capacidad son los de tipo II, de doble cámara, tiro vertical y planta cuadrada con galería de acceso a la cámara de fuego; el horno mejor documentado de este tipo fue amortizado en el último 1/4 del siglo XIV.

Por último, el tipo III es el más ampliamente representado y el que ofrece un mayor número de variantes. Los hornos de este tipo son de doble cámara, planta rectangular y tiro semivertical; la cámara inferior tiene dos espacios bien definidos, uno correspondiente a la cámara de fuego propiamente dicha y un segundo destinado a canalizar el aire caliente hacia la cámara de cocción, que se suele asentar exclusivamente sobre este último sector. Son sensiblemente más pequeños que los tipos anteriores. Desde el punto de vista cronológico, los distintos ejemplares documentados se van amortizando entre el 1º 1/4 del siglo XIV y el último 1/3 del XV.

2.– El buen estado de conservación de gran parte de los hornos, entre los que destacan los de mayor tamaño, como el Horno B, con una altura máxima conservada superior a 5 metros y un espectacular co-

lapseo de la bóveda, que aporta una valiosa información sobre los elementos peor conocidos de este tipo de estructuras.

3.– La "monumentalidad" de los hornos A y B, con una superficie interior (sin contar las estructuras que los forman) de 14,5 m² y 9 m², respectivamente, y que originariamente tenían una altura total que en ambos casos superaría ampliamente los 6 m.

4.– La aparición de un amplio conjunto de espacios, estructuras, elementos y niveles pertenecientes a casi todo el proceso de producción: balsas de decantación con posible protección lígnea, zona de almacenes, obradores, pozo, etc.

5.– La más que probable prolongación del conjunto alfarero hacia diversos espacios aledaños, sumando una extensión total de 0,3 a 0,7 ha, superficie que podría incrementarse sustancialmente si tenemos en cuenta que a unos 60 m, en la Plaza de la Merced, se dispone de evidencias arqueológicas de otros hornos coetáneos a las fases más avanzadas de los descubiertos en La Nevera; y que a unos 120 m, se detectó hace unos años en C/ Carrel nº 9, los restos de un testar del 3º 1/4 del siglo XIV. Teniendo en cuenta todas estas informaciones, podemos afirmar que

nos encontramos ante un gran "barrio" o "complejo" alfarero Bajomedieval, del que solo hemos excavado una mínima parte.

6.– Por la amplitud cronológica del conjunto y el elevado número y amplia gama de materiales recuperados, muchos de ellos "piezas únicas" tanto por no disponerse o ser muy escasos los paralelos directos, como por tratarse de materiales asociados a ensayos de procesos tecnológico-tipológicos que no llegan a cuajar dentro de la Cerámica de Teruel.

7.– Por proporcionar una seriación completa que permite rastrear los orígenes y evolución durante toda la Baja Edad Media de uno de los centros más importantes a nivel peninsular de la denominada Cerámica Decorada Bajomedieval. El estudio del amplio conjunto cerámico, que por su elevado volumen se prolongará durante un largo periodo de tiempo, revolucionará el conocimiento que hoy tenemos de la Cerámica de Teruel y, por ende, de la Cerámica Decorada Verde-Morada del arco Mediterráneo Occidental.

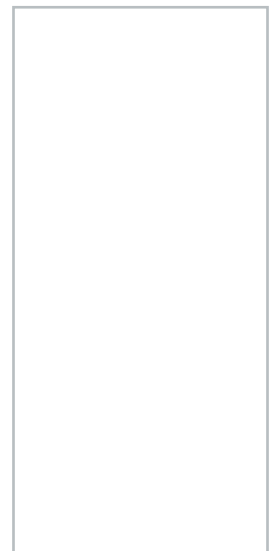
8.– Por la presencia de los restos carbonizados de lo que podría ser un torno, del que se conserva casi entero, su disco superior (única pieza de cerámica), el árbol, una pieza de engarce del árbol en la rueda y restos de una rueda muy dañada, además de otros elementos que en estos momentos no nos atrevemos a precisar. A escasa distancia apareció una depresión con un resalte central que presentaba la huella inequívoca del apoyo de un elemento que generó una rozadura y un desgaste cónico muy marcado. La recuperación de este tipo de piezas, especialmente tan enteras, es muy infrecuente, y solo ha sido posible por una destrucción por incendio de los obradores.

9.– Por su vinculación con la fabricación de azulejería mudéjar asociada a la Arquitectura Mudéjar de Teruel, declarada Patrimonio Mundial por la UNESCO. Si con la Declaración de Patrimonio Mundial se "confirma el valor excepcional y universal de un sitio cultural o natural que debe



Algunos de los hornos de tipo III conservaban una pequeña estructura divisoria en el interior de la cámara de fuego

ser protegido para beneficio de la Humanidad", los alfares que fabricaron las piezas que singularizan a nuestra arquitectura mudéjar y que la hacen merecedora de este reconocimiento también deben ser valorados de forma especial. Parafraseando el acertado comentario de un prestigioso compañero de profesión, "tan artífice del Arte Mudéjar fue el alfarero que creo los azulejos que adornan las torres como el alarife que las construyó". Sin duda, la "Arquitectura Mudéjar de Teruel" (versus "de Aragón") es la más monumental materialización de una "realidad cultural" en la que se encuentra inmersa la "fase Mudéjar o Bajomedieval" de la Cerámica de Teruel, si bien esta suele considerarse como un "arte menor" respecto a la primera.





El Horno A se abandonó tras el colapso parcial de los arcos que sustentaban la plataforma de separación entre las cámaras de fuego y cocción. Coloquialmente se puede decir que la cámara de cocción del Horno A se fue "derritiendo" por la acción del intenso calor

Cuando escribimos esta breve colaboración, un año y pico después del nublado día de octubre en el que se efectuó el hallazgo, los trabajos de campo están a punto de concluir. Se lleva muy avanzada la laboriosa preparación de los hornos previa a su extracción. Dado el volumen de dos de ellos, la operación será espectacular; no puede considerarse de otra forma la extracción y traslado del Horno A, un bloque de unos 120 m³ y 130 Tm de peso. Pero esta operación solo supondrá una fase más de un proceso mucho más largo y complejo, con múltiples ramificaciones y frentes de trabajo.



18 de mayo de 2005; 565 días después de su descubrimiento, el Horno A, protegido dentro de un cofre de hormigón y acero, se carga en el camión que lo trasladará a su nueva ubicación provisional. Concluye aquí el primer capítulo de una historia, de la que aún falta mucho por escribir

Los hornos se depositarán en un emplazamiento provisional, en unas condiciones poco idóneas para su conservación a largo plazo y totalmente inaccesibles a investigadores y público en general debido al "embalaje". Será necesario buscar una ubicación definitiva, con unas condiciones óptimas de conservación y que permita tanto su estudio por otros investigadores como su aprovechamiento sociocultural y turístico. A fin de cuentas, este hallazgo debe considerarse como una gran oportunidad para la ciudad de Teruel: la de incorporar un nuevo recurso que, por las razones ya expuestas, pueden articular una oferta única, algo que el visitante no puede encontrar en ningún otro.

EL ABRIGO DEL ARENAL DE LA FONSECA EN LADRUÑÁN (CASTELLOTE, TERUEL): PROTECCIÓN DE UN CONJUNTO RUPESTRE Y SU YACIMIENTO ARQUEOLÓGICO

Este trabajo pretende dar a conocer los planteamientos teórico-prácticos y metodológicos de la redacción y ejecución de una intervención para la protección física de un abrigo con arte rupestre y yacimiento arqueológico. Dicha intervención, proyectada y dirigida por el autor de estas líneas, fue aprobada y ejecutada durante el año 2003 con la siguiente denominación: "Proyecto de cerramiento del abrigo con arte rupestre y yacimiento arqueológico del Arenal de la Fonseca en Ladruñán, término municipal de Castellote (Teruel). Año 2003".

José Ignacio Royo Guillén

Arqueólogo del Servicio de Prevención y Protección del Patrimonio Cultural
Dirección General del Patrimonio Cultural
Departamento de Educación, Cultura y Deporte. Gobierno de Aragón

ANTECEDENTES

El abrigo del Arenal de la Fonseca, o abrigo de Ángel, fue descubierto a mediados de los años 80 del pasado siglo XX, documentándose en el mismo dos paneles con pinturas rupestres levantinas. Se localiza en un enorme farallón calizo rodeado de pinares, en la orilla derecha del río Guadalope, aguas arriba de la localidad de Ladruñán, en el municipio turrolense de Castellote (Fig. 1). Dado a conocer en primera instancia por Burillo, Martín y Picazo (1991), también fue objeto de nuevos trabajos por A. Sebastián y J. Zozaya (Sebastián: 1989; Sebastián y Zozaya: 1991), iniciándose en 1986 las excavaciones arqueológicas en los niveles prehistóricos de ocupación descubiertos al pie de los paneles pintados, que fueron continuadas en sucesivas campañas durante los años 1987, 1989, 1991 y 1992, momento en que se abandonaron los trabajos arqueológicos en el yacimiento.

Como complemento de los trabajos referidos, se procedió al calco de las repre-

sentaciones pintadas en los dos paneles levantinos, en los que se documentaron escenas de arqueros, restos de cuadrúpedos y de un jabalí, todo ello pintado en rojo, aunque en un estado de conservación bastante precario a causa de la desaparición de una gran parte de los paneles pintados debido al desprendimiento de escamas y placas del soporte rocoso. Al pie de las pinturas se excavaron sucesivos niveles arqueológicos fechados entre el Neolítico Final y el Epipaleolítico Geométrico, con unas fechas que rondaban el 8º milenio a. C.

A tenor del interés de las representaciones rupestres descubiertas y teniendo en cuenta la excepcionalidad de la presencia al pie de las pinturas de niveles arqueológicos paralelizables a los momentos de realización de las mismas, el Departamento de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón decidió en 1997 la inclusión de este abrigo, junto a los otros 165 conjuntos aragoneses, en el expediente presentado ante la UNESCO para la declaración del Arte Rupestre del Mediterráneo Español como Patrimonio Mundial, junto a las Comunidades de Catalu-





Fig. 1. Vista general desde el Sur del Arenal de la Fonseca. Al fondo el farallón calizo a cuyo pie se localiza el abrigo con yacimiento arqueológicos y pinturas rupestres. (Foto: José I. Royo)

ña, Castilla-La Mancha, Valencia, Murcia y Andalucía. Como paso previo a dicha inclusión, se solicitó al Ministerio de Cultura la inscripción de dichos abrigos en el Registro de Bienes de Interés Cultural, quedando incluido en dicho Registro con la signatura R-I-51-9488.

Una vez conseguida la declaración como Patrimonio Mundial de los conjuntos de arte rupestre aragoneses, en el que se incluía el abrigo del Arenal de la Fonseca, llevada a cabo el 2 de diciembre de 1998, la Dirección General de Patrimonio Cultural, asumió la tarea de potenciar la investigación, protección y difusión del conjunto de arte rupestre localizado en los alrededores de la localidad de Ladruñán, en el término municipal de Castellote, integrado por éste abrigo además de los del Puente de Perogil, Barranco Hondo, Las Rozas, La Vacada, El Arquero, El Torico del Pudial y Friso Abierto del Pudial. Como primera medida se procedió a completar el expediente relativo a su declaración como Bienes de Interés Cultural, procediéndose a la delimitación de sus respectivos entornos de protección, publicándose en la Orden de 20 de Noviembre de 2002 (B.O.A. de 10 de enero de 2003). Por otra parte, en el año 2000 se reanudaron los trabajos de investigación

arqueológica en el yacimiento arqueológico situado al pie de las pinturas rupestres. Un equipo de la Universidad de Zaragoza, dirigido por P. Utrilla, ha realizado hasta el momento dos campañas de excavación (2000-2001), concluyéndose los trabajos de documentación de los niveles neolíticos y epipaleolíticos y descubriéndose por vez primera en Aragón un taller del Gravetiense –Paleolítico Superior– que se localiza en el extremo derecho del abrigo, bajo la figura del jabalí y en una oquedad que demuestra la continuidad de un abrigo profundo o cueva bajo el farallón actual, en el cual parecen encontrarse sellados e intactos los referidos niveles paleolíticos, planteándose la continuación de los trabajos arqueológicos en esa zona concreta (Utrilla y Domingo: 2001-2002; 2003).

Dada la importancia de estos hallazgos, hasta el momento únicos en la zona, a instancias de la profesora Utrilla, desde el Servicio de Prevención y Protección del Patrimonio Cultural se planteó la necesidad de proteger físicamente el abrigo antes de continuar las excavaciones arqueológicas. Con dicha finalidad, en el otoño de 2002 se cursó una visita de inspección técnica al abrigo del Arenal de la Fonseca, con el objeto de preparar el proyecto de cerramiento. A finales de ese año se culminaron los trabajos de medición previos para la elaboración del proyecto de cerramiento que se sometió, como es preceptivo en todos los casos relacionados con manifestaciones rupestres, al estudio y aprobación de la Comisión Provincial de Patrimonio Cultural de Teruel.

DESCUBRIMIENTO DE UN NUEVO PANEL PINTADO DE ESTILO ESQUEMÁTICO

Como ya he señalado, hasta la fecha se conocían dos grupos o paneles de pinturas levantinas en este abrigo, muy separadas físicamente. La primera figura se situaba en el extremo derecho del conjunto, identificada con un jabalí y que se localiza en la parte superior de la pared donde se han localizado los niveles de ocupación paleolíticos (Fig. 2). El resto de represen-



Fig. 2. Detalle de la figura del jabalí levantino localizada en el Panel nº 3, localizado en la parte superior de la entrada a la cueva, en el extremo sur del abrigo del Arenal de la Fonseca. (Foto: José I. Royo)

taciones levantinas se encuentra en la parte central del abrigo y consisten en varios arqueros a la carrera que llevan su arco y las flechas, así como restos de algún cuadrúpedo. Las figuras se encuentran muy incompletas debido a los desprendimientos del soporte rocoso (Fig. 3).

En nuestras sucesivas visitas al yacimiento, habíamos detectado que a pesar del deterioro de los paneles pintados, podían existir otros restos bien fragmentados, bien ocultos por los sedimentos arqueológicos retirados a lo largo de las excavaciones llevadas a cabo junto a las pinturas. Una revisión exhaustiva de toda la pared del abrigo, nos permitió comprobar la existencia de trazos y restos de figuras junto a los paneles ya calcados y descritos hasta la fecha, pero la sorpresa fue el descubrimiento por el que suscribe de un nuevo panel pintado, localizado entre los dos levantinos, en el que aparecen varias figuras de estilo esquemático junto a trazos indudablemente levantinos.

El interés de este nuevo panel pintado, reside en el hecho de que aparece en

una zona del panel rocoso que en su momento estuvo cubierta con sedimentos arqueológicos de cronología neolítica que han sido excavados hasta la misma pared del abrigo y que ahora debido a la acción de la lluvia, han podido salir a la luz. A falta de un estudio más detallado de estas nuevas pinturas, lo que se puede apreciar corresponde indudablemente a varios motivos esquemáticos entre los que se identifican al menos un antropomorfo con los brazos en golondrina, un cuadrúpedo y otros restos de motivos que no podemos apreciar bien debido a la suciedad de la pared (Fig. 4).

Hasta el momento, son escasísimos los ejemplos en los que un panel pintado aparece cubierto por sedimentos arqueológicos y en este caso parece claro que el nuevo panel esquemático fue sellado por niveles neolíticos, lo cual podría contribuir a clarificar la actual discusión por la cronología de estas manifestaciones artísticas (Utrilla y Calvo: 1999). En este sentido, debe procederse a la limpieza de las paredes del abrigo hasta donde llegaron los niveles arqueológicos, puesto que no se



Fig. 3. Detalle de un arquero levantino del panel pintado nº 1, en el lado Norte del abrigo. (Foto: José I. Royo)

ría nada extraño que aparecieran nuevas manifestaciones pintadas. También debe procederse a la realización de un nuevo calco, ya que el existente no refleja la presencia de nuevos motivos y restos de pinturas de lo que en su momento debió ser un gran conjunto artístico (fig. 5).

EL PROYECTO DE CERRAMIENTO. JUSTIFICACIÓN DEL MISMO

La necesidad de proteger físicamente los conjuntos de arte rupestre aragoneses, ha sido una preocupación de las diferentes instituciones públicas surgida a mediados del siglo XX, como respuesta al constante deterioro de muchos paneles pintados y sobre todo por la destrucción vandálica de algunos de ellos (caso del Abrigo dels Secans de Mazaleón), todo ello provocado tanto por desidia e incultura, como por auténticos casos de expolio para mantener un comercio y coleccionismo clandestinos e ilegales (Royo: 2002, 49). Es en estos momentos cuando se inicia una campaña sistemática de cerramien-

tos e instalación de vallas y rejas metálicas en los principales yacimientos conocidos, provocándose en algunos casos durante la instalación de dichas protecciones, la pérdida de figuras o paneles decorados y en otros la desaparición o grave afección de los niveles arqueológicos localizados a los pies de los abrigos pintados. Este afán de proteger con cerramientos que más que proteger "encierran" y "enjaulan" (Beltrán: 1989, 22-25) a los abrigos y las manifestaciones rupestres que contienen, perdura hasta el último cuarto del siglo XX, provocando en muchos casos el rechazo tanto en los estamentos científicos, como en los propios visitantes no especializados, que ante la falta de información, de guías y de guardas especializados, se ven privados de lo que consideran un derecho, por lo que despechados, descargan su frustración en el propio cerramiento (rotura de vallas, cerraduras, etc) o lo que es peor, en los propios paneles pintados (objetos arrojados, raspaduras, perdigonazos, mojaduras con líquidos, aplicación de ceras o resina, etc.) (Hernández: 1999, 37-38).



Fig. 4. Detalle del nuevo panel descubierto en el que se documenta una escena con antropomorfo y cuadrúpedo esquemático, así como posibles trazos levantinos. (Foto: José I. Royo)

Como consecuencia de la nueva legislación y de la condición como Bien de Interés Cultural de todas las manifestaciones rupestres que obliga no sólo a la protección del propio abrigo con arte rupestre, sino también a la delimitación de un entorno físico que goza del mismo tipo de protección legal, a finales del siglo XX se produce una clara reacción hacia los antiguos modelos de protección física de los conjuntos rupestres, a lo que no es ajena la cada vez mayor concienciación social hacia los aspectos ecológicos y paisajísticos relacionados con un entorno natural. En el ánimo de todos está la convicción de que los cerramientos y vallas son un mal menor que conlleva el descubrimiento y difusión pública de un yacimiento con arte rupestre y a nadie se le escapa en la actualidad que toda protección física debe realizarse con un respeto exquisito al abrigo y a su entorno inmediato, provocando al mismo tiempo la menor afección física al propio conjunto a proteger. A la vista de las diversas experiencias que en los últimos veinticinco años y a pesar de varios

intentos de homogeneización de los diferentes sistemas de protección, todavía hoy no podemos hablar de un sistema homologado, dada la enorme variedad de paisajes, soportes geológicos y situaciones legales que podemos documentar en nuestro territorio.

Respecto al caso concreto que nos ocupa y a pesar de todas las salvaguardas legales con las que cuenta, se ha comprobado el creciente deterioro y seguro peligro de destrucción de los paneles pintados y del yacimiento paleolítico de este abrigo. Entre las causas concretas de los riesgos en el Arenal de la Fonseca, figuran los siguientes:

- 1.- Existencia de un camino forestal (también usado como sendero de G.R.) al pie del abrigo y con fácil accesibilidad, ya que una pista forestal acerca los vehículos hasta el pie mismo del abrigo, lo cual propicia las visitas incontroladas al conjunto rupestre, además de la posible afección de los niveles arqueológicos intactos en pleno proceso de excavación y documentación.

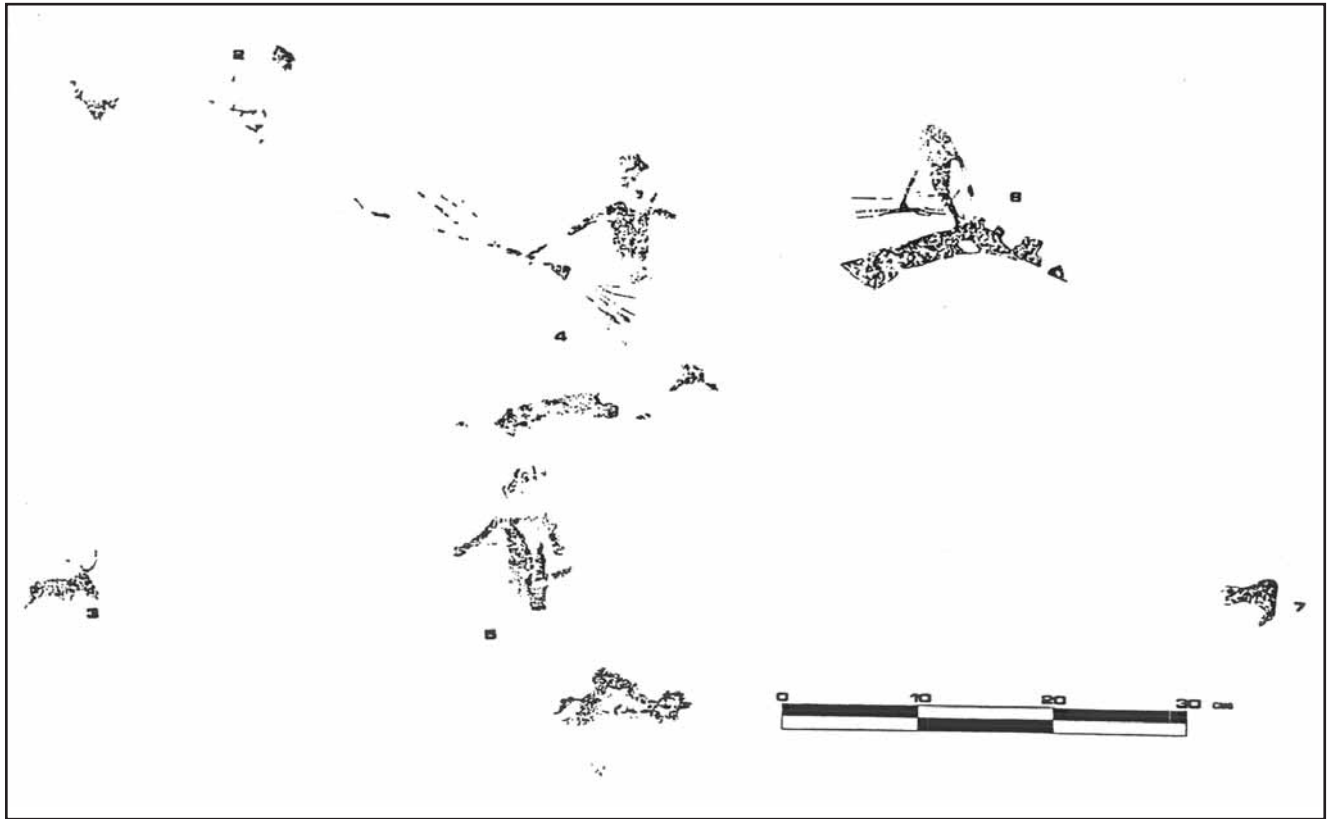


Fig. 5. Calco del panel levantino nº 1 del Arenal de la Fonseca con restos de arqueros y cuadrúpedos (Según Burillo *et Alii*: 1991)

2.- Por otra parte, la presencia del propio abrigo y del farallón rocoso al resguardo de los elementos, ha generado su uso eventual como refugio de personas y animales, con presencia de hogueras que pueden afectar con el humo a los paneles pintados, o con el frotamiento de animales (vacas o cabras) en la roca que también afecta a la conservación de las pinturas.

3.- La continuación de las excavaciones arqueológicas en el yacimiento y el descubrimiento de una posible cueva o abrigo profundo con ocupación del Paleolítico Superior, supone un riesgo adicional, dado su fácil acceso, lo que podría provocar la alteración de estratigrafías de enorme interés científico o la destrucción de posibles restos de arte parietal en el interior de dicha cueva.

4.- Para concluir, a los factores ya señalados, habría que añadir los intrínseca-

mente naturales, como son la degradación del propio soporte rocoso, patente en el panel de los arqueros levantinos, con presencia de desconchados favorecidos por la propia estructura rocosa y por las variaciones bruscas de temperatura y humedad, los cuales pueden agravarse por las visitas no controladas, los frotamientos y las mojaduras, tanto naturales como antrópicas.

CRITERIOS DE INTERVENCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL CERRAMIENTO

Los criterios técnicos de intervención en lo referido a la protección física de conjuntos rupestres que de forma general se vienen aplicando por parte de la Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón en nuestro territorio, son los siguientes (Royo, *op. cit.*: 2002, 50-51):

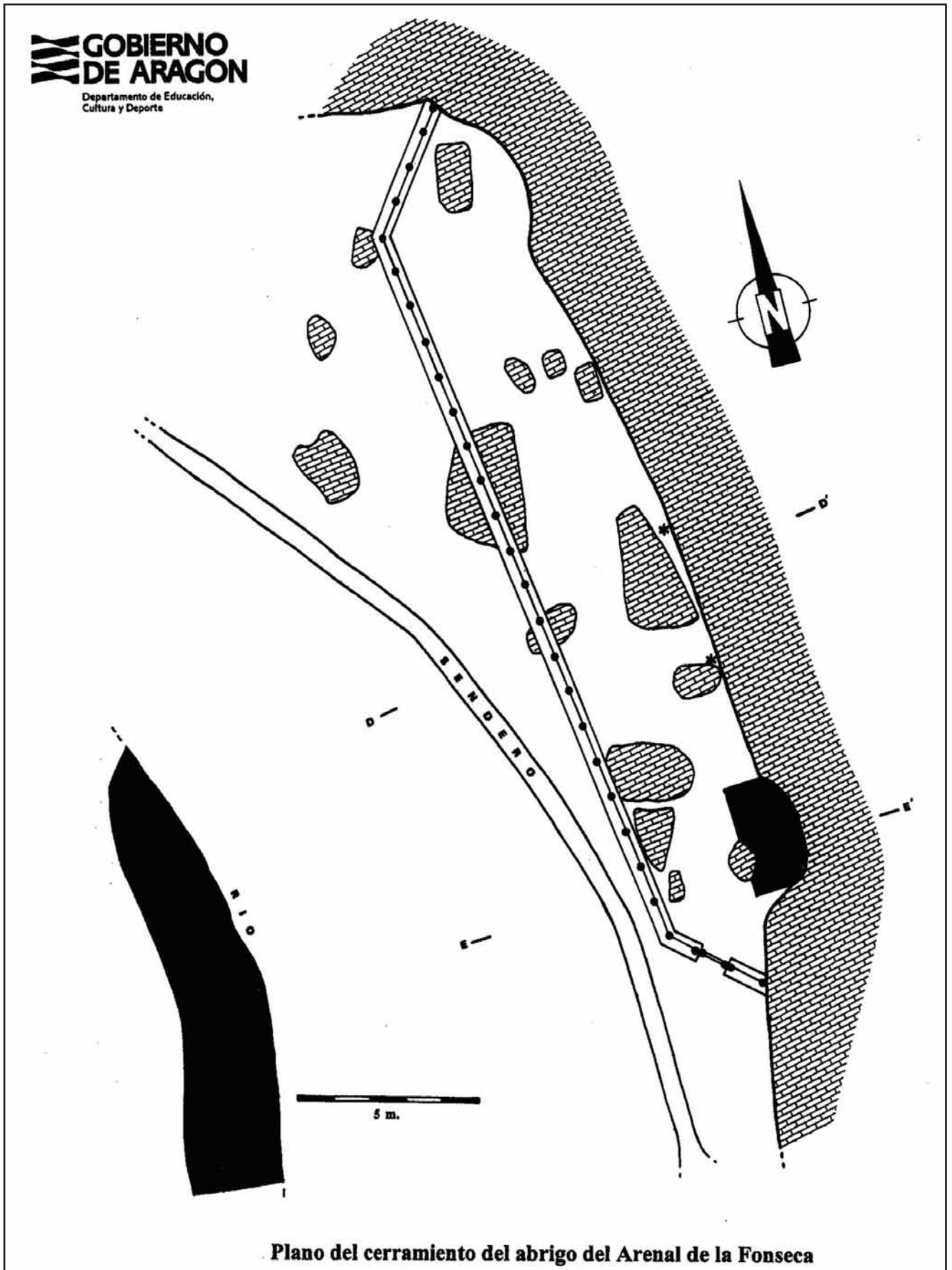


Fig. 6. Planta del cerramiento del abrigo del Arenal de la Fonseca según proyecto aprobado

Proteger físicamente todos los yacimientos accesibles al público o susceptibles de ser difundidos al mismo.

Establecer prioridades de actuación en función de la importancia científica y patrimonial de los conjuntos conocidos, así como de su grado de conservación o degradación.

Sustituir paulatinamente los viejos cerramientos por otros más amplios y respetuosos con el entorno con la premisa general de que siempre que sea posible debe protegerse además del propio abrigo, su entorno físico inmediato.

Aplicar a los nuevos cerramientos diseños y materiales no agresivos al entorno y fácilmente desechables o sustituibles en el futuro, causando la mínima afección.

Controlar y supervisar por técnicos especializados el proceso de instalación o construcción de los cerramientos y en su caso, realizar investigaciones arqueológicas previas para la detección y documentación de las posibles estratigrafías arqueológicas asociadas a los conjuntos de arte rupestre.

Reparar y en su caso construir senderos de acceso a los abrigos protegidos, señalizándolos, además de ofrecer la correspondiente información al público visitante.

Controlar mediante visitas guiadas el acceso del público a los abrigos con arte rupestre como único medio de conocimiento de los mismos y de protección adicional.

Catalogar, inventariar, documentar, investigar y difundir tanto en su aspecto científico como en el divulgativo todos los yacimientos con arte rupestre.

Intervenir mediante consolidaciones o limpiezas limitadas en aquellos abrigos más importantes, con el objeto de recuperar parte de su primitivo estado y contribuir a una mejor comprensión y lectura del panel decorado, así como permitir su

definitiva documentación mediante calco y su estudio científico, manteniendo en todo momento la reversibilidad de los tratamientos.

A tenor de dichos criterios que de forma más o menos sistemática ya se vienen aplicando en los Parques Culturales de Albarracín, río Martín y río Vero, consideramos que el modelo de vallado más adecuado para el Arenal de la Fonseca debía conjugar los siguientes aspectos:

El espacio a proteger físicamente, viene delimitado por la existencia del propio farallón rocoso, la presencia de los niveles arqueológicos a su pie y su cercanía al curso del río Guadalope, así como por el sendero público que pasa al pie de la ladera donde se localiza el abrigo. El cerramiento de este espacio debía ser lo suficientemente amplio para evitar el enclaustramiento de los paneles pintados y permitir el desenvolvimiento y circulación cómoda de los visitantes, pero también debía permitir el trabajo de excavación en curso, dejando protegidos dentro del perímetro vallado los niveles arqueológicos existentes.

El sistema concreto de cerramiento debía ser respetuoso con el entorno, para lo cual los materiales a utilizar tenían que integrarse en el entorno del abrigo. Pero en ningún caso el respeto al entorno debía perjudicar el objetivo principal de esta intervención que es la efectividad del propio cerramiento, tanto frente a acciones de animales, como a acciones antrópicas descontroladas. El cerramiento, como consecuencia de esta reflexión, a la par que respetuoso debería ser duradero y resistente.

Hasta la fecha los sistemas más utilizados de cerramientos en abrigos con arte rupestre aragoneses han combinado básicamente dos sistemas: los cierres exclusivamente metálicos de barras cilíndricas de más o menos grosor, adaptadas a la forma y dimensiones del abrigo, o los cerramientos de malla de acero galvanizado, o bien los que combinan el cierre metálico con muros más o menos altos de piedra

realizados en su mayor parte siguiendo los modelos constructivos tradicionales. A pesar de todas las críticas, en la mayor parte de los casos aragoneses, dichas protecciones han demostrado su efectividad, sobre todo en lo que se refiere a las agresiones antrópicas.

El último factor a tener en cuenta es el económico. Los cerramientos de arte rupestre no sólo deben seguros y eficaces, sino que también deben ser relativamente económicos y en ningún caso deben resaltar sobre el bien a proteger. Diversas experiencias llevadas a cabo en algunos yacimientos andaluces, valencianos o de la provincia de Cuenca, realizadas sobre "proyectos de diseño" han resultado ser un fracaso ante el alto costo y su fuerte impacto visual tanto sobre los paneles pintados, como sobre el entorno natural de los abrigos. Conjugando los aspectos antes señalados: respeto al entorno, delimitación espacial adecuada, empleo de materiales adecuados y economía, nos encontrábamos con la necesidad de plantear un modelo adecuado a los fines que se persiguen para la adecuada protección física del abrigo del Arenal de la Fonseca. En este sentido, recientes proyectos ejecutados en Cataluña (Hernández, op. cit.: 1999, 35) han permitido probar sobre el terreno nuevos tipos de materiales que para el caso que nos ocupa nos parecieron los más adecuados. Como resultado de las reflexiones anteriores, el cerramiento del abrigo del Arenal de la Fonseca, debía contar con las siguientes especificaciones técnicas generales:

El cerramiento tiene una planta y dimensiones que se adaptan al terreno y sus fuertes desniveles, desarrollándose entre el farallón rocoso y el sendero que corre paralelo al río. La entrada del mismo se localiza en el extremo sur del abrigo (Fig. 6). El vallado será mixto, sobre un basamento de piedra trabada con cemento tratado con colorante, se colocará una valla metálica con una altura máxima de 2,50 metros, con saliente exterior de unos 35 centímetros. La puerta será metálica, de 1 metro de anchura máxima, con cierre de candado y pasador.

La valla metálica irá montada sobre un potente basamento construida con muros de piedra a dos caras con rejuntado de mortero coloreado en color terroso. Dado que el vallado del abrigo debe adaptarse a los desniveles del terreno, dicho muro será escalonado, de modo que en ningún caso la altura de cada tramo sea inferior a 2,50 metros. Para construir dicho muro se contará con una cimentación en las zonas de tierra o bien anclado sobre la roca en aquellas zonas que exista. Ante la posible aparición de restos arqueológicos, la apertura de la zanja de cimentación se realizará de forma manual y contará con la correspondiente supervisión arqueológica (Fig. 7).

El vallado superior será de reja metálica, con módulos prefabricados de malla de acero galvanizado tipo Hércules, termosellada con plástico color verde forestal, anclados con remaches a postes metálicos cilíndricos embutidos en el muro de basamento. La altura máxima de dichos módulos oscilará entre 2 y 2,20 metros y la parte superior del vallado metálico deberá terminar en saledizo hacia fuera, con una longitud máxima de 0,35 metros (Fig. 8).

La puerta del cerramiento se ubicará en el extremo sur del mismo, coincidiendo con la zona de mejor accesibilidad y con su cercanía al área actualmente en proceso de excavación. Para poder disponer de un acceso rápido y amplio se planteó una puerta metálica con una anchura máxima de entre 0,80 y 1 metro, con pasador y adaptador para candado de seguridad. La altura máxima de la puerta con respecto al suelo será de 2,20 metros.

El proyecto de cerramiento contará, una vez aprobado por la Comisión Provincial de Patrimonio Cultural de Teruel, con las correspondientes autorizaciones del Ayuntamiento de Castellote y del Departamento de Medio Ambiente, al tratarse de un espacio natural de gestión forestal y por tanto competencia de dicho Departamento.

La ejecución de los trabajos de construcción de la valla diseñada, contará con



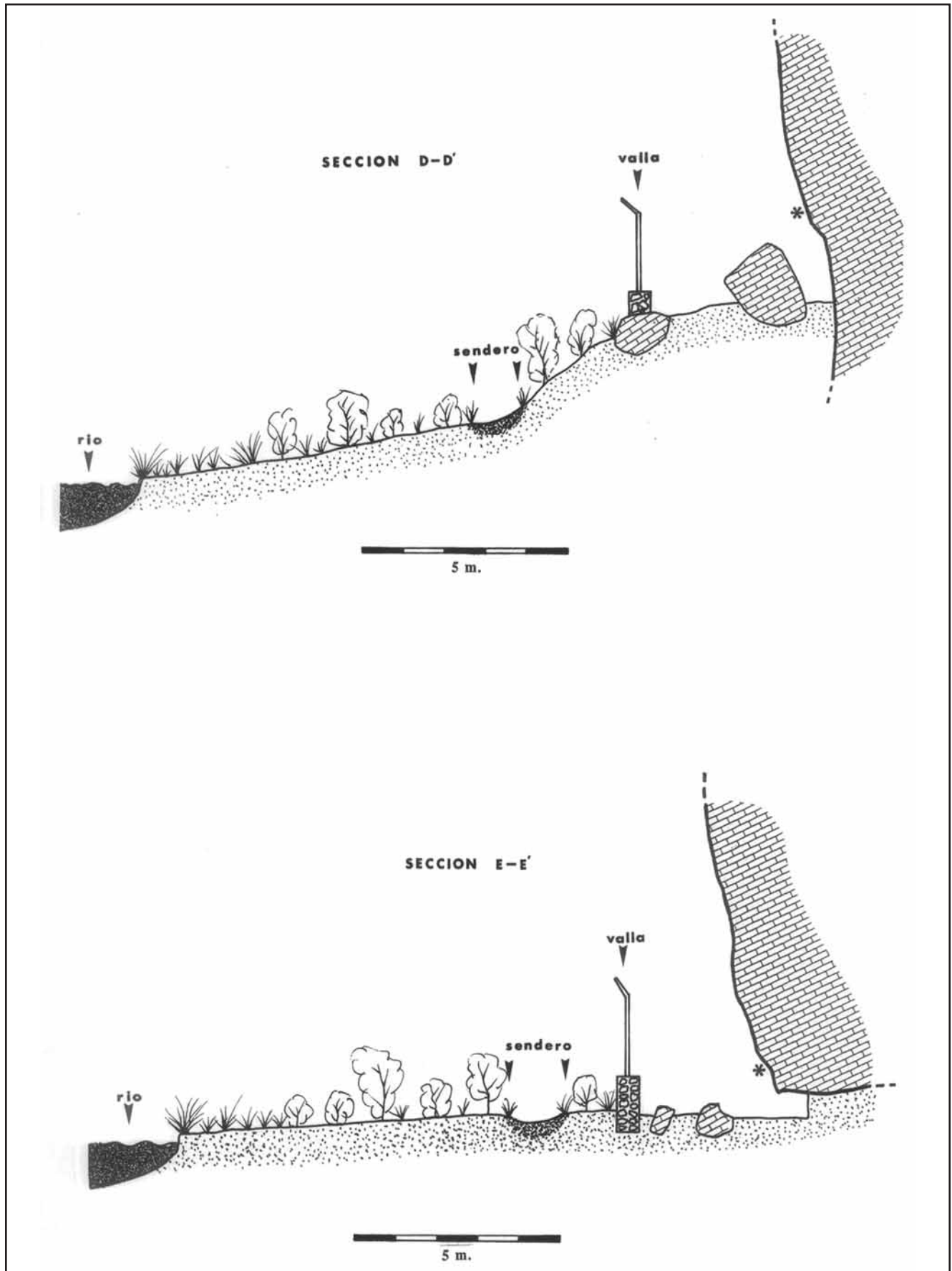


Fig. 7. Secciones del abrigo y su cerramiento según proyecto aprobado



Fig. 9. Vista desde el exterior del abrigo con su protección concluida

la supervisión y control de una Dirección Facultativa designada por la Dirección General de Patrimonio Cultural, encargada de supervisar los trabajos de campo, el plazo de ejecución de los mismos, la idoneidad de los materiales utilizados y su instalación según las especificaciones técnicas aprobadas.

Por último, una vez concluidos todos los trabajos del cerramiento, el abrigo deberá quedar totalmente limpio de todos los elementos utilizados en su protección, retirándose todos los restos de valla metálica, piedra o arena y cemento, así como otros utensilios o herramientas utilizados, de modo y manera que se minimice el impacto final de la obra sobre el entorno natural afectado por las obras.

EL CERRAMIENTO DEL CONJUNTO DEL ARENAL DE LA FONSECA

Una vez aprobado el proyecto en la primavera del año 2003 y dadas las dimensiones del abrigo a proteger, se solicitaron varios presupuestos a diversas empresas de albañilería y herrería del entorno geográfico, con el objeto de abaratar costos en lo relativo a transporte de materiales y manutención y alojamiento de los trabajadores. Una vez realizadas las correspondientes mediciones sobre el terreno y estudiadas las diferentes ofertas, el presupuesto aceptado por el Servicio de Prevención y Protección del Patrimonio Cultural fue el presentado por D. Manuel Martínez Pérez, albañil de Ladruñán, en

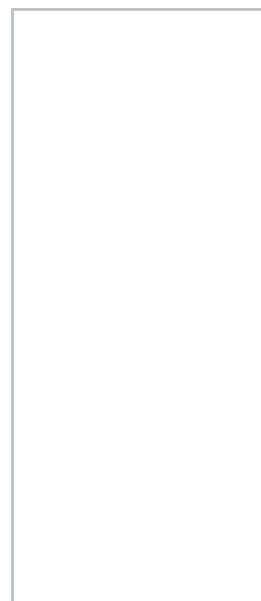




Fig. 10. Detalle del interior de la zona protegida del abrigo

colaboración con Talleres Molina de Mas de las Matas, encargados de proporcionar los módulos metálicos del cerramiento. El presupuesto de ejecución de la obra ascendía a 21.000 Euros.

Debido a la dificultad de los accesos al yacimiento por la crecida del río Guadalupe, los trabajos en el yacimiento no se pudieron iniciar hasta bien entrado el mes de agosto de 2003, desarrollándose hasta el mes de octubre, en el que se concluyeron totalmente los trabajos.

Como resultado de dichos trabajos, se ha conseguido proteger de forma efectiva tanto el yacimiento arqueológico como las pinturas rupestres existentes en el abrigo, todo ello con una obra plenamente in-

tegrada y mimetizada en el paisaje que permite no sólo la visita cómoda al conjunto, sino el normal desenvolvimiento de los trabajos arqueológicos en su interior (Figs. 9 y 10). Durante el desarrollo de estos trabajos se han cumplido con rigor todas las especificaciones técnicas contempladas en el proyecto aprobado.

En este momento sólo restaría proceder a la limpieza de la pared cubierta con sedimentos arqueológicos para documentar los posibles restos de pintura existente, así como la documentaciones exhaustiva de los paneles pintados existentes, como paso previo a su estudio e instalación de los necesarios paneles informativos para el público visitante.

BIBLIOGRAFÍA

- BELTRÁN MARTÍNEZ, A. (1989), "Los Parques Culturales y el Arte Rupestre en Aragón", Gobierno de Aragón, Zaragoza.
- BURILLO, F., MARTÍN, A. y PICAZO, J. (1989), "Informe sobre las pinturas levantinas del Arenal de la Fonseca (Ladruñán-Castellote, Teruel)", *Arqueología Aragonesa*, 1986-1987, Gobierno de Aragón, Zaragoza, pp. 19-22.
- HERNÁNDEZ, G. (1999), "Conservació preventiva i protecció dels conjunts amb pintures rupestres a l'aire lliure. La problemàtica dels tancaments", *Revista d'Arqueologia de Ponent* nº 9, Llérida, pp. 29-40.
- ROYO GUILLÉN, J.I. (2002), "Arte rupestre aragonés. Documentación, protección y difusión", Panel 1, *Revista de Arte Rupestre*. Consejo de Arte Rupestre del Arco Mediterráneo. Junta de Andalucía, Sevilla, pp. 44-53.
- SEBASTIÁN, A. y ZOZAYA, J. (1991), "Informe de la tercera campaña de excavación en el abrigo de Ángel (Ladruñán, Teruel)", *Arqueología Aragonesa*, 1988-1989, Gobierno de Aragón, Zaragoza, pp. 53-54.
- SEBASTIÁN, A. (1989), "Avance sobre el abrigo de Ángel. Ladruñán, (Teruel)", *XIX Congreso Nacional de Arqueología*, Zaragoza, pp. 133-146.
- UTRILLA, P. , CALVO, M^aJ. (1999), "Cultura material y arte rupestre «levantino»: la aportación de los yacimientos aragoneses a la cuestión cronológica. Una revisión del tema en el año 2000", *Jornadas técnicas sobre Arte Rupestre y Territorio Arqueológico*. Bolskan, 16, Instituto de Estudios Altoaragoneses, Huesca, pp. 39-70.
- UTRILLA, P. y DOMINGO, R. (2001-2002), "Excavaciones en el Arenal de la Fonseca (Ladruñán, Teruel)", *SALDVIE II*, Zaragoza, pp. 337-354.
- UTRILLA, P., DOMINGO, R. y MARTÍNEZ BEA, M. (2003), "La campaña del año 2002 en el Arenal de Fonseca (Ladruñán, Teruel)", *SALDVIE III*, Zaragoza, pp. 301-311.

