

Trabajos de conservación-restauración de cuatro tuberías de plomo de la ciudad romana de *Baetulo* (Badalona). Un caso de estudio interdisciplinar

Conservation-restoration work on four lead pipes in the Roman city of Baetulo (Badalona). An interdisciplinary case study

ANNA BERTRAL ARIAS

Laboratori de Conservació-Restauració de l'Oficina de Patrimoni Cultural de la Diputació de Barcelona
bertrala@diba.cat
<http://orcid.org/0000-0002-8948-7446>

ESTHER GURRI COSTA

Museu de Badalona
egurri@badalona.cat
<http://orcid.org/0000-0001-9911-2763>

SANTIAGO RIERA MORA

Departament d'Història i Arqueologia. Institut d'Arqueologia de la Universitat de Barcelona (IAUB)
riera@ub.edu
<http://orcid.org/0000-0001-7731-2692>

Resumen

En este artículo se presenta un ejemplo de los trabajos que se realizan en el Laboratorio de Conservación-Restauración de la Oficina de Patrimonio Cultural de la Diputación de Barcelona (en adelante Laboratorio C-R de la OPC), a través del Programa de ayudas en Conservación-Restauración para la *Xarxa de Museus Locals (XML)*, de dicha Diputación.

Queremos presentar el estudio interdisciplinar realizado por el Museo de Badalona, la Universidad de Barcelona y el Laboratorio de C-R de la OPC, con cuatro fragmentos de tuberías de plomo o *fistulae plumbeis* procedentes de la ciudad romana de *Baetulo* (Badalona). Para ello se describe el proceso llevado a cabo desde el momento en que fueron descubiertos, a finales de los años 80 del siglo pasado; los análisis, así como los trabajos de conservación-restauración realizados, para llegar hasta el día de su exposición en el Museo de Badalona a finales del año 2020, coincidiendo con la celebración de los 10 años de la apertura de sus salas de exposición permanente.

Palabras clave: conservación-restauración, arqueología romana, palinología, interdisciplinariedad, plomo, musealización

Abstract

This article presents an example of the work carried out in the Conservation-Restoration Laboratory of the Cultural Heritage Office of the Barcelona Provincial Council, through the Conservation-Restoration Aid Program for the *Xarxa de Museus Locals (XML)*, of this Provincial Council.

We want to present the interdisciplinary study carried out between the Museum of Badalona, the University of Barcelona and the C-R Laboratory of the OPC, with four fragments of lead pipes or *fistulae plumbeis* from the Roman city of *Baetulo* (Badalona). We will describe the entire process carried out from the moment they were discovered, at the end of the 80s of the last century; the analysis, as well as the conservation-restoration work, to reach the day of their exhibition in the Museum of Badalona at the end of the year 2020, coinciding with the celebration of the 10 years of the opening of its permanent exhibition rooms.

Key words: conservation-restoration, Roman archeology, palynology, interdisciplinarity, lead, musealization

1. Introducción

El Laboratorio de Conservación-restauración es el equipamiento de la Oficina de Patrimonio Cultural de la Diputación de Barcelona (en adelante OPC), que se encarga principalmente de la preservación y conservación-restauración de los fondos de la *Xarxa dels Museus Locals* (XML) integrada por 68 equipamientos de 53 municipios; la *Xarxa d'Arxius Municipals* (XAM) con 230 Ayuntamientos adheridos, y el *Fons Històric i Artístic* de la Diputación de Barcelona (FHADiba).

Creado en el año 2011 tiene su origen en el Departamento de C-R de la Escuela de Artes y Oficios de la Diputación de Barcelona. Actualmente, cuenta con una plantilla de cuatro técnicas, especialistas en Pintura, Escultura, Documento gráfico y Arqueología (figura 1).

Su función es la de ofrecer un servicio especializado en materia de conservación preventiva, conservación curativa y restauración de objetos, así como el asesoramiento en la preservación de las colecciones y el soporte técnico necesario para el movimiento de obras durante traslados y exposiciones itinerantes.

Es, en el año 2019, a través del Programa anual de ayudas en Conservación-restauración de la OPC, que llega la petición del Museo de Badalona para restaurar las tuberías de plomo que nos ocupan¹.

2. Contexto arqueológico

Las piezas de plomo aparecieron en la ciudad romana de *Baetulo*, situada en la actual ciudad de Badalona, a 10 km de Barcelona (figura 2 a).

La fecha fundacional de la ciudad se sitúa actualmente, en torno al 80-70 a. C. (Jiménez 2002: 66), aunque se continúa manteniendo la fecha del 90-80 a. C. para la zona de los suburbios (Antequera *et alii* 2010: 173-174). Urbanísticamente la ciudad se sitúa en una pequeña colina delante de la costa mediterránea, en el actual barrio de *Dalt de la Vila*, con dos rieras que la limitan por este y oeste. La organización de las calles de la ciudad siguió un plan ortogonal. Actualmente se tienen evidencias de que la ciudad podría llegar a tener unas 12 hectáreas (figura 2 b).

La época de máximo esplendor de la ciudad (gracias a la producción y comercio de vino), se sitúa en el período augustal (del 27 a. C. al 14 d. C.), hecho que se demuestra por el embellecimiento y remodelación de los edificios públicos, pero también por la construcción de grandes *domus*, como las llamadas casas de l'*Heura* o la *dels Dofins*, donde se documentaron las tuberías que nos ocupan (figura 2 c y 3 a).

2.1. La casa dels Dofins

En el año 1927, J.C. Serra Ràfols localizó gran parte de una *domus*, con distintas habitaciones que rodeaban un atrio, decoradas con pavimentos de *opus sectile*, mosaicos con decoración geométrica en blanco y negro (figura 3 b y c) y *opus signinum* teselado.

Entre los años 1981 y 1992, se realizaron distintas campañas de excavación, donde aparte de volver a excavar los hallazgos del año 1927, se documentó una zona de trabajo relacionada con la producción del vino y unas habitaciones que se abrían a una zona de peristilo o jardín con un estanque alargado delante.

En el año 2008 la casa fue musealizada (aproximadamente 600 m²), formando parte de los espacios de la ciudad romana que desde entonces es visitable de manera regular.

¹ Los trabajos de Conservación-Restauración, así como los análisis planteados, se han visto retrasados debido a la crisis de la COVID-19.



Figura 1. Instalaciones del Laboratorio C-R de la OPC y personal que trabaja en él

Figure 1. OPC's C-R Laboratory facilities and staff working there

2.2. Las tuberías de plomo de la Casa dels Dofins

Las tuberías restauradas se encontraron durante la campaña del año 1986, en la zona de trabajo de la casa (figura 3 c y d). La tubería de plomo estaba situada por encima de distintas cloacas de desague, ya amortizadas, del espacio de la industria del vino, provenientes de la zona del atrio y las habitaciones de la casa. Estas desaguan las aguas pluviales o sucias a la cloaca central del *cardo maximus* de la ciudad, al que abría el espacio de producción de vino.

Pensamos que la tubería de plomo llevaría agua limpia, pero la poca largada documentada y el no tener una conexión clara con ningún otro elemento de la casa, hace difícil poder decir la dirección del agua que circulaba en ella. Como en otros puntos de la ciudad, muchos tubos de plomo fueron arrancados ya en época romana para ser reutilizados, así como por el valor del metal.

A pesar de que los romanos utilizaban también canalizaciones de cerámica (*tubuli*), mucho más económicos que los de plomo (*fistulae plumbeis*), su utilización se debe a que era un material muy maleable y permitía la adaptación en giros curvados o en zigzag a lo largo del trayecto, un hecho que compensaba la toxicidad del plomo, que los romanos ya conocían (saturnismo o plumbosis). En *Baetulo* se han documentado tuberías de plomo tanto en el ámbito privado como en el público.

La cronología estimada para estas tuberías sería entre época de Claudio (41-54 d. C.) y los flavios (69-96 d. C.), momento en que también estaba en funcionamiento el espacio de producción de vino (Puerta y Rodríguez, 1986).

3. Analíticas

3.1. Introducción y objetivos

Desde el momento en que se tuvo el primer contacto con los fragmentos de tuberías de plomo procedentes de la *Casa dels Dofins* del Museo de Badalona, durante la primera revisión de su estado de conservación, se constató que presentaban su interior colmatado por sedimentos formados por arcillas, limos y arenas (figura 4 a). Esta evidencia movió al equipo a plantear la posibilidad de aplicar analíticas escasamente utilizadas en el estudio de este tipo de objetos, y antes de iniciarse los trabajos de conservación-restauración propiamente dichos, se extrajeron las muestras necesarias.

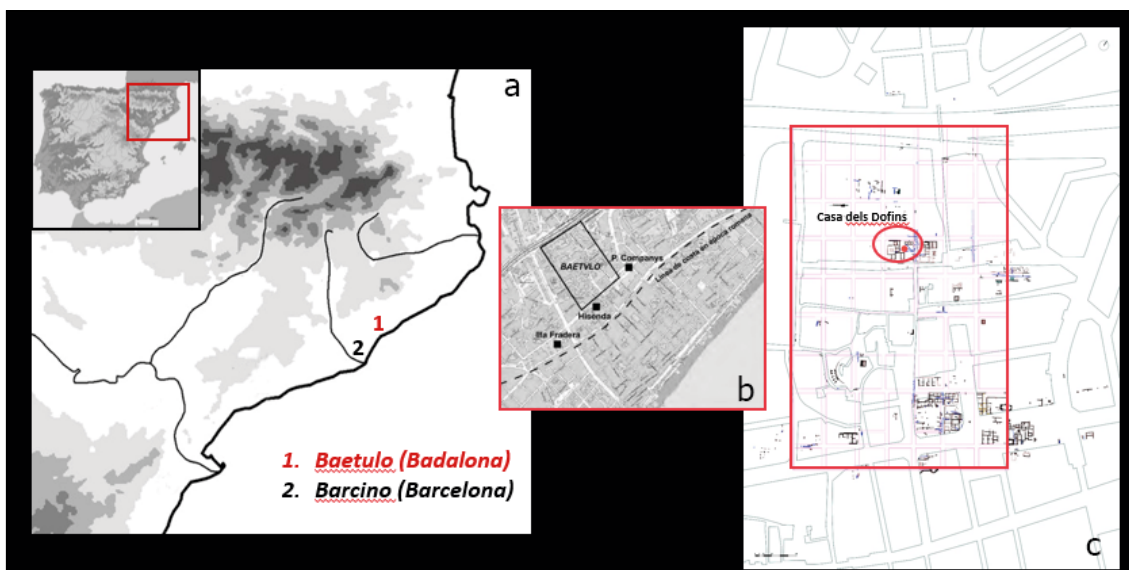


Figura 2. Contextualización arqueológica
Figure 2. Archaeological contextualization

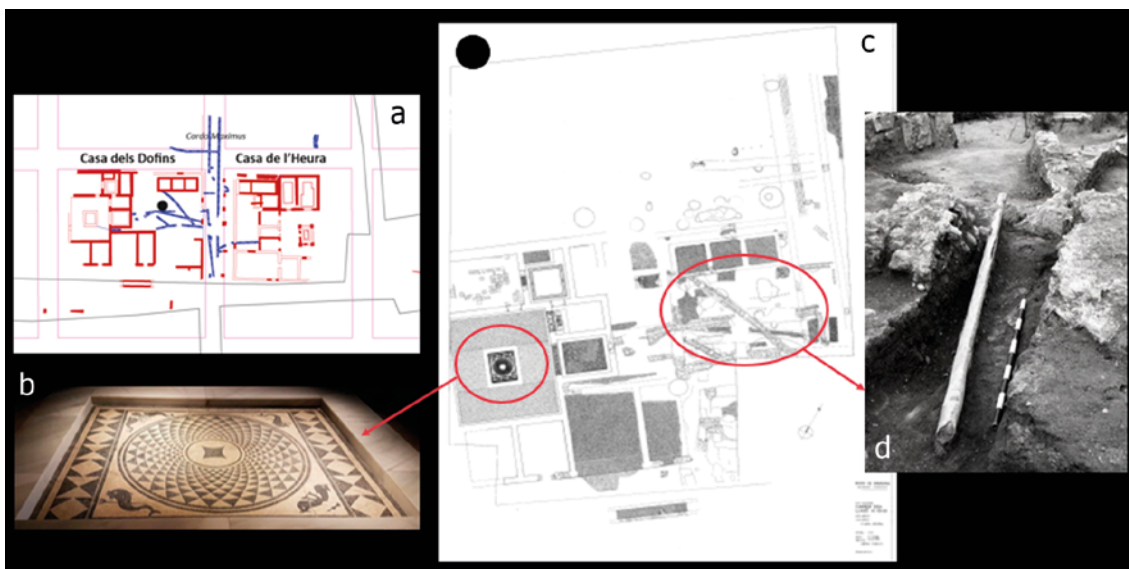


Figura 3. Contextualización arqueológica
Figure 3. Archaeological contextualization

Se propuso el estudio de los microrrestos vegetales contenidos en el sedimento, con un triple objetivo:

- a. Aportar información complementaria sobre la composición y calidad de las aguas que circularon por la tubería
- b. Suministrar datos sobre el funcionamiento de la tubería y su proceso de abandono y colmatación
- c. Contribuir al conocimiento del paisaje y el uso económico de plantas en el ámbito de estudio (casa de atrio y peristilo con zona de manufactura y envase de vino, asociadas a época augustea).

Con estos objetivos, los microfósiles vegetales estudiados están formados por: restos de algas, ascosporas de hongos (que en su conjunto forman el grupo de los denominados Microfósiles no-polínicos) y granos de polen.



Figura 4. Proceso de extracción de muestras

Figure 4. Sample extraction process

3.2. Extracción y tipo de muestras

La extracción se realiza en el Laboratorio de C-R de la OPC (febrero de 2020) (figura 4 b). Para cada tubería, se extrae un mínimo de tres muestras, que abarcan la totalidad de la longitud de sedimento conservado dentro de cada fragmento (figura 4 c). En total, 19 muestras de dos tipos:

- Tipo 1. Capa de sedimento directamente en contacto con la cara interior de la tubería. Extracción realizada mediante el rascado de esta superficie con bisturí (figura 4 d). Por demanda expresa del palinólogo, las muestras deben tener un peso mínimo de 10 g.
- Tipo 2. Muestra de sedimento más suelto, que salta fácilmente del interior de la tubería y en mucha cantidad. En algunos casos se ha conservado en conexión (figura 4 e).

Todas las muestras se guardan en bolsas de cierre hermético, identificadas con: número de muestra, nombre de la tubería y zona de extracción. Todos los datos quedan recogidos en un documento (figura 4 f).

Así pues, las muestras para el estudio de microrrestos vegetales corresponden a las del Tipo 1. El objetivo de extraer sedimentos en condiciones de micro contexto adherido al objeto es recuperar la muestra más fiable de la fase de uso de la tubería y evitar al máximo las partículas asociadas a la colmatación, con posterioridad a su abandono. Complementariamente, se obtiene un conjunto de muestras sedimentarias blancas para disponer de un espectro de las partículas post-abandono, asociadas al proceso de colmatación (Tipo 2).

3.3. Metodología y tipo de estudio

Una vez extraídas, las muestras de sedimento son sometidas a tratamientos estándar del protocolo polínico (disolución y filtraje de sedimentos) para poder realizar la posterior identificación de los restos mediante microscopio óptico a x400 y x630 (Faegri e Iversen, 1989). Estos tratamientos químicos se realizan en el Laboratorio de Arqueología de la Facultad de Geografía e Historia de la Universidad de Barcelona.

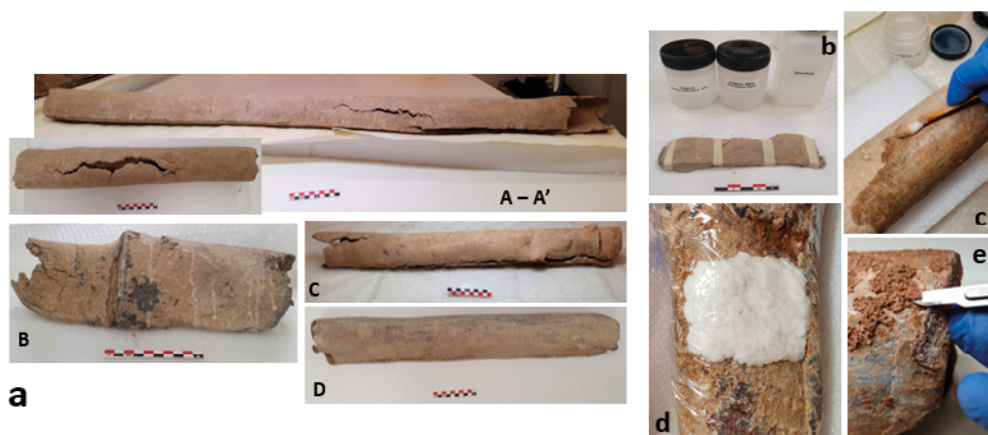


Figura 5. Estado de conservación inicial y tratamientos de C-R

Figure 5. Initial conservation status and C-R treatments

4. Los trabajos de Conservación-Restauración

4.1. Introducción y objetivos

Toda la intervención se ha visto condicionada por el tamaño y peso de las piezas (grandes dimensiones y difícil manejo), así como por la toxicidad del material a tratar (plomo). En general, el estado de conservación es bastante bueno, por lo que nuestros principales objetivos han sido eliminar las capas de tierra y polvo más o menos concrecionadas que presentaban los distintos fragmentos en superficie, y en la medida de lo posible, la eliminación de la corrosión y la estabilización de las piezas.

Estos trabajos se han regido por el criterio de mínima intervención y reversibilidad de los tratamientos, así como por la exhaustiva documentación del estado de conservación y de todo el proceso de C-R realizado (ICOMOS, 2020).

4.2. Estado de conservación

El estado de conservación se ha visto condicionado, como todo bien arqueológico, por los procesos post-deposicionales (como la presión del terreno, a lo que el plomo es especialmente sensible por ser un material muy maleable), así como el momento de exhumación (cambio brusco de condiciones) (Fernández *et alii*, 2012: 77), entre otros. En este caso debemos destacar también el largo almacenamiento sufrido.

Conservamos cuatro fragmentos de tuberías de plomo (De la Peña, 2010: 269) (figura 5 a), que presentan su interior colmatado de sedimento, capas de corrosión (principalmente, cerusita o carbonatos básicos de plomo), así como restos de tierra de la excavación más o menos concrecionada.

- A+A'. MB17934 (1,98 × 7 cm): De perfil ovoide, A presenta la zona de soldadura separada, zonas abombadas ya de antiguo, grietas y fisuras. Conservamos un pequeño fragmento desprendido, con el que se realizan las pruebas de limpieza. Durante la extracción de muestras se desprende el fragmento A', muy curvado y con una importante grieta en la parte central.
- B. MB17935 (37,7 × 7 cm): zona de encaje entre tuberías. Presenta el peor estado de conservación, con exfoliaciones, pérdidas de sustrato, así como grietas y algún golpe (metal en vivo). Presenta pequeñas gotas y regueros de pintura.

- C. MB17936 (77,7 × 7 cm): presenta un encaje en uno de los extremos con importantes concreciones. Abierto también por la zona de soldadura. Tiene golpes donde se puede observar el metal en vivo.
- D. MB17937 (68,7 × 7 cm): de perfil diferente al resto (en «D»), tiene la zona de soldadura muy marcada. De superficie lisa y compacta, apenas presenta grietas, pero si algún golpe (metal en vivo). Presenta gotas y regueros de pintura.

4.3. Pruebas de limpieza (figura 5 b)

Se aplica: (1) agua desmineralizada y jabón neutro al 3 %; (2) mixta agua-alcohol y finalmente, (3) alcohol. Los productos son aplicados combinando el uso de hisopos y pinceles. Para remover la suciedad generada y facilitar que la pieza no esté húmeda en exceso, se pulveriza alcohol en superficie y se eliminan los restos con hisopos limpios.

4.4. Tratamientos realizados

La primera limpieza se realiza con paletinas, palitos de madera y aspirador, y persigue eliminar los depósitos de tierra más voluminosos. Una vez eliminados, se pasa a realizar la limpieza de la tierra y polvo de la superficie, combinando los tres métodos descritos en las pruebas de limpieza (figura 5 c).

En algunos casos se ha utilizado EDTA bisódica diluida al 5 % en agua desmineralizada, para terminar de eliminar las tierras más concrecionadas, así como la corrosión. El tipo de aplicación ha sido distinta según casuística de cada fragmento. En los fragmentos A' y D se ha aplicado de manera localizada y con una duración determinada y controlada, a través de *papetas* de pulpa de papel, con la aplicación de un papel barrera para facilitar su retirada (figura 5 d). En el fragmento B se ha aplicado por inmersión en diversos baños. Todos estos tratamientos han sido debidamente neutralizados.

En distintos momentos se ha utilizado el lápiz de fibra de vidrio y el bisturí (figura 5 e), de manera puntual y en zonas concretas, para eliminar capas de suciedad gruesas y adheridas, vigilando en todo momento no rayar la superficie.

Las zonas en las que se han detectado manchas de pintura (*moderna*, ya que se encuentra encima de la capa de tierra de la excavación), han sido eliminadas con hisopos impregnados de acetona.

Una vez terminados los tratamientos, se pasan hisopos impregnados de alcohol por todas las superficies a modo de limpieza final.

El secado, condicionado por las dimensiones y peso de cada fragmento, se realiza vaporizando alcohol y luego acetona, sobre las superficies.

A modo de consolidación/protección final, se aplica a pincel una capa de Paraloid-B72 al 2 % en acetona.

5. De vuelta al museo

Cerramos el círculo. Realizados los trabajos (figura 6 a), después de tantos años, las piezas vuelven al Museo. Se instalan en una vitrina de pared en el recorrido de la exposición permanente del Museo (figura 6 b).

En la memoria entregada al Museo, se detallan los parámetros que creemos oportunos para la correcta conservación de las piezas: H.R del 30 % (\pm 5 % de oscilación anual); temperatura de entre 18 y 20 °C (\pm 5 °C de oscilación anual) y lux inferiores a 50, recalcando la importancia de crear un entorno con unas condiciones lo más estables posibles (Pugès y Fernández, 2012).



Figura 6. Piezas finalizadas. Exposición en el museo

Figure 6. Finished pieces. Exhibition at the museum

El conocimiento individualizado adquirido de cada pieza permite realizar otras recomendaciones a nivel expositivo:

- Interposición de un lecho de espuma de pH neutro, tipo *foam*, entre la pieza y el estante de metal galvanizado, para amoldarse a la superficie de la tubería y minimizar la rigidez del soporte expositivo, teniendo en cuenta el gran peso de cada pieza y la maleabilidad del plomo.
- Se explicita la mejor posición para exponer cada fragmento, según las deformaciones que presenta. Se pretende que cada fragmento tenga el máximo volumen de superficie apoyado al lecho expositivo, intentando evitar tensiones mecánicas no deseadas que puedan acabar resultando perjudiciales.

6. Conclusiones

Somos conscientes de la gran cantidad de piezas que atesoran las reservas de los museos y las dificultades que ello acarrea a la gran mayoría de estas instituciones, a la hora de almacenar o poder mostrar al público, todo este vasto patrimonio. Instituciones que, mayoritariamente, cuentan con recursos limitados en todo aquello referido a temas de conservación-restauración.

El Laboratorio de C-R de la OPC tiene como uno de sus principales objetivos, ayudar a todas estas instituciones a llevar a cabo sus proyectos y mantener el patrimonio que atesoran en las mejores condiciones posibles. El trabajo aquí presentado es un claro ejemplo de aquello que queremos y debemos aportar desde el Laboratorio.

También somos conscientes de los cambios y progresos que se vienen haciendo a nivel de conservación-restauración arqueológica, con la cada vez más estrecha colaboración entre arqueólogos y conservadores-restauradores (entre otros especialistas) con lo que ello conlleva de positivo para la salvaguarda de nuestro patrimonio (Bertral *et alii*, 2017: 83; Eguiluz y Morell, 2020: 260).

El Museo de Badalona no es una excepción. Estos restos han estado almacenados durante años en el museo desde que fueron descubiertos. Gracias a la tenacidad de sus técnicos y las ayudas de la OPC

en C-R, han podido ser estudiados y sometidos a los tratamientos necesarios para poder ser finalmente expuestos de la mejor manera posible, cumpliendo así los objetivos que nos habíamos marcado.

En definitiva, los trabajos de C-R realizados han tenido como finalidad, conseguir estabilizar, favorecer una mejor lectura y aportar más información sobre las piezas tratadas.

Lo que queremos destacar y poner en valor de esta intervención, es el trabajo en equipo y multidisciplinar realizado, en pro de nuestra disciplina, la conservación-restauración, y, por ende, y como no puede ser de otra manera, de nuestro patrimonio. Creemos que, como restauradoras, parte de nuestro trabajo debe ser también el de favorecer estos trabajos en conjunto con otros especialistas.

En el momento de publicación de este artículo se sigue trabajando en la identificación de microfósiles, por lo que, aún no podemos presentar resultados concluyentes sobre los mismos. Estamos seguros de que aportarán información relevante a nivel arqueológico, y no cabe duda de que en su momento serán debidamente publicados.

Bibliografía

- Antequera, F. *et alii* (2010): “El suburbio occidental de *Baetulo*”. En D. Vaquerizo (ed.): *Las áreas suburbanas en la Ciudad Histórica. Topografía, usos, función*. Monografías de Arqueología Cordobesa, 18. Universidad de Córdoba: 173-210.
- Bertral, A. *et alii* (2017): “Colaboración entre arqueólogos y restauradores en el Institut Català d’Arqueologia Clàssica”. En M.T. Doménech y A. Doménech (eds.): *Proceedings of the 3rd Conference on electrochemical techniques applied to the conservation of artworks. New Insights into the technical examination and conservation of metallic heritage artefacts*. Universitat Politècnica de Valencia. Valencia: 82-89.
- Carta de Cracòvia (2000): *Principis per la conservació i restauració del patrimoni construït*. ICOMOS. Cracòvia.
- De la Peña, J.M. (2010): “Sistemas romanos de abastecimiento de agua”. En Fundación de la Ingeniería Técnica de Obras Públicas (eds.): *Las técnicas y las construcciones en la ingeniería romana*: 249-282.
- Eguiluz, D. y Morell, A. (2020): “La conservació-restauració del Castellot de Bolvir. La interdisciplinarietat de l’arqueologia”. *Treballs d’Arqueologia*, 24: 245-261.
- Faegri, K. e Iversen, J. (1989): *Textbook of modern pollen analysis*. Ejnar Munksgaard. Copenhagen.
- Fernández, L. *et alii* (2012): “Intervenció sobre un conjunt de capsetes de plom del Museu Arqueològic d’Eivissa”. *Unicum*, 11: 73-80.
- Jiménez, M.C. (2002): *Baetulo. La ceràmica de vernís negre. Una contribució a l’estudi de la romanització a la Laietània*. Monografies Badalonines, 17. Museu de Badalona. Badalona.
- Puerta, C. y Rodríguez, M. (1986): *Informe de la campanya d’excavacions realitzades al carrer Lladó 45-53 de Badalona*. Inédito.
- Pugès i Dorca, M. y Fernández, L. (2012): *La conservación preventiva durante la exposición de materiales arqueológicos*. Ediciones Trea, S.L. Gijón.