

SPAL MONOGRAFÍAS ARQUEOLOGÍA
XLVIII

Adobes & cía.

Estudios multidisciplinarios sobre
la construcción en tierra desde
la prehistoria hasta nuestros días

OLIVA RODRÍGUEZ GUTIÉRREZ
ARTURO JIMÉNEZ VIERA
(COORDINADORES)



Editorial Universidad de Sevilla

Adobes & cía.



COLECCIÓN SPAL MONOGRAFÍAS ARQUEOLOGÍA

DIRECTOR DE LA COLECCIÓN

Ferrer Albelda, Eduardo

CONSEJO DE REDACIÓN

Álvarez Martí-Aguilar, Manuel. Universidad de Málaga

Álvarez-Ossorio Rivas, Alfonso. Universidad de Sevilla

Belén Deamos, María. Universidad de Sevilla

Beltrán Fortes, José. Universidad de Sevilla

Ferrer Albelda, Eduardo. Universidad de Sevilla

Garriguet Mata, José Antonio. Universidad de Córdoba

Gavilán Ceballos, Beatriz. Universidad de Huelva

Oria Segura, Mercedes. Universidad de Sevilla

Pereira Delgado, Álvaro. Facultad de Teología San Isidoro. Archidiócesis de Sevilla

Vaquerizo Gil, Desiderio. Universidad de Córdoba

COMITÉ CIENTÍFICO

Arruda, Ana Margarida. Universidade de Lisboa

Bonnet, Corinne. Universidad de Toulouse

Cardete del Olmo, M.^a Cruz. Universidad Complutense de Madrid

Celestino Pérez, Sebastián. Instituto de Arqueología de Mérida, CSIC

Chapa Brunet, Teresa. Universidad Complutense de Madrid

Díez de Velasco Abellán, Francisco. Universidad de la Laguna

Domínguez Monedero, Adolfo J. Universidad Autónoma de Madrid

Garbati, Giuseppe. CNR, Italia

Marco Simón, Francisco. Universidad de Zaragoza

Montero Herrero, Santiago C. Universidad Complutense de Madrid

Mora Rodríguez, Gloria. Universidad Autónoma de Madrid

Tortosa Rocamora, Trinidad. Instituto de Arqueología de Mérida, CSIC

Oliva Rodríguez Gutiérrez
Arturo Jiménez Viera
(coordinadores)

Adobes & cía.

Estudios multidisciplinares sobre
la construcción en tierra desde
la prehistoria hasta nuestros días

SPAL MONOGRAFÍAS ARQUEOLOGÍA

Nº XLVIII



Sevilla 2022

Colección: Spal Monografías Arqueología
Núm.: XLVIII

COMITÉ EDITORIAL:

Araceli López Serena
(Directora de la Editorial Universidad de Sevilla)
Elena Leal Abad
(Subdirectora)

Concepción Barrero Rodríguez
Rafael Fernández Chacón
María Gracia García Martín
María del Pópulo Pablo-Romero Gil-Delgado
Manuel Padilla Cruz
Marta Palenque
María Eugenia Petit-Breuilh Sepúlveda
José-Leonardo Ruiz Sánchez
Antonio Tejedor Cabrera

Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de este libro puede reproducirse o transmitirse por ningún procedimiento electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia, grabación magnética o cualquier almacenamiento de información y sistema de recuperación, sin permiso escrito de la Editorial Universidad de Sevilla.

Esta publicación es parte de los proyectos de I+D+i: *La construcción en el Valle del Guadalquivir en época romana. Tradición e innovación en las soluciones arquitectónicas y los procesos tecnológicos, económicos y productivos (TradE)* (HAR2015-64392-C4-4-P), *La logística en la ciudad romana. ¿Una economía circular? Circ-E* (PID2020-114349GB-I00), financiados por MCIN/AEI/10.13039/501100011033, y *Estudio, intervención y recuperación de la construcción con tierra en la Baja Andalucía (crudUS)* (US-1381493), financiado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) y la Consejería de Transformación Económica, Industria, Conocimiento y Universidades de la Junta de Andalucía, dentro del Programa Operativo FEDER 2014-2020.



FONDO EUROPEO DE
DESARROLLO REGIONAL
Una manera de hacer Europa

Unión Europea



Diseño de cubierta, ilustraciones interiores de portadillas y póster:
María del Mar Camacho Muriel «La Mari».

© Editorial Universidad de Sevilla 2022

c/ Porvenir, 27-41013 Sevilla.

Tlfs.: 954 487 447; 954 487 451; Fax: 954 487 443

Correo electrónico: eus4@us.es

Web: <https://editorial.us.es>

© Oliva Rodríguez Gutiérrez y Arturo Jiménez Viera, coordinadores 2022

© De los textos, los autores 2022

Impreso en papel ecológico

Impreso en España-Printed in Spain

ISBN 978-84-472-2377-0

Depósito Legal: SE 2491-2022

Maquetación: Intergraf

Impresión: Masquelibros

Índice

Presentación. La construcción con tierra: un laboratorio interdisciplinar	
OLIVA RODRÍGUEZ GUTIÉRREZ y ARTURO JIMÉNEZ VIERA	11

BLOQUE I: CASOS DE ESTUDIO EN YACIMIENTOS ARQUEOLÓGICOS

Consideraciones sobre las estructuras de adobe y su conservación en el templo de Millones de Años de Tutmosis III	
MYRIAM SECO ÁLVAREZ, JAVIER MARTÍNEZ BABÓN y AGUSTÍN GAMARRA CAMPUZANO	17

Adobes para la «Puerta de los Dioses», la construcción de estructuras defensivas en Babilonia a mediados del I milenio a.C.	
ROCÍO DA RIVA	27

La construcción con tierra en edificios sagrados y profanos en el mundo colonial fenicio. El santuario de El Carambolo	
ÁLVARO FERNÁNDEZ FLORES y ARACELI RODRÍGUEZ AZOGUE.....	41

«Construyendo Tarteso»: un proyecto multidisciplinar para abordar el conocimiento de Tarteso a través de la arquitectura de tierra	
ESTHER RODRÍGUEZ GONZÁLEZ y SEBASTIÁN CELESTINO PÉREZ	59

Arquitectura en tierra de Giribaile (Vilches, Jaén). Los ladrillos conformados en frío del Área 11	
LUIS MARÍA GUTIÉRREZ SOLER, ANTONIO JESÚS ORTIZ VILLAREJO y FRANCISCO ANTONIO CORPAS IGLESIAS	79

Primeros avances sobre la construcción en tierra en
el yacimiento arqueológico de Cerro Macareno
(La Rinconada, Sevilla)

FRANCISCO JOSÉ GARCÍA FERNÁNDEZ, ANTONIO M. SÁEZ ROMERO y
LIVIA TIRABASSI..... 91

Tradicón e innovación. Evidencias de uso de la tierra cruda
en la construcción romana en el Valle del Guadalquivir

OLIVA RODRÍGUEZ GUTIÉRREZ 115

BLOQUE II: CARACTERIZACIÓN ARQUEOMÉTRICA,
ENSAYOS TÉCNICOS Y PROTOCOLOS DE
ACTUACIÓN SOBRE TIERRA CRUDA Y OTROS
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN ANTIGUA

La conservación de fábricas de tapia. Ensayos y criterios
de control e intervención

JACINTO CANIVELL, ANA GONZÁLEZ SERRANO y
REYES RODRÍGUEZ GARCÍA 137

Aspectos estructurales de construcciones de tierra.
Caracterización e inspección mediante ensayos mecánicos
y ensayos no destructivos

MARIO SOLÍS MUÑOZ y JOSÉ DANIEL RODRÍGUEZ MARISCAL 163

Evaluación de la resistencia mecánica de morteros
de tierra cruda estabilizados con gomas obtenidas
de plantas de la familia *cactaceae*

OLGA MARÍA MEDINA LORENTE y BEGOÑA CARRASCOSA MOLINER..... 177

Metodología práctica para la selección de suelos y fibras
vegetales en la construcción con adobe y tapia

ARTURO JIMÉNEZ VIERA 187

Caracterización arqueométrica del mortero del teatro
y del anfiteatro romanos de Mérida

MARÍA ISABEL MOTA LÓPEZ, ANTONIO PIZZO, RAFAEL FORT GONZÁLEZ
y MÓNICA ÁLVAREZ DE BUERGO 205

Datación de morteros mediante radiocarbono

FRANCISCO JAVIER SANTOS ARÉVALO..... 219

**BLOQUE III: EL PRESENTE DE LA CONSTRUCCIÓN
EN TIERRA: ARQUITECTURA VERNÁCULA
Y PROYECTOS EXPERIMENTALES**

El Ecomuseo del río Caicena en Almedinilla: miscelánea de los trabajos de etnoarqueología y restauración de las construcciones de tierra en el poblado ibérico del Cerro de la Cruz (Almedinilla-Córdoba)	231
IGNACIO MUÑIZ JAÉN	
La arquitectura vernácula en los entramados patrimoniales	245
ANICETO DELGADO MÉNDEZ	
El sistema constructivo de la tapia en los molinos aceiteros históricos de Écija: aproximación descriptiva y gráfica	261
JORGE MOYA MUÑOZ	
<i>Jugando con el barro: arqueología experimental en torno a la construcción en tapia y adobe desde época antigua hasta nuestros días</i>	
OLIVA RODRÍGUEZ GUTIÉRREZ, FRANCISCO JOSÉ GARCÍA FERNÁNDEZ, ARTURO JIMÉNEZ VIERA, JORGE MOYA MUÑOZ, JACINTO CANIVELL, EDUARDO FERRER ALBELDA, REYES RODRÍGUEZ GARCÍA, JOSÉ LUIS ESCACENA CARRASCO, MIGUEL ÁNGEL TABALES RODRÍGUEZ y ANA GONZÁLEZ SERRANO	277
Los autores	293



Editorial Universidad de Sevilla

Not for distribution or sale.

Jugando con el barro: arqueología experimental en torno a la construcción en tapia y adobe desde época antigua hasta nuestros días

*Oliva Rodríguez Gutiérrez**

*Francisco José García Fernández**

*Arturo Jiménez Viera***

*Jorge Moya Muñoz***

*Jacinto Canivell****

*Eduardo Ferrer Albelda**

*Reyes Rodríguez García*****

*José Luis Escacena Carrasco**

*Miguel Ángel Tabales Rodríguez****

*Ana González Serrano*****

1. INTRODUCCIÓN

La actividad que aquí se presenta tomó forma en un proyecto de innovación docente de la Universidad de Sevilla, en la modalidad de redes de colaboración, denominado «Taller de arqueología experimental. La construcción en tierra cruda: desde las técnicas protohistóricas a la bioarquitectura sostenible», desarrollado entre noviembre de 2017 y junio de 2018¹.

Desde hace algunos años algunos de los investigadores que han formado parte del grupo de trabajo venían desarrollando investigaciones y experiencias relativas al empleo en construcción de la tierra cruda. En el caso de los arqueólogos, más interesados en la naturaleza de las construcciones antiguas, tanto protohistóricas como romanas en su ámbito geográfico principal de actuación, el Valle del Guadalquivir (Ferrer *et al.* 2007; 2008; Rodríguez Gutiérrez 2017); los arquitectos, a su vez, estaban profundizando en las propiedades de estos materiales como idóneas para su mantenimiento entre las tradiciones vivas de la construcción contemporánea y su aplicación en proyectos de intervención en patrimonio histórico (Canivell 2011; González Serrano *et al.* 2012). El interés común, con puntos en ocasiones paralelos y en ocasiones plenamente confluentes, propició el desarrollo del proyecto

* Departamento de Prehistoria y Arqueología, Univ. de Sevilla, España.

** Asociación TAPH-TAPH, Sevilla, España.

*** Departamento de Construcciones Arquitectónicas II, ETSIE, Univ. de Sevilla, España.

**** Departamento de Construcciones Arquitectónicas I, ETSIA, Univ. de Sevilla, España.

1. El proyecto fue desarrollado en el marco del III Plan Propio de Docencia de la Universidad de Sevilla durante el curso académico 2017-2018. Fue financiado con una ayuda dentro de la convocatoria de Apoyo a la coordinación e innovación docente, modalidad 1.2.3B, «redes de colaboración para la innovación docente». Igualmente se enmarcó en las líneas de trabajo del proyecto del PN de I+D+i *La construcción en el Valle del Guadalquivir en época romana. Tradición e innovación en las soluciones arquitectónicas y los procesos tecnológicos, económicos y productivos (Trad-E)* (HAR2015-64392-C4-4-P) y del Proyecto General de Investigación de la Consejería de Cultura y Patrimonio de la Junta de Andalucía: *Cerro Macareno: arqueología y patrimonio en la vega del Guadalquivir*.

de innovación docente que aquí se expone, tratando, además, de involucrar al alumnado en una experiencia con un marcado carácter transversal e interdisciplinar. Todo ello venía, además, a dar respuesta a las crecientes necesidades de los títulos universitarios, eminentemente más prácticos pero, además, más versátiles en un diseño curricular académicamente menos encorsetado.

En concreto, el Grado en Arqueología llega a su implantación completa en el curso académico 2016-17, con el egreso de los primeros graduados. En cuarto curso se incluye una asignatura denominada *Practicum*, que, como su propia denominación indica, trata de aportar al alumnado conocimientos, destrezas y habilidades procedimentales en el campo de la práctica arqueológica. Ello solo es posible en un yacimiento real y por medio del acercamiento a las labores concretas que el profesional de la arqueología desarrolla de forma habitual y cotidiana. Dicha formación práctica ha estado siempre ausente de los planes de estudios tradicionales y las generaciones de arqueólogos formados entonces se vieron obligados a adquirirla fuera del ámbito académico o en forma de experiencias voluntarias y de acceso limitado en el marco de proyectos de investigación. Por ese motivo, a partir de entonces se puso en marcha un proyecto arqueológico –en forma de un Proyecto General de Investigación de la Consejería de Cultura y Patrimonio histórico– a desarrollar en el yacimiento de Cerro Macareno (La Rinconada, Sevilla) (fig. 1). Dicho yacimiento es emblemático en

la historia de la protohistoria meridional y, de hecho, de él se obtuvieron buena parte de las bases de la secuencia cronológica actualmente vigente para el mediodía hispano (Martín de la Cruz 1976; Fernández Gómez *et al.* 1979; Pellicer *et al.* 1983; Ruiz Mata y Vallejo 2002; García Fernández *et al.* en el presente volumen).

El taller de innovación docente se planteaba, por tanto, estrechamente vinculado a las actividades que se llevaran a cabo en el Cerro Macareno, dadas las posibilidades que ofrecía tanto por la información sobre la construcción antigua en tierra cruda como por contar con un espacio idóneo para realizar arqueología experimental con estudiantes en formación. Además, la estrecha colaboración con el Ayuntamiento de La Rinconada y, específicamente, con su museo municipal, planteaba, en un futuro a corto y medio plazo, la puesta en valor del yacimiento. Para ello se hacía necesaria, desde el comienzo, una profunda reflexión sobre cómo intervenir *in situ*, las necesidades de la interpretación para lograr un discurso comprensible para un público amplio, así como los límites de la propia reconstrucción física de ambientes y estructuras (Warren 2001; Fiorani 2003; Olcina 2005). Aquí resultaba fundamental la experimentación previa con los materiales, a fin de garantizar el respeto por el lenguaje constructivo antiguo y, a la vez, la durabilidad y legibilidad.

El proyecto, de acuerdo al formato establecido por la convocatoria de ayudas a la innovación



Figura 1. Vista general de uno de los dos sectores supervivientes del antiguo Cerro Macareno, destruido en buena parte de su superficie a comienzos de la década de los setenta a causa de la explotación como cantera de áridos. Al pie de él se ha desarrollado el taller experimental de arquitectura en tierra (Fot. F.J. García Fernández)

docente de la Universidad de Sevilla a la que concurrió, fue asociado a una serie de asignaturas de diferentes titulaciones del curso académico 2017-2018. Eso suponía integrar diferentes etapas del trabajo en el desarrollo habitual de dichas materias, a la vez que dar la oportunidad al alumnado matriculado en ellas de participar en la globalidad de las actividades programadas, algunas ya con carácter extracurricular. En todos los casos se trató de una participación voluntaria que recibió, no obstante, una gran acogida por parte de los estudiantes. Estas asignaturas eran, en el Grado en Arqueología: Prehistoria, de primer curso; Arqueología de la Construcción y Arqueología de los Procesos Tecnológicos, de tercer curso; Conservación de los Bienes Arqueológicos y *Practicum*, de cuarto curso. A su vez, del Grado en Arquitectura participaron alumnos de la asignatura de Construcción, así como de Construcción Bioclimática y Bioconstrucción del Máster Universitario en Gestión Integral de la Edificación.

2. METODOLOGÍA

En el proyecto confluyeron diferentes aproximaciones metodológicas, de acuerdo con las actividades a realizar. En la medida en la que partíamos de un registro antiguo y de una problemática de base histórica, en primer lugar era necesario realizar un estado de la cuestión sobre la tradición constructiva en tierra cruda en el Mediterráneo antiguo en general y en el área concreta de estudio, en particular. De esta forma, durante las asignaturas del primer cuatrimestre los estudiantes, según la temática concreta de las materias, eligieron diferentes argumentos sobre los que profundizar. Para ello realizaron revisiones de la bibliografía científica a disposición, seleccionada con ayuda del profesor en caso necesario, y elaboraron de forma individual breves ensayos.

Algunos de los temas abordados fueron el origen de la arquitectura en tierra en Próximo Oriente, la arquitectura en tierra en la prehistoria peninsular o los ejemplos de construcción en adobes en el mediodía peninsular, en el marco de la asignatura de Prehistoria. Aspectos más técnicos y procedimentales, tales como metrología y composición, fueron abordados por los alumnos de materias como Arqueología de los procesos tecnológicos y Arqueología de la construcción. De hecho, dichas asignaturas tienen un notable componente práctico que, hasta la fecha, solamente se ha podido desarrollar de forma limitada al no contar con escenarios reales donde llevarse a cabo. También el

estudio de las estructuras incluyó el análisis de las eventuales patologías y su estado de conservación, a cargo de los alumnos de la asignatura Conservación de los bienes arqueológicos. Los trabajos fueron revisados por los docentes responsables de las asignaturas y la valoración obtenida incorporada a la calificación final de las mismas.

En lo que respecta a las tareas *in situ*, se contaba con un análisis previo de las estructuras antiguas conservadas en el yacimiento, realizado en el marco del Proyecto General de Investigación en marcha en el Cerro Macareno desde el curso precedente. Ya con el grupo de estudiantes participantes en la experiencia de innovación los docentes recorrieron los puntos más favorables para la toma de muestras y la selección de suelos geológicos, que fueron georreferenciados. Los análisis físico-químicos y mecánicos, en parte aún en curso, han sido llevados a cabo en los correspondientes laboratorios de la ETSA y la ETSIE, de acuerdo con los protocolos y estándares establecidos para este tipo de ensayos. Dichas pruebas no han quedado incluidas entre las actividades específicas del proyecto docente por considerar que su especificidad superaba el perfil formativo del grupo y resultaba un tanto contraproducente dado el carácter multidisciplinar de este.

Estas acciones previas habían permitido, por tanto, establecer las bases que posibilitarían planificar el desarrollo del taller experimental: se poseía datos sobre módulos y dimensiones de adobes y muros en época protohistórica en el Valle del Guadalquivir y, más concretamente, en el Cerro Macareno; se conocía la composición de los suelos geológicos del área que habían sido empleados para la construcción en el antiguo poblado; y, por último, se tenía al menos una mínima información sobre la granulometría de los materiales, así como sobre la naturaleza de los aditivos añadidos a esas tierras básicas para dotarlas de unas propiedades concretas, como elasticidad, impermeabilidad y resistencia a la erosión.

El taller experimental, sobre el que se profundizará en el apartado de análisis y resultados, se desarrolló en tres sesiones de cinco horas cada una. Un adecuado rendimiento de la actividad hacía conveniente trabajar en grupos reducidos de un máximo de 15 alumnos. Por ese motivo se hicieron dos convocatorias diferentes pudiendo dar así respuesta a un total de 30 participantes de diferentes titulaciones y cursos. El ritmo y periodicidad de las sesiones fue establecido teniendo en cuenta los periodos de secado necesarios para garantizar la buena marcha del experimento.

3. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1. Objetivos

Objetivos generales:

- Completar y aumentar la formación práctica y las competencias procedimentales de los estudiantes de las titulaciones implicadas, destacando el Grado de muy reciente implantación en Arqueología.
- Dotar de la necesaria interdisciplinariedad a titulaciones en ocasiones limitadas por determinadas pautas académicas heredadas.
- Paliar determinadas debilidades observadas en los Planes de Mejora de la titulación de Grado en Arqueología al respecto de actividades de formación complementaria.

Objetivos específicos:

- Analizar de forma directa y sobre evidencias arqueológicas reales la construcción en tierra cruda.
- Reproducir procedimientos constructivos antiguos y tradicionales de acuerdo con metodología de la arqueología experimental.
- Analizar las técnicas antiguas de construcción en tierra, estudiar las condiciones de habitabilidad, así como los procesos de degradación, y ensayar los posibles procedimientos de conservación.
- Realizar diferentes ensayos sobre las nuevas fábricas creadas que permitieran la obtención de inferencias y la propuesta de hipótesis sobre la tecnología antigua.
- Obtener resultados al respecto de las propiedades y naturaleza de los antiguos materiales y su uso, de aplicación en labores de conservación y restauración.
- Completar y aumentar cualitativamente los contenidos del *Practicum* del Grado en Arqueología.
- Fomentar entre los alumnos el trabajo interdisciplinar y el fructífero intercambio entre especialistas y docentes de ámbitos afines.
- Llamar la atención sobre las enseñanzas que el análisis de la tecnología de la construcción antigua podía aportar a las actuales propuestas de arquitectura sostenible y bioarquitectura.

3.2. Programa de acciones

Todas las tareas que se indican a continuación fueron realizadas directamente por los alumnos y tuteladas por los diferentes docentes, de acuerdo con su especialización y competencias en la actividad.

Fase A: estudio de las evidencias de construcciones antiguas.

- Identificación y localización de las estructuras levantadas en tierra cruda conservadas en el yacimiento de Cerro Macareno, por medio de técnicas de georeferenciación por satélite (GPS) (fig. 2).
- Análisis morfológico de las estructuras identificadas a través de la metodología de la Arqueología de la Arquitectura (fig. 3).
- Caracterización de elementos traza de las construcciones en tierra cruda detectadas y seleccionadas, por medio de análisis macro y microscópico.

Fase B: reproducción de técnicas antiguas en tierra cruda.

- Evaluación previa del suelo de un entorno inmediato por medio de pruebas de campo.
- Toma de muestras tanto de suelo geológico como de estructuras constructivas (fig. 4).
- Identificación y selección de materiales: arcillas, limos, áridos y aditivos (fibras).
- Determinación por medio de ensayos de laboratorio de la granulometría y de la plasticidad del suelo.
- Determinación de la dosificación adecuada para tapia y adobe según las pruebas de campo y los ensayos de laboratorio.
- Preparación de la cantidad de material necesaria para la elaboración de adobes y tapias.
- Fabricación y secado de piezas de adobe.
- Ejecución de diversas construcciones: muros de adobe y tapia semejantes a las tipologías identificadas en el lugar².

Fase C: análisis de ensayos y resultados.

- Lectura de los resultados obtenidos a lo largo de un determinado período de tiempo, a fin de identificar la evolución de los materiales y sistemas constructivos, de acuerdo con los diferentes ensayos. Se sirvió de técnicas empleadas en conservación de bienes inmuebles, a fin de evaluar proceso de conservación en el tiempo, presencia de lesiones, patologías, deterioro o degradación, etc.
- Obtención de resultados: sobre idoneidad de los materiales y su comportamiento en un deter-

2. Aunque como ya ha sido señalado en otros trabajos -*vid.* García Fernández *et al.* en este volumen- las masas de tierra documentadas en el curso de las excavaciones realizadas en el Cerro Macareno no parecen responder a tapia propiamente dicha, sino más bien a potentes vertidos de tierra, amasada, quizá en fosas o *formae*.

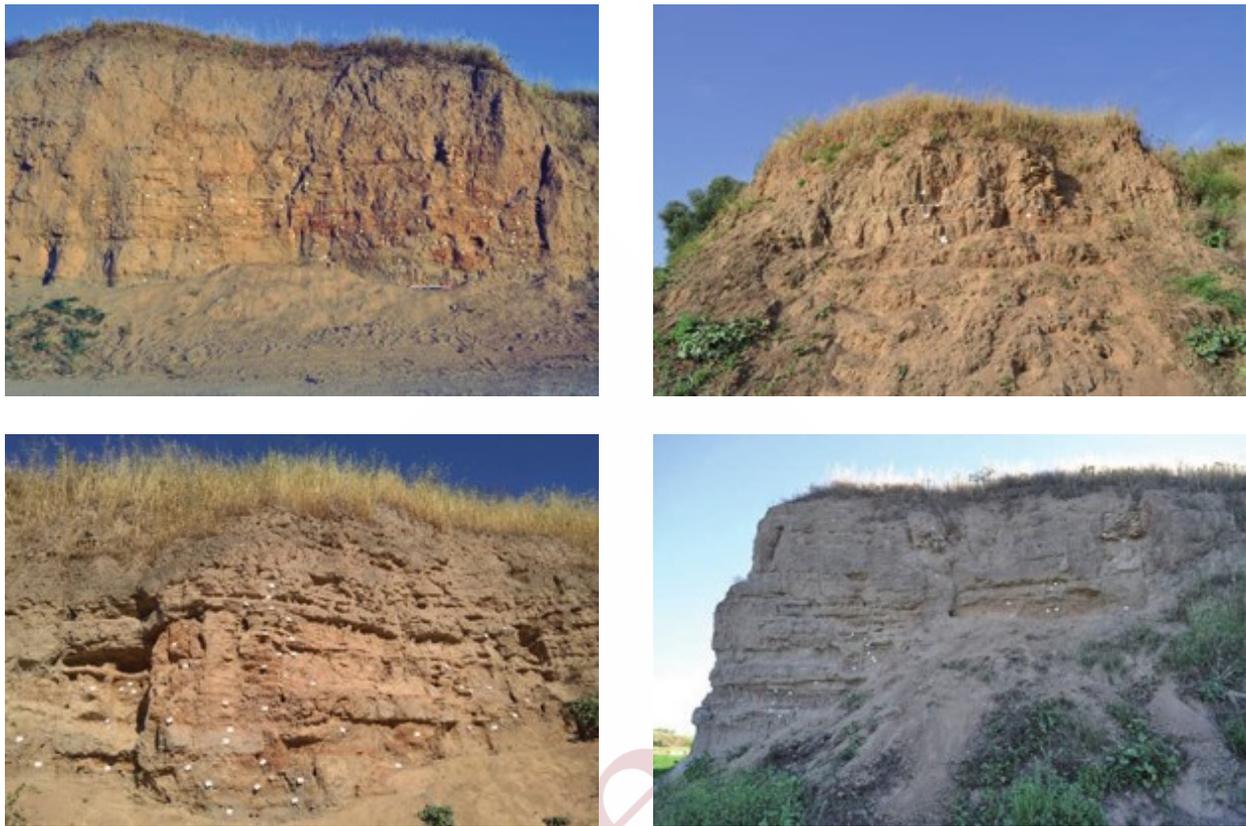


Figura 2. Identificación de los diferentes sectores del yacimiento donde se conservan, en los antiguos perfiles, estructuras levantadas en tierra cruda -tapia y adobe- (Fots. E.J. García Fernández)



Figura 3. Identificación en el Cerro Macareno de estructuras constructivas y su relación estratigráfica relativa estableciendo fases de ocupación y uso (Elaboración: E.J. García Fernández)

minado periodo de tiempo frente a unas condiciones ambientales y/o de conservación dadas; sobre el comportamiento de las fábricas antiguas, sus propiedades y objetivos.

3.3. El taller experimental

De acuerdo con las crecientes necesidades de los nuevos títulos, se planteó la realización de este



Figura 4. Fase de muestreo (Fot. O. Rodríguez)

taller práctico, encargado de combinar los conocimientos de dos ámbitos disciplinares con larga tradición de colaboración como son la arquitectura y la arqueología, también presentes conjuntamente en los propios planes de estudios de titulaciones de nuestra universidad (respectivamente, Grado en Arqueología y Grado en Arquitectura, con derivaciones en diferentes másteres de especialización).

La actividad se basaba, de forma general, en el estudio y análisis de algunos de los sistemas de construcción que utilizan como materia prima la tierra cruda, en forma de mampuestos de adobes o tapia como muros monolíticos; el primero de ellos muy difundido en la edificación del Bajo Guadalquivir desde tiempos protohistóricos; el segundo, por el momento solo documentado a partir de época romano-republicana. Estas técnicas, no por casualidad, fueron empleadas de forma muy intensa en las construcciones de la región durante largo tiempo, con considerable difusión en época romana (*vid.* Rodríguez Gutiérrez en este volumen) a pesar de la presión de otras nuevas, tanto por su fácil abastecimiento en cuanto a los materiales que emplean como por sus propiedades constructivas. En la actualidad, más aún, desde diferentes ámbitos se trabaja en las posibilidades y recuperación de estos sistemas tradicionales en el marco de una construcción ecoeficiente, sostenible y respetuosa con el medio ambiente y la conservación de la arquitectura vernácula (Mileto *et al.* 2017; Jiménez Viera y Moya Muñoz 2019).

A pesar de existir experiencias paralelas previas tanto desde el ámbito de la arqueología –para la caracterización de las antiguas técnicas (Sanmartí *et al.* 2001)– como de la arquitectura –para el aprovechamiento de las posibilidades de la arquitectura regional (Mileto y Vegas 2014; 2017)–, era la primera vez que se planteaba en ámbito andaluz un proyecto interdisciplinar práctico entre ambas. Considerábamos fundamental que esto se produjera en el marco de la innovación docente para aprovechamiento de nuestros estudiantes, de perfiles cada vez más versátiles en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior, y que se veían reflejados en el propio diseño de los actuales planes de estudio.

Los estudiantes al inicio del taller poseían conocimientos suficientes sobre dos aspectos fundamentales: la construcción en tierra cruda a lo largo de la historia, con especial atención a la época antigua, y las principales características conocidas hasta el momento sobre el hábitat en el Cerro Macareno.

En un primer momento se mostró a los participantes diferentes tipos de tierras previamente seleccionadas, de diferente origen geográfico, geológico y, por tanto, muy diferentes propiedades (figs. 5 y 6). A continuación, sirviéndose de una tabla de diagnóstico y organizados en parejas, fueron analizando de forma organoléptica cada una de estas tierras, de acuerdo con características tales como plasticidad, capacidad de retracción, humedad, presencia de materia orgánica, etc. Para ello fueron sometidas a diferentes pruebas físicas en medio seco, húmedo y por precipitación. Ello les permitió obtener



Figura 5. Explicaciones sobre las propiedades de suelos y tierras y sus diferentes aplicaciones en arquitectura (Fot. O. Rodríguez)

sus propias conclusiones sobre la mayor o menor idoneidad de las diferentes tierras (arcillosas, arenosas, limosas, etc.) para según qué usos y funciones (tapia, adobe, revestimientos, conglomerantes), así como la reflexión sobre los aditivos y proporciones a incorporar de ellos, a fin de alcanzar determinadas propiedades conscientemente buscadas por los constructores. De acuerdo con los principios de la arqueología experimental (Santacana 2008), las pruebas realizadas se basaron únicamente en ejercicios de percepción sensorial, semejantes a los que habrían tenido a disposición en época antigua, sin la aplicación, entonces, de ningún tipo de análisis extemporáneo.

A continuación, tomando como base una tierra de una cantera comercial del entorno inmediato al yacimiento, se procedió a su preparación para ser empleada en la fabricación de adobes y tapia. Por razones obvias, al tratarse de un yacimiento arqueológico cuyo expediente de declaración se encuentra actualmente incoado, no resultaba oportuno llevar a cabo en el lugar trabajos de movimiento ni extracción de tierras que no hubieran sido convenientemente autorizados por la Administración de Cultura. Se procedió a acondicionar las balsas, donde a la tierra fueron añadidos áridos (gravas, arenas), aditivos tales como fibras vegetales, y agua. El amasado de la mezcla se llevó a cabo de acuerdo con las técnicas tradicionales de pisado, a fin de favorecer el oxigenado y un amalgamado adecuado de todos los componentes. Con el objetivo de que la mezcla perdiera el exceso de humedad se hizo preciso un tiempo de

secado/maduración controlado antes de proceder a su vertido en las *formae*, según los casos, adoberas o tapias.

El barro, una vez alcanzadas la textura y consistencia adecuadas, fue vertiéndose en las adoberas de madera, ya preparadas a tal efecto (fig. 7). El procedimiento fue repetido de forma no solamente que todos los participantes pudieron fabricar adobes por ellos mismos, sino que se contara con un número de piezas suficiente para garantizar la experimentación posterior en fases subsiguientes.

La segunda parte del taller fue dedicado a la construcción de un muro de tapia. En este caso se empleó como material la misma tierra arcillosa de la zona, si bien solo se le añadieron gravas y arenas (fig. 8). Fue preciso instalar y fijar adecuadamente el encofrado de madera (tapial) a la superficie del terreno. Asimismo se procedió a la colocación de las agujas y los costales, fundamentales para el posicionado y atirantado de los encofrados, así como para su apoyo a medida que la fábrica se alzaba. El espacio interior fue progresivamente rellenándose de mezcla que era apisonada con la ayuda de pisones de madera (fig. 9). Una vez alcanzada la altura deseada se dejó secar el tiempo suficiente antes de retirar los encofrados.

Una última sesión, cuando tanto los adobes como el muro de tapia se encontraban suficientemente secos para poder ser manipulados, tuvo un triple objetivo. Primero, llevar a cabo pruebas de resistencia y durabilidad de los adobes que permitieran evaluar la eficacia del material y de las proporciones de



Figura 6. Diferentes fases del proceso relativo a la fabricación de adobes (Fots. O. Rodríguez)



Figura 7. Proceso de fabricación de adobes y secado al sol (Fot. O. Rodríguez)

agregados y aditivos empleadas. En segundo lugar, levantar estructuras con los adobes fabricados de acuerdo con diferentes técnicas constructivas y tipos de aparejo (fig. 10). Por último, dotar de revestimientos, también con base de barro, tanto a las nuevas estructuras levantadas con adobes como al muro de tapia.

Las construcciones, desde junio de 2018, han permanecido a la intemperie en el lugar donde fueron levantadas. De ellas se ha realizado un seguimiento periódico de su proceso de degradación y erosión con el fin de valorar las soluciones más idóneas y las eventuales medidas correctoras. En cualquier caso, no se pierde de vista el hecho de que, a diferencia de nuestros ejemplos, en arquitecturas completas las cubiertas cumplirían una fundamental función de protección de las inclemencias atmosféricas, especialmente por medio de la derivación al exterior de las aguas de lluvia.



Figura 8. Proceso de pisado de la mezcla de tierra, agregados, aditivos y agua (Fot. O. Rodríguez)



Figura 9. Proceso de apisonado de la mezcla en el interior del encofrado para la fabricación de un muro de tapia (Fot. O. Rodríguez)



Figura 10. Recrecimiento con adobe de un muro con zócalo de tapia (Fot. F. B. Pérez de Castro)

4. DISCUSIÓN

La actividad realizada da pie a diferentes reflexiones, destacando, sin duda, el aprovechamiento formativo de la iniciativa. Quedará, pues, para otros ámbitos y otras publicaciones profundizar en aspectos tales como los resultados de las analíticas de las antiguas fábricas y su contrastación con las nuevas ahora fabricadas. Igualmente se seguirá avanzando, siempre en esta proficua senda interdisciplinar ya abierta, en las mejores soluciones para la conservación y puesta en valor de las estructuras protohistóricas del Cerro Macareno.

4.1. Los contenidos del proceso de enseñanza-aprendizaje

De esta forma, en el taller pudieron agruparse los conocimientos transmitidos y el aprendizaje adquirido en teoría y práctica, combinados a lo largo de todo su desarrollo.

Contenidos teóricos:

- Introducción. La tierra como material. Antecedentes históricos, constructivos.
- Clasificación, identificación y criterios de selección de suelos (componentes básicos: gravas, arenas, limos, arcillas y fibras). Diferenciación entre las pruebas de campo y los ensayos de laboratorio, protocolos (*Proterra*, *Craterre*, con indicación de bibliografía especializada).

- Sistemas constructivos. Descripción y clasificación. Diferenciación entre los monolíticos (tapia) y de mampuestos (adobes).
- Adobes. Criterios en el diseño de adoberas. Dosificación adecuada, tipo de suelos, aditivos. Recursos necesarios para la preparación de la mezcla y realización de piezas.
- Tapia. Criterios en el diseño de tapias. Componentes, modulación, despiece y montaje. Recursos necesarios.
- Propiedades de los revestimientos sobre las fábricas

Contenidos prácticos:

- Pruebas de campo y de control de suelos (cinta, bola, cordón, sedimentación, contenido de humedad, retracción, etc.). Identificación de diferentes tipos de suelos y sus componentes.
- Requisitos y preparación de diferentes materiales y elementos que componen cada uno de los sistemas constructivos. Criterios de uso.
- Módulo de fabricación de adobes. Selección, dosificación y preparación de los materiales para una correcta dosificación. Fabricación de piezas y secado. Levantamiento de muros (mampostería de adobe).
- Módulo de fabricación de tapias. Selección, dosificación y preparación de los materiales. Despiece de elementos para la fabricación de tapias (tapias). Levantamiento de muros (tapiada).
- Aplicación de revestimientos.

4.2. Actuaciones y actividades ideadas para innovar y/o mejorar la docencia

Innovación (con respecto a metodología docente tradicional):

- Análisis y diagnóstico de conservación directos e *in situ* por parte de los estudiantes de construcciones de época protohistórica y romana.
- Elaboración de propuestas de ensayo por parte de los alumnos de acuerdo a determinadas hipótesis de trabajo.
- Reproducción de técnicas tradicionales de construcción en tierra cruda.
- Realización de un trabajo en equipo y coordinado con especialistas de distintas disciplinas.

Mejora (de acuerdo a las propuestas de los planes de mejora correspondientes):

- Aumentar la adecuación de los contenidos y las actividades formativas de algunas materias con las competencias previstas en el documento de verificación de los títulos, especialmente cuando son impartidas por áreas ajenas a los centros correspondientes. Es el caso de la docencia de las asignaturas de Arqueología de la Construcción (4 créditos impartidos por un área externa) y Conservación de los Bienes Arqueológicos (impartida en su totalidad por un área externa).
- Fomentar la implantación de actividades formativas complementarias (talleres, seminarios, etc.) o el desarrollo de proyectos de innovación docente en las asignaturas.

4.3. La arqueología experimental como recurso docente

En una experiencia de esta naturaleza los beneficios obtenidos para el conocimiento del presente y del pasado se establecen de forma claramente bidireccional. Como reflexionará J. Santacana (2012: 7), «no existe nada en el presente que no se pueda interpretar mejor conociendo su pasado». Esta afirmación, en este caso, puede claramente aplicarse a la arquitectura antigua en tierra, al respecto de los conocimientos tecnológicos a disposición, la especialización de los operarios y la distribución de trabajo y tareas, la capacidad para acceder a los materiales más idóneos, la inversión económica y humana necesaria para la construcción y el mantenimiento posterior, la vida útil de las construcciones y el tipo de hábitat que propiciaban. Todos estos mismos aspectos pueden ser traídos al presente, en el marco del respeto a la arquitectura vernácula y la

aplicación de sus principios en nuevas experiencias de edificación sostenible de nueva construcción. Tratar de reproducir, desde el presente, modos de producción de épocas pasadas proporciona valiosa información, no solamente sobre las características de un producto final satisfactorio, sino, sobre todo, respecto a los medios destinados a su consecución. Del mismo modo, el proceso de investigación puede continuar, sometiendo al producto resultante a diferentes pruebas y test en condiciones semejantes a las supuestamente coetáneas, a fin de evaluar e interpretar sus respuestas y eficacia.

Ya en los años sesenta del siglo XX, en el contexto de la *Nueva Arqueología*, diferentes investigadores, entre los que destaca como pionero L.R. Binford (1962), reconocieron posibilidades en el estudio del presente para la comprensión del pasado. Esto se consideró especialmente útil en el caso de las sociedades prehistóricas, sin registro escrito, en la medida en la que podían aún encontrarse en diferentes puntos del planeta comunidades preindustriales cuyas costumbres y medios de subsistencia podían suponer una interesante analogía a aquellas del pasado (fig. 11). Así surgieron técnicas de estudio como la etnoarqueología (Hernando 1995) y la arqueología experimental (Ramos, González y Baena 2007) que, a pesar de haber sido puestas en cuestión en diferentes momentos de su maduración, hoy se encuentran plenamente incorporadas a las disciplinas históricas con base en el análisis de la cultura material. A esa función científica con la que en su momento surgieron estas aproximaciones, basadas en la necesidad de incorporar la experimentación a la arqueología y distanciarla así de otras disciplinas históricas entonces más tradicionales, se suma hoy su utilidad didáctica (Mavidal *et al.* 2001; Dorado 2014).

La experiencia en el Cerro Macareno ha supuesto, por tanto, una óptima aplicación de los principios de la arqueología experimental en el campo de la construcción antigua. A la vez ha permitido, especialmente a los estudiantes de Arqueología, acercarse de primera mano a la validez de estas aproximaciones metodológicas, quizá solo conocidas hasta el momento desde la teoría de las aulas.

4.4. La conservación y puesta en valor

La posibilidad de trabajar en Cerro Macareno, en colaboración con el Ayuntamiento de La Rinconada, constituye una oportunidad no solo por la importancia de este yacimiento para la protohistoria del Guadalquivir, sino por la ocasión de dotar a la localidad de un nuevo recurso cultural de calidad, que



Figura 11. Fabricación tradicional de adobes en ámbito doméstico en poblaciones rurales de la Sierra de Ayabaca (Perú), 2009 (Fot. O. Rodríguez)

venga a sumarse a los ya existentes como el Museo Arqueológico y Paleontológico. De hecho, en la actualidad se trabaja intensamente en colaboración con esta institución –merced a un convenio específico con el Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Sevilla– en la organización de actividades formativas a diferentes niveles y para un variado colectivo fundamentalmente local.

De cara al futuro y con el avance de las excavaciones arqueológicas en el yacimiento y, por tanto, con un mayor progreso en el conocimiento del mismo, se cuenta con llevar a cabo nuevas actividades en el marco de la arqueología experimental³. De esta forma, se pretende, aprovechando la experiencia adquirida en el taller que nos ocupa, poder reconstruir en el área una vivienda de acuerdo a la tipología de época turdetana documentada en el poblado. Ello permitirá asimismo la recreación del ambiente del hábitat, relativo a las actividades cotidianas que se realizaban tanto al interior como al exterior del mismo, por medio de reproducciones fieles de vajilla, instrumental, mobiliario, etc.

Pero al margen de estas actividades didácticas, fundamentales para una mayor sensibilización patrimonial de la sociedad, resulta también

3. De hecho, en la actualidad –verano de 2022– se está reproduciendo un horno cerámico de tipología turdetano-púnica, de nuevo, fruto de la sinergia entre el proyecto de investigación dedicado al estudio del Cerro Macareno y al proyecto *Ergasteria. Arqueología experimental y virtual para el estudio de los procesos de producción anfórica y comercialización en la Protohistoria* (FEDER-US), bajo la dirección de A. Sáez Romero.

una prioridad planificar con el tiempo suficiente la futura conservación del yacimiento. Con el avance del proyecto de investigación y a juzgar por el enorme potencial que ya se ha podido evaluar para diferentes momentos de su secuencia ocupacional, muchas estructuras saldrán a la luz. La mayor parte de ellas estarán construidas con tierra cruda –con o sin zócalos de piedra–, material especialmente problemático de cara a su conservación a la intemperie (Keefe 2005; Pignal 2005; Correia 2007). La experiencia obtenida en el taller tiene que ver tanto con la reacción de las estructuras y sus componentes ante las inclemencias atmosféricas y el paso del tiempo como con las propiedades más adecuadas de aquellos materiales que, en adelante, puedan usarse en las tareas de conservación y restauración. Errores en el empleo de los materiales elegidos para la reparación o el recrecimiento de los muros y sus revestimientos podrían poner en serio peligro tanto la conservación como la legibilidad de los bienes.

5. CONCLUSIONES

Esta actividad de innovación docente ha resultado de gran aprovechamiento en tres aspectos diferentes, de acuerdo con los objetivos previamente planteados:

- ha permitido a los estudiantes profundizar en las técnicas de construcción de época protohistórica, tanto desde un punto de vista teórico como práctico;

- ha posibilitado evaluar las posibilidades en la investigación y la didáctica de la aplicación de las técnicas de la arqueología experimental;
- ha favorecido la obtención de valiosos datos para su posterior aplicación en tareas de conservación y restauración de estructuras antiguas en el yacimiento.

Además de las anteriores pueden sumarse ulteriores conclusiones. En primer lugar, la conveniencia y necesidad, sin duda, de avanzar en el trabajo interdisciplinar que, en esta ocasión, vinculó a historiadores/arqueólogos, arquitectos, químicos e ingenieros de la edificación. Cada una de estas disciplinas aportó una visión particular de la aproximación a la arquitectura en tierra, dándole una perspectiva profundamente actual, según la cual, aunque suene a tópico, el análisis del pasado puede resultar un gran aprendizaje para nuestro presente. En la región mediterránea y, concretamente, en el Valle del Guadalquivir, la eficiente construcción en tierra cruda de tiempos protohistóricos y romanos debe servir para la reflexión sobre un futuro sostenible y respetuoso que potencie estas técnicas y materiales tradicionales. La inmediata rentabilidad económica de los nuevos materiales, en muchas ocasiones no compatibles ni con la arquitectura vernácula ni con el patrimonio histórico, se vuelve, al menos a medio y largo plazo, en contra de su conservación y perdurabilidad. Es importante que nuestros estudiantes, los arquitectos, arqueólogos, gestores del patrimonio, restauradores, agentes culturales de un futuro muy cercano se acerquen con naturalidad a unos materiales y a unas soluciones durante décadas denostadas por ineficaces y poco rentables. En un mundo donde la producción de residuos y la incapacidad natural y antrópica para gestionarlos es un problema ya de enorme gravedad, la reversibilidad y compatibilidad con el medio natural de la construcción en tierra cruda es sin duda una apuesta obligada. Optar por sus posibilidades en construcción va hoy mucho más allá de una mera moda de posturas proecológicas, convirtiéndose en un verdadero compromiso con la sostenibilidad y el futuro de la tan necesaria economía circular.

BIBLIOGRAFÍA

- Canivell, J., 2011. *Metodología de diagnóstico y caracterización de fábricas históricas de tapia*, Tesis doctoral, Sevilla: Universidad de Sevilla. Recuperado <http://hdl.handle.net/11441/23954>
- Correia, M., 2007. «Teoría de la conservación y su aplicación al patrimonio en tierra», *Arquitectura en tierra*, 20(2), pp. 202-219.
- Dorado, A., 2014. «La experimentación arqueológica como herramienta vehicular orientada a la mejor comprensión de la prehistoria y la arqueología», *Arqueología y Territorio*, 11, pp. 171-180.
- Fernández Gómez, F., Chasco Vila, R. y Oliva Alonso, D., 1979. «Excavaciones en 'El Cerro Macareno'. La Rinconada. Sevilla (Cortes E-F-G. Campaña 1974)», *NAH*, 7, pp. 7-93.
- Ferrer Albelda, E., Bandera Romero, M.L. de la y García Fernández, F.J., 2007. «El poblamiento rural protohistórico en el Bajo Guadalquivir», en: Rodríguez, A y Pavón, I. (eds.), *Arqueología de la tierra. Los paisajes rurales protohistóricos de la Protohistoria Peninsular*, Cáceres: Universidad de Extremadura, pp. 195-224.
- Ferrer Albelda, E., García Vargas, E. y García Fernández, F.J., 2008. «*Inter Aestuaria Baetis*. Espacios naturales y territorios ciudadanos prerromanos en el Bajo Guadalquivir», *Mainake*, XXX, pp. 217-246.
- Fiorani, D., 2003. «Dalla convenienza alla compatibilità del restauro: note di un percorso», en: *Dalla reversibilità alla compatibilità*, Firenze: Nardini Editore, pp. 13-26.
- González Serrano, A.M., Rodríguez García, R., Romero Girón, A., Canivel, J. y Ponce Ortiz de Insaurbe, M., 2012. «Learning approach from the invariants of earthen construction in Andalusia, Spain», en: *Rammed Earth Conservation, RES-TAPIA 2012*, Boca Ratón: CRC Press/Balkema, pp. 523-528.
- Hernando, A., 1995. «La etnoarqueología, hoy: una vía eficaz de aproximación al pasado», *Trabajos de Prehistoria*, 52(2), pp. 15-30. doi.org/10.3989/tp.1995.v52.i2.415
- Jiménez Viera, A. y Moya Muñoz, J., 2019. «HELPS, autoconstrucción colaborativa y ecológica», *Revista PH*, 96, pp. 23-24.
- Keefe, L., 2005. *Earth Building: Methods and Materials, Repair and Conservation*, London: Routledge.
- Martín de la Cruz, J.C., 1976. «El corte F del Cerro Macareno. La Rinconada (Sevilla)», *CuPAUAM*, 3, pp. 9-31.
- Masvidal Fernández, C., Bardavio, A., González Marcén, P. y González Muñoz, J., 2001. «Arqueologia experimental i les seves aplicacions didàctiques: projectes entorn a l'arquitectura prehistòrica al Vallès (Barcelona)», en Belarte, M.^a C. et al. (eds.): *Tècniques constructives d'època ibèrica i*

- experimentació arquitectònica a la Mediterrània. Arqueomediterrània*, 6, Barcelona: Universidad de Barcelona, pp. 45-58.
- Mileto, C. y Vegas, F., (eds.) 2014. *La restauración de la tapia en la península ibérica. Criterios, técnicas, resultados, perspectivas*, Lisboa-Valencia: Argumentum & TC Editores.
- Mileto, C. y Vegas, F., (coord.) 2017. *Proyecto COREMANS. Criterios de intervención en la arquitectura de tierra*, Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Mileto, C., Vegas López-Manzanares, F., García-Soriano, L. y Cristini, V., (eds.) 2017. *Vernacular and Earthen Architecture: Conservation and Sustainability, SOS Tierra 2017*, Valencia: CRC Press.
- Morer, J., Belarte, M.C., Sanmartí, J. y Santacana, J., 2001. «El laboratori d'arquitectura protohistòrica de la Universitat de Barcelona», en Belarte, M.^a C. et al. (eds.), *Tècniques constructives d'època ibèrica i experimentació arquitectònica a la Mediterrània. Arqueomediterrània*, 6, Barcelona: Universidad de Barcelona, pp. 157-180.
- Olcina, M., 2005. «De la conservación a la presentación. El tratamiento de los restos: reintegrar, reconstruir, recrear...», en: *III Congreso Internacional sobre Musealización de Yacimientos Arqueológicos*, Zaragoza: Institución Fernando El Católico, pp. 67-80.
- Pellicer Catalán, M., Bendala Galán, M. y Escacena Carrasco, J.L., 1983. *El Cerro Macareno, Excavaciones Arqueológicas en España*, 124, Madrid: Ministerio de Cultura.
- Pignal, B., 2005. *Terre crue: techniques de construction et de restauration*, París: Eyrolles.
- Ramos, M.^a L., González, J.E. y Baena, J., (eds.) 2007. *Arqueología experimental en la Península Ibérica: investigación, didáctica y patrimonio*, Santander: Asociación Española de Arqueología Experimental.
- Ruiz Mata, D. y Vallejo Sánchez, J.I., 2002. «Continuidad y cambio durante el siglo VI a.C. Las cerámicas del Corte C del Cerro Macareno (La Rinconada, Sevilla)», *Spal*, 11, pp. 197-218.
- Rodríguez Gutiérrez, O., 2017. «El proyecto *Urbes*: el paisaje urbano romana del valle del Guadalquivir a través del análisis de las soluciones arquitectónicas. Principales líneas de investigación y resultados», en: Roldán, L. et al. (eds.), *Modelos constructivos y urbanísticos de la arquitectura de Hispania*, Tarragona: Institut Català d'Arqueologia Clàssica, pp. 39-52.
- Santacana, J., 2008. «La arqueología experimental: una disciplina con alto potencial didáctico», *Iber: didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*, 57, pp. 7-16. Recuperado en: didacticadelpatrimonicultural.blogspot.com/2012/04/la-arqueologia-experimental-una.html.
- Warren, J., 2001. «Forma, significado y propuesta: objetivos éticos y estéticos en la conservación de la arquitectura en tierra», *Loggia, Arquitectura y Restauración*, 12, pp. 10-19.

Resumen: En muchos yacimientos protohistóricos del Valle del Guadalquivir se ha documentado un intenso empleo de la tierra cruda en la construcción. Uno de estos poblados es el conocido como Cerro Macareno (La Rinconada, Sevilla), donde, en los últimos años, la Universidad de Sevilla ha dado comienzo a un proyecto de investigaciones arqueológicas. Una adecuada caracterización de los materiales empleados –tapia y adobe– permitirá no solo identificar las propiedades buscadas por los constructores, sino, más aún, poder reproducirlas, con éxito, en futuras intervenciones de conservación y puesta en valor. Una primera etapa del proyecto de innovación docente ha consistido en la revisión bibliográfica de la experiencia constructiva en tierra en el Mediterráneo antiguo, tratando de identificar tradiciones y transmisión de saberes. Posteriormente se ha procedido a una selectiva toma de muestras, destinada a la realización de análisis físico-químicos y de resistividad susceptibles de proporcionar información sobre los componentes, sus proporciones y sus características. La experiencia ha culminado con un taller de arqueología experimental en el que, siguiendo esas directrices, se han reproducido los antiguos materiales. En la actualidad, incluso, se continua la monitorización de las construcciones realizadas entonces, evaluando así la mayor o menor eficacia estructural y perdurabilidad.

Palabras clave: Arqueología experimental, bioarquitectura, tierra cruda, técnicas constructivas, interdisciplinariedad, innovación docente.

Abstract: In many protohistoric sites of the Guadalquivir Valley an intensive use of earth construction has been documented. One of these villages is the Cerro Macareno (La Rinconada, Sevilla), where in last years the University of Seville has initiated a new archaeological project. A complete characterization of the building materials, especially of mud bricks and rammed earth walls, allows not only the identification of the original features selected by the ancient builders, but also the possibility of a successful reproduction in future

restoration initiatives. A first step of the innovation in education project has involved the revision of the specific literature about the Mediterranean experience in earth construction, in order to identify different traditions and knowledge transmission. The following step has included the selection of samples for physic, chemical and resistivity analysis with results about proportion and features of components. A fundamental part in the experience has been a last workshop of experimental archaeology. With all the previous technical feedback the old materials has been reproduced, in procedure and shape. The structures built then continue to be monitored in order to evaluate their structural effectiveness and perdurability.

Key words: Experimental archaeology, bio architecture, mud construction, building techniques, interdisciplinary approach, teaching innovation.



Los autores

(por orden alfabético)

MÓNICA ÁLVAREZ DEL BUERGO BALLESTER

Mónica Álvarez de Buergo Ballester es licenciada y doctora en Ciencias Geológicas por la Universidad Complutense de Madrid. Tras una estancia en el Servicio Geológico de los Estados Unidos-USGS, comenzó su trayectoria profesional dedicada al estudio de materiales pétreos de construcción, encaminado a la conservación y restauración del patrimonio cultural, en el ámbito de la administración pública. De esta forma, ha estado vinculada al Ministerio de Obras Públicas/Fomento, al Instituto Geológico y Minero-IGME y al Consejo Superior de Investigaciones Científicas-CSIC, donde es científica titular desde hace casi 15 años. Es directora del Laboratorio de Petrofísica del Instituto de Geociencias-IGEO (CSIC-UCM) y forma parte del grupo de investigación *Petrología aplicada a la conservación del patrimonio*, grupo con una fuerte base geológica pero también multidisciplinar. Se ha especializado en técnicas no destructivas y portátiles para el análisis de geomateriales culturales, desarrollando tanto investigación fundamental como aplicada, en forma de asistencia científica técnica a instituciones públicas y privadas, encargadas de la gestión y conservación del patrimonio cultural construido. Ha trabajado en lugares tan emblemáticos como el Palacio Real de Madrid, La Alhambra de Granada y el yacimiento arqueológico de Petra, en Jordania. Participa y dirige tanto proyectos de investigación regionales, nacionales como internacionales, y ha publicado alrededor de 150 artículos científicos.

JACINTO CANIVELL

Jacinto Canivell es doctor arquitecto y profesor en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Edificación de la Universidad de Sevilla. Su investigación en el ámbito de la arquitectura histórica en tierra comenzó en el marco del proyecto BIA-2004-1092 y continuó con el proyecto BIA 2010-18921, dedicado a una *Propuesta de mantenimiento, evaluación y rehabilitación de fábricas históricas de tapia en la provincia de Sevilla, criterios técnicos, resultados y perspectivas*. Actualmente sus intereses se centran en la conservación preventiva del patrimonio edificado, tanto de carácter monumental como arquitectura popular vernácula, así como en el estudio de la arquitectura en tapia como una técnica de construcción sostenible. Como secretario de la Comisión UNE CTN41/SC10 (construcción en tierra) se ha encargado de la sistematización de los protocolos de aplicación en las técnicas de construcción en tierra (tapia, adobes, CEB). Está asimismo especializado en el campo de la energía eficiente y relacionado con ello ha participado en diferentes proyectos europeos.

BEGOÑA CARRASCOSA MOLINER

Begoña Carrascosa Moliner es doctora en Bellas Artes y profesora titular del Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales en la Universitat Politècnica de València. De 1996 a 2000 ha sido directora del Museo de Prehistoria y del Servicio de Investigación Prehistórica de la Diputación

de Valencia. Ha participado y dirigido diferentes proyectos de I+D+i nacionales e internacionales. Es miembro científico y del consejo rector del Instituto de Restauración del Patrimonio (IRP) y del consejo científico del Máster en Conservación y Restauración de Bienes Culturales de la UPV. Es autora de libros sobre conservación y restauración de materiales arqueológicos y artículos científicos en revistas especializadas en restauración y cooperación al desarrollo. Ha participado con múltiples conferencias y comunicaciones en congresos nacionales e internacionales y ha dirigido un elevado número de tesis doctorales.

SEBASTIÁN CELESTINO PÉREZ

Sebastián Celestino Pérez es investigador científico del Consejo Superior de Investigaciones Científicas e investigador principal de los proyectos *Construyendo Tarteso 2.0. Análisis constructivo, espacial y territorial de un modelo arquitectónico en el valle medio del Guadiana* y *Estudio de la hecatombe animal del yacimiento de Casas del Turuñuelo (Guareña, Badajoz)*. En el marco de ambos proyectos codirige las excavaciones en el yacimiento arqueológico de Casas del Turuñuelo, reconocido en el año 2018 con el I Premio Nacional de Arqueología y Paleontología de la Fundación Palarq. Es autor de varios trabajos centrados en la investigación de la cultura tartésica, destacando el recientemente publicado *Tarteso y los fenicios de Occidente* (Almuzara, 2020).

FRANCISCO A. CORPAS IGLESIAS

Francisco A. Corpas Iglesias es catedrático en el Área de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica en el Departamento de Ingeniería Química, Ambiental y de los Materiales en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Jaén, enclavada en Linares. Ha dedicado buena parte de sus investigaciones al análisis y caracterización de los desechos y subproductos de la minería y su eventual aplicación posterior en materiales constructivos. Ha sido precisamente su buen conocimiento de diferentes aditivos empleados en edificación lo que le ha llevado a desarrollar colaboraciones interdisciplinarias para la identificación de las propiedades físico-químicas y mecánicas que, en arquitectura antigua, supuso el añadido de diferentes materias. Es el caso de su colaboración en el equipo de investigación del yacimiento ibérico de Giribaile (Vilches, Jaén) para el estudio de las construcciones en tierra.

ROCÍO DA RIVA

Nacida en Madrid, Rocío Da Riva estudió en Madrid, Gante, Erlangen y Würzburg. Obtuvo su doctorado en la Universidad de Würzburg y actualmente es catedrática en el Departamento de Historia y Arqueología de la Universidad de Barcelona. Su especialidad es el Próximo Oriente Antiguo, en particular la Babilonia del I milenio a.C. Ha trabajado en las colecciones cuneiformes de museos en Europa, Norteamérica y Oriente Medio: British Museum, Vorderasiatisches Museum de Berlín, Musée du Louvre, University of Pennsylvania Museum, Yale Babylonian Collection, *İstanbul Arkeoloji Müzeleri*, entre otros. Da Riva ha estudiado y editado numerosos textos cuneiformes, incluido el corpus de las inscripciones reales neobabilónicas. Sus principales intereses de investigación son las fuentes económicas y administrativas y la historia política, así como los textos rituales y líricos relacionados con los dioses y los templos de Babilonia, publicando numerosos libros y artículos sobre estos temas. Del mismo modo, ha dado conferencias y seminarios en las principales universidades y centros de investigación de todo el mundo, ha sido profesora invitada en la Venice International University y ha impartido cursos como investigadora visitante en varias instituciones internacionales (Universität Wien, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Eberhard-Karls-Universität Tübingen, Università Ca' Foscari di Venezia, etc.). Da Riva dirige las excavaciones arqueológicas en el yacimiento de Sela, en Jordania.

ANICETO DELGADO MÉNDEZ

Aniceto Delgado Méndez es doctor en Antropología Social por la Universidad de Sevilla y Máster Universitario en Arquitectura y Patrimonio Histórico (2007) por la misma Universidad. Actualmente trabaja en el Centro de Documentación y Estudios del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico de la Junta de Andalucía. Además de su labor investigadora, el autor ha formado parte de la Comisión Andaluza de Etnología, así como, actualmente, del Comité de Redacción y Seguimiento del Plan Nacional de Arquitectura Tradicional, elaborado por el Ministerio de Cultura. También es miembro del Comité Científico de la revista *Traditional Architecture*, del Consejo Editorial de la *Revista Andaluza de Antropología* y del Consejo Asesor y Científico de la *Revista de Estudios Etnográficos Etnicex*. Ha colaborado en el *Atlas del Patrimonio Inmaterial*

de Andalucía, en el proyecto Ambrosía, y es parte del equipo investigador de dos proyectos del Plan Estatal de I+D+i, relacionados con la gestión pública del patrimonio etnológico (HUM-07377) y el Patrimonio Cultural Inmaterial. Junto a las labores desarrolladas en el Centro de Documentación y Estudios del IAPH, colabora en otras acciones relacionadas con la investigación, la intervención, la comunicación y la formación en patrimonio cultural, como la dedicada a los museos etnográficos de Extremadura, merecedora del Premio de Investigación «Matías Ramón Martínez y Martínez» de la Asamblea de Extremadura.

JOSÉ LUIS ESCACENA CARRASCO

José Luis Escacena Carrasco es catedrático de Prehistoria de la Universidad de Sevilla, donde ejerce su labor docente e investigadora en el Departamento de Prehistoria y Arqueología. Está especializado en Prehistoria Reciente y Protohistoria de la península ibérica, en sus relaciones con las culturas del mundo atlántico y con las civilizaciones mediterráneas. Ha trabajado en numerosas líneas de investigación desde el Neolítico a la Edad del Hierro, y especialmente en el mundo tartésico y fenicio. Puede considerarse pionero de la introducción en España de la Arqueología Evolutiva, materia que imparte en la Universidad de Sevilla y que consiste básicamente en aplicar los principios epistemológicos de la teoría darwinista a la evolución cultural. En la última década ha emprendido también diversos estudios sobre simbolismo y arqueoastronomía.

ÁLVARO FERNÁNDEZ FLORES

Álvaro Fernández Flores es arqueólogo y en su desarrollo profesional ha simultaneado la arqueología de gestión con la investigación, centrando su actividad en la prehistoria y protohistoria andaluzas. Las excavaciones de los yacimientos protohistóricos de El Carambolo, la necrópolis de la Angorrilla y el poblado de Alcalá del Río le han llevado a ocuparse de la problemática de Tarteso y la colonización fenicia desde diversos enfoques, abordándolos desde los aspectos culturales a los rituales funerarios, pasando por los domésticos. Las investigaciones del autor se han llevado a cabo en el marco de distintos proyectos de investigación de las universidades de Sevilla y Málaga. En la actualidad colabora en el proyecto de investigación *Tarteso Olvidado (en los museos)*, de la Universidad de Sevilla.

EDUARDO FERRER ALBELDA

Eduardo Ferrer Albelda, licenciado en Geografía e Historia (1988) y doctor en Historia (1995) por la Universidad de Sevilla, es catedrático de Arqueología en dicha universidad. Su tesis doctoral se tituló *Los púnicos en Iberia. Análisis historiográfico y arqueológico de la presencia púnica en el sur de la Península Ibérica*, y esta ha sido una de sus líneas prioritarias de investigación. En ella también se pueden encuadrar los proyectos de Investigación *Estrimnides* (HAR2015-68310-P) y *Tarteso olvidado (en los museos)* (PGC2018-097131-B-I00), de los que es investigador principal. Así mismo, otros estudios tratan sobre el poblamiento en el Bajo Guadalquivir durante el I milenio a.C. y sobre geografía antigua. Ha participado también en proyectos internacionales en Utica (Túnez) y Dubai (EAU).

RAFAEL FORT GONZÁLEZ

Rafael Fort González es licenciado en Geología (1979) y doctor en Geología Económica (1985), ambos por la Universidad Complutense de Madrid. En 1987 se incorporó al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) en el Instituto de Geología Económica, centro mixto CSIC- UCM y actualmente desarrolla sus actividades en el Instituto de Geociencias (CSIC-UCM), siendo el coordinador del Grupo de Investigación de Petrología aplicada a la Conservación del Patrimonio. Su actividad se centra en la caracterización y conservación de materiales pétreos del patrimonio (piedra, ladrillos, morteros, etc.), los factores, causas y mecanismos de deterioro de materiales geológicos, y la durabilidad de los materiales ante ambientes agresivos (movilización de sales, contaminación atmosférica, etc.). En sus investigaciones valora la eficacia, idoneidad y durabilidad de tratamientos de conservación: limpieza, consolidación y protección de materiales del patrimonio. Lleva a cabo monitorización microclimática, así como análisis para la identificación de la procedencia de materiales de canteras históricas. Asimismo, ha implementado técnicas no destructivas y ha impulsado iniciativas para la difusión del patrimonio como las Rutas GeoMonumentales. Ha participado y/o dirigido los estudios previos para la restauración de más de 125 monumentos emblemáticos, tanto nacionales como internacionales. Es autor de cerca de 250 artículos de investigación. Es miembro académico de 87 cursos de postgrado de diferentes universidades españolas y de cursos en el extranjero, así como director de 10 tesis doctorales.

AGUSTÍN GAMARRA CAMPUZANO

Agustín Gamarra Campuzano es conservador-restaurador de arqueología, especialista en estructuras constructivas. Licenciado en Bellas Artes por la Universidad de Barcelona (coleg. 1710), es CEO de la empresa Gamarra&García (GAMIGAR), fundada en 1995. Ha trabajado en España (Cataluña, Castilla y León, Murcia, Alicante, Asturias y Galicia), Sudán (Djebel Barkal, Karima) y Egipto (Meidum, Sharuna, Luxor y El Cairo). Participa y desarrolla proyectos de conservación-restauración y planes directores para la puesta en valor y la adecuación para la visita de yacimientos arqueológicos, edificios y conjuntos monumentales del patrimonio histórico. Ha colaborado en proyectos para museos, organismos gubernamentales, ayuntamientos y diferentes fundaciones privadas entre las que destacan las Fundaciones Aga Khan, Botín, Abertis, Elsa Peretti, Clos y Godia, entre otras. Asimismo, ha participado en seminarios, conferencias e impartido cursos monográficos de restauración para varias entidades docentes como la Escuela Superior de Restauración de Bienes Culturales de la Generalitat de Catalunya, la Universidad Autónoma de Madrid, la Facultad de BB.AA. de la Universidad de Barcelona, el Departamento de Urbanismo del Ayuntamiento de Barcelona y de Patrimonio Arqueológico de la Generalitat de Catalunya, la Universidad de Granada, la Universidad Internacional Menéndez Pelayo (UIMP), el Museo Arqueológico de Sevilla, el Museo de Badalona y el Museo Egipcio de Barcelona, El Born CCM y el MUHBA, todo ellos en Barcelona.

FRANCISCO JOSÉ GARCÍA FERNÁNDEZ

Francisco José García Fernández es profesor titular del Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Sevilla. Se licenció en Geografía e Historia en 1998 y se doctoró en 2004 en la misma universidad, cursando posteriormente el Máster en Ciudad y Arquitectura sostenibles (2013). Perteneció al Grupo de Investigación «De la Turdetania a la Bética» (HUM-152) y ha participado en numerosos proyectos de carácter nacional e internacional coordinados tanto desde la propia Universidad de Sevilla como por otras instituciones. Asimismo, ha realizado estancias en diferentes universidades y centros de investigación (Escuela de Historia y Arqueología en Roma, DAI Berlín, Universität Postdam, Universidade de Lisboa, Istituto Politecnico de Milano). Por un lado, se ha formado como experto en arqueología protohistórica

de la península ibérica, especialmente en las comunidades de finales de la Edad del Hierro y su tránsito a la romanización, tanto desde el punto de vista de las fuentes escritas como de la arqueología. En este último caso ha centrado su atención en aspectos como el poblamiento, el urbanismo y la arquitectura, la producción cerámica o las pautas de consumo, a partir del estudio de los contextos domésticos, sin dejar de lado los procesos identitarios que se esconden detrás de estas manifestaciones. Por otro lado, ha desarrollado gran parte de su actividad docente como profesor de gestión de proyectos patrimoniales en varios títulos de postgrado de la Universidad de Sevilla y de otras instituciones, colaborando en el diseño de proyectos de puesta en valor y musealización de restos arqueológicos. Fruto de todo ello es una nutrida nómina de publicaciones, artículos científicos, libros, capítulos de libro, así como una activa presencia en encuentros científicos.

ANA M.^a GONZÁLEZ SERRANO

Doctora arquitecta por la Universidad de Sevilla desde 2016 con una tesis dedicada a *Revocos de tierra cruda. Especificaciones técnicas para el empleo de morteros preparados de arcilla en la construcción*. Imparte docencia en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas I de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura desde el año 1996, tanto en asignaturas de grado como en máster, en torno al conocimiento de materiales, productos y sistemas constructivos para la peritación, reparación, rehabilitación e intervención ecoeficiente en edificios. Ha participado en la elaboración de informes judiciales y técnicos, diferentes proyectos y contratos de investigación, así como en congresos y publicaciones científicas relacionadas con esta temática, a nivel nacional e internacional. Sus temas de investigación se centran en la tecnología de los materiales y los sistemas constructivos, destinado todo ello a la caracterización, restauración, mantenimiento y sostenibilidad de las construcciones. Ha insistido especialmente en el estudio de materiales naturales dentro de la arquitectura vernácula andaluza y en el establecimiento de los protocolos de ajuste de ensayos para optimizar el conocimiento de estos en la obra construida, en la rehabilitación y la tutela del patrimonio edificado. Es miembro fundador de TERRAND (Asociación sevillana de construcción con tierra cruda) y del Comité de AENOR AEN/CTN 41/SC 10, donde colabora en

tareas de normalización de sistemas constructivos con recursos naturales.

LUIS M. GUTIÉRREZ SOLER

Luis María Gutiérrez Soler es catedrático de universidad del Área de Arqueología y miembro del Instituto Universitario de Investigación en Arqueología Ibérica de la Universidad de Jaén. Viene desarrollando una línea de trabajo específica centrada en la investigación de la ciudad protohistórica de Girdaile (Vilches, Jaén) desde principios de los años noventa. Destaca su interés por la implementación de muestreos, de carácter experimental, en el ámbito de la prospección arqueológica intensiva. Se interesa por el desarrollo de una arqueología horizontal, en comunidad, que fomente la participación ciudadana como parte de un proyecto colectivo abierto, público y social.

ARTURO JIMÉNEZ VIERA

Arturo Jiménez Viera es arquitecto por la Universidad de Sevilla, especializado en bioconstrucción y construcción con tierra. Actualmente es miembro de la *Asociación Taph Taph. Bioconstrucción, Arquitectura y Paisaje holístico* y miembro del grupo de investigación Arquitectura, Patrimonio y Ecología (HUM1008), de la Universidad de Sevilla. Desde hace varios años trabaja como docente en formaciones teórico-prácticas sobre construcción con tierra, y ha sido y es coordinador en España de Proyectos Erasmus Plus dedicados a materias de bioconstrucción, transición ecológica, formación profesional y apoyo social. Actualmente ejerce además su labor como arquitecto en la creación de proyectos de edificación y el uso de materiales naturales locales, compaginando estas tareas con la investigación en el ámbito de las metodologías en la selección de suelos para la construcción con tierra y las labores de consultoría técnica y apoyo a otros profesionales e investigadores.

JAVIER MARTÍNEZ BABÓN

Javier Martínez Babón se licenció en Historia en la Universidad Autónoma de Barcelona (1986), obtuvo el *Magister Artium* en la *Eberhard-Karls Universität* de Tubinga (1992) y se doctoró *cum laude* en Historia por la UAB (1995). Fue profesor asociado en la UAB entre los años 1995 y 1999. Ha realizado numerosos cursos y seminarios en colaboración con distintas instituciones, entre las que cabe citar

la Universidad de Girona y la Ramón Llull de Barcelona. Actualmente es docente en el Museo Egipcio de Barcelona y en Arqueonet (Barcelona). En el marco de sus trabajos de campo destacan sus participaciones en las tumbas de Padineith (2002-2003) y Mentuemhat (2005-2008), proyectos del Instituto de Egiptología de la Universidad de Tubinga en la necrópolis tebana, dirigidos por el doctor Farouk Gomaa. Desde el año 2008 y hasta la actualidad forma parte de la misión arqueológica encargada de excavar y poner en valor el templo de Millones de Años de Tutmosis III, en la orilla occidental de Luxor, proyecto de la Universidad de Sevilla y del Ministerio de Turismo y Antigüedades egipcio bajo la dirección de la doctora Myriam Seco Álvarez. Ha publicado libros y numerosos artículos sobre aspectos de la historia del Egipto faraónico, entre los que destacan el ejército y el armamento. Tres de sus obras más representativas son: *Faraones guerreros. Historia militar de Egipto desde la dinastía I hasta la XXVI* (Sant Feliu de Guíxols, 2007); *Los hicsos y su conquista de Egipto* (Sabadell, 2015) y, junto a la doctora Seco Álvarez, *Tutankhamón en España. Howard Carter, el duque de Alba y las conferencias de Madrid* (Sevilla, 2017). Con este último libro obtuvieron el premio Manuel Alvar de Estudios Humanísticos.

OLGA M.ª MEDINA LORENTE

Olga M.ª Medina Lorente es Licenciada en Bellas Artes y Máster en Conservación y Restauración de esculturas y materiales arqueológicos por la Universidad Politécnica de Valencia. Ha participado en proyectos competitivos de I+D+i desarrollados en Ecuador y Guatemala. Asimismo, ha realizado y colaborado en cursos de formación en conservación y restauración de materiales arqueológicos a nivel nacional e internacional. También es coautora de varias publicaciones y libros relacionados con dicha especialidad. Actualmente es doctoranda en la Universidad Politécnica de Valencia en el programa de postgrado en *Conservación y restauración de bienes culturales* con una tesis dedicada a la *Investigación de tratamientos de conservación y restauración mediante recursos naturales para el descubrimiento y puesta en valor de una estructura piramidal preincaica en Ecuador*, bajo la dirección de la profesora Begoña Carrascosa Moliner.

M.ª ISABEL MOTA LÓPEZ

M.ª Isabel Mota López es licenciada en Ciencias Geológicas y doctora en Procesos y Recursos Geológicos

por la Universidad Complutense de Madrid. Desde el año 2000 forma parte del Instituto Tecnológico de Rocas Ornamentales y Materiales de Construcción (INTRMAC), perteneciente a la Junta de Extremadura. Sus actuaciones profesionales están ligadas a los diferentes materiales de construcción, como especialista en la caracterización petrográfica y petrofísica de materiales en el estudio de bienes inmuebles y rocas industriales. Sus principales líneas de investigación se centran en los geomateriales, el patrimonio arquitectónico, las técnicas de auscultación no destructiva y semidestructiva, las nuevas tecnologías de materiales, la sostenibilidad y el medioambiente. Ha sido investigadora en más de 25 proyectos de I+D+i de diferentes temáticas, en convocatorias regionales, nacionales y europeas. Es miembro del grupo de investigación INTRMAC de la Junta de Extremadura (RNM027). Tiene en su haber más de 30 publicaciones científicas y divulgativas en revistas nacionales e internacionales. Es miembro de los siguientes Grupos: Comité de Laboratorios y Centros Tecnológicos S/5 Piedra Natural, Grupo de Trabajo de Laboratorios de Piedra Natural (GTLPN), Red CONSTRUROCK (Red científico-técnica vinculada a la piedra natural y su relación con el Patrimonio Histórico-Monumental) y del Grupo de Trabajo de Patrimonio dependiente de la PTEC.

JORGE MOYA MUÑOZ

Jorge Moya Muñoz es arquitecto por la Universidad de Granada, Máster en Arquitectura y Patrimonio Histórico por la Universidad de Sevilla en colaboración con el IAPH y el Patronato de la Alhambra, y Máster en Peritación y Reparación de Edificios por la Universidad de Sevilla. En la actualidad disfruta de una beca FPI en el Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica de la ETSA de Sevilla vinculado al proyecto I+D+i TUTSOSMOD. Miembro del grupo de investigación HUM 799 «Estrategias de Conocimiento Patrimonial» de la Universidad de Sevilla. Ha formado parte del equipo técnico de los proyectos europeos Erasmus + relacionados con la construcción con tierra: HELPS (Humanity Earth Life Population Solidarity) y de BION (Building Impact Zero Network). Coordinador de las Jornadas Patrimoniales de Arquitectura Construida en Tierra de Oria. Recibió uno de los premios Terra Ibérica en el año 2019.

IGNACIO MUÑOZ JAÉN

Ignacio Muñoz Jaén es licenciado en Geografía e Historia, especialidad en Arqueología, con formación

en ecoturismo, desarrollo rural y didáctica del patrimonio. Es arqueólogo municipal y director del Museo Histórico de Almedinilla-Ecomuseo del río Caicena desde 1994 en la localidad de Almedinilla (Córdoba).

MARÍA DEL MAR MURIEL (LA MARI MURIEL)

La Mari Muriel es artista plástica criada en Sevilla, formada en la especialidad de pintura y grabado en la Facultad de Bellas Artes, escenografía en el Centro Andaluz de Teatro y alfarería en la Escuela de Artes. Pinta, ilustra y diseña y, más recientemente, ha comenzado con producción cerámica. Su obra se expresa en distintos formatos y soportes, desde los muros y puertas al papel, cerámica, seda, madera... Se identifica con el movimiento feminista y uno de los objetivos que persigue al ilustrar es la transformación social, el debate y el pensamiento crítico a través del arte. Su obra es colorista, de trazos fuertes, orgánica y el Sur es parte de su identidad como mujer andaluza y artista.

ANTONIO JESÚS ORTIZ VILLAREJO

Antonio Jesús Ortiz Villarejo es doctor en Arqueología Espacial por la Universidad de Jaén, habiendo realizado su tesis doctoral sobre el yacimiento arqueológico de Giribaile (Vilches, Jaén). Posee una amplia trayectoria de más de una década como arqueólogo profesional y en la actualidad ha iniciado su propia línea de investigación basada en la aplicación de las distintas técnicas de Teledetección Remota (análisis de imágenes satelitales, LiDAR, y fotogrametría aérea) aplicadas al estudio del paisaje histórico y restos arqueológicos.

ANTONIO PIZZO

Antonio Pizzo es doctor por la Universidad Autónoma de Madrid. Es científico titular del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y actualmente director de la Escuela Española de Historia y Arqueología en Roma (EEHAR-CSIC). Ha participado y dirigido numerosas excavaciones arqueológicas (e.g. teatro y anfiteatro de Mérida, *Contribuita Iulia Ugultunia*, Arco di Iano en Roma) y diferentes proyectos de investigación. De entre estos últimos, financiados por el Plan Estatal I+D+i, destacan los dedicados al análisis técnico de la arquitectura romana de la Lusitania. Es especialista en los campos disciplinares de la Arqueología de la Arquitectura y

la Arqueología de la Construcción, sobre lo que ha publicado monografías y artículos en diferentes revistas especializadas. Entre ellas destaca la dedicada a Las técnicas constructivas de la arquitectura pública de *Augusta Emerita* (2010), y dos volúmenes dedicados a los procesos de transmisión de conocimientos teóricos y técnicos en arquitectura. Es uno de los promotores y editores de la serie *Arqueología de la Construcción* publicada en *Anejos de Archivo Español de Arqueología*.

ARACELI RODRÍGUEZ AZOGUE

Araceli Rodríguez Azogue es licenciada en Geografía e Historia con especialidad en Prehistoria y Arqueología por la Universidad de Sevilla, Máster en Espacio expositivo y Museografía creativa por la Universidad Politécnica de Cataluña en 2010 y cofundadora de la empresa Arqueología y Gestión S.L. Ejerce como profesional desde el año 1997, llevando a cabo diversas actividades en el campo del patrimonio histórico arqueológico, entre las que destacan las tres campañas de excavaciones realizadas entre los años 2002-2005 en el yacimiento de El Carambolo (Cama, Sevilla) y la excavación de la necrópolis tartésica del yacimiento de la Angorrilla (Alcalá del Río, Sevilla). A lo largo de su carrera profesional ha prestado especial dedicación a la arqueología de la arquitectura con numerosas intervenciones en este campo. Desde el año 2014 dirige un proyecto de investigación arqueológica en el yacimiento Nuraghe Candelargiu, en el término de San Giovanni Suergiu, Sulcis Iglesias, Cerdeña (Italia).

REYES RODRÍGUEZ GARCÍA

Reyes Rodríguez García es doctora en Química. Es profesora en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas I y responsable del Laboratorio de Construcción de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Sevilla. Pertenece al grupo del PAIDI *Estrategias de conocimiento patrimonial* (HUM 799). Su principal línea de investigación se basa en el análisis de materiales naturales y derivados, su caracterización aplicada a las técnicas y revestimientos en la construcción tradicional y el establecimiento de protocolos para optimizar el conocimiento de ellos, tanto en construcción como en trabajos de rehabilitación. Ha dirigido tres tesis doctorales y más de una veintena de trabajos académicos de fin de estudios. Es miembro fundador de la asociación TERRAND. Su actividad científica de los últimos años se refleja en numerosas publicaciones

en revistas especializadas, capítulos en obras colectivas y participación en congresos y reuniones, así como la participación, como investigadora, en tres proyectos competitivos de I+D+i, así como tres contratos técnicos.

ESTHER RODRÍGUEZ GONZÁLEZ

Esther Rodríguez González es investigadora postdoctoral Juan de la Cierva –incorporación en el Instituto de Arqueología de Mérida (CSIC-Junta de Extremadura). Como miembro del equipo de investigación del proyecto nacional *Construyendo Tarteso 2.0. Análisis constructivo, espacial y territorial de un modelo arquitectónico en el valle medio del Guadiana*, codirige las excavaciones arqueológicas desarrolladas en el yacimiento de Casas del Turuñuelo (Guareña, Badajoz). Es autora de diferentes trabajos de investigación en torno al estudio de la cultura tartésica en el valle medio del Guadiana, entre los que cabe destacar la monografía *El poblamiento del valle medio del Guadiana durante la I Edad del Hierro* (CSIC, 2018). Compagina la labor investigadora con la divulgación, siendo Investigadora Principal del proyecto de la FECYT *Tarteso en Comunidad*. Fruto de esta labor es la publicación del volumen *Arqueología y Procomún. Guía para el desarrollo de procesos de ciencia comunitaria en el rural* (IAM-CSIC, 2020).

OLIVA RODRÍGUEZ GUTIÉRREZ

Oliva Rodríguez Gutiérrez es doctora en Geografía e Historia, especialidad en Arqueología por la Universidad Autónoma de Madrid. Desarrolló su etapa posdoctoral en la Università di Roma «La Sapienza» y la Escuela Española de Historia y Arqueología en Roma-CSIC, en el marco del proyecto de investigación en la ciudad de *Tusculum* (Lazio, Italia). En 2015 se incorporó al Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Sevilla, donde es catedrática de Arqueología desde 2021. Se integra en el Grupo de investigación del PAIDI *Historiografía y Patrimonio andaluz* (HUM-402). En los últimos años ha dirigido proyectos de investigación competitivos del Plan Estatal de I+D+i dedicados a cuestiones relacionadas con las técnicas edilicias y los materiales constructivos en las ciudades romanas del valle del Guadalquivir, prestando especial atención a su vertiente económica y organizativa. Fruto de estas investigaciones han sido numerosos trabajos científicos en diferentes obras colectivas y revistas especializadas, así como experiencias didácticas y prácticas vinculadas con el uso de los materiales de

construcción en época antigua. Actualmente dirige el proyecto *Circ-E. Logistics in the ancient city*, también del Plan Estatal, donde aborda, junto con un equipo netamente interdisciplinar, diferentes aspectos relativos a la logística de las ciudades antiguas en clave de economía circular, teniendo, como laboratorio principal de referencia el yacimiento arqueológico de *Baelo Claudia* (Tarifa, Cádiz).

JOSÉ DANIEL RODRÍGUEZ MARISCAL

José Daniel Rodríguez Mariscal es doctor en Ingeniería con una tesis dedicada al análisis experimental del comportamiento mecánico de la tierra como material de construcción. Es actualmente profesor sustituto interino en el Departamento de Mecánica de medios continuos y Teoría de estructuras de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Sevilla. Sus intereses científicos y académicos se centran en el comportamiento mecánico de sólidos, las metodologías experimentales para la obtención de propiedades mecánicas, las energías renovables y la cooperación internacional. Vinculado con la construcción con adobes y tapia participa, desde hace siete años, en diferentes proyectos, publicaciones científicas y eventos de difusión en esta materia. Asimismo, ha colaborado activamente con la asociación TAPH-TAPH. *Bioconstrucción, Arquitectura y Paisaje holístico* en la promoción y desarrollo del interés social por la autoconstrucción y las prácticas de construcción tradicional. En la actualidad participa en una línea de investigación dedicada a la caracterización mecánica de la tierra como material constructivo por medio de técnicas no destructivas.

F. JAVIER SANTOS ARÉVALO

F. Javier Santos Arévalo es doctor en Física, especializado en la técnica de datación por radiocarbono mediante Espectrometría de Masas con Acelerador. Como responsable del Servicio de Datación del Centro Nacional de Aceleradores (Universidad de Sevilla, CSIC, Junta de Andalucía), coordina la comunicación con los usuarios y es la persona de contacto para el asesoramiento acerca del servicio. Además, es el responsable de llevar a cabo las medidas por AMS y del análisis posterior de los datos, realizando los informes de datación con los resultados obtenidos. Desde el año 2007 en que se inauguró el servicio, se han obtenido más de 4800 dataciones para un gran número de usuarios de todo tipo. Una parte importante de su trabajo es la divulgación de la técnica de datación, en su base y en los aspectos prácticos, algo que considera

fundamental para que los usuarios puedan utilizar convenientemente esta herramienta. Así, ha participado en una decena de congresos o seminarios organizados para este fin, además de impartido diversas charlas a alumnos de grado y máster.

ANTONIO M. SÁEZ ROMERO

Antonio M. Sáez Romero es profesor ayudante doctor en el Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Sevilla y miembro del Grupo del PAIDI *De la Turdetania a la Bética* (HUM 152). A lo largo de las dos últimas décadas ha desarrollado numerosos trabajos de campo y estudios de materiales centrados fundamentalmente en la arqueología de la producción, tomando como principal caso de estudio la Bahía de Cádiz en el I milenio a.C. Estos intereses motivaron su tesis doctoral *Alfares y saladeros de Gadir. Una aproximación a la economía conservera de la Bahía de Cádiz en época púnica y tardopúnica (siglos VI-I a.C.)* (2014), además de un buen número de artículos y monografías. Desde aproximaciones tipológicas, tecnológicas, arqueométricas y experimentales ha indagado acerca del importante papel de la fabricación y comercialización de salazones de pescado, la pesca, la manufactura cerámica y el rol histórico de estos factores en el desarrollo de la región a lo largo del I milenio a.C. Asimismo, destaca la participación en proyectos arqueológicos en el exterior desarrollados en Italia, Gibraltar y Marruecos, así como la dirección en Grecia del *Corinth Punic Amphora Building Project* (desde 2014, US-ASC-SA-BSA), del Proyecto Ergasteria (FEDER US, 2020-2022) y del GREPURE Project (2020-2022, US-FBBVA), así como la colaboración con el CAS-IAPH en el estudio de la dinámica portuaria y comercial del área de La Caleta (Cádiz) en la Antigüedad.

MYRIAM SECO ÁLVAREZ

Myriam Seco Álvarez es profesora asociada en el Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Sevilla. Licenciada en Historia con la especialidad de Historia Antigua y Medieval (1990) y doctora en Historia (1995) por la misma universidad. Desarrolló una estancia de investigación en el Instituto de Egiptología de la Universidad de Tubinga entre los años 1992 y 1994. Actualmente, en colaboración con el Ministerio de Antigüedades Egiptio, dirige las excavaciones del templo de Millones de Años de Tutmosis III en Luxor. Ha trabajado con el Instituto Arqueológico Alemán en la necrópolis de Dahshur, con el Centro de Estudios Alejandrinos en el yacimiento de Qait Bay en Alejandría, con

el Instituto de Arqueología Náutica en el yacimiento de Sadana Island en el Mar Rojo y en el proyecto de excavación del Templo Funerario de Amenophis III en Luxor, entre otros. También ha dirigido las excavaciones de un pecio fenicio en Tiro (Líbano). Fue coordinadora de la exposición *120 Años de Arqueología española en Egipto*, inaugurada en el Museo de El Cairo en 2009. Participó en el rodaje de la película, en formato IMAX, *El misterio del Nilo*. Es autora de varios libros y ha escrito numerosos artículos en revistas especializadas. Es académica correspondiente en Egipto de la Real Academia de Bellas Artes Santa Isabel de Hungría de Sevilla.

MARIO SOLÍS MUÑIZ

Mario Solís es profesor titular en el Departamento de Mecánica de medios continuos y Teoría de estructuras en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Sevilla. Su labor investigadora y de transferencia de conocimiento abarca, entre otras líneas de trabajo, la caracterización experimental y el estudio numérico del comportamiento de materiales y estructuras. Sus investigaciones relacionadas con la construcción y arquitectura con tierra se iniciaron hace diez años a raíz de su implicación en actividades y proyectos de cooperación al desarrollo. En este tiempo ha publicado diferentes trabajos científicos, ha dirigido distintos trabajos académicos y ha sido el investigador principal de tres proyectos de investigación relacionados con la construcción con adobe y tapia. Como resultado de todo ello, las aportaciones científicas se han centrado en la obtención de valores de resistencia y leyes de comportamiento de estos materiales, el análisis de diversos aspectos metodológicos asociados con la determinación de estas propiedades mediante distintos tipos de ensayos mecánicos, la aplicación de modelos matemáticos para la simulación de su comportamiento mecánico-estructural y la aplicación y desarrollo de herramientas y técnicas para la inspección de construcciones de tierra mediante ensayos no destructivos basados en la determinación de velocidades de propagación de ondas elásticas.

MIGUEL ÁNGEL TABALES RODRÍGUEZ

Miguel Ángel Tabales Rodríguez es catedrático de Historia de la Construcción y Arqueología de la

Arquitectura en el Departamento de Construcciones Arquitectónicas 2 de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación en la Universidad de Sevilla. Dirige el proyecto de investigación Arqueológica del Real Alcázar de Sevilla desde 1997. Sus principales líneas de investigación se centran en la Arqueología de la Arquitectura, tema sobre el que ha escrito numerosas publicaciones. La construcción medieval y la arqueología del período islámico son el hilo argumental en el que se insertan la mayor parte de sus investigaciones y proyectos. Destacan los estudios en apoyo a la rehabilitación de edificios emblemáticos como el Alcázar de Sevilla, Catedral de Sevilla, Conventos del Carmen, San Clemente, Santa Clara y Santa María de Jesús en Sevilla, Palacios de Conde de Ibarra, Castillos de Jimena de la Frontera o San Romualdo en San Fernando, Hospital de las Cinco Llagas de Sevilla, etc.

LIVIA TIRABASSI

Livia Tirabassi es actualmente doctoranda en la Ghent Universitaet y en la Università di Verona, donde está llevando a cabo un estudio titulado *Modelización del poblamiento agrario y minero de época púnica en el Mediterráneo occidental: estudio comparado entre Cerdeña y Andalucía*. Es investigadora asociada del ISPC-CNR, con el que colabora en varios proyectos en Cerdeña, Líbano y Túnez, además de formar parte del consejo editorial de la Colección de Estudios Fenicios. Ha sido responsable del proyecto de prospección sistemática del yacimiento fenicio-púnico de Pani Loriga (Santadi, Cerdeña). Colabora con la Cátedra de Arqueología griega de la Ghent Universitaet en el proyecto arqueológico en el yacimiento de Thorikos (Grecia) y con el Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Sevilla en el Cerro Macareno (Sevilla).

A lo largo de estos años ha adquirido experiencia en la metodología y el procesamiento de modelos digitales tridimensionales, así como en la gestión y el procesamiento de datos mediante SIG. En 2021 coordinó la 15ª edición de la conferencia internacional ArcheoFOSS, dedicada a nuevas tecnologías en arqueología. Sus principales intereses científicos son el urbanismo, la topografía y la arqueología del paisaje del área fenicio-púnica mediterránea en el primer milenio a.C.



Colección Spal Monografías Arqueología
Editorial Universidad de Sevilla

Esta obra es fruto de la colaboración interdisciplinaria entre especialistas de diferentes ámbitos, que confluyen en su interés por la arquitectura en tierra y otros materiales de construcción asociados, empleados en la Antigüedad y en época histórica. Los arqueólogos e historiadores son los encargados de caracterizar las arquitecturas en tierra para comprender aspectos tan diferentes como la logística de las obras o el abastecimiento de materiales que, en último término, informan de las estructuras socioeconómicas. Unos instrumentos fundamentales para dicha caracterización son hoy también las aproximaciones analíticas y arqueométricas que aportan especialistas desde la física, la química, la ingeniería o la arquitectura, entre otras disciplinas. No falta una última aproximación, absolutamente necesaria en el panorama actual de la vuelta a formas más sostenibles de construcción, a los principios de la arquitectura vernácula, a sus valores patrimoniales y a las experiencias que, desde la reconstrucción práctica de las técnicas, permiten hacer de la construcción en tierra cruda una solución plenamente vigente. La aportación de antropólogos, arquitectos y arqueólogos recupera estos materiales y técnicas en las tareas de nueva edificación pero, sobre todo, en las intervenciones en bienes patrimoniales.

