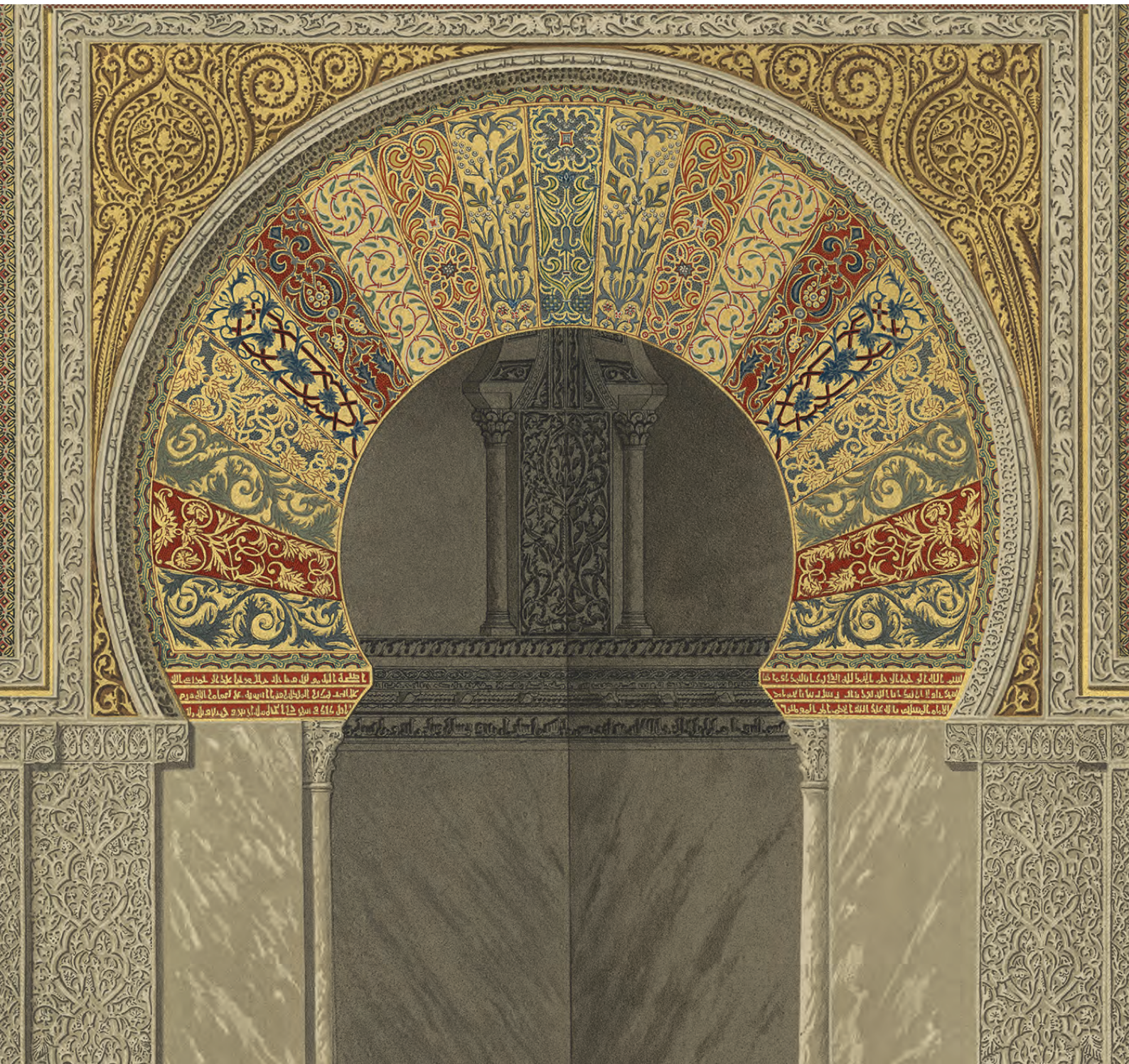


BOLETÍN DEL MUSEO ARQUEOLÓGICO NACIONAL

41 / 2022



Boletín del Museo Arqueológico Nacional

41 / 2022



Catálogo de publicaciones del Ministerio: www.libreria.culturaydeporte.gob.es
Catálogo general de publicaciones oficiales: <https://cpag.mpr.gob.es>

Edición 2022



MINISTERIO DE CULTURA
Y DEPORTE

Edita:

© SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA
Subdirección General de Atención al Ciudadano,
Documentación y Publicaciones

© Del texto y las imágenes: sus autores

NIPO: 822-19-039-9
ISSN: 2341-3409

Consejo editorial

Director

Andrés Carretero Pérez
Museo Arqueológico Nacional (España)

Comité de redacción (Museo Arqueológico Nacional)
(España)

Beatriz Campderá Gutiérrez
Ángeles Castellano Hernández
Eduardo Galán Domingo
Nayra García-Patrón Santos
M.^a Ángeles Granados Ortega
Carmen Marcos Alonso
Paloma Otero Morán
Esther Pons Mellado
Alicia Rodero Riaza
Virginia Salve Quejido
Carmen Sanz Díaz

Consejo asesor

María Paz Aguiló Alonso
Centro de Ciencias Humanas y Sociales (CSIC) (España)
(jubilada)
José M.^a Álvarez Martínez
Museo Nacional de Arte Romano (España) (jubilado)
Gonzalo Aranda Jiménez
Universidad de Granada (España)
Achim Arbeiter
Universität Göttingen (Alemania)
Isabel Argerich Fernández
Instituto del Patrimonio Cultural de España
Joaquín Barrio
Universidad Autónoma de Madrid (España)
María Belén Deamos
Universidad de Sevilla (España)
Federico Bernaldo de Quirós
Universidad de León (España)
Marta Campo
Sociedad Iberoamericana de Estudios Numismáticos
(España)
Raquel Castelo Ruano
Universidad Autónoma de Madrid (España)
Joaquín Córdoba Zoilo
Universidad Autónoma de Madrid (España)
Teresa Chapa Brunet
Universidad Complutense de Madrid (España)
Carmen Dávila Buitrón
Escuela Superior de Conservación y Restauración de Bienes
Culturales (Madrid, España)
Andrés Diego Espinel
Instituto de Lenguas y Culturas del Mediterráneo y Oriente
Próximo (CSIC) (España)
Adolfo Domínguez Monedero
Universidad Autónoma de Madrid (España)
Antonio Espinosa Ruiz
Vilamuseu (Red de Museos y Monumentos de Villajoyosa,
Alicante, España)

Editora técnica

Concha Papí Rodes
Museo Arqueológico Nacional (España)

Ángela Franco Mata
Museo Arqueológico Nacional (España) (jubilada)
Sonia Gutiérrez Lloret
Universidad de Alicante (España)
M.^a José López Grande
Universidad Autónoma de Madrid (España)
Elías López-Romero González de la Aleja
Instituto de Arqueología (CSIC-Junta de Extremadura)
(España)
Antonio Malpica Cuello
Universidad de Granada (España)
Isabel Martínez Navarrete
Instituto de Historia (CSIC) (Madrid, España)
Carlos Martínez Shaw
Universidad Nacional de Educación a Distancia (España)
Juan Pereira Sieso
Universidad de Castilla-La Mancha (España)
Eloísa Pérez Santos
Universidad Complutense de Madrid (España)
Domingo Plácido Suárez
Universidad Complutense de Madrid (España) (jubilado)
Juan Antonio Quirós Castillo
Universidad del País Vasco (España)
José Luis de los Reyes Leoz
Universidad Autónoma de Madrid (España)
Gonzalo Ruiz Zapatero
Universidad Complutense de Madrid (España)
Jesús Salas Álvarez
Universidad Complutense de Madrid (España)
Manuel Santonja Gómez
Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución
Humana (España)
Julio Torres
Museo Casa de la Moneda (España) (jubilado)

ÍNDICE

ARTÍCULOS

La exposición temporal «Colección de Antigüedades Ibicencas Sáinz de la Cuesta» en el Museo Arqueológico Nacional y la arqueología púnica en los años sesenta del siglo xx Jorge del Reguero González	11
Sobre algunas huellas fósiles en la escultura del Cerro de los Santos Rubí Sanz Gamó, Francisco Brotons Yagüe y Sebastián Ramallo Asensio	29
Objetos singulares en los espacios de representación de la <i>civitas</i> Ocela-Chao Samartín (Grandas de Salime, Asturias): juego de bronce con decoración argénteo y larga moharra de hierro Ángel Villa Valdés, Óscar García Vuelta y Rubén Montes López	45
La colección de glandes de plomo del Coto Fortuna (Mazarrón, Murcia) María Martínez Alcalde	63
El estudio de los materiales romanos depositados en los almacenes del Museo Arqueológico de Córdoba como recurso de investigación Carlos Márquez	89
Museo Foro Romano. Molinete: un laboratorio para el estudio de la historia de Cartagena José Miguel Noguera Celadrán, Andrés Cánovas Alcaraz, María José Madrid Balanza, Izaskun Martínez Peris y Víctor Velasco Estrada	103
Ourivería de tradición xermánica no Museo Provincial de Lugo Aurelia Balseiro García	125
Del objeto «árabe» a al-Ándalus: La exposición de las colecciones andalusíes en el Museo Arqueológico Nacional (I) Beatriz Campderá Gutiérrez	143
Hipótesis de origen hebreo de la cadena 12³ en el arte Blanca Samaniego Bordiú y Sergio Larriera Sánchez	161
Un reloj de bolsillo de J. R. Losada en los fondos del Museo Arqueológico Nacional Pablo Bernal Sánchez	179
La cultura Uruk y su reflejo en el Museo Arqueológico Nacional Carmen del Cerro Linares	197
Proceso de conservación de varias piezas de estatuaria procedentes del templo de Millones de Años de Tutmosis III María Antonia Moreno Cifuentes, Myriam Seco Álvarez y Javier Martínez Babón	213
La simbología detrás de un deseo: la cantimplora de Año Nuevo del Museo Arqueológico Nacional Isabel Olbés Ruiz de Alda	227
Un escarabeo egipcio de diorita con restos de oro en el Museo Arqueológico Nacional (Madrid) Miguel Jaramago	237
Conjunto de tumbas de Época Persa del yacimiento arqueológico de Oxirrinco (El-Bahnasa), Egipto. Campañas 2019-2020 Esther Pons Mellado y Maite Mascort Roca	251

Aproximación al mundo religioso-funerario de la cultura nubia: la colección del Museo Arqueológico de A Coruña	
Nieves García Centeno	269
Countermarks from the Museo Arqueológico Nacional in Madrid (II). Part B. <i>eagle</i> (head): Notes on Countermarking Techniques. Part C. <i>boar</i> (lying) / <i>boar</i> (skull): Considerations on Relative Chronology	
Rodolfo Martini	295
El travestismo en <i>Las asambleístas</i> de Aristófanes, en las Esciras y en los vasos anacreónticos: algunos apuntes	
Miriam Valdés Guía	309
José Ramón Mélida y la Arqueología en Ávila	
María Mariné Isidro	325
Pedro Gutiérrez Achútegui, pionero de la arqueología calagurritana	
Rosa Aurora Luezas Pascual	341
Carlos Cerdán Márquez y la arqueología onubense. El <i>castellum</i> de Casa de los Dragos (Marigenta, Zalamea la Real)	
Juan Aurelio Pérez Macías, Luis Iglesias García y Enrique C. Martín Rodríguez	361
Palmira 2011-2021. Diez años de destrucción en el Reino de Zenobia	
Marta Arcos García	375
Arqueología: el arte de la recensión o el trabajo de la mimesis sucinta y crítica	
Gonzalo Ruiz Zapatero y Jesús R. Álvarez-Sanchís	393
Mujeres que construyen ciudad	
M. ^a Dolores Baena Alcántara	409
Fotogrametría aplicada a la digitalización 3D de piezas arqueológicas: Alarcos (Ciudad Real) y su colección digital	
David Rodríguez González, M. ^a Rosario García Huerta, Víctor Manuel López-Menchero Bendicho, Francisco Javier Morales Hervás, Pedro Miguel Naranjo y Herbert Maschner	429
Reparaciones de época y restauraciones antiguas en mosaicos del Museo Arqueológico Nacional	
M. ^a Antonia Moreno Cifuentes y Carmen Dávila Buitrón	447
VARIA	
Un pasador en forma de «T» localizado en plena «Tebaida Berciana» (Carracedo de Compludo, El Bierzo, León)	
Artemio M. Martínez Tejera	467
Posibles dinares del Tesoro de Valencia del Ventoso (Badajoz)	
Paula Grañeda Miñón	471
Dos piezas de bronce de varias figuras de Osiris unidas del Museo Arqueológico Nacional	
Esther Pons Mellado	475
Arcóbriga: «la Caseta de Cerralbo»	
Luis Alberto Gonzalo Monge	481

**Sobrevivir en tiempos de la COVID-19. La experiencia del Museo de Arte Ibérico
El Cigarralejo (Mula, Murcia)**

Virginia Page del Pozo

487

EL MUSEO DESDE DENTRO

**Arqueología de los paisajes sonoros: una Vitrina CERO dedicada al sonido
de la Prehistoria y la Protohistoria**

Susana de Luis Mariño y Ruth Maicas Ramos

495

Vitrina CERO: De Nishapur a Samarcanda: arqueología y arte de la Persia medieval

Sergio Vidal Álvarez, Beatriz Campderá Gutiérrez, Estrella Martín Castellano,
Bárbara Culubret Worms y Raquel Acáz Mendive

513

Vitrina CERO: ¡Falso! Una historia de engaño, arte y codicia

Paloma Otero Morán

523

**Arquitectura en 2D: Las estampas de *Monumentos Arquitectónicos de España*
del Museo Arqueológico Nacional**

Núria Benavent Bataller

535

Fotogrametría aplicada a la digitalización 3D de piezas arqueológicas: Alarcos (Ciudad Real) y su colección digital¹

Photogrammetry Applied to the 3D Digitalization of Archaeological Pieces: Alarcos (Ciudad Real) and its Digital Collection

David Rodríguez González* (david.rodriguez@uclm.es)

M.^a Rosario García Huerta* (rosario.garcia@uclm.es)

Víctor Manuel López-Menchero Bendicho** (victor.lopezmenchero@gmail.com)

Francisco Javier Morales Hervás* (fco.morales@uclm.es)

Pedro Miguel Naranjo* (pedro.mnaranjo@uclm.es)

Herbert Maschner** (maschner@globaldigitalheritage.org)

* Universidad de Castilla-La Mancha. España

**Global Digital Heritage, Inc. EE. UU.

Resumen: Durante el año 2020, el equipo de Global Digital Heritage (GDH), en colaboración con la Universidad de Castilla-La Mancha, el Museo de Ciudad Real y la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, llevaron a cabo la digitalización 3D de parte de la colección arqueológica depositada en el Museo procedente del yacimiento arqueológico de Alarcos. Una colección de finales del Bronce y de la Edad del Hierro diversa y representativa en cuanto a materiales y estado de conservación. Este trabajo expone la metodología empleada y los resultados obtenidos, reflexionando sobre los beneficios que se derivan de este tipo de acciones.

Palabras clave: Yacimiento ibérico. Museo. Recreaciones. Artefactos.

Abstract: During 2020 the Global Digital Heritage (GDH) team, in collaboration with the University of Castilla-La Mancha, the Ciudad Real Museum, and the Castilla-La Mancha Community Board, carried out 3D digitization of a large portion of the archaeological collection from the Alarcos archaeological site now curated in the Ciudad Real Museum. The collection from the late Bronze and Iron Age is diverse and representative in terms of materials and state of preservation. Here we describe the methods and results used in the digital acquisition, as well as the problems encountered and our methods for solving them. The methods and techniques developed during this project have widespread use at multiple levels.

Keywords: Iberian settlement. Museum. Recreations. Artifacts.

¹ Este texto se enmarca en el proyecto «La cultura arquitectónica en la Oretania septentrional y la potencial influencia púnica: los oppida de El Cerro de las Cabezas y Alarcos. Un estudio interdisciplinar e integral (ArqPunOre)». Proyectos de I+D+I, Ministerio de Ciencia e Innovación. Referencia: PID2020-117449GB-I00.





Fig. 1. Vista general de Alarcos (Ciudad Real).

Introducción

El cerro de Alarcos, a 8 km de Ciudad Real, tiene una superficie de unas 33 ha. Su área de ocupación estaría en torno a las 22-24 ha. El tipo de terreno sedimentario de su entorno ofrece unas características muy apropiadas para la actividad agropecuaria. Además, su privilegiada situación favoreció el desarrollo de actividades artesanales y comerciales al ubicarse junto a los pasos naturales que conectaban la meseta septentrional con el valle del Guadalquivir y cerca de comarcas montañosas donde podía obtener recursos mineros y cinegéticos. A los pies del cerro discurre el río Guadiana, en cuya vega, en la parte baja de la ladera norte del cerro, se ha localizado una de las necrópolis ibéricas del asentamiento (García; Morales, y Rodríguez, 2018).

Al asumir la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha las competencias de Cultura, se promovieron campañas sistemáticas de excavación en diversos yacimientos emblemáticos, como Alarcos, desde el año 1984. En esa primera campaña de excavación se realizó la planimetría de todo el cerro y se decidió dividir el yacimiento en varios sectores: I, II, III, IV, Entrada y Alcazaba.

En 1997 se incorporó a las actividades arqueológicas de Alarcos la Universidad de Castilla-La Mancha. Desde el área de Prehistoria de esta Institución planteamos a la Dirección General de Cultura de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha la conveniencia de desarrollar un proyecto de investigación en este yacimiento de gran interés científico que, a la vez, permitiera la realización de prácticas en Arqueología a los alumnos de la universidad regional. Nuestros trabajos se han centrado



Fig. 2. Ortofoto del Sector III, área del almacén de grano.

en el denominado Sector III, documentándose tres fases de ocupación (García; Morales, y Rodríguez, 2020).

La Fase medieval se asienta sobre los niveles de ocupación íberos, pero debido a que este texto se centra en los restantes períodos no la desarrollaremos, remitiendo a otra de nuestras publicaciones para su conocimiento (García; Morales, y Rodríguez, 2013).

Fase ibérica

Bajo la ocupación medieval aparecen los niveles de época ibérica, bastante alterados por las construcciones medievales. La estructura más interesante es un gran almacén de grano, dedicado también a actividades de transformación y fabricación de alimentos. Tendría unas dimensiones notables, al menos 390 m², aunque aún no hemos podido documentarlo completamente. Tiene una planta rectangular dividida en dos amplios espacios: el situado al oeste estaría compartimentado interiormente, presentando en la parte exterior cuatro largos muros escalonados, que aprovechan la inclinación que presenta en esta zona la ladera del cerro y que discurren paralelos en dirección este-oeste, cerrando el último de ellos el edificio por la parte meridional. El segundo recinto, situado

a continuación, solo se ha delimitado parcialmente, pero se puede apreciar que su interior está compartimentado por muros paralelos, con una disposición tipo parrilla, mientras que en el exterior continúan los muros escalonados.

Además de este almacén de carácter comunal, se han hallado viviendas íberas construidas con materiales y técnicas muy similares a las medievales, pero con una distinta orientación, este-oeste para las de época ibérica y norte-sur para las medievales. Las casas ibéricas tienen forma rectangular, presentan unas dimensiones variables, que suelen oscilar entre los 12 y los 20 m², y cuentan con un zócalo de mampostería de piedras cuarcitas trabadas con barro que puede llegar a alcanzar entre 80 cm y 100 cm de altura. El resto de la pared sería de tapiales y la techumbre probablemente se realizaría con traviesas de madera, ramajes y barro. Los suelos serían de tierra apisonada y endurecida.

Fase Bronce Final-I Edad del Hierro

Durante las primeras excavaciones era frecuente encontrar materiales arqueológicos pertenecientes a los últimos momentos del Bronce Final o a inicios del Primer Hierro, sin vinculación a estructuras. Eran cerámicas a mano, decoradas con pintura bícroma (amarillo-rojo) o monocroma en rojo (estilos Carambolo y San Pedro II) y amarillo, grafitadas, de retícula bruñida, impresas y bruñidas... La documentación de estos materiales, localizados también en otras áreas del yacimiento, venía a confirmar la idea de que la primera ocupación del poblado podría remontarse a comienzos del I milenio a. C., como muestran las fechas de ¹⁴C obtenidas (García; Morales, y Rodríguez, 2020: 144), etapa poco conocida en el Alto Guadiana.

Actualmente se han contextualizado algunos de estos materiales gracias a la localización de construcciones pertenecientes a esta etapa cultural. Son cinco hogares, tres postes de cabaña y muros de varias viviendas en la zona de la ladera, área en la que, al no haberse documentado ocupación de época ibérica ni medieval, se han podido conservar mejor los niveles de ocupación más antiguos.

La necrópolis ibérica de Alarcos

Se localizó en 2013 al realizar un control arqueológico en la parte baja de la ladera norte del cerro, muy próxima al cauce del Guadiana y junto a una carretera, lo que condicionó los trabajos arqueológicos, reducidos a una estrecha franja de terreno que ocupaba una superficie de unos 160 m². Aunque el número de tumbas es reducido, 25, resulta muy destacable la documentación obtenida, tanto por la presencia de materiales significativos como por las fechas de ¹⁴C, que ha permitido datarla en el Ibérico Final (finales del siglo III a. C. y comienzos del siglo I a. C.).

Uno de los aspectos más destacados es la riqueza que presentan muchas tumbas, que cuentan con un gran número de adornos, algunos elaborados en oro y plata. También abundan las armas, resultando significativo que en casi la cuarta parte de los enterramientos aparece armamento como elemento de ajuar. Otro aspecto reseñable es la presencia de numerosos astrágulos de ovicápridos, formando parte de los ajuares de varias tumbas. En definitiva, la necrópolis de Alarcos supone un enorme salto cualitativo en la caracterización del mundo funerario ibérico en el Alto Guadiana, al ofrecer por primera vez en este ámbito un interesante y contextualizado conjunto de tumbas y materiales (García; Morales, y Rodríguez, 2018).

El proyecto Global Digital Heritage y su conexión con Alarcos

Global Digital Heritage (GDH) es una entidad estadounidense sin ánimo de lucro, con base en Florida, que desde el año 2017 trabaja con el objetivo de favorecer una mayor democratización cultural y

científica a través de la digitalización 3D del patrimonio cultural de la humanidad. Gracias a la financiación que recibe de fundaciones, administraciones públicas y filántropos, desarrolla su actividad con total libertad centrando su atención no solo en los yacimientos arqueológicos, monumentos y museos más famosos del mundo, sino también en otros lugares que, aunque peor conocidos a nivel internacional, custodian un valioso legado. Hasta la fecha ha desarrollado proyectos en Estados Unidos, Bosnia y Herzegovina, Turquía, Marruecos, Francia, Italia, España, Portugal, Uzbekistán y Emiratos Árabes Unidos. El criterio para la selección de casos ha variado de un lugar a otro, pero siempre se ha considerado imprescindible contar con un fuerte apoyo local que facilite el desarrollo de los trabajos al tiempo que garantice la utilización de los resultados. Basándose en este criterio, para el caso español, una parte muy importante de los esfuerzos realizados se han centrado en Castilla-La Mancha, donde se ha generado una intensa relación de colaboración tanto con la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha como con la Universidad de esa Comunidad. De facto, la colaboración entre los integrantes de GDH, la JCCM y la UCLM ya se había fraguado algunos años antes a través de un proyecto previo liderado por el Center for Virtualization and Applied Spatial Technologies de la Universidad de Florida del Sur (2015-2017). En esa fase previa, entre otros estudios se llevaron a cabo trabajos de campo en Alarcos centrados en la digitalización del propio yacimiento. No obstante, los trabajos de digitalización 3D comienzan en 2020, tomándose como punto de inicio el Museo de Ciudad Real.

Es importante señalar que estos trabajos se enmarcan en la Recomendación de la Comisión Europea de 27 de octubre de 2011 sobre la digitalización y accesibilidad en línea del material cultural y la conservación digital², así como en la Declaración de cooperación para promover la digitalización del patrimonio cultural del año 2019, que, firmada por veintisiete estados miembro, promueve una iniciativa pan-europea para la digitalización 3D de monumentos, sitios y artefactos culturales. Es importante remarcar que, mientras que en las dos primeras décadas del siglo *xxi* la Comisión Europea ha dado grandes pasos hacia la accesibilidad *online* masiva de sus colecciones en 2D, no ha sucedido lo mismo en el ámbito de la digitalización 3D, especialmente en los museos, por ello el reto fijado para esta década es precisamente avanzar en esa dirección.

Metodología

La técnica de documentación 3D empleada en el Museo Provincial de Ciudad Real ha sido la fotogrametría, estando el equipo de trabajo compuesto por 2 cámaras Canon EOS 5D Mark IV (sensor de 30.4 MP) con lentes Canon EF 100mm f/2.8 Macro, Canon EF 50mm F1.4 y Sigma 35 mm F1.4 DG. Aunque en el mercado existen algunos modelos más recientes y potentes, estas cámaras han demostrado una gran fiabilidad y capacidad de trabajo tras tomar miles de fotografías. Para el almacenamiento diario de las fotografías se han empleado 4 tarjetas SD SanDisk Extreme Pro de 512 GB y para el almacenamiento general se han utilizado discos duros de 5 Tb. También se han empleado dos trípodes ligeros Manfrotto 190 Go! con cabezal fotográfico 3D Mark II 804. La gran versatilidad de este equipo ha permitido desarrollar el trabajo en los almacenes del Museo en un espacio relativamente pequeño. El resto del equipo necesario ha sido trasladado al Museo en dos simples maletas, mostrando la ligereza y flexibilidad del equipamiento seleccionado.

Para los trabajos de digitalización de las piezas de Alarcos se han usado cajas de luz Foldio³, la versión de mayor tamaño, que ofrece la compañía Orangemonkie. Estas cajas desarrollan lo que la compañía llama el sistema «*Halo Edge*», mediante el cual el fondo de la imagen se ilumina de mane-

² La Recomendación de 2011 tiene su punto de partida en la Recomendación de la Comisión de 24 de agosto de 2006 sobre la digitalización y la accesibilidad en línea del material cultural y la conservación digital (2006/585/CE).



Fig. 3. Equipo utilizado para realizar la digitalización 3D en el Museo de Ciudad Real.

ra uniforme sin ninguna línea de ruptura, sobre un fondo blanco sólido, como si la pieza estuviera flotando en el aire. Esta característica resulta crucial para la posterior fase de procesado, ya que la ausencia de elementos distintivos fijos durante las distintas tomas permite a los algoritmos del programa centrarse en la pieza, de forma que pese a cambiar el objeto de posición en varias ocasiones el programa consigue automáticamente alinear todas las imágenes devolviendo una sola nube de puntos 3D de la pieza con cobertura total de la misma.

Las cajas de luz incluyen una tabla giratoria Foldio360 que automatiza el proceso de toma de imágenes mediante una conexión por Bluetooth con la cámara y el teléfono móvil. El teléfono móvil, gracias a la aplicación gratuita de Foldio360, permite controlar un conjunto de parámetros básicos asociados a la tabla giratoria como la velocidad de giro, el número de fotografías a tomar en cada ronda, la intensidad de la luz trasera de la tabla giratoria, etc. Al objeto de difuminar la tabla giratoria con el fondo de la caja de luz, se hace imprescindible dotar de la mayor intensidad posible a la luz trasera que emite la tabla giratoria.

En lo que respecta a la velocidad de giro, se ha trabajado con la velocidad más baja (equivalente a x1) o intermedia (equivalente a x2), ya que se minimiza la vibración generada sobre la pieza. El número de fotografías por ronda se ha fijado en el máximo permitido por la aplicación, en este caso 48 imágenes, registrándose así los detalles de las piezas desde el mayor número posible de ángulos. El número de fotografías y de ángulos en los que se toman dichas fotografías resulta crucial para garantizar la calidad final del modelo 3D. Debido al tamaño pequeño y mediano de los objetos digitalizados de Alarcos, se optó por tomar entre 300 y 600 fotografías por objeto, dependiendo de su complejidad. Para evitar manipular en exceso las piezas, tras cada ronda de 48 fotografías se ha buscado cambiar de posición la cámara en lugar de cambiar de posición la pieza. No debemos olvidar que, pese a lo inocuo de esta técnica no invasiva de documentación, la mera manipulación de

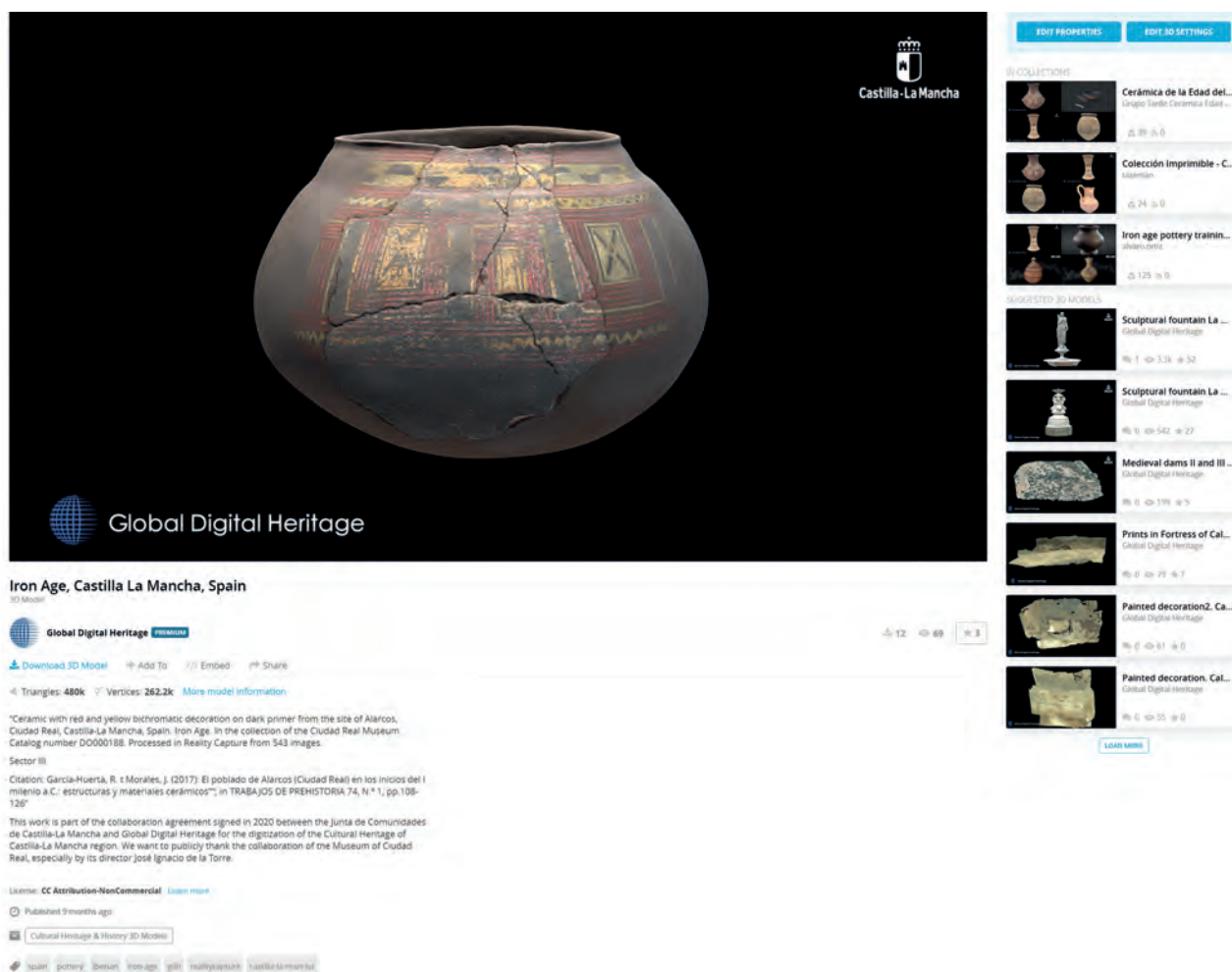


Fig. 4. Ejemplo de visualización en la plataforma Sketchfab del recipiente a mano con decoración bícroma procedente de los niveles del Bronce Final-Preibéricos de Alarcos, (<https://skfb.ly/6Wu7O>).

la pieza siempre puede suponer un desgaste, por pequeño que este sea, lo que obliga a trabajar con las máximas garantías para evitar desgastes innecesarios, puesto que a menor manipulación mejor conservación. Un aspecto metodológico relevante es el enfoque. Para los objetos de mediano tamaño en los que se ha empleado la lente de 35 mm se ha optado por un enfoque manual con una posición fija en cada ronda de fotografías. Sin embargo, para los objetos de pequeño formato en los que se ha empleado la lente de 100 mm se ha optado por un enfoque automático ajustando la velocidad de la tabla giratoria al mínimo, dando así a la cámara tiempo para enfocar y disparar.

Para escalar los objetos de manera precisa se han usado escalas de la empresa Palaeo3D del Dr. H. Mallison, que facilitan el proceso de trabajo en *Reality Capture*, de forma que el *software* es capaz de reconocer las dianas automáticamente reduciendo el tiempo de trabajo. Igualmente se ha utilizado el *software* comercial de fotogrametría *Reality Capture*, que destaca por su velocidad, aspecto esencial en la digitalización masiva.

Todos los modelos de los artefactos digitalizados se han puesto a disposición de los ciudadanos a través de la plataforma Sketchfab para su visualización y descarga gratuita sin fines comerciales, usando para ello la cuenta que GDH tiene en la plataforma (<https://sketchfab.com/GlobalDigitalHeritage>). Con más de 5 millones de usuarios en todo el mundo, Sketchfab se ha convertido en la plataforma de referencia para los creadores de contenidos 3D, incorporando entre sus distintas temáticas

la rama referida al patrimonio cultural, que suma más de 100000 modelos, una cifra sin parangón en el sector, lo que la convierte en el mayor repositorio mundial de acceso libre de modelos 3D de patrimonio cultural.

Todas las fotografías obtenidas durante el proceso de digitalización han sido almacenadas tanto en formato RAW como JPEG para permitir que en un futuro puedan ser reprocesadas, tomando de esta forma ventaja de las previsibles mejoras que seguirán experimentando los programas de fotogrametría. Esto es muy importante porque las fotografías seguirán siendo útiles en el futuro para la obtención de modelos de mayor calidad, sin tener que someter a las piezas a un nuevo proceso manipulativo, redundando en una mejor conservación de las colecciones.

La calidad de los modelos obtenidos permite visualizar detalles escasamente visibles para el ojo humano o mejora notablemente la visualización de detalles perceptibles pero que pasan fácilmente inadvertidos. En este sentido, la propia plataforma Sketchfab incorpora herramientas útiles como la opción Matcap, que oculta la textura del modelo permitiendo centrar la atención única y exclusivamente en su geometría. También es posible descargar los modelos y abrirlos en programas gratuitos como MeshLab o Blender donde entre otras opciones es posible variar la dirección e intensidad de la luz para realzar algunos detalles. Ambos programas incorporan opciones de *shading* o *shaders* de gran utilidad para visualizar pequeñas incisiones o grabados (López-Mencheró *et al.*, 2017).

En lo que concierne al coste económico y temporal del trabajo, en este caso asumido íntegramente por GDH, se debe destacar que no resulta especialmente costoso, habiéndose empleado un equipamiento (*software* y *hardware*) cuya compra no excede los 15000 €, mientras que en horas la digitalización de estas piezas no ha supuesto más de 8 horas de trabajo en el Museo, a lo que habría que sumar el tiempo de procesado en el laboratorio, cuya media por pieza puede estimarse en 5 horas. Nos encontramos, por tanto, ante una tecnología plenamente madura cuyos costes son cada día más reducidos.

Descripción de las piezas

La mayor parte de los objetos digitalizados proceden de la necrópolis ibérica, ya que, a diferencia del poblado, las piezas se conservan completas, mientras que el material encontrado en el Sector III, siendo ingente, se encuentra muy fragmentado. Hemos seleccionado, para este trabajo, una pieza cerámica del área de asentamiento del nivel Bronce Final-I Edad del Hierro y nueve de la necrópolis ibérica, cinco cerámicas y cuatro piezas metálicas de plata, bronce y hierro.

1. Recipiente hecho a mano de pasta y superficies de color negro. Forma globular con un pequeño cuello acabado en un borde saliente. Está cubierto por una pintura bícroma, rojo y amarillo. La decoración es un friso con motivos geométricos consistente en rectángulos delineados en amarillo con rectángulos interiores formados por líneas rojas y en la parte central un rectángulo amarillo, con una especie de aspa central. En el cuello hay una banda amarilla y en el interior del borde una línea roja. Altura 16,5 cm; diámetro borde 14 cm.
2. Urna de la tumba 5. Hecha a torno. Cocción oxidante, pasta y superficies naranjas, con un engobe de color naranja claro. Forma globular, con base plana ligeramente umbilicada y borde vuelto. Es una tinajilla sin hombro, con cuello indicado. Decorada con líneas horizontales de escasa anchura, de color rojo o naranja fuerte que parten desde el cuello hasta la base. Altura 15,7 cm; diámetro borde 14,7 cm; diámetro base 8,2 cm.
3. Urna, tumba 6. Hecha a torno con cocción oxidante. Pasta de color rojo, con un engobe rojo de muy buena calidad en la superficie exterior y en el interior del cuello, el resto de la superficie interior también lleva engobe, pero de peor calidad. Caliciforme, con base

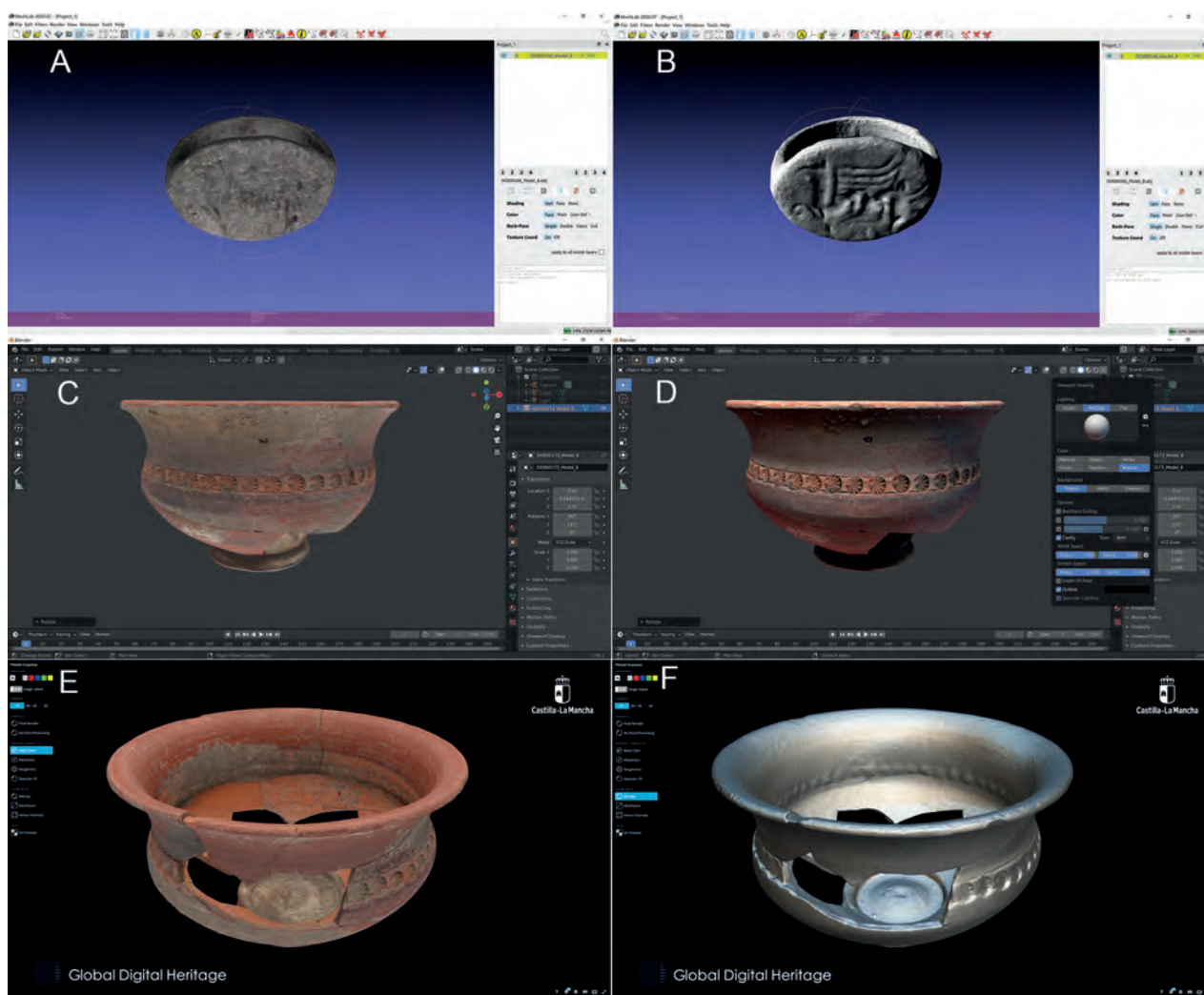


Fig. 5. Ejemplo de visualización de detalles en los modelos 3D. A. Vista frontal del modelo 3D del anillo de plata en MeshLab antes de aplicar ningún filtro. B. Vista frontal del mismo en MeshLab tras aplicar el *shader Lambertian Radiance Scaling* que permite realzar la decoración. C. Vista del modelo 3D de la urna de la tumba 6 en Blender antes de aplicar ninguna opción. D. Vista del modelo 3D de la misma en Blender tras aplicar diversas opciones de *shaders* que permiten magnificar los contrastes volumétricos de la pieza, realzando por ejemplo la decoración de estampillas. E. Vista del modelo 3D de la urna de la tumba 6 en Sketchfab antes de aplicar ninguna opción. F. Vista del modelo 3D de la urna de la tumba 6 en Sketchfab tras seleccionar la opción *Matcap*, que oculta la textura del modelo facilitando la visualización de detalles como las marcas en positivo que dejaron las estampillas en el interior de la pieza.

anillada, cuerpo semiesférico que da paso a un gran cuello acampanado acabado en un borde vuelto. En la zona del arranque del cuello lleva una línea de estampillas de forma circular y motivo radial, que está enmarcada por dos bandas pintadas de color rojo vinoso. Altura 11,7 cm; diámetro borde 19 cm; diámetro base 8,2 cm.

4. Copa campaniense A, tumba 6. Copa de pasta fina, dura y compacta y depurada. Barniz negro espeso y homogéneo poco brillante en exterior e interior. Decorada con una banda de color blanco en el borde interno y con un círculo, también blanco, en el fondo interior. Altura 8,6 cm; diámetro borde 9,6 cm; diámetro pie 5,3 cm.
5. Punta de lanza de hierro, tumba 6, con enmangue tubular que conserva el clavo para sujetarla al astil, con fuerte nervadura central y forma lanceolada. La hoja ha sido doblada en dos veces para inutilizarla. Longitud total 37,5 cm; ancho máximo 5,1 cm; diámetro enmangue 2,1 cm.
6. Anillo de plata, tumba 7. El aro de sección rectangular tiene 2,2 cm de diámetro, una anchura de 0,4 cm y 0,15 cm de grosor. Lleva sello central, de forma ovalada, con decoración

incisa, cuyo motivo principal es un grifo en movimiento, del que se representan las dos alas con líneas onduladas; el ala derecha aparece representada con cinco líneas onduladas en la parte superior del cuerpo, mientras que el ala izquierda, en la parte inferior entre las patas delanteras y las traseras, representadas con otras cinco líneas onduladas.

7. Fíbula de bronce de tipo La Tène II, con incrustaciones de plata. Tumba 10. Puente peraltado y engrosado de forma semiesférica y sección triangular con nervio central, decorado con impresiones de puntos hechos con plata. Pie levantado hasta apoyarse en el puente, el apéndice caudal tiene ensanchamiento de bulto redondo, de forma cilíndrica, con dos oquedades. El cilindro enmarcado con dos molduras lleva puntos impresos de plata, y la parte final está constituida por un elemento bicónico decorado con puntos impresos, que da paso a un cabujón con una oquedad que tendría una incrustación que no se ha conservado. El resorte es de cuerda exterior con seis y siete espiras, respectivamente, a cada lado. Longitud 5 cm; altura 2,5 cm.
8. Urna, tumba 13. Hecha a torno, cocción oxidante. Pasta *beige*. Forma ovoide con un pequeño cuello que acaba en un borde vuelto redondeado. La base es umbilicada. Es una tinajilla sin hombro. El borde está decorado con una banda ancha pintada de color naranja. En el arranque del cuello lleva una banda pintada de color marrón. La mitad del cuerpo se decora con una amplia banda de color naranja enmarcada por dos bandas estrechas de color marrón y en la parte inferior lleva bandas pintadas de color marrón que se alternan con bandas *beiges* y una naranja. Altura 16,7 cm; diámetro borde 12,5 cm; diámetro base 6,3 cm.
9. Plato, tumba 13. Tapadera de la urna. Hecho a torno de pasta de color *beige*-rosácea. Cocción oxidante. Es una forma abierta, muy aplanada con borde vuelto y base plana.



Fig. 6. Modelo 3D de la urna de la tumba 5.



Fig. 7. Modelo 3D de la copa campaniense y de la lanza de la tumba 6.

Lleva un engobe rojo de gran calidad, en la superficie interior y exterior. Altura 2,4 cm; diámetro borde 17,5 cm.

10. Falcata de hierro, tumba 16. Conserva la hoja completa, está doblada por la mitad y le falta la empuñadura. Longitud hoja 50 cm; anchura 5,5 cm.

Conclusión: el valor de la realidad virtual y los conceptos de museo, museo virtual y colecciones 3D

Desde hace más de dos décadas el uso de la realidad virtual (RV) ha ido creciendo exponencialmente en todos los ámbitos de nuestra vida cotidiana. La capacidad de la RV para «sumergir» al usuario en un entorno determinado lo convierte en una herramienta de investigación y difusión muy útil y cada vez más usada para la visualización de datos o la restitución arqueológica, tanto de objetos como de yacimientos (François *et al.*, 2021: 1), siendo prioritario su desarrollo debido a que es un campo en continuo progreso a la par de los propios avances en el conjunto de la informática (Cotteleer *et al.*, 2016).

A la comunidad científica le sirve para compartir, a través de múltiples canales, el conocimiento. Estas ideas son la base de los Principios de Sevilla para la Arqueología Virtual (ICOMOS, 2017). La RV tiene una gran capacidad de desarrollo y en los últimos años ha ido adquiriendo una aplicabilidad cada vez mayor en el mundo de la investigación en las ciencias humanas, la historia, la arqueología y todos los campos relacionados con el patrimonio cultural, revelándose como una herramienta necesaria tanto para la investigación y la conservación, así como para divulgar y acercar el patrimonio al público en general. Como ejemplo de la relación de la RV con la sociedad en general, se puede



Fig. 8. Modelo 3D de la fíbula decorada con plata de la tumba 10.



Fig. 9. Modelo 3D de la urna y del plato tapadera de la tumba 13.



Fig. 10. Modelo 3D de la falcata de la tumba 16.

señalar por ejemplo que, en los inicios de la utilización de estas técnicas para la reconstrucción del patrimonio, se usaron las tecnologías usadas para crear los escenarios de los videojuegos. Pujol (2004) repasa la trayectoria historiográfica de esta disciplina y expone que pioneros como Krueger (1983) o Barker (1993), al realizar sus trabajos, utilizaban preferentemente los procedimientos de la creación de espacios para los mundos virtuales de los videojuegos. Estos postulados fueron desarrollados por diversos autores como Boland y Johnson (1997) a partir de su ya clásica reconstrucción virtual del Castillo de Dudley o sobre todo por Anderson (2004) con su famoso texto «Computer Games and Archaeological Reconstruction: The Low Cost VR».

Esta asociación entre esta industria lúdica y el patrimonio en general o la arqueología en particular, se consolidó y sigue de actualidad. Por ejemplo, una de las sagas de videojuegos más vendidas y populares de todos los tiempos, *Assassin's Creed*, en su juego *Origins*, ambientado en Roma y Egipto a partir del 49 a. C. (lanzado en 2017 y que vendió más de diez millones de copias), permite visitar el entorno y todos los edificios recreados tanto en su parte exterior como en su interior. Igualmente, este nexo entre el conocimiento histórico y los videojuegos puede tener aplicaciones didácticas muy interesantes de cara a la divulgación del valor del patrimonio³.

Todo este movimiento afectó a la arqueología y también a sus espacios de exposición, es decir, a sus colecciones y/o museos. Según la definición actual en los estatutos del ICOM (Consejo Internacional de Museos), un museo es «[...] una institución al servicio de la sociedad y de su desarrollo, es un lugar abierto al público, que adquiere, conserva, investiga, comunica y exhibe, con fines de estudio, educación y disfrute, evidencia material de las personas y su entorno». Es un concepto de uso común y aceptado, pero el problema surge cuando se quiere incluir dentro del mismo una nueva realidad: los museos virtuales. La caracterización exacta de museo virtual y sobre todo cómo se relaciona con los museos tradicionales ha sido objeto de debate, puesto que

³ Véanse las investigaciones del Grupo de Transferencia del Conocimiento «Historia y videojuegos» (www.historyayvideojuegos.com) o experiencias propias como la conferencia de D. RODRÍGUEZ GONZÁLEZ (2021): «Assassin's Creed: aprendiendo Historia y Arqueología a través de la Realidad Virtual», que congregó a más de 120 estudiantes como público, siendo una actividad enmarcada en el proyecto FCT-20-15575 «Semana de la Ciencia 2021» de UCLMdivulga: la UCC+i de la Universidad de Castilla-La Mancha (programa de ayudas para el fomento de la cultura científica, tecnológica y de la innovación de la FECYT, Ministerio de Ciencia e Innovación).

la inserción de estos nuevos tipos de museos dentro de esa definición general todavía hoy se está ajustando a una realidad que cambia día a día. Uno de los aspectos que confrontan a ambos tipos de colecciones es que en el museo tradicional se suele incidir en su carácter de estructura permanente que desde la adquisición hasta la exposición de los objetos realiza un trayecto, con múltiples acciones como la restauración, etc., no casando todos estos procesos con el sentido y acciones que se han de llevar a cabo para la configuración de los museos virtuales (Niccolucci, 2007: 15).

En las legislaciones de España, Francia, Italia, Australia o Estados Unidos hay una función recurrente del museo y es que debe ayudar a comprender el mundo a través de la observación de los objetos y además contribuir al deleite y a la educación de los ciudadanos. Este aspecto sí que es una característica común a todos los tipos de museos. Todo este debate ha servido para establecer tres categorías generales de museos en relación con cómo muestran sus colecciones: por un lado, estarían los museos o colecciones estrictamente digitales orientados a una temática muy definida y configurados solamente con la generación por vía informática de un conjunto de objetos o estructuras. De otro lado, en la segunda categoría están los museos tradicionales, que han usado todo o parte de su contenido para digitalizarlo y reconstruirlo por medios informáticos. La exposición de sus objetos o estructuras se realiza en las instalaciones del mismo museo a través de pantallas, hologramas u otros medios, o bien se difunden a través de canales virtuales como sus propias páginas webs, repositorios de vídeo, etc. Estos museos nacen de los tradicionales y son una extensión permanente o temporal de los mismos. Por último, estarían aquellos museos al uso que no ofrecen ningún tipo de información o contenido que no sea físico (*ibidem*: 16).

Cada vez son más los museos que difunden sus objetos de forma virtual. Ejemplos loables son Galicia Dixital en Santiago de Compostela (Hernández, 2010: 39-43), el Vilamuseu de Villajoyosa, Alicante (www.vilamuseu.es) o también varios de los museos incluidos en la red CER.ES (Red Digital de Colecciones de Museos de España) con el Museo Arqueológico Nacional como referencia, entre otros. Es cierto que por ahora su documentación 3D es escasa pero poco a poco van avanzando en este sentido. En el ámbito internacional hay una ingente cantidad de muestras de este tipo de colecciones, destacando, sin ánimo de exhaustividad, el Louvre o el British Museum, el museo virtual de la Domus Romana de Rabat (Malta), el Museo Arqueológico de Nápoles, el Garstang Museum de la Universidad de Liverpool (Tanasi *et al.*, 2021: 51-83), además de una colección virtual ya clásica y que se convirtió en una adelantada a su tiempo como es la del Museo de Historia Natural del Instituto Smithsonian de Estados Unidos, siendo un ejemplo representativo su web dedicada a los orígenes del ser humano: <https://humanorigins.si.edu/>. Otras iniciativas de interés son el proyecto europeo SYNTHESYS3, en el que veinte socios de once países europeos, entre los que se encuentra el CSIC, están abordando la digitalización de colecciones de historia natural europeas (Santos-Mazorra *et al.*, 2015: 97 y 98).

La digitalización de las piezas permite al investigador una consulta rápida de los materiales localizados en los depósitos, accediendo físicamente a ellos solo en el caso de haber detectado algún detalle o característica de interés relacionado con su investigación. Para ello, la pieza digitalizada, además de la parte gráfica, debería contener toda la información conocida, como la referencia bibliográfica en el supuesto de que no sea inédita, ya que así podremos profundizar en aspectos de interés como el contexto arqueológico en el que se localizó, la campaña de excavación, las circunstancias del hallazgo, la localización exacta en el museo, etc. Esta información suele quedar recogida en un sistema de documentación y gestión museográfica como DOMUS, a veces disponible en la red, aunque la parte gráfica suele ser de escasa calidad. También sería conveniente la inclusión de los resultados de las analíticas efectuadas en el caso de haberse realizado. De esta forma, se consideraría una actividad complementaria con vistas a una primera toma de contacto cuya función consistiría en descartar materiales arqueológicos que no se adecuan a los objetivos planteados en la investigación.

La posibilidad de consultar objetos arqueológicos digitalizados también favorece su preservación, sobre todo aquellos con un estado de conservación deficiente cuya manipulación implicaría un mayor deterioro. Además, muchos de ellos forman parte de exposiciones permanentes, por lo que su extracción puntual para su estudio supone la ejecución de unos trámites y protocolos que ralentizaría la propia investigación.

Por tanto, la virtualización de las exposiciones y los fondos de los museos conllevan evidentes ventajas para el investigador de cara a economizar su tiempo y recursos disponibles, siendo una tarea que necesariamente debe extrapolarse a las bases de datos sobre materiales arqueológicos más consultadas, sirviendo de ejemplo el Archivo Beazley de la Universidad de Oxford en relación con la cerámica griega de época clásica, en la que rara vez encontramos referencias gráficas. De esta forma, y en este contexto de cambio en cuanto al acercamiento del museo a la sociedad, en la planificación de las tareas investigadoras que requieran la consulta de materiales arqueológicos debe incluirse la consulta de bases de datos con piezas digitalizadas como una actividad previa, ya que nuestras necesidades pueden ser solventadas con este primer acercamiento.

Además de para la difusión del patrimonio, su preservación o para la investigación, también es preciso poner de relieve las ventajas que pueden aportar en el ámbito educativo, desde los niveles más elementales hasta los estudios universitarios. No podemos ser ajenos a la realidad en la que vivimos, una sociedad en un acelerado proceso de cambio en la que progresivamente adquieren mayor protagonismo los denominados «nativos digitales», es decir, las nuevas generaciones de las sociedades más desarrolladas, que han nacido en un ambiente cada vez más condicionado por las nuevas tecnologías. Sería absurdo no reconocer esta realidad, que afecta a todos los aspectos de la vida y, lógicamente, también tiene sus implicaciones en la educación y en los nuevos métodos del proceso de enseñanza-aprendizaje, lo cual se pone de manifiesto en las recientes normas educativas aprobadas en nuestro país, que, a pesar de responder a perfiles ideológicos cambiantes, coinciden en destacar la importancia de desarrollar la competencia digital de nuestros jóvenes.

La digitalización de objetos arqueológicos supone una extraordinaria oportunidad para la docencia en el ámbito de los estudios históricos, incorporando una nueva metodología para presentar de una forma más global y atractiva la cultura material de diversas sociedades humanas y con ello favorecer un acercamiento más personalizado e intuitivo entre los objetos arqueológicos y el alumnado. Entre estos recursos puede adquirir un notable protagonismo el trabajo con materiales digitalizados. Su mera contemplación no generará resultados diferentes a la tradicional visualización de un objeto a través de una fotografía, pero un objeto sometido a un proceso de digitalización posibilita una aproximación más completa y detallada con nuevas posibilidades de análisis. Además, al superar el docente el marco concreto del aula, a través de empleo de los enlaces adecuados podrá ofrecer una respuesta educativa más sugerente y personalizada.

Igualmente, la virtualización en 3D de los materiales arqueológicos amplía de forma significativa las posibilidades de análisis al contemplar cada objeto desde todos los puntos de vista, lo cual facilita su comprensión y activa la memoria visual de quienes los ven. Estos recursos pueden fomentar la creatividad del alumnado, el cual puede llevar a cabo diversas propuestas de recreaciones donde incorporar determinados materiales que le ayuden a tener muy presente que los objetos arqueológicos, por muy sorprendentes y exclusivos que puedan ser, cobran su auténtico sentido en su contexto.

La revolución digital está modificando nuestra forma de pensar y de interactuar y, por lo tanto, sería un error aferrarse exclusivamente a métodos de enseñanza previos a esta revolución a la hora de presentar conceptos y procedimientos a los nativos digitales, cada vez menos acostumbrados a una forma sistematizada de aprendizaje, en la que la adquisición de nuevos conocimientos «no

se basa en la acumulación de información, sino en la posibilidad de obtener de forma inmediata cualquier información, aunque, eso sí, de forma fragmentada» (Santacana, 2015: 94).

Por todo lo anterior, las ventajas de las colecciones virtuales son muchas. Por un lado, la amplia difusión a través de la web de estos objetos 3D posibilita que se den a conocer entre un gran número de personas. Ello contribuye al conocimiento del patrimonio de una manera masiva. La libre consulta de las piezas facilita la labor del investigador, que además en muchos casos pueden entender, de manera más rápida, múltiples aspectos y ver de un solo vistazo las características de un objeto, estando al mismo tiempo protegidas de un posible deterioro. Se produce una democratización del patrimonio en el sentido del libre acceso que hace posible que las colecciones de los museos, las piezas de las excavaciones arqueológicas, e incluso todos esos elementos que por un motivo u otro están fuera de la vista del público general, salgan a la luz en forma de modelos 3D de alta resolución disponibles en plataformas *online* seguidas por miles y miles de usuarios, como Sketchfab (Torres *et al.*, 2022: 135-146). En este último caso, la impresión 3D de réplicas a partir de los modelos originales abre un nuevo mundo de posibilidades enfocado a la conservación y la accesibilidad universal del patrimonio. Además, se debe tener en cuenta que la digitalización de piezas puede ser una medida preventiva ante posibles catástrofes y amenazas (Maschner *et al.*, 2019).

A pesar del enorme potencial de este campo, somos conscientes de que puede tener limitaciones. Indiscutiblemente, estas tecnologías emergentes crearon un cambio fundamental, que requirió en algunos casos, una reinvención de conceptos tradicionales sobre lo que implica la experiencia del museo. Debido a ello, se hacía necesario implicar a los tres actores básicos como son el público, el personal de los museos y los investigadores y desarrolladores de contenidos. El grado de capacitación de cada uno de ellos para entender o para crear los contenidos es una de las potencialidades de este campo, pero al mismo tiempo puede ser también una de sus limitaciones, sobre todo si todos los implicados no realizan correctamente su función de atención o la correcta explicación de lo que se ve (Shehade, y Stylianou-Lambert, 2020: 4047-4050).

Ello se relaciona con otra problemática, como es la credulidad del público con respecto a la experiencia inmersiva. El riesgo es alto, ya que en los procesos de inmersión o en la visualización de la pieza puede dar la sensación de que los modelos 3D están en el espacio o que, en el caso de los objetos, no se aprecien bien sus características y antigüedad al estar completamente reconstruidos (Kilteni *et al.*, 2012). Otro problema puede ser el de confundir una inferencia o una hipotética reconstrucción virtual con la realidad (Reverdy-Médélice, 2012). Por tanto, conviene dar las herramientas a todos los usuarios para que puedan medir la brecha entre la propuesta científica y la realidad histórica desaparecida.

No obstante, estas limitaciones expuestas son mínimas comparadas con su potencial. Sanders (2008), uno de los principales autores en el campo de la metodología y teoría de la RV aplicada a la arqueología, defiende que estas restituciones no solo han de ser admiradas por su atractivo visual, sino que deben usarse como una herramienta fundamental en la investigación. Aduce que a partir del uso del patrimonio virtual contamos con la mejor herramienta para comprobar si los datos arqueológicos recopilados funcionan en la realidad; es fundamental también porque no hay mejor manera de comprobar si la documentación arqueológica recopilada es veraz y si esos modelos se ratifican; nos ayudan a probar hipótesis e interpretaciones; es crucial para estudiar objetos que hayan aparecido incompletos o fragmentados y globalmente dispersos en una simulación de sus formas originales; porque no hay mejor manera de visualizar el cambio y el desarrollo dentro del sitio, y porque nos ayuda a ordenar ingentes conjuntos de datos complejos sobre el pasado.

Bibliografía

- ANDERSON, M. (2004): «Computer Games and Archaeological Reconstruction: The Low Cost VR», *Enter the past. The E-way into the Four Dimensions of Cultural Heritage*. Edición de W. Börner, J. Ehrenhöfer y M. Goriany. BAR International Series, 1227. Oxford: Archaeopress, pp. 521-524.
- BARKER, P. (1993): «Virtual reality: Theoretical basis, practical applications», *ALT-J, Research in Learning Technology*, 1, pp. 15-25. Disponible en: <<https://doi.org/10.1080/0968776930010103>>.
- BOLAND, P., y JOHNSON, C. (1997): «Archaeology as computer visualisation: 'Virtual tours' of Dudley Castle c. 1550», *Imaging the past. Electronic imaging and computer graphics in museums and archaeology*. Edición de T. Higgins, P. Main y J. Lang. Londres: British Museum, pp. 227-234.
- COTTELEER, M. J.; TROUTON, S., y DOBNER, E. (2016): *3D opportunity and the digital thread*. Nueva York: Deloitte University Press.
- FRANÇOIS, P.; LEICHMAN, J.; LAROCHE F., y RUBELLIN, F. (2021): «Virtual reality as a versatile tool for research, dissemination and mediation in the humanities», *Virtual Archaeology Review*, 12 (25), pp. 1-15. Disponible en: <<http://dx.doi.org/10.4995/var.2021.14880>>.
- GARCÍA HUERTA, M.^a R., y MORALES HERVÁS, F. J. (2004): «El sector III del yacimiento de Alarcos (Ciudad Real)», *Investigaciones arqueológicas en Castilla-La Mancha (1996-2002)*. Toledo: JCCM, pp. 135-144.
- GARCÍA HUERTA, M.^a R.; MORALES HERVÁS, F. J., y RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, D. (2013): «Endurance of the Constructional Systems in Households in Castilla-La Mancha (Spain) from the Protohistoric Period to the Middle Ages», *The Archaeology of Household*. Edición de M. Madella, G. Kovács, B. Kulcsarne Berzsenyi e I. Briz Godino. Oxford: Oxbow Books, pp. 269-288.
- (2018): *De la muerte a la eternidad: la necrópolis ibérica de Alarcos (Ciudad Real)*. Madrid: Síntesis.
- (2020): *El cerro de Alarcos (Ciudad Real): Formación y desarrollo de un oppidum ibérico. 20 años de excavaciones arqueológicas en el Sector III*. Oxford: Archaeopress.
- HERNÁNDEZ IBÁÑEZ, L. A. (2010): «Galicia Dixital. Una exposición de patrimonio e-tangible. El Museo Vacío», *Virtual Archaeology Review*, 1 (1), pp. 39-43. <https://doi.org/10.4995/var.2010.4765>
- ICOMOS (2017): *Principles of Seville. International Principles of Virtual Archaeology*. Disponible en: <https://icomos.es/wp-content/uploads/2020/06/Seville-Principles-IN-ES-FR.pdf>>. [Consulta: 12 de julio de 2021].
- KILTENI, K.; GROTEN, R., y SLATER, M. (2012): «The Sense of Embodiment in Virtual Reality», *Presence*, 21 (4), pp. 373-387.
- KRUEGER, M. (1983): *Artificial Reality*. Reading: Addison-Wesley.
- LÓPEZ-MENCHERO, V. M.; MARCHANTE Á.; VINCENT, M.; CÁRDENAS, A. J., y ONRUBIA, J. (2017): «Uso combinado de la fotografía digital nocturna y de la fotogrametría en los procesos de documentación de petroglifos. El caso de Alcázar de San Juan (Ciudad Real, España)», *Virtual Archaeology Review*, 8 (17), pp. 64-74.
- MASCHNER, H.; LÓPEZ-MENCHERO, V. M.; DU VERNAY, J.; HERVÁS, M. A.; LUREAU A., y MCLEOD, J. B. (2019): «La digitalización tridimensional del patrimonio cultural como medida preventiva ante catástrofes y amenazas», *Congreso Internacional «Patrimonio cultural y catástrofes: Lorca como referencia»*. Madrid: Instituto del Patrimonio Cultural de España, pp. 379-384.
- NICCOLUCCI, F. (2007): «Virtual museums and archaeology: an international perspective», *Archeologia e Calcolatori* supp. 1, pp. 15-30.
- PUJOL, L. (2004): «Arqueologia, museus i realitat virtual», *Digithum: A relational perspective on culture and society*, 6, pp. 1-10.
- REVERDY-MÉDELICE, I. (2012): *La valorisation du patrimoine: Problèmes méthodologiques, limites et enjeux de la restitution archéologique et historique*. Tesis doctoral. Université Pierre-Mendès-France (Grenoble-II).
- SANDERS, D. H. (2008): «Why Do Virtual Heritage?», *Archaeology. A publication of the Archaeological Institute of America*. Disponible en: <<https://archive.archaeology.org/online/features/virtualheritage/>>.
- SANTACANA I MESTRE, J. (2015): «La digitalización de la cultura y sus repercusiones en el museo y en el patrimonio», *Museos.es*, 11-12, pp. 82-96.
- SANTOS-MAZORRA, C. M.; REY, I.; RAMOS, M.; GARCÍA-PARÍS, M., y CABARGA, J. (2015): «SYNTHESES3. Nuevas colecciones físicas y virtuales», *Libro de resúmenes y programa de la XXI Bienal de la Real Sociedad Española de Historia Natural*. Burgos: Real Sociedad Española de Historia Natural, pp. 97 y 98.

- SHEHADE, M., y STYLIANOU-LAMBERT, T. (2020): «Virtual reality in museums: Exploring the experiences of museum professionals», *Applied Sciences*, 10: 4031-4051. Disponible en: <<https://doi.org/10.3390/app10114031>>.
- TANASI, D.; HASSAM, S.; KINGSLAND, K.; TRAPANI, P.; KING, M., y CALI, D. (2021): «*Melite Civitas Romana* in 3D: Virtualization Project of the Archaeological Park and Museum of the Domus Romana of Rabat, Malta», *Open Archaeology*, vol. 7, n.º 1, pp. 51-83. Disponible en: <<https://doi.org/10.1515/opar-2020-0126>>.
- TORRES, M.; LÓPEZ-MENCHERO, V. M.; LÓPEZ TERCERO, J.; TORREJÓN, J., y MASCHNER, H. (2022): «Proyectos de digitalización y realidad virtual en el patrimonio arqueológico. El caso del yacimiento de la Motilla del Azuer en Daimiel (Ciudad Real)», *Virtual Archaeology Review*, 13 (26), pp. 135-146. Disponible en: <<https://doi.org/10.4995/var.2022.15004>>.