

**“STAIRWAY TO TARTESO’S HEAVEN”:
LA ESCALERA MONUMENTAL DEL YACIMIENTO
DE CASAS DEL TURUÑUELO (GUAREÑA, BADAJOZ,
ESPAÑA). PRIMERAS EVIDENCIAS DE LA
FABRICACIÓN DE BLOQUES CON MORTERO DE CAL
EN LA PENÍNSULA IBÉRICA**

“Stairway to Tarteso’s Heaven”: the monumental staircase of the archaeological site of Casas del Turuñuelo (Guareña, Badajoz, España). First evidences of the manufacture of blocks with lime mortar in the Iberian Peninsula

ESTHER RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ*, SEBASTIÁN CELESTINO PÉREZ*,
ALBERTO DORADO-ALEJOS** y MARIO GUTIÉRREZ-RODRÍGUEZ** ***

RESUMEN En este trabajo se presenta un análisis arquitectónico y material de la escalera monumental que preside el patio del yacimiento de Casas del Turuñuelo. El análisis de los escalones inferiores nos ha permitido documentar la primera evidencia de la fabricación de un mortero de cal de manera antrópica empleado para la producción de bloques paralelepípedos, a modo de sillares. El trabajo recoge una visión histórica del hallazgo, así como una valoración acerca del impacto que supuso la adopción de esta tecnología y las ventajas funcionales de la misma. Así mismo, se presentan los resultados de los análisis arqueométricos realizados sobre cinco de los escalones mediante los que poder afirmar que nos encontramos ante el primer mortero de cal empleado para la elaboración de sillares en la protohistoria de la Península Ibérica.

Palabras clave: Tarteso, Casas del Turuñuelo, Arquitectura, Escalera, Mortero de cal, Estudio macroscópico, Petrografía.

* Instituto de Arqueología (CSIC-Junta de Extremadura), Plaza de España 15, 06800 Mérida. esther.rodriguez@iam.csic.es, <https://orcid.org/0000-0002-5813-9035>; scelestino@iam.csic.es <https://orcid.org/0000-0002-2050-7090>

** Departamento de Prehistoria y Arqueología, Universidad de Granada, Campus Universitario de la Cartuja, 18071 Granada. doradoalejos@ugr.es <https://orcid.org/0000-0003-0351-7550>

*** School of Archaeology and Ancient History, University of Leicester. Mayor’s Walk, LE1 7RH, Leicester, United Kingdom. mgrodriguez@ugr.es <http://orcid.org/0000-0003-2045-1493>

Fecha de recepción: 26-05-2020. Fecha de aceptación: 11-07-2020.

<http://dx.doi.org/10.30827/CPAG.v30i0.15419>

ABSTRACT This work gives a new architectural and material analysis of the monumental staircase that presides over the courtyard of the archaeological site of Casas del Turuñuelo. The analysis of the lower steps has allowed us to document the first evidence of a lime mortar manufacture used to produce parallelepiped blocks, as ashlar stones. The work offers a historical vision of the finding, as well as an impact assessment resulting from the adoption of this technology and its functional advantages. Moreover, the results of the archaeometric analyses carried out on five of the steps are also presented. Through these analyses we can affirm that we are faced with the first lime mortar used in the Protohistoric Iberian Peninsula.

Keywords: Tartessos, Casas del Turuñuelo, Architecture, Staircase, Lime Mortar, Macroscopic Study, Petrography.

INTRODUCCIÓN

Tarteso, una cultura cuyo origen se emplaza en las costas del suroeste peninsular entre los siglos VIII-V a.C., surge como resultado de la unión entre la población fenicia llegada a la península a finales del siglo IX a.C. y la población indígena que ocupaba estos territorios (Celestino y López Ruiz, 2016), una mezcla que convierte a Tarteso en una cultura de gran originalidad. El sustrato local que forma parte del proceso de hibridación favorece su pluralidad, de modo que Tarteso no es una cultura homogénea en todo el territorio por el que se extiende, lo que la dota de una variada personalidad. Así, aunque el núcleo de Tarteso se localiza en el valle del Guadalquivir y Huelva, tal como las fuentes clásicas nos han transmitido, son los yacimientos del valle medio del Guadiana los que mejores resultados están dando a nivel arqueológico para su conocimiento, dado el excelente estado de conservación que presentan (Rodríguez González 2018a, 2018b). Yacimientos como Cerro Borreguero (Zalamea de la Serena, Badajoz), la necrópolis de Medellín (Badajoz) o el primer santuario de Cancho Roano (Zalamea de la Serena, Badajoz), certifican la llegada del influjo de Tarteso a las tierras del interior desde principios del siglo VII a.C., un paisaje en el que esta cultura vive una etapa de esplendor hasta su desaparición a finales del siglo V a.C. a causa de un proceso que, hasta la fecha, todavía desconocemos, pero del que participan todos los asentamientos que caracterizan el poblamiento de este territorio durante la I Edad del Hierro, pues la fecha de abandono e incendio de los enclaves es común a todos ellos (Celestino y Rodríguez, 2017).

Dentro del elenco de yacimientos tartésicos del valle medio del Guadiana se inscribe el túmulo de Casas del Turuñuelo (Guareña, Badajoz), cuyas excavaciones se iniciaron en el año 2014 (Rodríguez y Celestino, 2017) (fig. 1). Se trata del yacimiento construido en tierra mejor conservado de la Protohistoria del Mediterráneo Occidental, pues hasta la fecha es el único que conserva en pie sus dos plantas constructivas. Así, su excelente preservación ha permitido conocer el empleo de materiales y técnicas constructivas hasta la fecha inéditas en la arqueología protohistórica peninsular, hasta el punto de que la aparición y adopción de muchas de ellas estaba directamente relacionada con el proceso de romanización.



Fig. 1.—Mapa de localización, fotografía aérea y fotogrametría del yacimiento de Casas del Turuñuelo (Guareña, Badajoz, España). (©Construyendo Tarteso).

Hasta la fecha apenas se ha concluido la excavación de un 20% de la superficie del túmulo que oculta el edificio de Casas del Turuñuelo; sin embargo, se ha completado la excavación de dos de las estancias del piso superior, la estancia 100 o principal, ubicada en el punto más elevado del túmulo y hasta ahora la de mayores dimensiones (Rodríguez y Celestino, 2017) y la estancia S-1 o también conocida como habitación del banquete dada la naturaleza de los materiales que contenía (Rodríguez y Celestino, 2019). Por su parte, la última campaña de excavación desarrollada en el año 2018 se centró en la apertura y excavación del sector oriental del túmulo, donde se documentó un extenso patio presidido por una escalera monumental (Celestino y Rodríguez, 2019), cuya arquitectura y materiales empleados para su construcción son objeto de análisis en este estudio, pues

se trata de una obra arquitectónica única dentro de la protohistoria mediterránea y la primera construcción en la que se detecta el uso de mortero de cal fabricado de manera antrópica para su ejecución, lo que la convierte en un elemento arquitectónico significativo.

Para la caracterización del material empleado en la fabricación de los bloques hemos desarrollado un protocolo de análisis cuyos resultados quedan recogidos en este trabajo. Entre el elenco de analíticas realizadas se encuentra el análisis macroscópico y petrográfico, la difracción de Rayos X y el análisis con microscopio electrónico de barrido; unas herramientas necesarias de cara tanto a confirmar la materia prima empleada, como a determinar la técnica de fabricación, para con ello justificar la importancia tecnológica del hallazgo. Los resultados obtenidos nos permiten realizar una posterior valoración acerca del impacto social que supuso el hallazgo de este tipo de material y su empleo dentro del yacimiento, comparándolo con las soluciones técnicas empleadas en otras regiones peninsulares donde el uso de este tipo de materiales sigue, por el momento, ausente. Frente a estos datos, podemos considerar que el yacimiento de Casas del Turuñuelo es el primer enclave de la arqueología del Mediterráneo occidental donde hay constancia del empleo de cal para la producción de sillares.

LA ESCALERA DE CASAS DEL TURUÑUELO

La escalera se localiza en la fachada occidental del patio, un extenso espacio cerrado de 125 m², localizado en la planta inferior del edificio (fig. 1). Al contrario de lo documentado en otros ejemplos de la arquitectura tartésica del Guadiana, caso del santuario de Cancho Roano, el patio excavado en Casas del Turuñuelo se encuentra flanqueado por muros en sus cuatro lados, constituyendo así un espacio cerrado. Estos paramentos están contruidos a partir de potentes zócalos de 1,20 m de altura media sobre los que se disponen alzados de adobe que posteriormente fueron enlucidos de rojo, una característica común heredada de la arquitectura oriental, presente en un destacado número de edificios occidentales (Arruda y Celestino, 2008). Esta disposición se mantiene en los paramentos norte, sur y este, pues los muros occidentales encargados de flanquear la escalera tienen una estructura de torre maciza, de casi 3 m de anchura media, con su cara vista en talud y un alzado que supera los 4 m de altura. En total, el patio cuenta con tres accesos, dos localizados en el muro norte, en ambos extremos, y un tercero en el este, en eje con la escalera, con la que se comunica a través de un pasillo de lajas de pizarras de grandes dimensiones (fig. 2).

A pesar de ser el elemento arquitectónico más singular del edificio, la escalera no se localiza en el centro del patio, sino que está ligeramente desplazada hacia el sector norte, debido a la existencia de una caja de pizarra rectangular que parece funcionar con el sistema hidráulico que recorre el patio bajo el pasillo de pizarras hasta perderse en su perfil norte (Celestino y Rodríguez, 2019:348). A falta de completar la excavación del pavimento de arcilla aponada del extremo sur del



Fig. 2.—Planimetría de la sección y la planta del patio del yacimiento de Casas del Turuñuelo (Gua-reña, Badajoz, España). (Diseño: C. Lapuente / ©Construyendo Tarteso).

patio, todos los datos arqueológicos recuperados hasta el momento parecen indicar que la construcción de la caja es anterior, razón que explicaría por qué la escalera no ocupa el centro de la fachada.

El excepcional estado de conservación que presenta la escalera se debe al cuidado y esmero con los que fue amortizada. Al igual que el resto de edificios tartésicos ocultos bajo túmulo excavados, el yacimiento de Casas del Turuñuelo fue rellenado y amortizado para quedar oculto bajo un túmulo artificial. En ese proceso de amortización se inserta la cobertura de la escalera, sobre la que se dispuso una espesa capa de arcilla amarilla, muy plástica, a modo de rampa, que, sin duda, favoreció el reparto de las cargas y la conservación de la misma, evitando su deterioro y su posible hundimiento tras cientos de años sepultada bajo un espeso relleno de tierra (Celestino y Rodríguez, 2019:349).

La estructura conserva las siguientes medidas: 2,94 m de altura, 3,14 m de profundidad, 2,34 m de ancho y una pendiente de 35 grados. Está articulada en dos

cuerpos. El inferior, compuesto por seis peldaños, está fabricado a partir del uso de sillares paralelepípedos de mortero de cal, colocados en seco, con la finalidad de imitar el granito. El superior, de cinco escalones, está construido a partir de un módulo macizo de bloques de adobe, coronados por parejas de grandes y gruesas losas de pizarra que cubren las huellas de los escalones y las protegen del deterioro. La regularidad que presenta la estructura solo se ve alterada en la diferencia de altura detectada en la contrahuella de los escalones, pues mientras los peldaños de sillares alcanzan los 0,27 m, los de pizarra no sobrepasan los 0,22 m (Celestino y Rodríguez, 2019:350-351) (fig. 3).

El método empleado para la construcción de los cinco peldaños superiores parece claro, pues se repite en otros elementos arquitectónicos secundarios documentados en las excavaciones del edificio, caso del banco corrido o del pedestal que soporta la bañera, ambos en la estancia 100 del yacimiento (Rodríguez y Celestino, 2019:185-186), donde la pizarra es un material recurrente en este tipo de construcciones, empleada principalmente por su capacidad aislante. Sin embargo, el cálculo de los escalones fabricados con bloques presenta mayores dificultades, al no existir un patrón regular de medida en los mismos, pues la única medida que se mantiene constante es la altura de los mismos, que oscila entre los 0,25-0,27 m. La diversidad que presentan las dimensiones de los bloques en anchura y profundidad nos ha llevado a establecer un promedio de 0,65 m para el ancho y 0,61 m para la profundidad, considerando la posibilidad de que los bloques estén fabricados en amplias cajas rectangulares y cortados antes de finalizar el proceso de fragua, lo

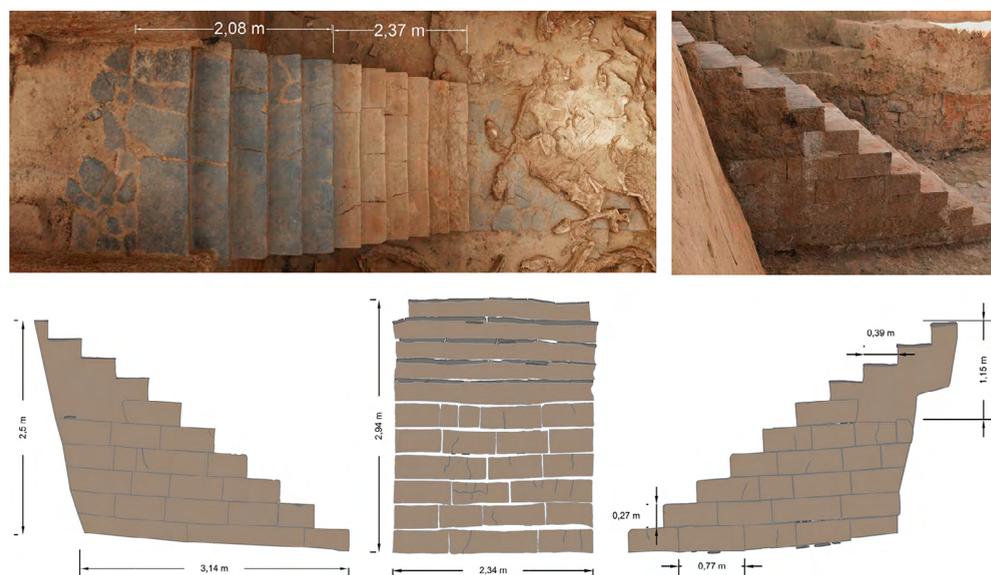


Fig. 3.—Fotogrametría y planimetría de la escalera monumental del patio de Casas del Turuñuelo (Guareña, Badajoz, España). (Diseño: C. Lapuente / ©Construyendo Tarteso).

que requeriría de un trabajo de alisado/lijado posterior para darle regularidad a los mismos (Celestino y Rodríguez, 2019:351).

Paralelos peninsulares y mediterráneos

Hasta la fecha, la escalera del Turuñuelo constituye un ejemplo arquitectónico único en la Península Ibérica e, incluso, en el Mediterráneo occidental, tanto por sus dimensiones, como por la técnica y los materiales empleados en su construcción. Hasta su hallazgo, en el valle medio del Guadiana solo el santuario de Cancho Roano presenta varios ejemplos de este tipo de estructura; sin embargo, su factura es mucho más modesta. El primer caso de estudio se localiza en el patio del edificio A de Cancho Roano, concretamente en la entrada del mismo (Celestino, 2001:32). Se trata de cinco escalones de 1,85 m de ancho y con una media de 0,64 m de huella, contruidos con piedra de medio tamaño que salvan el desnivel entre la cota del patio y la primera estancia o H1 (1,40 m de altura). En esta primera habitación (H1), identificada como un vestíbulo, se localizan las segundas escaleras de Cancho Roano. Están ubicadas en la esquina nororiental de la habitación y se encargan de comunicar el vestíbulo con la terraza. Estas escaleras de adobe y enlucidas de rojo están compuestas por seis escalones que alcanzan 1,80 m de altura (Maluquer, 1981:240; Celestino, 2001:34). Por último, en la estancia H-7 del santuario A de Cancho Roano se aprecia el arranque de una escalera, también de adobe, que comunicaría este espacio con el piso superior; sin embargo, la escalera fue amortizada en el último momento y apenas conocemos su estructura original (Maluquer, 1983:137; Celestino, 2001:38) (fig. 4).

El segundo ejemplo documentado en el Guadiana Medio se localiza en el yacimiento de La Mata (Campanario, Badajoz). Se trata de una estructura localizada en el extremo sur del corredor E4 interpretada por sus excavadores como la escalera que comunicaría la primera planta con el segundo piso del edificio (Rodríguez y Ortiz, 2004:143); a pesar de tratarse de una evidencia muy débil, pues apenas se pueden observar restos del primer escalón, con unas dimensiones de 1,40 x 0,50 x 0,20 m, y el arranque del segundo, el hallazgo ha permitido calcular la existencia de una escalera construida en adobe que contaría con dos tramos y, al menos, tres fases constructivas (Rodríguez y Ortiz, 2004:214) (fig. 5).

La escasez de ejemplos de este tipo de estructuras conocidas en el resto del mediterráneo complica la tarea de determinar su origen. No obstante, no parece que quepan muchas dudas sobre su localización en el Próximo Oriente, como así lo ha certificado el reciente hallazgo realizado en el enclave de Tell Hazor (Israel), donde durante la campaña de excavación del año 2018 se procedió a la intervención en uno de los sectores del área M3, un gran patio empedrado de más de 180 m². En el lado oeste del patio se localizó el arranque de una escalera de la que desgraciadamente solo se conoce una parte, pues el resto se pierde bajo el perfil y será objeto de excavación en campañas futuras. Dado que se trata de un hallazgo reciente apenas contamos con datos que nos permitan analizar estructuralmente

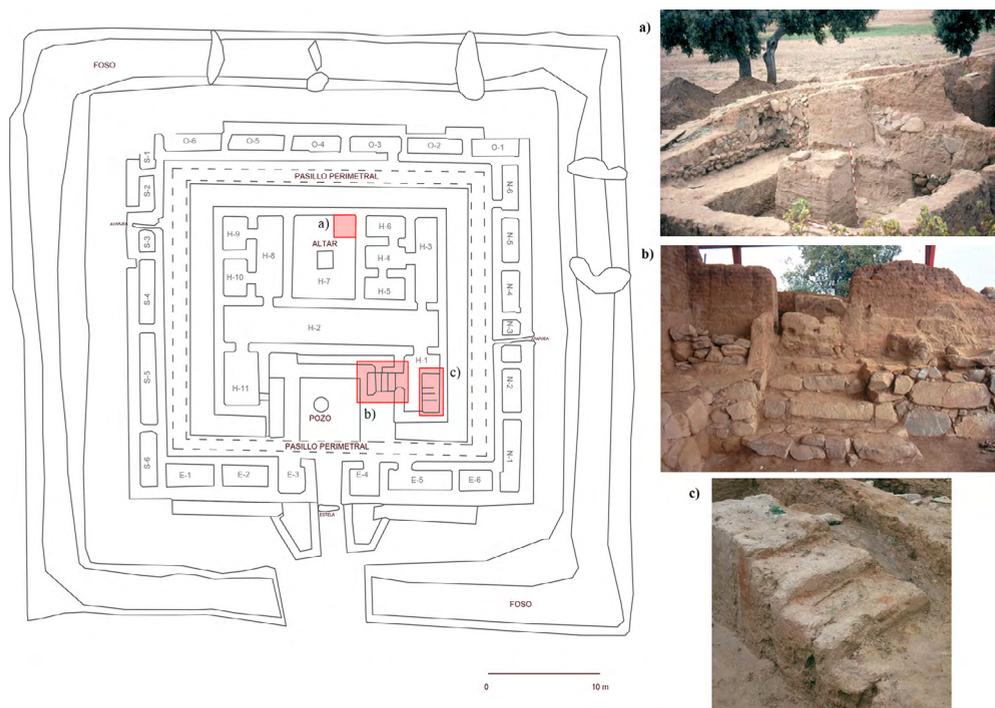


Fig. 4.—Plano de localización de los diferentes tramos de escalera documentados en el yacimiento de Cancho Roano (Zalamea de la Serena, Badajoz, España). a) Escalera de H7. b) Escalera de acceso al edificio desde el patio. c) Tramos de escalera conservado en H1. (Diseño: C. Lapuente / ©Construyendo Tarteso).

esta escalera, pues la información de la que disponemos procede del diario de excavación publicado por el equipo de excavación¹. Así, podemos apuntar que la escalera conserva 7 peldaños de 4,50 m cada uno y está fabricada a partir de losas de basalto que reposan sobre una estructura de adobe (fig. 6). Fechada en el s. VIII a.C., la localización y magnitud de la estructura ha llevado a sus excavadores a resaltar su papel a la hora de dotar de monumentalidad a la construcción, como un elemento de propaganda que refleja el poder ostentado por el palacio, un hecho que bien puede reflejarse en el caso de la escalera de Casas del Turuñuelo.

Los paralelos en los asentamientos fenicios de la Península Ibérica son también limitados, aunque se presupone la existencia de estructuras de madera que funcionarían como escaleras en algunas de las tramas urbanas de colonias como es el caso de Morro de Mezquitilla (Vélez-Málaga) (Díes, 1995:225). El único ejemplo constatado hasta la fecha se localiza en la colonia fenicia de Toscanos (Vélez-Málaga) (Schubart, 2002; Niemeyer, 1985; Díes, 2001:82). Se trata de dos

1. <http://www.hazor-excavations.org/tel-hazor-2018/> consulta realizada el 24 de abril de 2020.

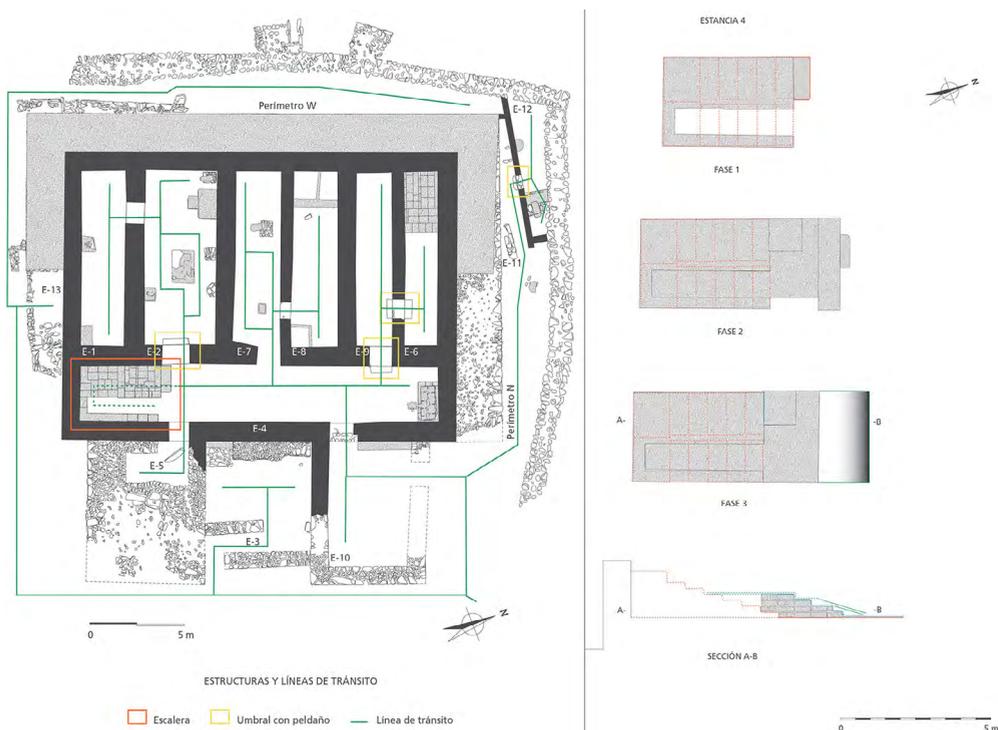


Fig. 5.—Hipotética localización y posible reconstrucción de la escalera documentada en el yacimiento de La Mata (Campanario, Badajoz, España) (a partir de Rodríguez Díaz y Ortiz, 2004).

tramos de escalera, separados por un pequeño rellano, que salvan el desnivel de la ladera conectando dos alturas de uso o calles dentro de la trama urbana. El primer tramo se documentó en las excavaciones de 1967 y consta de cuatro peldaños que separan los edificios A/B y C. Con una desviación de 2 m hacia el sureste se documenta el segundo tramo, excavado en 1971, compuesto de siete peldaños que separan los edificios H y C (Schubart, 2002:65-66). A nivel técnico, ambas escaleras presentan el mismo diseño, pues los escalones están contrapuestos y dispuestos en seco, uno de mayor longitud y otro menor, reproduciendo un sistema de sogá y tizón irregular. Así mismo, los sillares presentan los cantos redondeados y desgastados en la cara de la huella como consecuencia de su uso (fig. 7).

Nuestro interés se centra en el estudio y descripción del segundo de los tramos, el de mayores dimensiones, dadas las concomitancias que guarda con la escalera de Casas del Turuñuelo. Conserva una altura de 1,60 m y un ancho de 1,06 m, inferiores a nuestro caso de estudio, pues debemos tener presente que las escaleras de Toscanos no separan dos pisos, sino que comunican dos niveles de uso dentro de la estructura viaria del poblado. La huella de los sillares presenta una media de 0,30 m y la contrahuella de 0,22 m. En lo que respecta al basamento de la escalera,



Fig. 6.—Fotografías de la escalera de piedra localizada en el yacimiento de Tell Hazor (Israel).
(Fuente: <http://www.hazor-excavations.org/tel-hazor-2018/>).

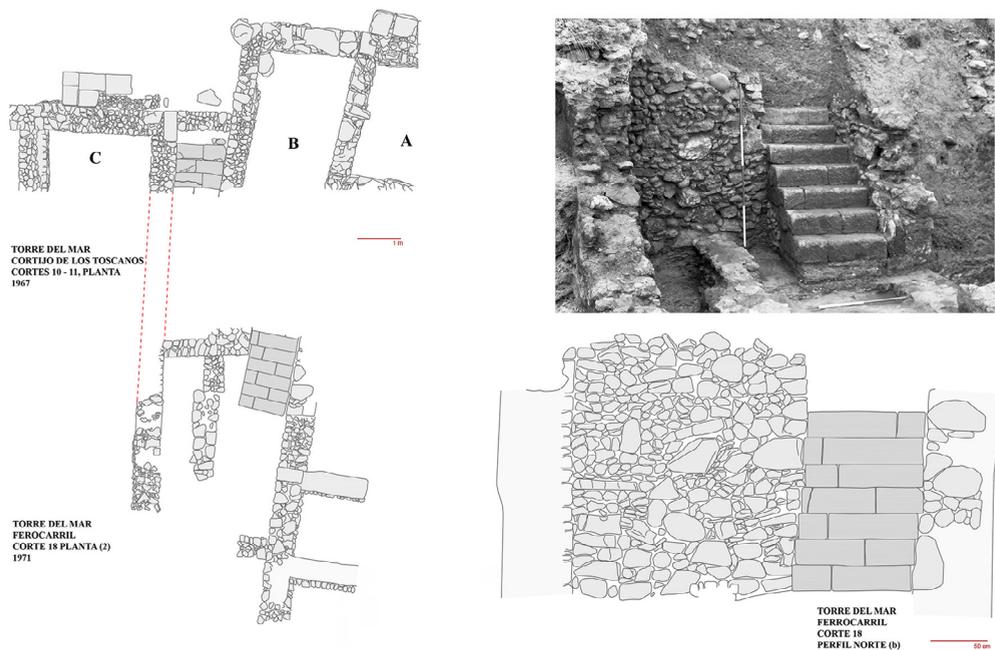


Fig. 7.—Planimetría de los tramos de escalera documentados en el yacimiento de Toscanos y fotografía de detalle correspondiente al tramo inferior. (Diseño realizado por C. Lapuente a partir de materiales cedidos por el Instituto Arqueológico Alemán de Madrid y el Prof. Schubart).

los detalles observados en las fotografías cedidas por el Instituto Arqueológico Alemán de Madrid, permiten observar que estaría fabricado a partir de piedras de mediano tamaño trabadas con arcilla, con el objetivo de darle consistencia.

La misma funcionalidad que la escalera de Toscanos presentan las gradas documentadas durante la campaña de 1980-1981 en el Sector VII, Área A0 del yacimiento de Peña Negra (Crevillente, Alicante) (González Prats, 1982:314). Se trata de una pequeña escalera, fechada entre los siglos VII-VI a.C., compuesta por cinco peldaños construidos con piedra encargada de salvar un pequeño desnivel. A pesar de las diferencias técnicas entre la escalera de Peña Negra y la de Casas del Turuñuelo, su presencia se suma a otra serie de paralelos materiales, principalmente cerámicos, que demuestran la conexión existente durante la I Edad del Hierro entre el levante peninsular y los yacimientos tartésicos del interior (González Prats, 1982:380-381).

Solo un ejemplo procede del ámbito tartésico, concretamente de la localidad de Huelva. Durante las excavaciones de urgencia en los solares 7 y 9 de la calle Palacios se documentaron los restos de una estructura escalonada compuesta por 4 peldaños que cubren una superficie de $5 \times 1,78$ m, fabricados con grandes lajas de pizarra cuadrangulares ensambladas con barro amarillo y forradas con arcilla rosácea, un procedimiento similar al documentado en los extremos de la escalera del Turuñuelo, enlucidos de arcilla roja (fig. 8). Aunque la estructura no se conserva



Fig. 8.—Fotografía de detalle de los peldaños de pizarra de las escaleras documentadas en los solares 7 y 9 de la Calle Palacios (Huelva). (Fotografías de J. de Haro/Archivo G.I.R.H.A., SC).

completa, pues se pierde bajo uno de los perfiles y se vio afectada por la construcción de un pozo moderno, parece comunicar dos niveles marcados por la presencia de sendos pavimentos de arcilla roja apisonada. Los escalones conservan una altura que oscila entre los 0,16 y los 0,24 m y un ancho variable, pues el segundo de los peldaños alcanza los 5 m de longitud, mientras que el primero de ellos conserva 2,70 m. La magnitud de la construcción y la asociación de la escalera a muros de considerable tamaño ha llevado a sus excavadores a plantear que se trate de un edificio público de destacada importancia dentro del urbanismo tartésico de la ciudad onubense; sin embargo, la vista parcial que tienen de la estructura no les permite definir si realmente se trata de una escalera que separa dos niveles de uso o una posible grada. En cuanto a la cronología de la construcción, aunque está pendiente la publicación del estudio de los materiales asociados, el análisis preliminar permite fechar el edificio en momentos finales del siglo VII a.C. o comienzos del siglo VI a.C., lo que constituye un antecedente de la escalinata documentada en el yacimiento de Casas del Turuñuelo.

El último ejemplo objeto de análisis se localiza en las tierras del interior, concretamente en la campiña cordobesa, en el término municipal de Montemayor. Se trata del yacimiento de El Convento, un edificio rectangular construido con adobes que tras su amortización fue cubierto por un túmulo artificial de tierra, siguiendo el mismo esquema que el detectado en yacimientos como Cancho Roano o Casas del Turuñuelo; sin embargo, presenta una gran diferencia con estos enclaves, pues mientras los ejemplos del Guadiana fueron amortizados con todo su material y acompañados de un gran ritual, el edificio cordobés fue completamente vaciado, lo que complica la lectura cronológica y funcional del mismo, pues carece de materiales arqueológicos significativos que permitan corroborar su fecha de uso o momento de amortización. A pesar de ello, el edificio ha sido datado en el siglo VII a.C. a partir de las analogías formales que presenta su arquitectura con yacimientos como Cancho Roano o El Carambolo. No obstante, no podemos desechar la posibilidad de encontrarnos ante un yacimiento de cronología muy posterior (Gómez Lara, 2010:649).

Nuestro interés por la construcción de El Convento reside en la presencia de una escalinata monumental orientada al Este que comunicaría con la parte superior del edificio (fig. 9). Se trata de una estructura de diez peldaños que conserva unas dimensiones de 3,60 m de largo por 3,40 m de anchura, fabricada a partir de adobes que posteriormente se revistieron de cal y arcilla roja, según los datos aportados por los análisis realizados a la misma (Gómez Lara, 2010:650; Gómez y Salmoral, 2010:15). A pesar de la relación que pueda existir entre esta estructura y el ejemplo documentado en el yacimiento de Casas del Turuñuelo, tanto por sus dimensiones como por los materiales empleados en su construcción, el ejemplo de El Convento no se puede considerar un antecedente del Turuñuelo, pues, al contrario, tanto la estructura como los escasos materiales que la acompañan, entre los que se mencionan cerámicas pintadas a banda, invitan a pensar que nos encontramos frente a un yacimiento de cronología turdetana.

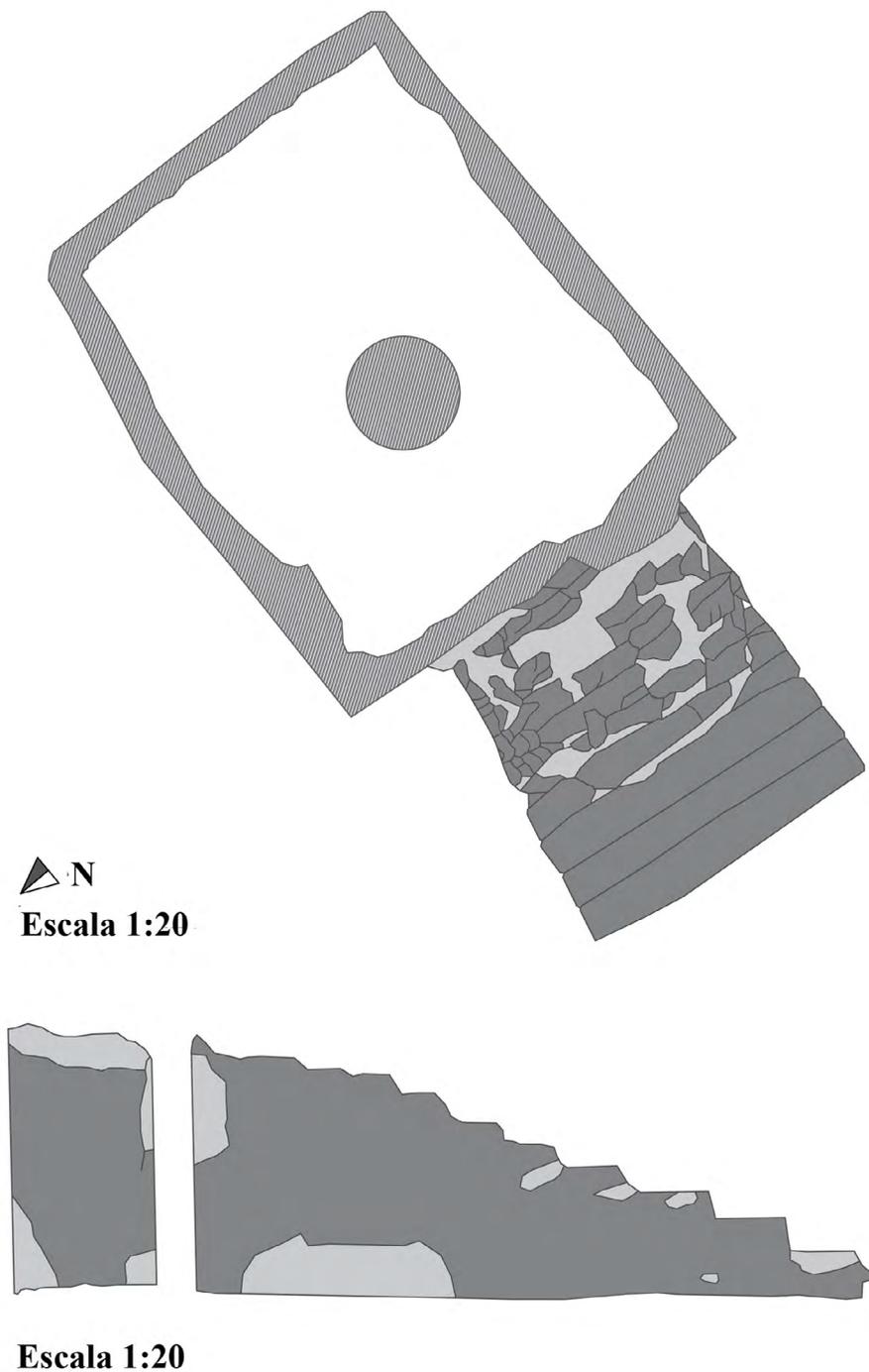


Fig. 9.—Planta del edificio y sección de la escalera del yacimiento de El Convento (Montemayo, Córdoba). (Diseño: C. Lapuente a partir de Gómez Lara y Salmoral, 2010).

La existencia de diversos paralelos tanto en el valle del Guadiana, como en el ámbito tartésico y colonial, así como en el Próximo Oriente, son un claro ejemplo de que estas estructuras son bien conocidas en todo el ámbito mediterráneo, aunque bien es cierto que solo la escalera de Toscanos se acerca, dentro del ámbito peninsular, a la monumentalidad que representa la escalera del Turuñuelo. Sin embargo, si por algo destacada esta última, más allá de su estructura, es por el material empleado en la fabricación de los seis peldaños inferiores, la primera evidencia peninsular de la fabricación de un mortero de cal producido de manera antrópica.

LOS ANÁLISIS ARQUEOMÉTRICOS DE LOS SILLARES DE LA ESCALERA DE CASAS DEL TURUÑUELO: MATERIALES, MÉTODOS Y RESULTADOS

Entorno geográfico y geológico

El yacimiento de Casas del Turuñuelo se ubica en la margen izquierda del río Guadiana sobre un fondo de depósitos cuaternarios, formados en el Pleistoceno Inferior e identificados como cantos de naturaleza cuarcítica, de tamaño variable (1 a 15 cm de diámetro), soportados por una matriz de tipo arcillo-limosa de tonos ocres y rojizos (ITGE, 1990). Hacia el este, el norte y el oeste, el sitio se encuentra rodeado por depósitos de origen eólico, de tonos pardos y grano muy fino, los cuales se vinculan a arenas procedentes de las antiguas terrazas de los distintos cursos fluviales de la zona y del mismo Guadiana (ITGE, 1990). Estos sedimentos actualmente se encuentran en el fondo del valle y conforman importantes depósitos de gravas y arenas, mayoritariamente cuarcíticos, redondeados y con un tamaño que alcanza los 15 cm, que se identifican con depósitos de tipo *sand-flat* dentro de un sistema fluvial de tipo *braided* (Allen, 1965; Gregory y Walling, 1976), esto es, un curso de agua ancho y con poca profundidad que se divide en varios brazos dejando islas, isletas o barras emergentes que se intercalan para unirse aguas abajo, tal y como actualmente se mantiene el río Guadiana a esta altura de su curso fluvial (ITGE, 1990).

Aguas arriba encontramos la Sierra de Yelbes, con una cresta rocosa formada por pizarras negras intercaladas con cuarcitas negras altamente fracturadas. Las pizarras presentan matriz sericítica (90%) junto a cuarzos (5%) y otros elementos accesorios (5%) como clorita, mica blanca y óxidos de hierro. El metamorfismo de contacto ha generado además la presencia de cordierita, mineral que ha podido ser identificado en algunas producciones del sitio (Celestino *et al.*, 2018). Estos paquetes se encuentran cubiertos por depósitos de ladera de espesor y extensión variable en los que los bloques y cantos de cuarcitas se acumulan sin apenas matriz.

Hacia el sur, en la margen contraria del río Guadiana nos encontramos con una complejidad litológica radicalmente diferente. En el entorno del municipio de Guareña, término municipal al que pertenece el sitio, afloran una serie de rocas ígneas como granodioritas y leucogranito porfídico de grano variable que mineralógicamente se compone por cuarzo, feldespatos potásico, plagioclasa, bio-

tita y moscovita. Como minerales accesorios aparecen apatito, circón, turmalina y cordierita (ITGE, 1990).

En relación a los materiales calcáreos que puedan tener conexión con el tipo de material estudiado, los afloramientos más cercanos los encontramos al sur del Turuñuelo, cerca de la población de Guareña. Se trata de costras carbonatadas y caliches formadas en el Cuaternario (Hernández Pacheco, 1960), que aparecen exclusivamente como carbonatos, que se articulan como matriz y cementante de materiales detríticos siliciclásticos. Estos materiales son de origen dolomítico y han sufrido un proceso de micritización. Presentan pisolitos y, en algunos casos, las dolomías han sido sustituidas por calcita. Además, existe otra fuente de materiales carbonatados al noroeste del Turuñuelo, compuesta por calizas recristalizadas sin microfósiles y un 20% de fracción arena. Estos materiales datan del Ordovícico Superior-Silúrico (ITGE, 1990).

No obstante, y a pesar de que existe este pequeño núcleo de afloramientos, la presencia de materiales cálcicos es escasa en el entorno del yacimiento. Otros dos afloramientos los encontramos al norte de Mérida, donde aparecen una serie de metacalizas y mármoles de forma aislada que reposan sobre granitos, dioritas y ortoanfibolitas. Por último, aguas arriba del río Guadiana, al oeste de las poblaciones de La Coronada y Campanario, existen dos topónimos que nos acercan a afloramientos de calizas: Las Caleras y Caleras de Ventura. Estos depósitos se relacionan con calizas recristalizadas de tonos rojizos y pardos, con intercalaciones pizarrosas, y presentan proporciones bajas de cuarzo mono y policristalino de tamaño limo y, de forma accesoria, biotitas y micas claras (ITGE, 1990).

Materiales y metodología

La toma de muestras para la realización de los análisis plantea una serie de problemas, dada la singularidad de la escalera. Al tratarse de análisis destructivos, consideramos que el muestreo no debía alterar en modo alguno la estructura. El objetivo, era obtener muestras de diferentes módulos para determinar la composición del mortero y su método de fabricación, así como el material identificado en las juntas que separan los bloques centrales para consolidar la estructura. Por ello, se han obtenido muestras de los cinco primeros escalones y de diferentes partes de los mismos aprovechando la unión entre bloques, grietas y lascas tomadas de los laterales de alguno de los módulos (fig. 10). A pesar de la limitación en la toma de muestras, los fragmentos obtenidos nos han permitido realizar una serie de consideraciones en torno al proceso de fabricación de estos bloques manufacturados a partir de un mortero que, hasta la fecha, no ha sido documentado en otros puntos de la península Ibérica.

La metodología empleada para el estudio ha sido la desarrollada por S. Feneuille *et al.* (2016) y Jover *et al.* (2016), este último para el caso de la Península Ibérica. La primera fase del estudio ha consistido en una descripción macroscópica a partir de una lupa estereoscópica Leica M80, con cámara EZ-350 e imágenes adquiridas

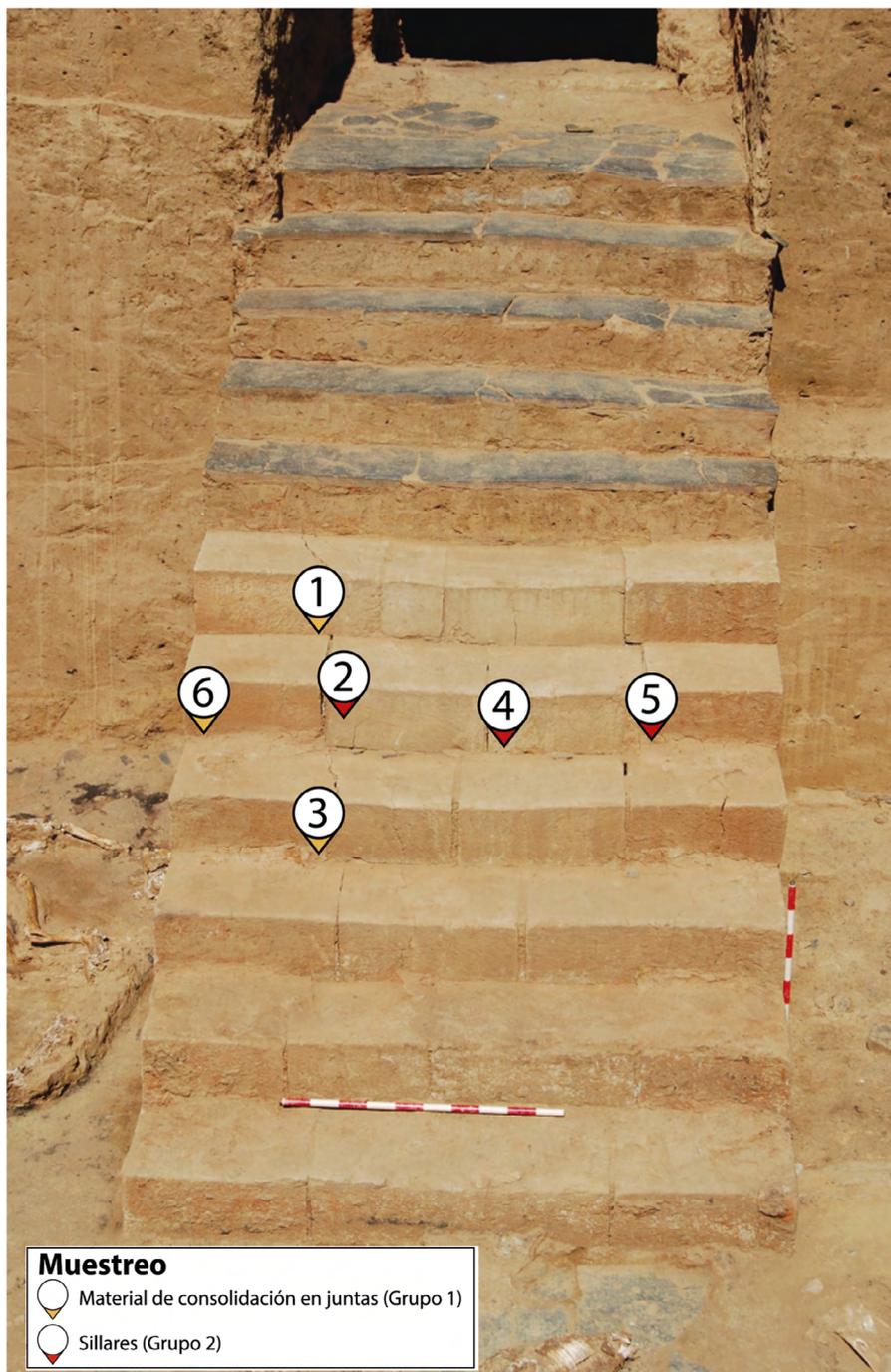


Fig. 10.—Fotografía de la escalera y localización de los puntos donde fueron tomadas las muestras objeto de análisis (©Construyendo Tarteso).

mediante el sistema de adquisición de datos *Las Interactive Measurement Module* V.4 de Leica. Esta primera observación ha permitido identificar los desgrasantes empleados o las capas que conforman las muestras, obteniendo una primera aproximación acerca de la técnica empleada para la fabricación de la escalera.

Además, se tomaron dos muestras consolidadas y orientadas, de la esquina de un sillar de las escaleras y del material entre las juntas de los sillares respectivamente, con el fin de realizar un análisis petrográfico de las mismas (Karkanis, 2007:776). Las muestras se impregnaron bajo vacío con resina de poliéster (Palatal P4-01), estireno monómero y catalizador MEK. Las láminas delgadas fueron analizadas bajo luz polarizada plana (PPL), polarizada cruzada (XPL) e incidente oblicua (OIL). Los estándares descriptivos utilizados fueron Karkanis (2007), Macphail y Goldberg (2010), así como Stoops *et al.* (2017). Finalmente, las láminas delgadas fueron escaneadas a c. 43.000 ppp con un software de MWSI (Manual Whole Slide Image), que adquiere imágenes directamente desde el microscopio (<http://www.microvisioneer.com/>) (Gutiérrez-Rodríguez *et al.*, 2018).

La caracterización mineralógica ha sido determinada a partir de difracción de Rayos X (DRX). Para ello se ha empleado un difractómetro Bruker D8 Advance, con detector rápido (Lynxeye), radiación Cu K α (configuración θ -2 θ , $\Delta\theta=0,04^\circ$ con 1 s por paso, $2\theta = 5-70^\circ$) y en condiciones ambientales mediante polvo (Moore y Reynolds, 1989). Para ello las muestras fueron molidas en mortero de ágata hasta obtener la granulometría óptima (60 μ) y los difractogramas obtenidos fueron comparados con la base de datos PDF2 del ICDD con el programa X Powder (Martín, 2006) mediante el método *Reference Intensity Ratios* normalizado (Chung, 1974; Martín, 2004).

Finalmente, se ha realizado una caracterización microestructural mediante un Microscopio Electrónico de Barrido de Alta Resolución GEMINI (FESEM) Carl Zeiss, dotado de una fuente de electrones por emisión de campo tipo Schottky (cátodo caliente) que permite la obtención de imágenes de alta calidad y resolución a bajos voltajes de operación y la realización de análisis químicos por EDX mediante el programa de adquisición de datos de Oxford Instruments.

Resultados

Las muestras se han agrupado en dos conjuntos según los resultados obtenidos mediante las distintas técnicas analíticas aplicadas. Por un lado, el material de consolidación de las juntas (Grupo 1) que muestra una matriz de arcilla identificada como palygorskita y una gran cantidad de inclusiones de cuarzo heterométrico como desgrasante; y, por otro lado, las muestras obtenidas directamente de las escaleras (Grupo 2) con un alto contenido de CaO y fragmentos de piedra caliza utilizados como aglutinante.

Un primer análisis realizado mediante estereoscopía permite observar cómo las escaleras muestran diferencias en términos de composición. Por lo tanto, las muestras TU-M-1, 3 y 6 (Grupo 1 - Material de consolidación en juntas) tienen una matriz arcillosa con inclusiones de cuarzo (fig. 11a), con una morfología generalmente redondeada y heterométrica, que oscila entre 0,5 y 2 mm y cuya

distribución y orientación no responden a un patrón, lo que atribuimos al hecho de que las materias primas no se amasaban profusamente. De hecho, al observar la relación entre las inclusiones y la matriz, se observa la presencia de una serie de poros y estrías que nos permiten inferir que estos bloques se realizaron a partir de la aplicación de lechadas de mortero que luego se apisonaban para asegurar su compacidad (fig. 11b). Este grupo incluye la muestra TU-M-3, que difiere en cierta medida de los demás, con inclusiones identificadas como cuarzo y micas, con una granulometría más fina de menos de 0,5 mm y que están orientados caóticamente. Como en los casos anteriores, tiene varias capas que son el resultado de la aplicación de lechadas de mortero apisonadas, aunque en este caso las capas que hemos podido identificar son más delgadas (fig. 11i).

Las muestras TU-M-2, 4 y 5 (Grupo 2 - Sillares) muestran diferencias de composición con respecto al material de la junta. Este grupo muestra una matriz cálcica con pequeños fragmentos de piedra caliza como inclusiones (fig. 11c-e), que muestran una distribución heterogénea, junto a pequeños aglutinantes (fig. 11f-h).

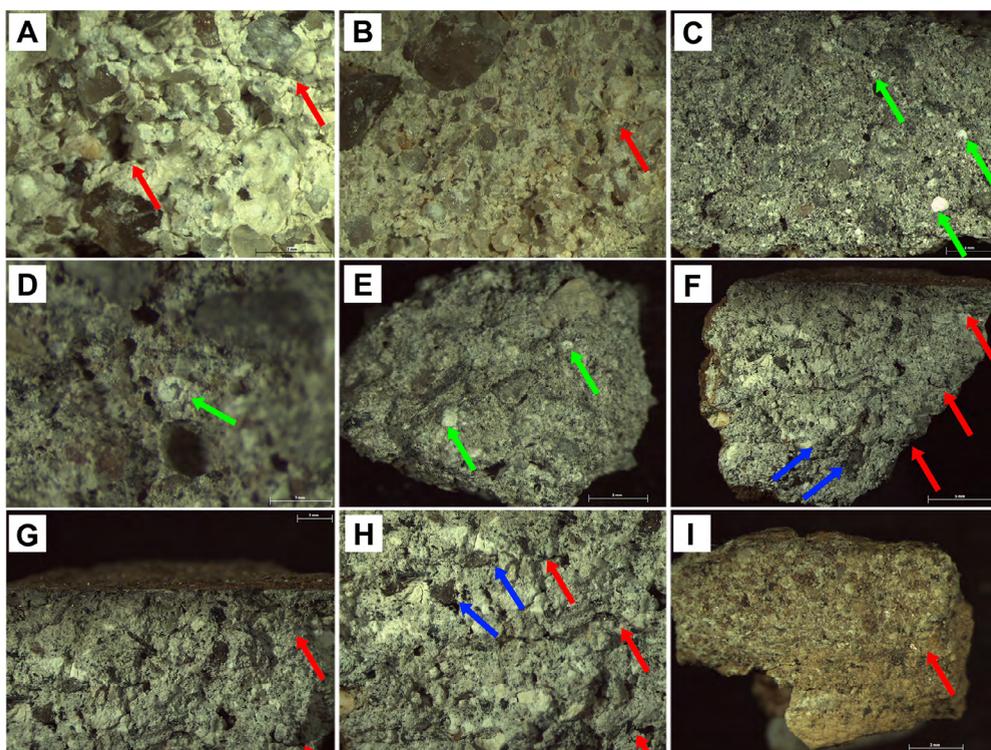


Fig. 11.—Microfotografías de las diferentes muestras correspondientes al Grupo 1 (A, B y I), material de consolidación en juntas, y al Grupo 2 (C-H), los sillares. (Las flechas rojas muestran las capas, las flechas verdes muestran la presencia de nódulos de CaCO_3 y las flechas azules muestran los aglutinantes) (©Construyendo Tarteso).

Como en el caso anterior, observamos una serie de capas horizontales que fueron generadas por la aplicación continua de lechadas de mortero (fig. 11g).

En cuanto al análisis petrográfico, la muestra TU-M-6 (Grupo 1 - Material de consolidación en juntas)² está compuesta por una arena de cuarzo moderadamente clasificada con arcillas con un patrón fibroso y paralelo como material fino. La fracción mineral gruesa se compone de cuarzo subangular a subredondeado y con tamaños limo a arena (50%); cuarcita redondeada tamaño arena (10%); microclina subredondeada tamaño arena (5%) y moscovita de tamaño limo a arena (2%). La fracción mineral fina contiene arcillas y tiene una distribución relacionada de materiales gruesos-finos de tipo quitónica (fig. 12a). Esta muestra contiene poros de cámaras y microestructura de masiva a pelicular y de cámara, así como un tejido-b granoestriado. La orientación de la arcilla muestra películas en torno a los granos minerales, especialmente visible en aquellos más gruesos (fig. 12a).

Por el contrario, la muestra TU-M-5 (Grupo 2 - Sillares)³ tiene diferencias significativas tanto en términos de composición como de estructura. Esta muestra tiene un cemento de carbonato cálcico masivo, mientras que la fracción mineral gruesa se compone de cuarzo subangular de tamaño de limo (5%) y fragmentos de caliza micrítica (20%). La fracción mineral fina contiene carbonato de calcio y tiene una distribución relacionada de materiales gruesos-finos de tipo mónico. El cemento de carbonato tiene una porosidad compleja compuesta de vesículas, fisuras y cámaras. Al mismo tiempo, tiene una pedalidad débilmente desarrollada, mostrando agregados en bloques subangulares no acomodados.

El análisis XRD ha demostrado similitudes y diferencias mineralógicas entre los dos grupos identificados. Todas las muestras analizadas presentan algunas fases cristalinas que son comunes a ambos grupos, como el cuarzo o la mica moscovita, aunque en diferentes cantidades (fig. 13), variaciones que se corresponden con los dos grupos definidos en el muestreo y las observaciones binoculares y petrográficas realizadas. Por lo tanto, las muestras TU-M-1, 3 y 6 (Grupo 1 - Material de consolidación en juntas) se caracterizan por bajas concentraciones de filosilicatos, definidos como palygorskita (3%) y moscovita (4%). Además, el cuarzo es la fase cristalina más abundante (81%). Del grupo de feldespatos sólo se han identificado dos tipos, feldespato potásico (6'60%) y plagioclasa sódica (3'60%). Por otro lado, este grupo se define por la ausencia de CaCO_3 (fig. 13; tabla 1).

El segundo se compone por las muestras TU-M-2, 4 y 5 (Grupo 2 - Sillares). Una vez más, estos se caracterizan por contener valores bajos de filosilicatos, definidos como clorita (1%) y moscovita (4%). Los valores de cuarzo son mucho más bajos que el grupo anterior (10%), al igual que ocurre con el feldespato potásico (2%) y la plagioclasa sódica (1%), siendo la fase cristalina más abundante el CaCO_3 (77%) (fig. 13; tabla 1).

2. Haga clic aquí para visualizar un escaneo dinámico de alta resolución de la lámina delgada en PPL: <https://goo.gl/PhXXMY> y XPL: <https://goo.gl/5YfpAu>

3. Haga clic aquí para visualizar un escaneo dinámico de alta resolución de la lámina delgada en PPL: <https://goo.gl/6jRb1Y> y XPL: <https://goo.gl/o45nfC>

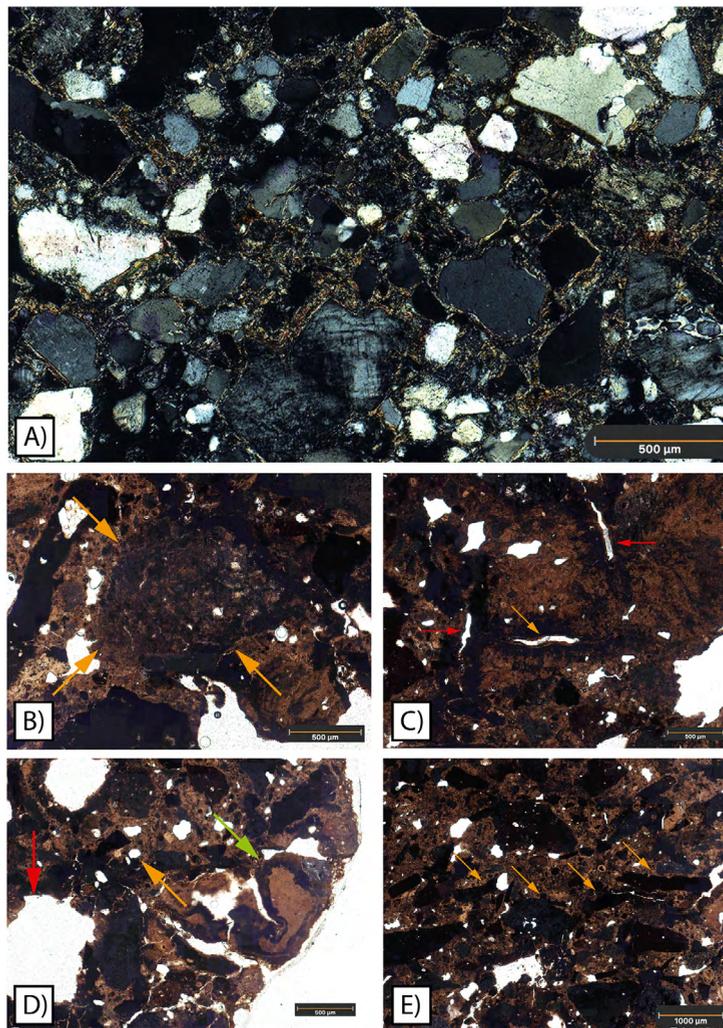


Fig. 12.—Análisis petrográfico. A) Muestra TU-M-6 (Grupo 1-Material de juntas): arena de cuarzo moderadamente clasificada con arcillas con un patrón fibroso y paralelo como material fino. B-E) Muestra TU-M-5 (Grupo 2-Sillares). B) Fragmento de piedra caliza con límites difusos con el cemento de cal, como resultado de una calcinación incompleta y la reacción entre el temple y el aglutinante (flechas naranjas). C) Huecos planares desarrollados durante la fragua del mortero (flechas rojas), proceso que dio lugar a un sistema de fracturas por contracción levemente desarrollado en la matriz. Además, anillos incoloros o de color beige claro con muy bajo relieve y casi ópticamente isotrópicos en torno a poros (flecha naranja) son indicativos de cal viva parcialmente reaccionada. D) La porosidad de este material está además compuesta por vesículas, indicativas de aire atrapado durante la descarga de lechadas sobre el molde (flecha naranja), así como cámaras con bordes curvilíneos y globulares, atribuibles a la cristalización de la cal apagada coloidal hidratada (flecha roja). Los grumos de cal de color beige claro con muy bajo relieve y casi ópticamente isotrópicos en torno a poros (flecha verde) son muy comunes e indicativos de cal viva parcialmente reaccionada. E) la distribución horizontal de componentes gruesos es indicativa del proceso de compactación de las distintas lechadas de agua, cal viva y lechadas de árido en el molde de madera (flechas naranjas). (©Construyendo Tarteso).

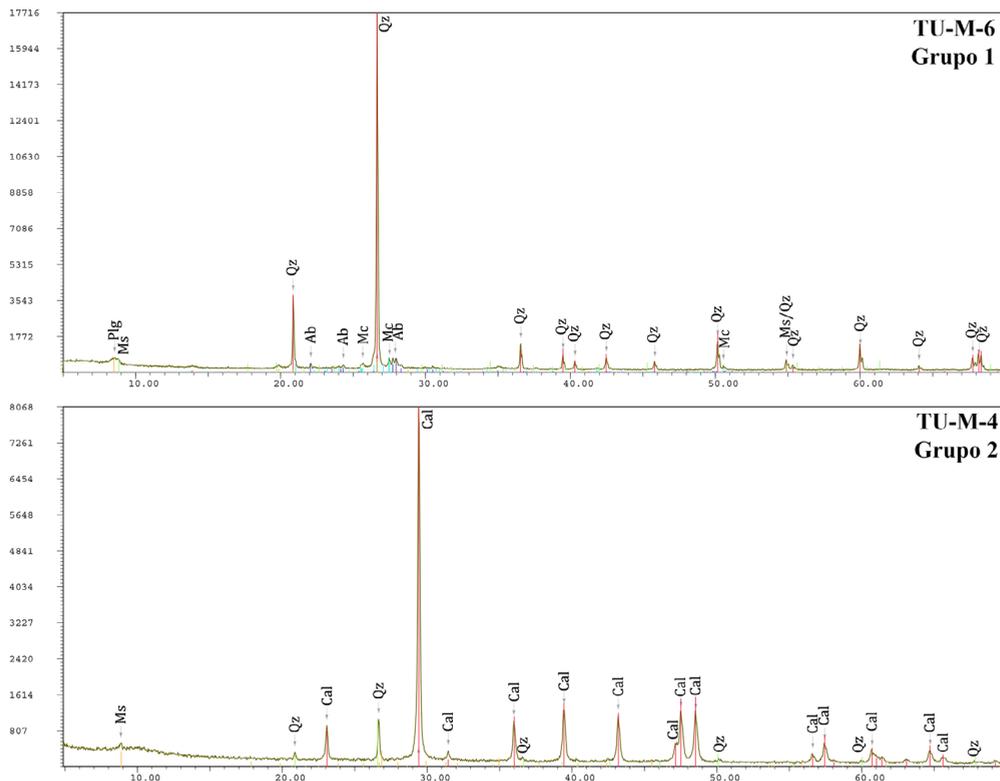


Fig. 13.—Difractogramas representativos de los Grupos 1 y 2 a partir de las muestras obtenidas de la escalera de Casas del Turuñuelo (Guareña, Badajoz, España) (Plg = Palygorskita; Ms = Moscovita; Qz = Cuarzo; Mc = Microclina; Ab = Albita; Cal = Carbonato Cálculo). (©Construyendo Tarteso).

TABLA 1
 RESULTADOS SEMICUANTITATIVOS OBTENIDOS POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X DE LAS DIFERENTES MUESTRAS DE MORTERO DE CASAS DEL TURUÑUELO (GUAREÑA, BADAJOZ, ESPAÑA). Chl = Clorito; Plg = Palygorskita; Ms = Moscovita; Qz = Cuarzo; Mc = Microclina; Ab = Albita; Cal = Calcita. (©Construyendo Tarteso)

Muestra	Grupo Min	Chl	Plg	Ms	Qz	Mc	Ab	Cal
TU-M-1	1	0	4'10	6'00	79'70	6'60	3'60	0
TU-M-2	2	4'90	5'90	3'40	11'90	8'20	5'00	60'60
TU-M-3	1	0	5'20	3'80	77'80	6'40	6'70	0
TU-M-4	2	0	0	5'20	10'30	0	0	84'50
TU-M-5	2	0	0	5'00	7'80	0	0	87'20
TU-M-6	1	0	3'30	3'70	86'10	3'60	3'40	0

Por su parte, el estudio microestructural realizado mediante SEM ha permitido observar los diferentes componentes de los morteros según se corresponden a uno u otro grupo. Por lo tanto, en las muestras asignadas al primer grupo, se ha observado la alta presencia de arcilla de palygorskita, un aluminosilicato de magnesio hidroxilado e hidratado, que se definió a partir de su estructura fibrosa (Fernández *et al.*, 1999) (fig. 14a-b). Este mineral ha tenido varios usos tradicionales, junto con la sepiolita, como agente antiaglomerante, absorbente de suelos industriales, rellenos o como absorbente ambiental (Murray 1995, 2000). A nivel textural, se puede ver cómo las inclusiones, generalmente identificadas como cuarzo y pequeñas micas, están perfectamente embutidas en la matriz arcillosa, lo que nos lleva a creer que formaban parte de las materias primas que componen el mortero, además del consecuente amasado de esas materias primas. En este sentido y con respecto al origen geográfico de las materias primas, se ha destacado la presencia de depósitos de palygorskita en la cuenca alta y media del río Guadiana (Pozo y Martín, 1989; Galán *et al.*, 1994) que, por otro lado, sugieren la recolección local de estos recursos abióticos para su uso en la construcción de la escalera de Casas del Turuñuelo.

En cambio, las muestras TU-M-2, 4 y 5 tienen una estructura diferente, como se indica sobre la base de los datos obtenidos de los análisis anteriores (fig. 14c-d), pues presentan una matriz rica en CaO con inclusiones más pequeñas. En este sentido, la estructura de estas muestras y la naturaleza de los bloques de los que fueron tomadas nos han llevado a proponer un origen antrópico, obtenido a partir de rocas calizas (Goren y Goldberg, 1991).

DISCUSIÓN

Caracterización de las materias primas y cadena técnico-operativa

Este estudio muestra dos poblaciones diferentes en las muestras de las escaleras de Turuñuelo, con diferencias significativas composicionales, mineralógicas y tecnológicas. Como se muestra en el análisis estereoscópico y petrográfico, las muestras TU-M-1, 3 y 6 pueden identificarse como arenas de cuarzo con una matriz arcillosa. El análisis de DRX permite identificar la fracción de arcilla con palygorskita, un filosilicato de aluminio hidroxilado fibroso. En este sentido, se ha identificado la palygorskita en diferentes lugares de la cuenca del Guadiana, lo que sugiere un origen local (Pozo y Martín, 1989; Galán *et al.*, 1994). Esta arcilla, la fracción fina de estas muestras, se utilizó como material de cementación de la arena de cuarzo. Teniendo en cuenta que estas arcillas son muy homogéneas y que la fracción mineral está casi compuesta de cuarzo, podemos interpretar que la selección y el tratamiento de la materia prima fueron muy meticulosos. Quizá, y a falta de muestras de referencia de depósitos arcillosos del área de estudio, la microestructura pelicular alrededor de los granos de cuarzo tan característica pudo formarse por la mezcla de arcilla con arena y agua de cuarzo. Este material arenoso

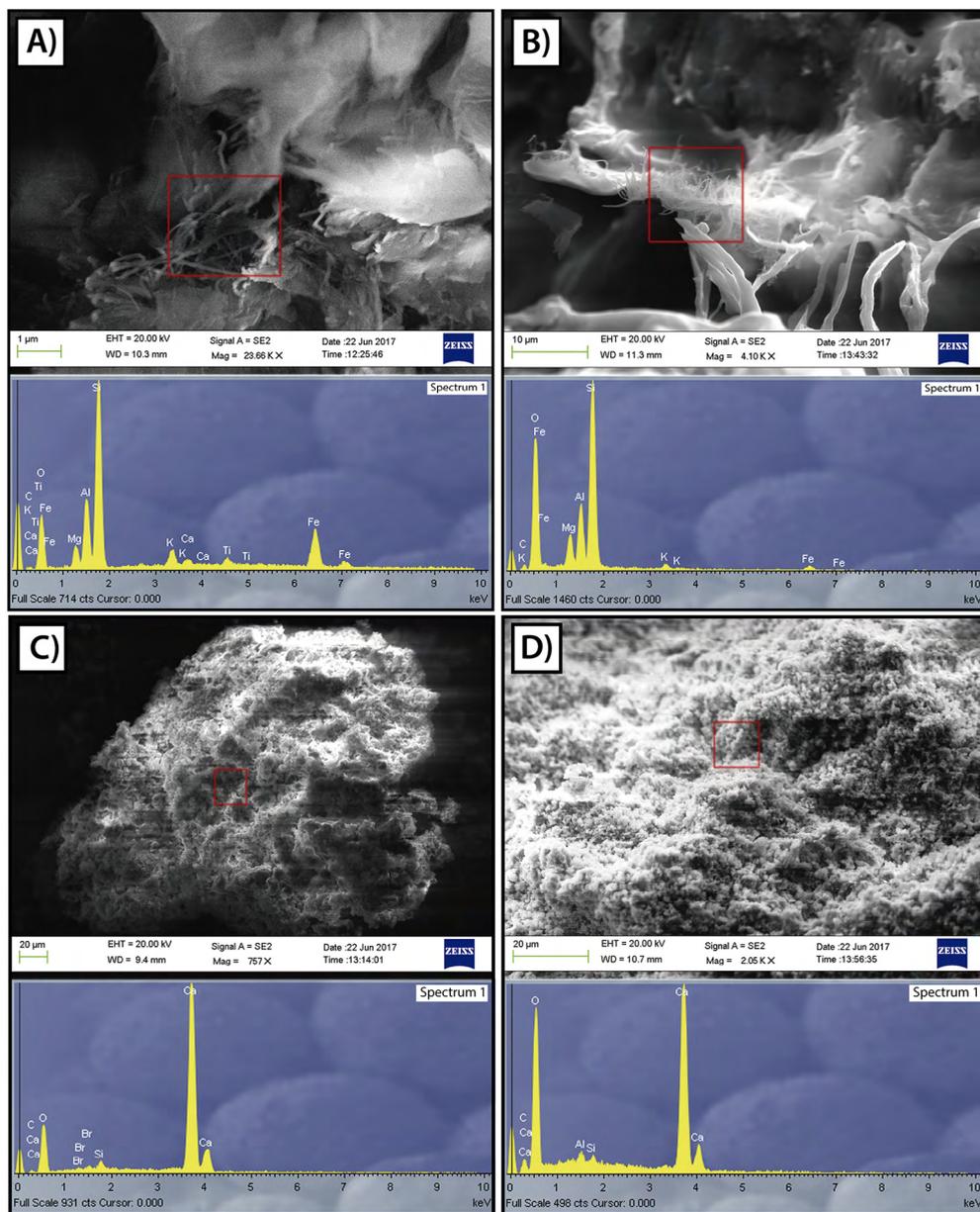


Fig. 14.—Microfotografías y espectros EDX obtenidos, usando el microscopio electrónico de barrido del Grupo 1 en el que se pueden ver las fibras de la palygorskita en las muestras TU-M-1 (A) y TU-M-6 (B); y microfotografías de la muestra TU-M-4 (C-D) del Grupo 2 en las que se observa el alto contenido de Ca. (©Construyendo Tarteso).

para las juntas contribuyó a la mejora de la resistencia mecánica de la estructura de la escalera. Además, el análisis estereoscópico muestra capas, reflejo del proceso técnico de realización.

La segunda población está compuesta por muestras TU-M-2, 4 y 5, correspondiente con los bloques calcáreos de la escalera. Los diferentes análisis reflejan cómo estos bloques están realizados empleando mortero de cal. Composicionalmente, el análisis de XRD muestra un gran contenido en Ca. Este cemento se mezcla con un árido de fragmentos de piedra caliza de tamaño arena, agregados para mejorar la resistencia mecánica de los bloques. La proporción de cemento/aglutinantes es 60-40%. Con respecto a esta segunda población, la mayoría de los enlucidos y morteros prehistóricos y protohistóricos consisten en cantidades muy pequeñas de cal y caliza quemada mezclada con *debris* de materiales antropogénicos, tierra y sedimentos (Karkanás, 2007:775). Sin embargo, el mortero identificado en El Turuñuelo es muy homogéneo e incorpora únicamente cal y minerales, lo que implica una selección cuidadosa de las materias primas empleadas, con el objetivo de realizar una mezcla específica.

Sin embargo, el origen litológico de los materiales carbonatados empleados en la producción de cal es difícil de evaluar por el momento, ya que las litologías de piedra caliza no son comunes en el entorno circundante del Turuñuelo. En este sentido, y como destacamos en la sección de entorno geográfico y geológico de este trabajo, las litologías calizas solo están presentes en las calizas recristalizadas Ordovícico-Silúricas al norte del sitio, así como en costras carbonatadas tipo caliche al sur del Turuñuelo. Dada la escasez de los materiales carbonatados en el área, no se puede descartar la posibilidad de una captación de recursos a media y larga distancia.

A pesar de ello, el material muestra características muy concretas que podemos relacionar con gestos técnicos muy concretos y puede decodificarse el modo en que los bloques se produjeron. Así, como resultado de la calcinación incompleta y la reacción entre el temple y el aglutinante, se formaron dos rasgos específicos visibles mediante petrografía. Por un lado, los fragmentos de piedra caliza a veces muestran un límite difuso con el cemento de cal (fig. 12b). Según Gourdin y Kingery (1975), estos son fragmentos de piedra caliza quemada de forma incompleta, con bordes transformados en cal viva. Esta característica ha sido observada en caliza calcinada y yeso de cal preparados experimentalmente (Karkanás, 2007; Goren y Goring-Morris, 2008). Por otro, las láminas de las escaleras del Turuñuelo muestran fisuras internas en los fragmentos de roca caliza debido a una combustión incompleta (fig. 12c) (Canti, 2017). Al mismo tiempo, este material muestra rasgos propios de la cal viva parcialmente reaccionada, como grumos de cal, y zonas incoloras y de color beige claro con muy bajo relieve y casi ópticamente isotrópicas (fig. 12c-d) (Karkanás, 2007). De acuerdo con estudios experimentales, los grumos de cal pueden ser atribuibles a una baja cantidad de agua utilizada (escaso apagamiento) y a la mezcla cruda con el aglutinante mineral (Karkanás, 2007:781). De todas estas características, podemos concluir que el proceso de combustión de la roca

caliza no fue homogéneo, y resultó en una cal viva mal reaccionada, así como con una mezcla insuficiente.

En cuanto a otros gestos técnicos, la presencia de un cemento de cal homogéneo y denso, así como la distribución horizontal de componentes gruesos y la observación frecuente de vesículas, son indicativos de la descarga de agua, cal viva y lechadas de árido en un molde de madera y de una posterior compactación (fig. 12e). Este proceso favoreció la aparición de vesículas, debido al aire atrapado en el proceso de compactado (fig. 12d). Finalmente, esta muestra se caracteriza por la presencia de un sistema de fracturas por contracción levemente desarrollado en la matriz. En este sentido, la porosidad está compuesta de huecos planares y es indicativa de la contracción del cemento de cal al secarse (fig. 12c). Además, este material muestra cámaras con bordes curvilíneos y globulares, que pueden atribuirse a la cristalización de la cal apagada coloidal hidratada (fig. 12d) (Karkanias, 2007:785-786).

Una vez fraguado el material en los moldes, habrían sido extraídos de los mismos y cortados según las necesidades (Celestino y Rodríguez González, 2019:353), lo que ha supuesto que las medidas de los sillares varíen ligeramente unos respecto a otros. Este trabajo de reducción de dimensiones y trabajado de superficies es visible en la diversidad de tamaños que presentan los sillares, así como en las marcas técnicas presentes en sus diferentes caras, respectivamente. Estos cortes pudieron suponer probablemente variaciones en la regularidad de los bloques, fundamentalmente en la base, donde hubo que aplicarse —como en las juntas de los sillares del centro de la estructura— el material arcilloso que configura el grupo 1 junto a pequeños calzos de pizarra cuyo fin es dotar a la escalera de una mayor solidez y resistencia mecánica al paso del tiempo, además de la consecuente nivelación que con ello se pretende. Como hemos señalado, estas pizarras pudieron fácilmente obtenerse a los pies de la cara sur de la cercana Sierra de Yelbes (Dorado *et al.*, 2017) o al norte del río Búrdalo, concretamente a 8 km del yacimiento, en un área actualmente seccionada por el paso del canal de riego de Orellana (Celestino y Rodríguez González, 2019:352), donde se han localizado dos importantes afloramientos.

El estudio de la cadena técnico-operativa fruto de la cual se produjeron estos sillares de mortero está lejos de estar concluido, constituyendo una línea de trabajo futura muy prometedora. En este sentido, el estudio de las marcas técnicas presentes en las superficies de los sillares, así como una caracterización de las áreas fuente del material empleado para estos morteros son algunas de las líneas de futuro para la caracterización de esta estructura tan monumental y excepcional.

El empleo de la cal como material constructivo

La cal es un material versátil empleado como conglomerante en la construcción de distintos tipos de fábrica, dado que favorece el agarre o unión entre los diferentes materiales empleados y aporta resistencia y protección frente a la humedad. Por esa razón, el mortero de cal fue utilizado para la fabricación tanto de estructuras como

para el revestimiento de paramentos y pavimentos desde la Antigüedad (Alejandre, 1998; Álvarez *et al.*, 1995).

Sin embargo, la polémica sigue girando en torno a la fecha de su descubrimiento y el proceso por el cual se obtuvo el primer mortero de cal, pues, aunque se ha detectado la presencia de hornos, todavía se desconoce la técnica empleada para la obtención de la misma (Álvarez *et al.*, 1995:52). Las primeras evidencias proceden del área de la actual Turquía, concretamente del yacimiento Neolítico de Çatalhöyük, en Anatolia, a la que se suman enclaves como Jericó u otros asentamientos del Mediterráneo Oriental (Ortega, 1993), de donde se considera que proceden los primeros vestigios del uso de cal como material constructivo (Alejandre, 1998:79); sin embargo, el uso dado a la cal en estos enclaves orientales difiere del empleado en la fabricación de los bloques de la escalera de Casas del Turuñuelo. De ese modo, los ejemplos documentados hacen referencia a la confección de enlucidos y decoraciones murales o pavimentos, así como al empleo del mortero de cal como aglutinante que favorece la adhesión de materiales, caso de su uso en las fábricas de ladrillo, pero difiere mucho de la fabricación de auténticos bloques cuya técnica, acabado y finalidad se acercan más a las posteriores producciones de *opus caementicium* romano.

El uso generalizado de la cal en la Península Ibérica como elemento constructivo siempre ha sido atribuido a la llegada de los colonizadores fenicios (s. IX a.C.) dado que se trata de un elemento empleado en las tareas de copelación de la plata (Díes, 2001:94); sin embargo, esta hipótesis ha sido recientemente puesta en duda tras considerar el posible uso de la cal como elemento constructivo, principalmente como revestimiento de enlucidos y pavimentos, en momentos avanzados del III Milenio a.C. en el área del levante peninsular (Jover *et al.*, 2016:13).

A pesar de ello, determinar el uso de la cal en yacimientos arqueológicos resulta una tarea compleja (Karkanias, 2007), pues es difícil diferenciar procesos de transformación y fabricación de cal viva de muestras de calcita natural (Affonso, 1996). Tradicionalmente se ha aludido a la complejidad de elaborar la cal para justificar su tardía aparición (Ferrer, 2010:277), pues se requiere de abundante mano de obra para preparar la piedra caliza, así como de madera y de la presencia de hornos para someter el mineral a altas temperaturas durante un tiempo prolongado. Sin embargo, recientes trabajos experimentales ponen en duda esta complejidad en el método proponiendo la posibilidad de producir cal fácilmente a partir del calentamiento, a no más de 800° durante algunas horas, de material calcáreo blando (Karkanias, 2007:794). Este completo estudio petrológico ha permitido demostrar cómo ya en la prehistoria griega la cal era un elemento constructivo utilizado habitualmente.

Dentro de la región geográfica que comprende el suroeste peninsular, no existen abundantes trabajos que aborden el análisis de morteros procedentes de asentamientos de la prehistoria y la protohistoria (Ferrer, 2010; Haro, 2012; Jover *et al.*, 2016), al igual que tampoco existen baterías de análisis que permitan realizar una síntesis sobre el uso de la cal como material constructivo, y por ende comparar los resultados con los obtenidos en los bloques que componen la escalera de Casas del Turuñuelo. Así mismo, debemos tener en cuenta que los análisis

realizados a posibles muestras de cal, tanto en yacimientos de la prehistoria como de la protohistoria peninsular, proceden generalmente de enlucidos de paredes o restos de pavimentos donde la cantidad y la calidad del material conservado no se acerca a la naturaleza de los restos documentados en la escalera del Turuñuelo que aquí se presentan.

Sin embargo, el blanco es un color habitual dentro de las decoraciones detectadas en los yacimientos adscritos a la cultura tartésica, lo que no quiere decir que su procedencia derive de la producción antrópica de cal. Si nos centramos en los restos documentados en el valle del Guadiana durante época tartésica, región a la que pertenece el yacimiento objeto de estudio, tanto el edificio de La Mata (Campanario, Badajoz) como el de Cancho Roano (Zalamea de la Serena, Badajoz), presentan restos de decoración blanca en las paredes de sus estancias.

Los resultados de los análisis realizados a los enlucidos de Cancho Roano nunca han sido publicados; sin embargo, existen referencias en las que se alude al uso de caolín, concretamente de pirofilita, para decorar las paredes (Celestino, 2001:72). En lo que respecta al yacimiento de La Mata, se presentaron los resultados de varios análisis realizados a revestimientos blancos. Al igual que en el caso de Cancho Roano, los resultados mostraron el uso de caolinita como mineral principal en la mezcla empleada para enlucir las paredes de las estancias. Así mismo, se enfatiza para este caso que *“no parece haber sido utilizada la cal para dar consistencia a la mezcla de arcillas —caolín e illita— que constituye en lo esencial el enlucido”* (Ponce de León, 2004:331).

Con estos datos, parece que, hasta el momento, solo el yacimiento de Casas del Turuñuelo presenta evidencias del uso de la cal para la producción de sillares. De hecho, los resultados obtenidos en los análisis del mortero de la escalera no constituyen un caso aislado, sino que la cal también está presente en el revestimiento de las paredes, en la pileta semicircular de la estancia 100, rellena a su vez con nódulos de cal y arena o en la bañera ubicada en la misma estancia (Rodríguez y Celestino, 2017).

Por último, un aspecto que debe ser tenido en cuenta para el procesado de la cal es la presencia de hornos que permitan su fabricación. La existencia de un espacio destinado a las actividades de producción y el artesanado en el entorno del edificio de Casas del Turuñuelo ya ha sido planteada con anterioridad (Rodríguez y Celestino, 2017:198), dado que no solamente afecta a la producción de cal, sino que el yacimiento cuenta con una gran cantidad de material cerámico cuyas analíticas han demostrado su fabricación con arcillas del entorno del yacimiento, así como la gran cantidad de ladrillos y adobes producidos para la construcción del edificio, lo que supone la existencia de áreas destinadas a este tipo de actividades y, por supuesto, la presencia de varios hornos dedicados a tal fin; sin embargo, las alteraciones que el entorno del yacimiento ha sufrido tras su adaptación al cultivo de regadío y el añadido de tierras procedentes de otros puntos, complica sobremedida la localización de estas áreas artesanales que sin duda atesoran una importante información sobre los procesos de producción y los sistemas económicos y comerciales desarrollados en los enclaves definidos como edificios tartésicos ocultos bajo túmulo.

CONCLUSIONES

El excepcional estado de conservación que presenta el yacimiento de Casas del Turuñuelo ha permitido que lleguen hasta nuestros días soluciones arquitectónicas nunca antes documentadas en un yacimiento de la Protohistoria peninsular. Así, el esmero puesto por los moradores del yacimiento en la cubrición y ocultamiento del edificio ha favorecido la perpetuación de estructuras cuya existencia no se había planteado con anterioridad ante la falta de evidencias arqueológicas que permitiesen valorar la posible existencia de técnicas constructivas de cierta complejidad estructural. De ese modo, es posible que muchos otros yacimientos del ámbito tartésico contasen con este tipo de soluciones arquitectónicas, pero que el estado en el que el yacimiento ha llegado a nuestros días no haya permitido considerar su existencia.

El yacimiento de Casas del Turuñuelo supone una excepción y nos permite mirar a la cultura tartésica desde una perspectiva arquitectónica, como si se tratase de un elemento más de su cultura material. Igual que hasta la fecha hemos estudiado y admirado su orfebrería, su toréutica o su eboraria, por vez primera podemos abordar el análisis de Tarteso a partir de su evidencia arquitectónica, analizada como un producto social más, reflejo de la comunidad que la piensa y la ejecuta. Así mismo, la arquitectura constituye una pieza excepcional para analizar el impacto y la asimilación del influjo oriental que dio como resultado a Tarteso, al mismo tiempo que se valora la permeabilidad de la población local que habitaba estos territorios ante la disposición a asimilar nuevas tradiciones; una influencia que va más allá del elemento mueble.

Posiblemente la escalera de Casas del Turuñuelo sea el mejor ejemplo de la capacidad social de los habitantes del entorno, pues constituye un elemento de propaganda excepcional. Sus grandes dimensiones hacen que su función real, como comunicante entre el patio y la primera planta, pasen a un segundo plano, convirtiéndose en toda una tribuna que refleja la capacidad política del personaje o personajes que ostentasen el control de este enclave, una cuestión que, por otra parte, todavía nos resulta desconocida, pues hasta que no finalicen los trabajos de excavación del túmulo resulta complejo definir la estructura social por la que se regía el edificio. Un claro reflejo del papel que la escalera juega como elemento de propaganda es la disposición, a los pies de la misma, de un conjunto de objetos de importación griega, el más destacado del yacimiento hasta el momento, y un sacrificio de animales que hemos caracterizado como una auténtica hecatombe resultado del ritual mediante el cual se puso fin a la vida del edificio, elementos que enfatizan la importancia que este espacio debió desempeñar en la articulación del territorio.

Uno de los aspectos por los que destaca la escalera del patio del Turuñuelo, además de por sus dimensiones, es por la técnica empleada en su fabricación y el dominio técnico que requiere su cálculo. El empleo de dos materiales bien podría quedar explicado ante la posible existencia de dos fases constructivas, un hecho que el estudio de los paramentos del patio nos permitirá determinar. El uso de la pizarra no es un acto aislado dentro de la arquitectura de la protohistoria peninsular,

pues existen múltiples ejemplos del uso de este material, siendo el suelo o pavimento que une el final de la escalera con el acceso al patio en su cara este el ejemplo más claro de ello. Por esa razón, nuestro interés se centra en los seis peldaños inferiores, fabricados a partir de bloques de mortero de cal que bien han sabido sobrevivir inalterados al paso del tiempo.

El empleo de la cal en el yacimiento de Casas del Turuñuelo (Guareña, Badajoz) no es un procedimiento aislado, como así lo demuestra la presencia de este material en diversas construcciones del edificio, caso de la pileta semicircular de la estancia 100, la bañera o los bloques que conforman la escalera; sin embargo, sí parece tratarse de un hecho aislado su uso para la fabricación de sillares, tanto en la Península Ibérica como en el resto del Mediterráneo, donde por el momento no existen evidencias similares, pues su empleo como material constructivo se limita a la composición de pavimentos o al revestimiento de los muros.

Así mismo, resulta especialmente llamativo el hecho de que este material no se emplee en otros enclaves localizados en el Guadiana Medio que participan del mismo horizonte cultural y presentan la misma cronología que el yacimiento de Casas del Turuñuelo, caso de Cancho Roano o La Mata, yacimientos excavados en extensión. Esta situación lleva a considerar el hallazgo del Turuñuelo como un caso aislado dentro de la Protohistoria peninsular, que nos lleva a suponer la existencia de una mano de obra especializada, o quizás la presencia de un arquitecto o ingeniero, cuya capacidad técnica permitió la aplicación de técnicas constructivas nunca antes detectadas en yacimientos peninsulares, pues a la presencia de la escalera se suma la existencia de una solución abovedada para la cubrición de la estancia 100 del edificio, hasta la fecha un ejemplo único también dentro de la Arquitectura protohistórica del Mediterráneo Occidental.

La fabricación de los bloques supone, por un lado, un dominio de los recursos naturales del entorno y la capacidad de seleccionar las materias primas adecuadas para la fabricación de los bloques; mientras que, por otro lado, requiere de un dominio técnico de los materiales y de sus propiedades, un control que únicamente se adquiere con el ensayo (acierto/error); un procedimiento que bien pudo llevar a la creación del mortero de cal documentado en el yacimiento de Casas del Turuñuelo, cuya utilidad, estabilidad y dureza llevó a que fuese empleado como solución arquitectónica en múltiples escenarios.

En definitiva, las escaleras descubiertas en el yacimiento de Casas del Turuñuelo constituyen hasta la fecha un ejemplo único dentro de la Protohistoria peninsular, tanto a nivel arquitectónico y tecnológico, como material. Así mismo, los análisis arqueométricos practicados en los bloques que componen los escalones inferiores de la misma permiten determinar que nos encontramos ante la primera evidencia de fabricación de un mortero de cal de forma antrópica para la realización de sillares, un proceso cuya expansión por el Mediterráneo había sido tradicionalmente atribuida al mundo romano. Este hallazgo, al que podemos sumar otros ejemplos arquitectónicos dentro del yacimiento, o el simple hecho de que la edificación mantenga en pie sus dos plantas constructivas, inaugura un nuevo capítulo dentro de la Historia de la Arquitectura.

Agradecimientos

Este trabajo se inserta dentro del proyecto de investigación del Plan Estatal de Investigación I+D “Construyendo Tarteso. Análisis constructivo, espacial y territorial de un modelo arquitectónico en el valle medio del Guadiana” (HAR2015-63788-P). Asimismo, reiteramos nuestro agradecimiento a la Dra. Marzoli y al Dr. Schubart por poner a nuestra disposición toda la documentación de las excavaciones desarrolladas en los años 1967 y 1971 en el yacimiento de Toscanos, que hoy nos permite presentar una planimetría actualizada de la escalera allí documentada que sin duda es de gran valor para un trabajo de estas características. También agradecemos al equipo de arqueólogos de la empresa G.I.R.H.A, S. C. por poner a nuestra disposición la documentación correspondiente a las memorias de excavación de la Intervención Preventiva llevada a cabo en los solares 7 y 9 de la calle Palacios de Huelva.

BIBLIOGRAFÍA

- AFFONSO, M. T. C. (1996): “Identification of lime plasters”, *The Old Potter’s Almanack* 4, pp. 1-6.
- ALEJANDRE SÁNCHEZ, F. J. (1998): “Los morteros en la Antigüedad”, *La técnica de la arquitectura en la Antigüedad* (A. Graciani, ed.), Universidad de Sevilla, Sevilla, pp. 79-96.
- ALLEN, J. R. L. (1965): “A review of the origin and characteristics of recent alluvial sediments”, *Sedimentology* 5, pp. 89-191.
- ÁLVAREZ GALINDO, J. I., MARTÍN PÉREZ, A. y GARCÍA CASADO, P. J. (1995): “Historia de los Morteros”, *Boletín Informativo del Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico* 13, pp. 52-59.
- ARRUDA, A. M. y CELESTINO, S. (2009): “Arquitectura religiosa en Tarteso”, *Santuarios, oppida y ciudades: arquitectura sacra en el origen y desarrollo urbano del Mediterráneo occidental* (P. Mateos, S. Celestino, A. Pizzo y T. Tortosa, coords.), CSIC, Madrid, pp. 29-78.
- CANTI, M. (2017): “Burnt carbonates, Plasters and Floors”, *Archaeological Soil and Sediment Micromorphology* (C. Nicosia y G. Stoops, eds.), John Wiley & Sons Ltd., Oxford, pp. 181-188.
- CELESTINO, S. (2001): “Los santuarios de Cancho Roano. Del indigenismo al Orientalismo Arquitectónico”, *Arquitectura oriental y orientalizante en la Península Ibérica* (D. Ruiz Mata y S. Celestino, eds.), CSIC, Madrid, 17-56.
- CELESTINO, S. y LÓPEZ-RUIZ, C. (2016): *Tartessos and the Phoenicians in Iberia*, Oxford University Press, Oxford.
- CELESTINO, S. y RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, E. (2017): “Tarteso en Extremadura”, *Revista de Estudios Extremeños* 73:1, pp. 13-56.
- CELESTINO, S. y RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, E. (2019): “Un espacio para el sacrificio: el patio del yacimiento tartésico de Casas del Turuñuelo (Guareña, Badajoz)”, *Complutum* 30:2, pp. 341-364. <https://doi.org/10.5209/cmpl.66337>
- CELESTINO, S., RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, E., BASHORE, C., DORADO ALEJOS, A. y LAPUENTE, C. (2018): “La arquitectura como actividad productiva: tres casos de estudio de época tartésica en el valle medio del Guadiana”, *Trabajo Sagrado. Producción y Representación en el Mediterráneo Occidental durante el I Milenio a.C.* (E. Ferrer y A. Navarro, eds.), SPAL Monografías de Arqueología XXV, Universidad de Sevilla, Sevilla, pp. 231-248.
- CHUNG, F. (1974): “Quantitative interpretation of X-ray diffraction patterns of mixtures. I. Matriz-Flushing method of quantitative multicomponent analysis”, *Journal of Applied Crystallography* 7, pp. 519-525.
- DÍES CUSÍ, E. (1995): *La arquitectura fenicia de la Península Ibérica y su influencia en las culturas indígenas*, Tesis doctoral inédita, Universidad de Valencia, Valencia.

- DÍES CUSÍ, E. (2001): "La influencia de la arquitectura fenicia en las arquitecturas indígenas de la Península Ibérica (s. VIII-VII)", *Arquitectura oriental y orientalizante en la Península Ibérica* (D. Ruiz Mata y S. Celestino, eds.), CSIC, Madrid, pp. 69-121.
- DORADO ALEJOS, A., RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, E. y CELESTINO, S. (2017): "Identificando áreas de captación de materias primas del edificio de Casas del Turuñuelo (Guareña, Badajoz)", *XII Congreso Ibérico de Arqueometría*, CENIEH, Burgos, pp. 75.
- FENEUILLE, S., LETOURNEUX, J.P. y BOUCHAR, M. (2016): *Archaeological Soil and Sediment Micromorphology*, John Wiley & Sons Ltd, Oxford.
- FERNANDEZ, M. E., ASCENCIO, J. A., MENDOZA-ANAYA, D., RODRÍGUEZ LUGO, V. y JOSE-YACAMÁN, M. (1999): "Experimental and theoretical studies of palygorskite clays", *Journal Materials Science* 34, pp. 5243-5255. <https://doi.org/10.1023/A:1004724316051>
- FERRER, C. (2010): "Los adobes y la arquitectura del barro en la Bastida de les Alcusses (Moixent, Valencia). Una aproximación desde el análisis sedimentológico", *Archivo de Prehistoria Levantina XXVIII*, pp. 237-300.
- GALÁN, E., MESA, J. M. y SÁNCHEZ, C. (1994): "Properties and applications of palygorskite clays from Ciudad Real, Central Spain", *Applied Clay Science* 9, pp. 293-302. [https://doi.org/10.1016/0169-1317\(94\)90006-X](https://doi.org/10.1016/0169-1317(94)90006-X)
- GÓMEZ LARA, C. (2010): "Intervención Arqueológica de Urgencia en el yacimiento «El Convento II», Montemayor, Córdoba", *Anuario Arqueológico de Andalucía 2005*, Junta de Andalucía, Sevilla, pp. 644-651.
- GÓMEZ LARA, C. y SALMORAL, R. (2010): "El yacimiento arqueológico «El Convento», término municipal de Montemayor (Córdoba)", *Debate en torno a la religiosidad protohistórica* (T. Tortosa, S. Celestino y R. Cazorla, eds.), Anejos de AEspA LV, CSIC, Mérida, pp. 13-19.
- GONZÁLEZ PRATS, A. (1982): "La Peña Negra IV. Excavaciones en el Sector VII de la ciudad orientalizante 1980-1981", *Noticiero Arqueológico Hispánico* 13, pp. 305-418.
- GOREN, Y. y GOLDBERG, P. (1991): "Petrographic thin sections and the development of Neolithic plaster production in Northern Israel", *Journal of Field Archaeology* 18, pp. 131-138.
- GOREN, Y. y GORING-MORRIS, A. N. (2008): "Early pyrotechnology in the Near East: Experimental lime-plaster production at the Pre-Pottery Neolithic B site of Kfar HaHoresh, Israel", *Geoarchaeology* 23, pp. 779-798. <https://doi.org/10.1002/gea.20241>
- GOURDIN, W. H. y KINGERI, W. D. (1975): "The beginnings of Pyrotechnology: Neolithic and Egyptian Lime Plaster", *Journal of Field Archaeology* 2:1-2, pp. 133-150.
- GREGORY K. J. y WALLING, D. E. (1976): *Drainage basin. Form and process*, Arnold, London.
- GUTIÉRREZ-RODRÍGUEZ, M., TOSCANO, M. y GOLDBERG, P. (2018): "High-resolution dynamic illustrations in soil micromorphology: A proposal for presenting and sharing primary research data in publication", *Journal of Archaeological Science: Reports* 20, pp. 565-575. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2018.05.025>
- HARO NAVARRO, M. (2012): *La puesta en valor de yacimientos arqueológicos de la Prehistoria Reciente en el sur de la Península Ibérica*, Tesis doctoral inédita, Universidad de Granada, Granada. <http://digibug.ugr.es/handle/10481/20198>
- HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1960): "El Terciario continental de Extremadura", *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural LVIII*, pp. 241-274.
- ITGE (1990): Mapa Geológico de España, E. 1:50.000, Hoja 778 DON BENITO, Segunda Serie, Primera edición, Instituto Tecnológico GeoMinero de España, Madrid.
- JOVER, F. J., PASTOR QUILES, M., MARTÍNEZ MIRA, I. y VILAPLANA, E. (2016): "El uso de la cal en la construcción durante la Prehistoria reciente: nuevas aportaciones para el levante de la Península Ibérica", *Arqueología de la Arquitectura* 13, pp. 1-18. <http://dx.doi.org/10.3989/arq.arqt.2016.005>
- KARKANAS, P. (2007): "Identification of Lime Plaster in Prehistory Using Petrographic Methods: a Review and Reconsideration of the Data on the Basis of Experimental and Case Studies", *Geoarchaeology* 22:7, pp. 775-796. DOI: 10.1002/gea.20186.
- MACPHAIL, R.I. y GOLDBERG, P. (2010): "26 - Archaeological Materials", *Interpretation*

- of Micromorphological Features of Soils and Regoliths* (G. Stoops, V. Marcelino y F. Mees, eds.), Elsevier, Amsterdam, pp. 589-622.
- MALUQUER DE MOTES, J. (1981): “El santuario protohistórico de Zalamea de la Serena (Badajoz)”, *Andalucía y Extremadura. Programa de Investigaciones Protohistóricas* (J. Maluquer de Motes y M.E. Aubet, eds.), CSIC, Barcelona, pp. 225-409.
- MALUQUER DE MOTES, J. (1983): *El santuario protohistórico de Zalamea de la Serena, Badajoz, II, 1981-1982*, Programa de Investigaciones Protohistóricas V, CSIC, Barcelona.
- MARTÍN, J. D. (2006): “Xpowder. Programa para análisis cualitativo y cuantitativo por Difracción de Rayos X”, *MACLA* 4-5, pp. 35-44.
- MARTÍN, J.D. (2004): *Using X Powder: A software package for Powder X-Ray diffraction analysis*. <http://www.xpowder.com> (visto el 9 de junio de 2018).
- MOORE, D. M. y REYNOLDS Jr., R. C. (1989): *X-Ray Diffraction and the identification and analysis of Clay Minerals*, Oxford University Press, Oxford.
- MURRAY, H. H. (1995): “Clays in industry and the environment. Proc.”, *10th International Clay Conference Adelaide*, pp. 49-55.
- MURRAY, H. H. (2000): “Traditional and new applications for kaolin, smectite and palygorskite: a general overview”, *Applied Clay Science* 17, pp. 207-221.
- NIEMEYER, H. G. (1985): “El yacimiento fenicio de Toscanos: urbanística y función”, *Aula Orientalis* 3, pp. 190-126.
- ORTEGA ANDRADE, F. (1993): *Historia de la Construcción. Libro primero: Mesopotamia, Egipto, Grecia y Etruria*, Universidad de las Palmas de Gran Canaria, Gran Canaria.
- PONCE DE LEÓN, M. (2004): “Geología y materiales de construcción”, *El edificio protohistórico de “La Mata” (Campanario, Badajoz) y su estudio territorial* (A. Rodríguez Días, ed.), Universidad de Extremadura, Cáceres, pp. 315-344.
- POZO RODRÍGUEZ, M. y MARTÍN DE VIDALES, J. L. (1989): “Condiciones de formación de Paligorskita-Sepiolita en litofacies dolomíticas de la cubeta de Piedrabuena. Campo de Calatrava (Ciudad Real)”, *Estudios Geológicos* 45, pp. 177-193.
- RODRÍGUEZ DÍAZ, A. y ORTIZ, P. (2004): “«La Mata», un edificio organizado”, *El edificio protohistórico de “La Mata” (Campanario, Badajoz) y su estudio territorial* (A. Rodríguez Días, ed.), Cáceres, pp. 75-314.
- RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, E. (2018a): *El poblamiento del valle medio del Guadiana durante la I Edad del Hierro*, Bibliotheca Praehistorica Hispana XXXI, CSIC, Madrid.
- RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, E. (2018b): “The Tartessian Tumuli of the Guadiana”, *Rivista di Studi Fenici* XLVI, pp. 117-135.
- RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, E. y CELESTINO, S. (2017): “Las estancias de los dioses: la habitación 100 del yacimiento de Casas del Turuñuelo (Guareña, Badajoz)”. *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad Autónoma de Madrid* 43, pp. 179-194. DOI: 10.15366/cupauam2017.43.006
- RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, E. y CELESTINO, S. (2019): “Primeras evidencias de un banquete: análisis arquitectónico y material de la estancia S-1 del yacimiento de Casas del Turuñuelo (Guareña, Badajoz)”, *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad Autónoma de Madrid* 45, pp. 179-202. DOI: 10.15366/cupauam2019.45.006.
- SCHUBART, H. (2002): “Toscanos: la campaña de excavaciones de 1967 en el asentamiento fenicio de la desembocadura del río Vélez”, *Toscanos y Alarcón. El asentamiento fenicio en la desembocadura del río de Vélez. Excavaciones de 1967-1984*, Cuadernos de Arqueología Mediterránea 8, pp. 19-135.
- STOOPS, G.; CANTI, M. Y KAPUR, S. (2017): “Calcareous Mortars, Plasters and Floors”, *Archaeological Soil and Sediment Micromorphology* (C. Nicosia y G. Stoops, eds.), John Wiley & Sons Ltd., Oxford, pp. 189-200.
- VÁLEK J., GROOT, C. y HUGHES, J.J. (eds.) (2012): *Historic mortars: characterisation, assessment and repair*, RILEM Bookseries 7, Springer, Dordrecht.