

ACTAS

23 y 24
NOVIEMBRE
2023

V CONGRESO
capa
ARQUEOLOGÍA
PATRIMONIO
ARAGONÉS



La publicación recoge las comunicaciones presentadas al *V Congreso de Arqueología y Patrimonio Aragonés* (CAPA) celebrado en Zaragoza el 23 y 24 de noviembre de 2023.

Edita

Colegio Oficial de Doctores y Licenciados
en Filosofía y Letras y en Ciencias de Aragón.

Grupo de Investigación P3A Primeros Pobladores y
Patrimonio Arqueológico, (Universidad de Zaragoza -
Gobierno de Aragón / H14_23R).

Año de publicación: 2024

ISBN: 978-84-09-65020-0

Depósito Legal: Z 1617-2024

Impreso en España

Diseño

Ana Durán Boldova
J. Carlos Sáenz Preciado

Maquetación

J. Carlos Sáenz Preciado

© Autores de los textos

Las instituciones editoras no se hace responsable de las ideas y opiniones vertidas por los autores quienes sí lo son de la exactitud de los datos, citas y referencias bibliográficas empleadas. Los autores son responsables de las imágenes, figuras, tablas y análisis presentados. El orden de los autores en cada artículo es el establecido por estos, así como los datos de su filiación.



ACTAS

23 y 24 de noviembre
de 2023



COORDINACIÓN EDICIÓN

Dr. José Ignacio Lorenzo Lizalde
Dr. José María Rodanés Vicente

Presentación CAPA V

Cumplimos un ciclo de cinco congresos, que el momento de editar estas actas y convocar la siguiente cita, cerrará una etapa de 10 años. Es un buen momento para realizar un balance desde la Organización. Dejamos a cada uno de los asistentes su valoración personal y agradecemos cada sugerencia realizada después de cada edición, sugerencias que nos han hecho mejorar con el paso del tiempo.

En el prólogo de la edición del I Congreso de Arqueología y Patrimonio Aragonés, ya conocido por su acrónimo CAPA, intentábamos justificar su organización: recurriamos a la necesidad de crear un foro de discusión y un lugar de contacto temporal entre especialistas, profesionales y todos aquellos interesados en la Arqueología y Patrimonio de nuestra Comunidad autónoma, huérfana desde hacía muchos años de este tipo de iniciativas. La breve historiografía nos recordaba los acontecimientos que jalonaban el devenir de la investigación a lo largo de la segunda mitad del pasado siglo y los inicios de este nuevo XXI. Era nuestra intención continuar esa tradición que, como no podía ser de otra manera, iba unida a la figura de Antonio Beltrán y a la Institución Fernando el Católico, a las que progresivamente, en los años ochenta, se le fueron añadiendo reuniones propiciadas por los Centros de Estudios Locales.

Después de décadas sin este tipo de encuentros, el 24 y 25 de noviembre de 2015 tuvo lugar esta primera cita en el marco incomparable del Caixaforum de Zaragoza. Como en el resto de las ediciones que le sucederían se completó el aforo y la lista de participantes y asistentes superó todas las expectativas. La declaración de intenciones que realizamos en esa primera edición se ha convertido en una realidad que hemos impulsado durante estos diez años. Hemos mantenido la inscripción gratuita y el carácter local, entendiendo por local el ámbito aragonés, mientras que dábamos cabida a todo tipo de disciplinas y técnicas relacionadas con la arqueología y el patrimonio; también a todos los investigadores, a todos aquellos que tuvieran algo que decir, que proponer o debatir. Para ello hemos recurrido a un formato ágil en las presentaciones, huyendo de las ponencias por encargo y de las revisiones y estados de la cuestión. El mantenimiento de esta fórmula y la rapidez en la edición de las actas ha sido una de las claves del éxito y de la fidelidad de los investigadores. Esto en modo alguno significa que hayamos optado por un cierto inmovilismo, todo lo contrario: las sesiones y bloques temáticos se han ido adaptando a los temas que suscitaban mayor interés a tenor de las propuestas de comunicación recibidas. Es en este aspecto donde progresivamente se ha ido evolucionando e incorporando nuevas fórmulas en las diferentes sesiones y por tanto introduciendo variaciones en los contenidos de los sucesivos congresos.

No es el momento de señalar logros, avances, cambios o tendencias que se han producido en el tratamiento de los temas que se han incluido en las diferentes sesiones. Cualquier investigador o lector puede hacer su propia valoración ya que el principal compromiso que adquirimos de cara a la sociedad se ha cumplido: hemos conseguido editar las actas de forma puntual, pocos meses después de celebrado el congreso. La publicación, tal como nos comprometimos, ha sido “en abierto” con la posibilidad de edición en papel para aquellos que así lo solicitaran. Además de la página Web del propio Colegio de Doctores y Licenciados, podemos encontrar los diferentes volúmenes en las ya habituales plataformas dedicadas a difundir logros y avances en diferentes campos científicos, al mismo tiempo que cada autor ha dispuesto de total libertad para la difusión de su trabajo de investigación.

Un somero repaso de más de 250 artículos publicados en las cuatro primeras convocatorias nos permite destacar las tendencias y la dinámica de la investigación en nuestra Comunidad autónoma. Al participar investigadores de diferentes instituciones junto a arqueólogos profesionales, autónomos o de diferentes empresas, las aportaciones son un fiel reflejo de la actividad que se ha desarrollado en torno al patrimonio arqueológico en su más amplio sentido. Esto ha propiciado que, a los tradicionales bloques dedicados a la Prehistoria, Arqueología clásica y Medieval, se hayan ido incorporando nuevas sesiones. Sesiones requeridas por la existencia de una actividad cada vez más importante que debía quedar reflejada y ser tenida en cuenta. Así a partir del II congreso las contribuciones sobre Memoria Histórica han tenido una presencia cada vez más significativa. Lo mismo ocurre con la incorporación de las nuevas tecnologías, en una primera reunión englobadas en el apartado de arqueometría y que, con el paso del tiempo, han requerido de un espacio propio. Todo ello sin olvidarnos de aspectos cada vez más importantes y con una intensa producción científica y gran proyección social como es la Didáctica y divulgación del Patrimonio, muy presente a partir de la III edición con la incorporación a la organización del Grupo Argos.

La presentación que introduce cada uno de los volúmenes editados da cuenta de las peculiaridades y desarrollo de cada congreso. Afortunadamente y ya como hecho anecdótico, debemos destacar la celebración de la IV edición en plena pandemia, lo que nos obligó a seguir los protocolos establecidos por la Universidad de Zaragoza y recurrir a las nuevas tecnologías para mantener la convocatoria y seguir adelante con la cita bianual. Nuevamente, debemos agradecer la respuesta y el apoyo por parte de los investigadores que siguieron on line el desarrollo de las sesiones de forma más numerosa que en las convocatorias presenciales.

Con estos antecedentes nos planteamos, casi como un reto, la vuelta a la normalidad en esta V convocatoria que ahora introducimos. Se presentaron 49 comunicaciones orales y 10 pósteres, formando parte de este V volumen aquellos que fueron defendidos (52) El fruto de estas jornadas está en sus manos.

No podemos finalizar sin los obligados agradecimientos: al Colegio Oficial de Doctores y Licenciados en Filosofía y Letras y en Ciencias de Aragón, Dirección General de Patrimonio del Gobierno Aragón, Cátedra Galiay de la Institución Fernando el Católico, Grupo de investigación Primeros Pobladores y Patrimonio Arqueológico del Valle del Ebro (P3A) y Grupo de Investigación ARGOS. Por último, a todos los que de una u otra manera habéis participado de mediante asistencia, poster o comunicación y en especial a José Luis Peña Monné, Catedrático de Geomorfología de la Universidad de Zaragoza quien impartió la conferencia inaugural: Geoarqueología y contextos paleoambientales en Aragón.

A todos, gracias

JOSÉ IGNACIO LORENZO LIZALDE

JOSÉ MARÍA RODANÉS VICENTE

COMITÉS

Comité Organizador

Presidencia

José Ignacio Lorenzo Lizalde / José María Rodanés Vicente

Secretario

J. Carlos Sáenz Preciado

Comité Organizador

José Antonio Andrés Moreno (DGA)

Concepción Lomba Serrano (IPH)

Miguel Beltrán Lloris (IFC)

M.^a Pilar Rivero Gracia (ARGOS)

J. Carlos Sáenz Preciado (P3A)

Hugo Chautón Pérez (CDL Aragón)

Secretaría

Ana Durán Boldova

Claudia Varela de Seijas Morales

Comité Científico

Isidro Aguilera Aragón

Marta Alcolea Gracia

Jorge Angás Pajas

Manuel Bea Martínez

Rafael Domingo Martínez

Luis Fatás Fernández

Elena Maestro Zaldívar

María Ángeles Magallón Botaya

Manuel Martín Bueno

Carlos Mazo Pérez

Manuel Medrano Marqués

Lourdes Montes Ramírez

Raquel Ornat Clemente

José Luis Peña Monné

Jesús Picazo Millán

Aitor Ruíz Redondo

María Marta Sampietro Vattuone

María Sebastián López

Paula Uribe Agudo

Pilar Utrilla Miranda

Organismos colaboradores

Colegio Oficial de Doctores y Licenciados en Filosofía y Letras
y en Ciencias de Aragón

Departamento de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de Aragón

Instituto de Patrimonio y Humanidades - IP
(Universidad de Zaragoza)

Cátedra Galiay de la Institución «Fernando el Católico»
(Diputación Provincial de Zaragoza)

Grupo de Investigación P3A Primeros Pobladores y Patrimonio
Arqueológico, (Universidad de Zaragoza)

Grupo de Investigación ARGOS
(Universidad de Zaragoza)

ÍNDICE

ÍNDICE

1. PREHISTORIA

- 1.1. NUEVOS DATOS SOBRE LA OCUPACIÓN MAGDALENIENSE DEL VALLE DEL HENAR (CETINA, ZARAGOZA Y DEZA, SORIA) 15
Rafael DOMINGO, Luis M. JIMÉNEZ, Lourdes MONTES y Pilar UTRILLA
- 1.2. LA CUEVA LOBRICA, UN NUEVO YACIMIENTO DEL NEOLÍTICO ANTIGUO EN EL PIRINEO ARAGONÉS 25
Ermengol GASSIOT BALLBÈ, Javier REY LANASPA, Mario GISBERT LEÓN, Sergio BURGUETE ANADÓ, Sara DÍAZ BONILLA, Alejandro SIERRA AJA, Pablo SAGARRA LÓPEZ, Davide VISENTIN e Ignacio CLEMENTE CONTE
- 1.3. NEOLITIZACIÓN Y PRÁCTICAS GANADERAS EN EL PIRINEO CENTRAL: EL YACIMIENTO DE CORO TRASITO 35
Sergi MATA, Alejandro SIERRA, Ermengol GASSIOT, Javier REY, Ignacio CLEMENTE CONTE y María SAÑA
- 1.4. EL CAMPAMIENTO MESOLÍTICO DE PBM (SARIÑENA, HUESCA): DATOS PRELIMINARES SOBRE UNA CABAÑA DE CAZADORES RECOLECTORES DE HACE 8.200 AÑOS EN LOS MONEGROS 45
Niccolò MAZZUCCO, Javier REY LANASPA, Ignacio CLEMENTE CONTE, Aitor RUIZ-REDONDO, Marcos BARBA PÉREZ, Alvise BIANCHI, Adriana CAPABLO, Claudia FINOCCHIARO, Ermengol GASSIOT, Giada PIRRONE, Simone SANI y Chiara SCARAZZATO
- 1.5. INDICIOS DE EXPLOTACIÓN PREHISTÓRICA DE SAL GEMA EN REMOLINOS (ZARAGOZA) 53
Isidro AGUILERA ARAGÓN y Juan Manuel SERRANO LACABA
- 1.6. INTERACCIÓN ENTRE COMUNIDADES HUMANAS CON REGISTROS ARQUEOLÓGICOS DIVERGENTES DURANTE LA PREHISTORIA RECIENTE EN LA ZONA SEPTENTRIONAL DE LAS CINCO VILLAS (ZARAGOZA). INTRODUCCIÓN AL CONCEPTO DE “CULTURA MATERIAL INVERSA” Y SU INTERPRETACIÓN EN CLAVE ARQUEOLÓGICA 63
Javier CABELLO GARCÍA
- 1.7. PALEOPATOLOGÍA MAXILO-MANDIBULAR-DENTAL POBLACIONES PREHISTÓRICAS DEL VALLE MEDIO DEL EBRO 73
José Ignacio LORENZO LIZALDE y José M.ª RODANÉS VICENTE

2. PROTOHISTORIA

- 2.1. LOS GRABADOS DE LA EDAD DEL BRONCE DE ARROYO DE BEZAS II (BEZAS, TERUEL): SU ENTORNO RUPESTRE Y ARQUEOLÓGICO 87
José Ignacio ROYO GUILLÉN

2.2.	METODOLOGÍA DE REGISTRO ARQUEOLÓGICO Y DIGITALIZACIÓN DE LOS GRABADOS RUPESTRES EN EL CONJUNTO DE EL BARRANCO DE LAS MARCAS (CASPE)	99
	Raquel MONTEAGUDO ARÉVALO y Hugo CHAUTÓN PÉREZ	
2.3.	APLICACIÓN DE TÉCNICAS GEOARQUEOLÓGICAS AL CONOCIMIENTO DEL COMPLEJO ARQUEOLÓGICO DE LA CODERA (ALCOLEA DE CINCA, HUESCA)	107
	M. ^a Marta SAMPIETRO VATTUONE, José Luis PEÑA MONNÉ, Félix MONTÓN BROTO, José María RODANÉS VICENTE, Sofía SEGUÍ BARRIO y Marta ALCOLEA GRACIA	
2.4.	UNA NUEVA INSCRIPCIÓN CELTIBÉRICA SOBRE PIEDRA RECUPERADA EN LA LOCALIDAD DE DAROCA	117
	José Ignacio ROYO GUILLÉN, Ignacio SIMÓN CORNAGO y Fabiola GÓMEZ LECUMBERRI	

3. ARQUEOLOGÍA CLÁSICA

3.1.	EL CABEZO DE ALCALÁ DE AZAILA (TERUEL) EN EL AÑO 2023: UN HITO EN EL BELLUM SERTORIANUM	129
	Miguel BELTRÁN LLORIS	
3.2.	NIVELES ROMANOS EN EL N.º 2 DE LA CALLE CONDE DE ARANDA Y COSO N.º 9 DE ZARAGOZA	143
	Carlos VALLADARES LAFUENTE y Francisco Javier GUTIÉRREZ GONZÁLEZ	
3.3.	AVANCE AL ESTUDIO DE LA OCUPACIÓN ROMANA DEL ENTORNO RURAL DE CAESARAUGUSTA: TÉRMINO MUNICIPAL DE ZARAGOZA	155
	Celia CORBATÓN MARTÍNEZ, / José Juan DOMINGO FRAX y J. CARLOS SÁENZ PRECIADO	
3.4.	APORTES AL ESTUDIO DE LA VILLA ROMANA DE CAMPO RINCÓN (ALFOCEA, ZARAGOZA): CAMPAÑAS DE 2010 Y 2023	167
	Celia CORBATÓN MARTÍNEZ, José Juan DOMINGO FRAX, Concepción DE MIGUEL MILLÁN y J. Carlos SÁENZ PRECIADO	
3.5.	SEIS AÑOS DE EXCAVACIONES EN LA NECRÓPOLIS ROMANA DE LA CIUDAD DE CABEZA LADRERO (SOFUENTES, ZGZ.) (2018-2023)	179
	Ángel Antonio JORDÁN LORENZO, Iosu BARRAGÁN CIDRIAN, José MAINAR ESTEBAN y Álvaro MARTÍN FERNÁNDEZ	
3.6.	LA GEOMÁTICA COMO ESTRATEGIA MULTIESCALA PARA LA INVESTIGACIÓN Y GESTIÓN DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO: EL FORAU DE LA TUTA (ARTIEDA, ZARAGOZA)	189
	Jorge ANGÁS, Paula URIBE, Lara ÍÑIGUEZ, José Ángel ASENSIO, Milagros NAVARRO, Enrique ARIÑO, M. ^a Ángeles MAGALLÓN, Oscar LANZAS, Cristian CONCHA, Oscar MUÑIZ e Irene MAÑAS	
3.7.	ESTUDIO INTERDISCIPLINAR DE LA PRESA ROMANA DE MONFORTE DE MOYUELA (TERUEL)	201
	José Luis PEÑA MONNÉ, M. ^a Marta SAMPIETRO VATTUONE, Paula URIBE AGUDO, Rosario GARCÍA GIMÉNEZ, Arsenio MUÑOZ, David BADIA VILLAS, M. ^a Ángeles MAGALLÓN BOTAYA	
3.8.	BILBILIS (CALATAYUD, ZARAGOZA) I: DECORACIONES DE VIDRIOS REPRESENTADAS EN PINTURA MURAL	213
	Esperanza ORTÍZ PALOMAR	

3.9.	BILBILIS (CALATAYUD, ZARAGOZA) II: GEMAS/VIDRIO REPRESENTADOS EN PINTURA MURAL	225
	Esperanza ORTÍZ PALOMAR	
3.10.	CERÁMICA DE COCINA ROMANA EN BELSINON (EL CONVENTO, MALLÉN)	239
	Ángel SANTOS HORNEROS, Óscar BONILLA SANTANDER, Marta GÓMARA MIRAMÓN, Miriam PÉREZ ARANDA, Alicia MARÍA IZQUIERDO, Víctor CONTÍN GIMENEZ, Claudia GARCÍA VILLALBA, Celia SANCHEZ-RICO SORIA y Alessandro MATEOS SIERRA	
3.11.	CONTRAPESOS PARA PRENSAS ENCONTRADOS EN EL TERRITORIO DE LA CIUDAD ROMANA DE CABEZA LADRERO (SOFUENTES, ZGZ.). NUEVOS DATOS PARA EL CONOCIMIENTO DE LA EXPLOTACIÓN DE SU ENTORNO	247
	Ángel A. JORDÁN LORENZO	
3.12.	PRÁCTICAS DE HIPOFAGIA EN ÉPOCA POS-ROMANA EN EL PUEYO DE LOS BAÑALES (UNCASTILLO, ZARAGOZA)	255
	Javier MURUZABAL CAL y Ángel CARBALLÉS LLANOS	
3.13.	EL SARCÓFAGO PALEOCRISTIANO DE CASTILICAR (ZARAGOZA): PROPUESTA DE POLICROMÍA. LA ADORACIÓN DE LOS MAGOS COMO ESCENA RELEVANTE	261
	Juan Á. PAZ PERALTA	

4. MEDIEVAL

4.1.	LOS GRAFFITI ANDALUSÍES DE LA CASA 1 DEL ANTIGUO CUARTEL SAN GENIS, EN LA CALLE MADRE RAFOLS S/N DE ZARAGOZA	275
	José Ignacio ROYO y Fabiola GÓMEZ LECUMBERRI	
4.2.	UNA NUEVA ESTELA FUNERARIA ANDALUSÍ PROCEDENTE DE LA LOCALIDAD DE VISTABELLA (ZARAGOZA)	287
	Francisco J. NAVARRO y José Ignacio ROYO	
4.3.	EMPEZAR A CONOCER HISPANIÉS, UNA FORTALEZA ROMÁNICA DEL S. XII EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE LUNA (ZARAGOZA)	295
	Óscar LANZAS ORENSANZ	
4.4.	EL CASTILLO DE CADRETE. CAMPAÑA DE EXCAVACIÓN ARQUEOLÓGICA DE 2023	305
	Francisco Javier GUTIÉRREZ GONZÁLEZ y Julián A. RAMOS BONILLA	
4.5.	NIVELES BAJOMEDIEVALES EN EL N.º 2 DE LA CALLE CONDE DE ARANDA DE ZARAGOZA	317
	Víctor ESTEBAN MARTÍN y Francisco Javier GUTIÉRREZ GONZÁLEZ	
4.6.	CONTRIBUCIÓN DESDE LA ARQUEOLOGÍA PROFESIONAL AL CONOCIMIENTO DEL MUNDO FUNERARIO ALTOMEDIEVAL ARAGONÉS: LA NECRÓPOLIS DE LA BARZA 1	331
	Fernando PÉREZ LAMBÁN, Hugo CHAUTÓN PÉREZ y Maite GARCÍA ROJAS	
4.7.	INTERVENCIÓN ARQUEOLÓGICA EN LA IGLESIA CONVENTUAL DE SAN FRANCISCO (TERUEL)	339
	Javier IBÁÑEZ GONZÁLEZ, Rubén SÁEZ ABAD y José F. CASABONA SEBASTIÁN	

4.8.	ESTUDIO ANTROPO-ARQUEOLÓGICO DE UN ENTERRAMIENTO LOCALIZADO EN EL MONASTERIO DE SAN PEDRO DE SIRESA (VALLE DE HECHO, HUESCA)	351
	José Ignacio LORENZO LIZALDE y José M. ^a RODANÉS VICENTE	
4.9.	LA AMPULLA DE VIDRIO PÚRPURA DE LA IGLESIA DE SAN ROMÁN (LA PUEBLA DE CASTRO, HUESCA): ANÁLISIS ARQUEOLÓGICO Y ARQUEOMÉTRICO	361
	José A. CUCHÍ, José A. MANSO, Pablo MARTÍN-RAMOS, Esperanza ORTIZ y Juan Á. PAZ	
4.10.	RESULTADOS PRELIMINARES DEL ESTUDIO DE UN OBJETO DE MADERA PROCEDENTE DE LA NECRÓPOLIS DE LAS PEÑETAS (SENA, MONEGROS, HUESCA)	373
	Marta ALCOLEA, Hugo CHAUTÓN, J. Ignacio LORENZO, M. ^a José ARBUÉS y Jose M. ^a RODANÉS	
4.11.	SUSTRATO ANGLO-NORMANDO EN EL SEÑAL DEL REY DE ARAGÓN: DE ORO, CUATRO PALOS DE GULES	381
	Juan Á. PAZ PERALTA	
4.12.	SUSTRATO NORMANDO-SICILIANO EN EL ROMÁNICO TARDIO DE LOS REINOS DE ARAGÓN, NAVARRA, LEÓN Y CASTILLA	395
	Juan Á. PAZ PERALTA	

5. MODERNA Y CONTEMPORÁNEA

5.1.	ESTUDIO ARQUEOLÓGICO DEL CONVENTO FRANCISCANO DE SANTA CATALINA DEL MONTE EN CARIÑENA (ZARAGOZA)	409
	Luis Miguel GARCÍA-SIMÓN y Antonio HERNÁNDEZ PARDOS	
5.2.	PUESTA EN VALOR DEL SANTUARIO DE NUESTRA SEÑORA DE GRACIA EN LA FRESNEDA (TERUEL). CAMPAÑA DE 2022	419
	Víctor ESTEBAN MARTÍN, Rubén ESTEVE LATORRE y Francisco Javier GUTIÉRREZ GONZÁLEZ	
5.3.	EL MARTINETE DE COBRE DE CALAMOCHA. ESTUDIO ARQUEOLÓGICO E HISTÓRICO DE UN INGENIO HIDRÁULICO PARA SU PUESTA EN VALOR	429
	Lourdes LÓPEZ MARTÍNEZ, Cristhian H. SALAZAR PAZ, Emilio BENEDICTO GIMENO y Pedro BEL ANZUÉ	
5.4.	LAS ANTIGUAS BODEGAS BAJO TIERRA DEL CAMPO DE CARIÑENA: ESTUDIO ARQUEOLÓGICO-HISTÓRICO	439
	Antonio HERNÁNDEZ PARDOS, Daniel HERNÁNDEZ GÓMEZ, Concha CEBRIÁN GARCÍA y Luis Miguel GARCÍA SIMÓN	
5.5.	HALLAZGO DE UN HORNO ALFARERO TRADICIONAL DURANTE EL CONTROL DE LA RENOVACIÓN DE LA CALLE TENOR FLETA DE MUEL (ZARAGOZA)	451
	Francisco Javier GUTIÉRREZ GONZÁLEZ, Víctor ESTEBAN MARTÍN, Javier FANLO LORAS y Carlos VALLADARES LAFUENTE	
5.6.	LAS FORTIFICACIONES CARLISTAS DE CANTAVIEJA Y VILLARLUENGO (TERUEL): LECTURA ARQUEOLÓGICA	463
	Antonio HERNÁNDEZ PARDOS	
5.7.	EL EPÍLOGO ARQUEOLÓGICO DE SANTA CRISTINA DE SOMPORT	473
	Héctor ARCUSA MAGALLÓN, José Luis ONA GONZÁLEZ, M. ^a Victoria PASTOR SÁNCHEZ y Raúl Leorza ÁLVAREZ DE ARCAÑA	

6. MEMORIA HISTÓRICA

- 6.1. INTERVENCIONES REALIZADAS EN LAS POSICIONES DE LA GUERRA CIVIL DE LA COMARCA COMUNIDAD DE TERUEL 483
Rubén SÁEZ ABAD, Javier IBÁÑEZ GONZÁLEZ, Amable GARCÍA e Ismael VILLALBA
- 6.2. INTERVENCIÓN ARQUEOLÓGICA EN EL PUESTO PARA BATALLÓN DEL SASO, BELCHITE (ZARAGOZA) 495
José F. CASABONA SEBASTIÁN, Rubén SÁEZ ABAD y Alfonso VERGÉ SALVADÓ
- 6.3. ESTUDIO ANTROPOLÓGICO DE UNOS BRIGADISTAS INTERNACIONALES EN EL FRENTE DE CASPE (ZARAGOZA). MARZO 1938: FOSA EN LA "COTA 238" (2015) Y FOSA EN MIRAFLORES (2016) 503
José Ignacio LORENZO LIZALDE y Salvador MELGUIZO AÍSA

7. PATRIMONIO, DIFUSIÓN Y DIDÁCTICA

- 7.1. EL PATRIMONIO COMO RECURSO DIDÁCTICO PARA LA CONCIENCIACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA CIUDADANÍA RESPONSABLE 515
Lorenzo MUR SANGRÁ, José Antonio MÉRIDA DONOSO, María SEBASTIÁN LÓPEZ y Jesús Gerardo FRANCO CALVO
- 7.2. PATRIMONIO Y PAISAJE COMO FACTORES DE COHESIÓN DE LA IDENTIDAD CULTURAL. CUESTIONARIO SOBRE LA PERCEPCIÓN DEL PATRIMONIO EN ARAGÓN 521
Elena MARCÉN GUILLÉN y Sergio GARCÍA GÓMEZ
- 7.3. TERRITORIO MONTE GAUDIO (2018-2023): UN PROYECTO TURÍSTICO CULTURAL BASADO EN LA ARQUEOLOGÍA, LA HISTORIA Y EL PATRIMONIO 531
Javier IBÁÑEZ GONZÁLEZ, Rubén SÁEZ ABAD y José F. CASABONA SEBASTIÁN
- 7.4. ACTIVIDAD DIDÁCTICA SOBRE LA GUERRA CIVIL ESPAÑOLA: ARQUEOLÓGICA DE LAS FOSAS DE BELCHITE (ZARAGOZA) EN EL I.E.S. EL PORTILLO (ZARAGOZA) 545
Javier CABELLO, José Ignacio LORENZO, Hugo CHAUTÓN
- 7.5. ARQUEOLOGÍA DE DEPÓSITO: LA COLECCIÓN NUMISMÁTICA ANTIGUA DEL MUSEO DE HUESCA 553
Adrián GORDÓN ZAN
- 7.6. 100 AÑOS DE "NOTES" 561
Gonzalo LÁZARO GRACIA

.....
.....
.....

LA GEOMÁTICA COMO ESTRATEGIA MULTIESCALA PARA LA INVESTIGACIÓN Y GESTIÓN DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO: EL FORAU DE LA TUTA (ARTIEDA, ZARAGOZA)

GEOMATICS AS A MULTISCALE STRATEGY
 FOR THE RESEARCH AND MANAGEMENT OF ARCHAEOLOGICAL HERITAGE:
 EL FORAU DE LA TUTA (ARTIEDA, ZARAGOZA)

Jorge Angás¹, Paula Uribe², Lara Íñiguez², José Ángel Asensio³,
 Milagros Navarro³, Enrique Ariño⁴, M.^a Ángeles Magallón², Oscar Lanzas²,
 Cristian Concha⁶, Oscar Muñiz⁶, e Irene Mañas⁵

¹ARAID-Universidad de Zaragoza

² Universidad de Zaragoza

³ Institut Ausonius (CNRS-Université Bordeaux-Montaigne)

⁴ Universidad de Salamanca

⁵ Universidad Nacional de Educación a Distancia

⁶ Arqueólogo

Autor de contacto/Contact author: Jorge Angás Pajas, j.angas@unizar.es

RESUMEN

Se presentan los resultados preliminares de una metodología de clasificación e interpretación de los datos geoespaciales adquiridos en un yacimiento romano urbano de época imperial descubierto en 2021 en la cordillera prepirenaica en la localidad de Artieda (Zaragoza), denominado El Forau de la Tuta. La sistemática de registro multiescala y multitemporal desarrollada durante tres campañas arqueológicas (2021-2023) ha permitido una gestión global del yacimiento y de su entorno, pese a que cada una de las zonas excavadas es nuevamente enterrada cada año por motivos de seguridad y conservación. Para ello, se ha documentado, analizado e interpretado mediante el uso de datos geoespaciales el conjunto del yacimiento arqueológico y de la zona de excavación mediante diferentes tipos de fuentes: fototecas aéreas, datos fotogramétricos mediante sensores visibles, multiespectrales y sensores LiDAR terrestres.

PALABRAS CLAVE: Arqueología romana; Geomática; Clasificación multiescala y multitemporal; Gestión tridimensional; Unidades estratigráficas.

ABSTRACT

This paper presents the preliminary results of a methodology for the classification and interpretation of geospatial data acquired at a discovered urban Roman site from the imperial period in 2021. The site is located in the pre-Pyrenean mountain range near the small town of Artieda (Zaragoza), known as El Forau de la Tuta. The systematic multiscale and multitemporal recording developed over three archaeological campaigns (2021-2023) has enabled comprehensive management of the site and its surroundings, despite the fact that each excavated area is reburied annually for safety and conservation reasons. For this purpose, the entirety of the archaeological site and excavation area has been documented, analyzed and interpreted using geospatial data from various sources, including aerial photolibraries, photogrammetric data from visible and multispectral sensors, as well as terrestrial LiDAR sensors.

KEY WORDS: Roman Archaeology; Geomatics; Multiscale and Multitemporal Classification; Three-Dimensional Management; Stratigraphic Units.



Figura 1. Entorno de realidad inmersiva sobre el modelo 3D procesado del mosaico bícromo del yacimiento arqueológico de El Forau de la Tuta (Artieda, Zaragoza) hallado en 2021, siglos I - II d.C. <https://unizar.digheer.es/artieda/el-forau-de-la-tuta> /Composición fotográfica: equipo excavación Artieda.

1. INTRODUCCIÓN

El yacimiento arqueológico de El Forau de la Tuta (Artieda, Zaragoza) fue declarado Bien de Interés Cultural (BIC) por el Consejo de Gobierno de Aragón el 22 de marzo de 2023 (Decreto 28/2023) en la categoría de *conjunto de interés cultural, zona arqueológica*. Esta declaración constata la importancia de los restos arqueológicos y de su entorno de protección descubiertos durante las campañas arqueológicas iniciadas en 2021 por un equipo multidisciplinar de investigadores de la Universidad de Zaragoza, el Institut Ausonius de la Universitat Bordeaux-Montaigne, la Universidad de Salamanca y la UNED (Universidad Nacional de Educación a Distancia).

Una notable singularidad espacial de este yacimiento es su localización en una terraza en la margen izquierda del río Aragón, en un punto estratégico de comunicaciones utilizado desde época antigua en la canal de Berdún con la vía romana que conectaba Iaca (Jaca, Huesca), Ilumberri (probablemente Lumbier, Navarra) y Pompaelo (Pamplona, Navarra) justo en la confluencia con el valle del Roncal y el río Esca (Asensio *et al.* 2022; 2023).

Desde el año 2019 un equipo dirigido, inicialmente, por la Universidad de Zaragoza comenzó a estudiar este conjunto arqueológico promovido por el interés del Ayuntamiento de Artieda. Durante dos años, el equipo científico encargado de analizar los aspectos geoespaciales de este yacimiento realizó un estudio multiescala y multitemporal basado en los datos adquiridos por varios sistemas fotogramétricos de sensores visibles, multiespectrales y termográficos junto con el registro de todas las estructuras visibles con sensores láser escáner 3D. Igualmente, se documentaron, con estas técnicas, todos los alzados interiores y exteriores de la cercana ermita de San Pedro, determinando mediante una lectura de paramentos aquellas evidencias de materiales romanos reutilizados en su construcción.

Con posterioridad se analizaron y se pusieron en relación todas las fototecas con vuelos históricos, desde el famoso vuelo de Ruiz de Alda de 1927 para la Confederación Sindical Hidrográfica del Ebro (Pérez, 1927; Sada, 1929; Valentí de Dorda, 1929; C.S.H.E. 1929; Ollero, 1993; Losada y Galván, 2004; Galván y Losada, 2007) y datos satelitales históricos del USGS (HEXAGON 1971-1984, KH9) con aquellas fuentes y publicaciones que nos informaban ya desde finales del siglo XVIII y principios del XIX por parte del clérigo Mateo Suman (Suman, 2015: 190) de la presencia de restos arqueológicos y elementos arquitectónicos en la zona comprendida entre El Forau de la Tuta y el Campo del Royo (Beltrán Martínez y Osset Moreno, 1964; Osset Moreno, 1965; Lostal Pros, 1980: 18-19; Ona González, 2010: 29; Moreno Gallo, 2009: 57-58).

De esta manera, a partir de 2021, gracias a la información analizada, se trazó una estrategia de excavación arqueológica en varios puntos concretos que ha continuado hasta el momento durante tres campañas (2021, 2022 y 2023) constataando la existencia de un núcleo urbano romano con una arquitectura monumental y una cronología que arrancaría desde época augustea hasta el siglo IV con diversas fases posteriores de aprovechamiento medieval.



Figura 2. El yacimiento arqueológico de El Forau de la Tuta en el centro de ambas imágenes.
Superior: vista hacia el oeste siguiendo la antigua vía romana hacia Ilumberri y Pompaelo.
Inferior: vista de la zona estratégica que ocupa el yacimiento entre los ríos Aragón y Esca en la confluencia del valle del Roncal con la Canal de Berdún.
(Fotografías: equipo excavación Artieda)

El redescubrimiento de este yacimiento romano ha proporcionado, entre otras cosas, un rediseño en el estudio del poblamiento de la Canal de Berdún en época romana dada la magnitud de las infraestructuras arquitectónicas halladas. Este complejo urbano de grandes dimensiones se desarrollaría, principalmente, con una fase de ocupación imperial romana, entre época de Augusto y el siglo IV como el *oppidum* de una *civitas* de ámbito vascón de nombre de momento indeterminado (Asensio *et al.*, 2022; Íñiguez *et al.*, 2024).

2. RESUMEN DE LA CAMPAÑAS ARQUEOLÓGICAS 2021-2023

En el verano de 2021 investigadores de la Universidad de Zaragoza iniciaron las excavaciones arqueológicas en la zona de El Forau de la Tuta junto a otros investigadores de la Universidad Bordeaux Montaigne-Institut Ausonius, Universidad de Salamanca y la UNED. Así, considerando los resultados de varios trabajos de teledetección previos desarrollados desde 2019 y otro tipo de fuentes consultadas (Asensio *et al.*, 2021) se pudo observar e interpretar la existencia de una densa red urbanística soterrada. Partiendo de la información recopilada se decidió abrir cuatro sondeos arqueológicos en base a la información analizada que quedaban

distribuidos en las dos hectáreas que formaban la parte central del yacimiento. Además, se realizó una prospección intensiva en todo el perímetro de protección del actual BIC detectando la continuidad del yacimiento.

Finalmente, por cuestiones temporales y recursos materiales, sólo se pudieron llevar a cabo dos de los cuatro sondeos replanteados que dieron como resultado el descubrimiento de un cruce de viales -confirmando así su carácter urbano- y un mosaico figurado bícromo con escena de thíasos marino, que se halló en un extraordinario estado de conservación y cuyas características son únicas (Íñiguez *et al.*, 2024). Sucesivamente, en 2022 y 2023, la continuación de las excavaciones nos ha permitido concretar y ampliar la excavación en la zona del mosaico bícromo y establecer su relación con el *uestibulum/apodyterium* de un edificio termal de grandes dimensiones que todavía se encuentra en fase de excavación y estudio.

3. LA GEOMÁTICA COMO ESTRATEGIA PARA LA INVESTIGACIÓN ARQUEOLÓGICA: GEMELOS DIGITALES

La utilización en arqueología del conjunto de ciencias que integran el concepto de geomática debe ser entendida desde múltiples perspectivas integradoras como una estrategia para la investigación en los procesos de captura, tratamiento, análisis, almacenamiento, difusión e interpretación de las diferentes fuentes que nos proporcionan datos geoespaciales. No obstante, a pesar de las múltiples capacidades y posibilidades existentes entre el patrimonio arqueológico y las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG), resulta difícil encontrar hoy en día proyectos para gestionar e implementar respuestas automatizadas sobre el análisis de comportamientos de los gemelos digitales (mundo simulado) para el estudio y conservación del patrimonio arqueológico (mundo real). Este hecho produce un desaprovechamiento de los recursos en general, por falta de interoperatividad en cómo abordar la información entre las diferentes fuentes de datos.

Un ejemplo lo encontramos en la *Carta de Londres* que define un protocolo de actuación encaminado a la visualización del patrimonio cultural digital, centrándose en lo que denomina “transparencia intelectual”, aspecto que entendemos como un intento de enfocar objetivamente los procesos técnicos y la metodología aplicada en la documentación. Sin embargo, sobre su contenido se han propuesto interesantes análisis que llevan a algunos investigadores a plantear una posición en la que se destaca que el modelo o imagen no constituye en sí mismo una solución a un problema concreto (Barceló y Vicente, 2011: 53 -57). Aproximaciones como esta reafirman la necesidad cada vez más urgente de redefinir la documentación no como el fin último de toda investigación, sino como un medio más de obtención de información.

Por otra parte, en la *Carta de Sevilla* ya se advierte de la existencia de dificultades en el panorama internacional relacionado con la visualización digital del patrimonio y, aunque toma como marco de generación la Carta de Londres, asu-

miendo todos los objetivos postulados en aquella, se incluyen algunos nuevos que tratan de desarrollar aspectos como los de interdisciplinariedad, finalidad, complementariedad, autenticidad, rigurosidad histórica, eficiencia, transparencia científica, formación y evaluación (López-Mencher, 2013).

Si trazamos un breve análisis dentro de la investigación europea sobre algunos proyectos recientes desde EUROPEANA como ARIADNE, CARARE, 3DCOFORM, 3DICONs, 3DPitoti, financiados a través del Séptimo Programa Marco de la Comisión Europea, vemos como constituyen un punto de inflexión en la estandarización de una metodología desarrollada, integrando a los principales grupos de investigación europeos.

En cuanto al panorama nacional español, cabe destacar, una vez más, las recomendaciones técnicas publicadas por el Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico en 2011 y en 2017, que sin duda suponen un claro avance institucional que aboga por una mayor homogeneización en la documentación de las tipologías patrimoniales. Sin embargo, aún carecemos de una plataforma que integre este tipo de iniciativas con cierta versatilidad.

El problema actual en la documentación del patrimonio arqueológico reside en la generación de un volumen de datos heterogéneo que debe ser clasificado y almacenado por cada especialista en repositorios digitales y para los cuales se debe garantizar la accesibilidad. Todo ello constituye un activo como garantía de su conocimiento y por tanto para posibilitar su disponibilidad para toda la secuencia de investigación, prevención y difusión. La organización de esta información evitaría, en este sentido, la repetición de nuevas tomas de datos que, especialmente en el caso del patrimonio arqueológico amenazado, puedan constituir un riesgo para su conservación. Por el momento, los repositorios institucionales comerciales y no comerciales más populares no permiten el uso de información relacional: Smithsonian, Three D Scans, CyArk, Europeana, Epoch, Carare, Nasa 3D Resources, GB3D Type Fossils, SketchFab, Global Digital Heritage, etc. No se trata de un problema tecnológico, sino de un problema organizativo y metodológico.

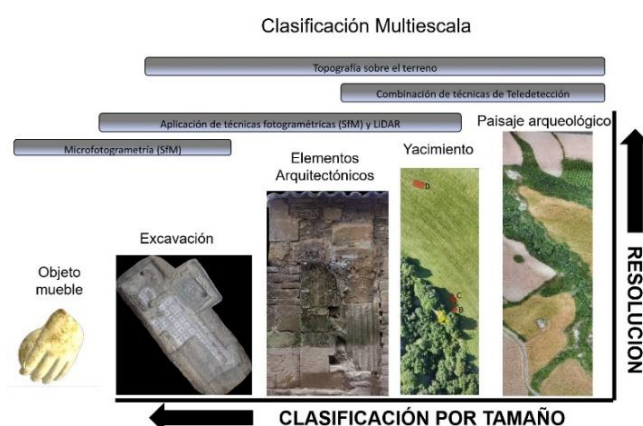


Figura 3. Esquema relacional desarrollado sobre la estrategia de registro aplicada desde una perspectiva multiescala y multitemporal. (Fuente: equipo excavación Artieda).

En base a toda esta experiencia, desde 2019 se ha implementado un sistema de registro para la investigación del yacimiento arqueológico de El Forau de la Tuta mediante la generación de un gemelo digital como base de datos monitorizada del paisaje, de los elementos arquitectónicos, del yacimiento, de las unidades estratigráficas y de cada uno de los bienes muebles localizados donde se incluyen dos conceptos fundamentales: (1) análisis multiescala desde una perspectiva (2) multitemporal a través de fuentes históricas con un registro constante y clasificado en el periodo actual de cada uno de los elementos citados.

4. METODOLOGÍA APLICADA

La metodología de registro de campo implementada durante las campañas arqueológicas de 2021, 2022 y 2023 ha permitido una automatización de los procesos de registro de cada una de las unidades estratigráficas de la excavación y su posterior tratamiento a través de una plataforma web de análisis, gestión e intercambio de información. El conjunto de técnicas geomáticas utilizadas ha consistido en una combinación de fotogrametría aérea, fotogrametría terrestre con diferentes tipos de sensores visibles y multispectrales junto a técnicas de escaneo láser 3D.

El objetivo pretende automatizar el registro en campo y unificar una base de datos relacional a diferente escala donde se pueda visualizar y comparar la evolución diacrónica del yacimiento y su paisaje dentro de un mismo sistema de coordenadas. Además de las tres campañas registradas se ha procedido a la georreferenciación de las diferentes fototecas y datos satelitales históricos junto con los datos de registro en campo: nubes de puntos 3D, ortofotos, modelos digitales del terreno y modelos 3D.

Con relación al uso de las fototecas históricas, esta zona tiene la ventaja de haber sido documentada en un periodo emergente en la historia de la aviación por Ruiz de Alda en 1927. Se trata del primer testimonio aéreo encargado por la Confederación Sindical Hidrográfica del Ebro a C.E.T.F.A. que acababa de constituirse y necesitaba una documentación cartográfica lo más precisa posible de toda la cuenca del Ebro para el conjunto de estudios (Pérez, 1927; Sada, 1929; Valentí de Dorda, 1929; C.S.H.E. 1929; Ollero, 1993; Losada y Galván, 2004; Galván y Losada, 2007).

Sobre los aspectos técnicos del procesamiento de este vuelo, se desarrolló mediante una composición realizada a través de fotoplanos compuestos por fotogramas sin aerotriangular. Aunque cada uno de estos fotoplanos por sí solo ya representan un documento de extraordinario valor arqueológico que permite entender las diferentes transformaciones del paisaje, recientemente la Confederación Hidrográfica del Ebro ha finalizado el procesamiento de los ajustes radiométricos y su georreferenciación al sistema de coordenadas oficial ETRS89 Huso 30 (EPSG 25830). Los resultados con un GSD final de 50 cm/pix. proporcionan una información inestimable desde varios puntos de vista. Si bien, los datos proporcionados no cumplen algunas de las especificaciones del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) (fotoplanos, ortorectificación, solape, precisión planimétrica, etc) se



Figura 4. Registro mediante un sistema láser escáner 3D de la zona de la ermita de San Pedro en el yacimiento de El Forau de la Tuta. (Fotografía: equipo excavación Artieda).

trata, sin duda, de una cartografía aérea excepcional que podemos encontrar en esta zona del valle del Ebro, con pocos ejemplos en la península ibérica, en un periodo cronológico en el que aún no se habían producido grandes modificaciones agrarias ni se había alterado todavía el paisaje por otro tipo de infraestructuras como carreteras, caminos, concentraciones parcelarias o, en el caso concreto de El Forau de la Tuta, las transformaciones del paisaje que ha originado el embalse de Yesa.

El resto de los vuelos y ortofotos históricas empleadas han sido del Instituto Geográfico Nacional que corresponden al vuelo Americano Serie A de 1946 y Serie B de 1956, Interministerial de 1977, Nacional 1984, OLISTAT de 1997 y al resto de vuelos del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) 2003, 2006, 2009, 2012 y 2018. A partir de 2020, se completaron los vuelos del PNOA con diferentes tipos de sensores alojados en drones que mejoraron sensiblemente la resolución espacial y espectral, lo cual, junto con todos los datos anteriores, permite trazar una evolución geoespacial del paisaje de casi cien años.

Por otro lado, se han utilizado las imágenes desclasificadas del satélite de reconocimiento Hexagon KH-9 a través del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS). Este tipo de satélite, sucesor del programa CORONA (1960-1972), recientemente utilizado en otros contextos arqueológicos (Hammer, 2022), ha proporcionado imágenes estereoscópicas de enero de 1975 con una alta resolución espacial de 0,8 m/pix. que permiten incluirlas dentro del elenco anterior de vuelos históricos para analizar la evolución del paisaje.



Figura 5. Clasificación y georreferenciación de la imagen satelital desclasificada D3C1209-300428F009 del programa de reconocimiento de Hexagon (KH-9) sobre la zona de estudio de La Canal de Berdún hasta el embalse de Yesa (Muñiz, 2023).

La combinación de toda esta información permite su clasificación en diferentes tipos de capas georreferenciadas que complementan los datos adquiridos por fotogrametría aérea, terrestre y sistemas de láser escáner 3D desde el año 2020, cuando se inicia el tratamiento de datos previos para seleccionar las zonas de excavación. Asimismo, a partir de la campaña de julio de 2021, cada unidad estratigráfica se ha documentado a través de un sistema mixto con sensores GNSS RTK, LiDAR y fotogrametría aérea y terrestre.

En cada campaña se ha realizado un vuelo previo sobre el yacimiento y su entorno de protección con un dron de ala fija eBee X RTK, conectado a la red de geodesia activa del Gobierno de Aragón (ARAGEA). Dicho vuelo se realiza con sensores visibles, multispectrales y termográficos, dependiendo de la fenología y el momento de senescencia de los cultivos, principalmente a finales de mayo. Los resultados que proporcionan se clasifican en capas a través de un visor *web mapping* dentro del mismo sistema de coordenadas absoluto UTM ETRS89 Huso 30.

Para el trabajo de campo, se ha empleado un sensor VDOC RTK que igualmente, como el sistema anterior, se conecta mediante un protocolo NTRIP a la red de geodesia activa del Gobierno de Aragón (ARAGEA). La tecnología que utiliza mezcla LiDAR y videogrametría con un sensor GNSS RTK. Aunque el sistema LiDAR tiene las limitaciones de un sensor de un Iphone 12 Pro, adquiere unos resultados aceptables a una distancia no superior a 5 metros. La combinación de este sistema con el software Pix4Dcatch y el procesado con el software Pix4DCloud Advanced permite la toma de datos, subida a un servidor y procesado de la información de manera automática en campo. Así, se obtiene una ortofoto, un modelo 3D en nube de puntos y malla y, finalmente, un modelo digital de elevaciones.

Aunque ambos sensores GNSS utilizan un sistema RTK existe un sistema redundante de marcadores, distribuidos por el yacimiento y el entorno de protección, que previamente han sido adquiridos con otro sensor GNSS bifrecuencia para evitar cualquier tipo de discrepancia y, con ello, garantizar una precisión por debajo de dos centímetros en coordenadas absolutas.

Finalmente, se realiza un escaneado láser 3D con un sistema terrestre Leica RTC360 con una precisión de 2 milímetros a 10 metros con el objetivo de generar un modelo 3D final de cada campaña.

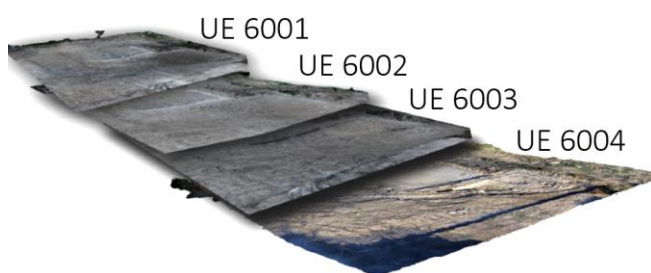


Figura 6. Esquema de registro de cada una de las unidades estratigráficas del proceso de documentación (Muñiz, 2023).

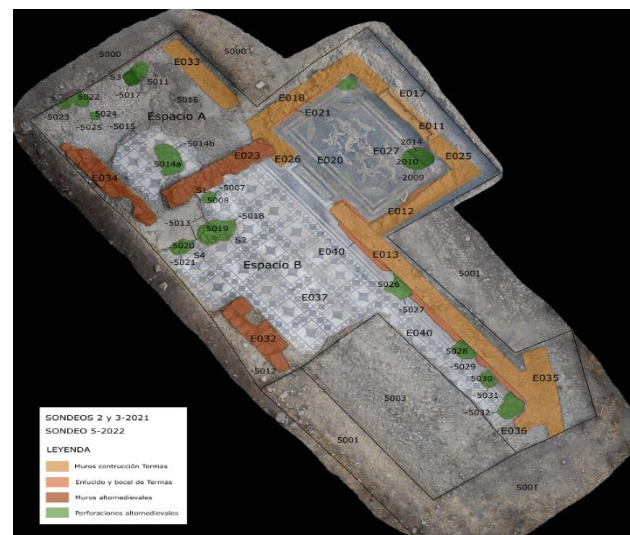
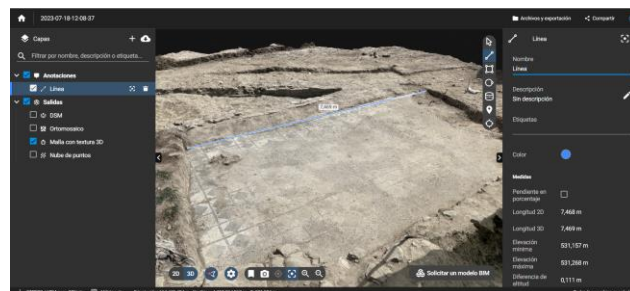


Figura 7. Acceso a través de una plataforma web a la documentación de cada unidad estratigráfica e imagen final de la campaña de 2022. (Fuente: equipo excavación Artieda).

Los resultados obtenidos se han dispuesto en un sistema programado *ad hoc* de gestión web mediante un módulo específico *open-source* WebGL de librerías 3D de JavaScript. Así, cada una de las unidades estratigráficas ha quedado registrada de una manera bidimensional y tridimensional. Este sistema representa una ventaja debido a su facilidad espacial para la combinación y relación con el resto del entorno del yacimiento y las zonas excavadas en diferentes momentos. Además, esta propuesta permite estudiar de una manera virtual y global cada una de estas zonas y trazar estrategias interpretativas sobre el conjunto del yacimiento arqueológico y su entorno.

5. TRANSFERENCIA DE LOS RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN

La inmediatez de la sociedad de la información actual demanda un rápido retorno respecto a las inversiones realizadas en el patrimonio cultural (Valle 2006: 72), sobre todo, cuando estas han sido intangibles y, en el caso de este yacimiento, los resultados se encuentran enterrados hasta que se desarrolle un plan de actuación global que garantice la conservación y la musealización del yacimiento (Angás, 2019: 23). Esta urgencia de la información actual precipita, en muchas ocasiones, una cierta ansiedad científica y social en la difusión de excavaciones arqueológicas a través de redes



Figura 8. Actividades divulgativas desarrolladas en 2023 con la creación del Museo de la Torre de Artieda, cursos formativos y jornada de puertas abiertas de la excavación. (Fotografías: equipo excavación Artieda).

sociales, emitiendo prácticamente de manera simultánea la excavación. Todo ello, se desarrolla para la justificación de resultados que, en muchas ocasiones, resulta contraproducente a la propia investigación.

Efectivamente, la sociedad reclama lenguajes universales con los que pueda acercarse rápidamente a ese conocimiento mediante una democratización, pero este hecho ni debe empañar ni tampoco resulta incompatible con una reflexión cocinada a fuego lento sobre los resultados obtenidos. El equipo científico de El Forau de la Tuta, consciente de esta problemática actual, ha actuado formando un vasto equipo inter y multidisciplinar que le permite una evaluación global de cada campaña arqueológica. Además, ha elaborado un plan de transferencia que no merma la capacidad de reflexión científica sobre los resultados alcanzados. Sin embargo, esta estrategia tiene que estar debidamente explicada y respaldada por aquellos agentes locales que invierten en este yacimiento y son conscientes de la debida paciencia arqueológica.

Desde la primera campaña de excavaciones en el año 2021, cuando se exhumó y documentó un mosaico en extraordinario estado de conservación y cuyas características lo hacen único (Íñiguez *et al.*, 2024), se plantearon diferentes estrategias dirigidas a la transferencia de los resultados de investigación. Esta necesidad cubría un doble enfoque destinado a proporcionar unos datos técnicos para el equipo científico y para poder transmitir y mostrar los resultados obtenidos de manera incipiente al municipio de Artieda. Por motivos de conservación y para garantizar su sostenibilidad, cada una de las campañas realizadas han sido enterradas de nuevo a la espera de un plan de actuación con un proyecto de restauración que asegure una puesta en valor. Por esta

razón, debido a que no es actualmente visitable, durante el año 2023 se desarrollaron varias iniciativas de transferencia de resultados de investigación para poder mostrar al público este extraordinario patrimonio arqueológico.

Inicialmente, gracias a la implementación del gemelo digital como herramienta de investigación (*vid. supra*) se han desarrollado varios recursos que tienen como finalidad dar a conocer este extraordinario patrimonio de manera virtual y física al público en general. Así, se han generado varias aplicaciones sobre el modelo tridimensional registrado que tienen como objetivo divulgar los restos actualmente soterrados. Por un lado, el propio modelo tridimensional permite generar un museo virtual para visualizarlo a través de un ordenador y también en unas gafas de realidad virtual (Museo de Artieda) con la finalidad de hacer un recorrido inmersivo sobre el conjunto excavado que se encuentra soterrado. Esta transferencia permite al pueblo de Artieda su integración en el Museo de la Torre donde cualquier persona puede desplazarse sobre el modelo virtual a la vez que puede consultar varias explicaciones sobre la iconografía y significado del conjunto.

Por otro lado, la parte virtual se completó con la fabricación de dos réplicas de la zona central del mosaico a escala real con unas dimensiones de 510x360 cm, que fueron financiadas por la Diputación Provincial de Zaragoza (una de ellas actualmente expuesta al público en el Museo de Artieda) y por la Fundación Agencia Aragonesa para la Investigación y el Desarrollo (ARAID) con una finalidad relacionada con la investigación y la docencia en la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Zaragoza. Estas réplicas fueron desarrolladas gracias a la digitalización tridimensional por un sistema láser escáner 3D junto con la aplicación de varias

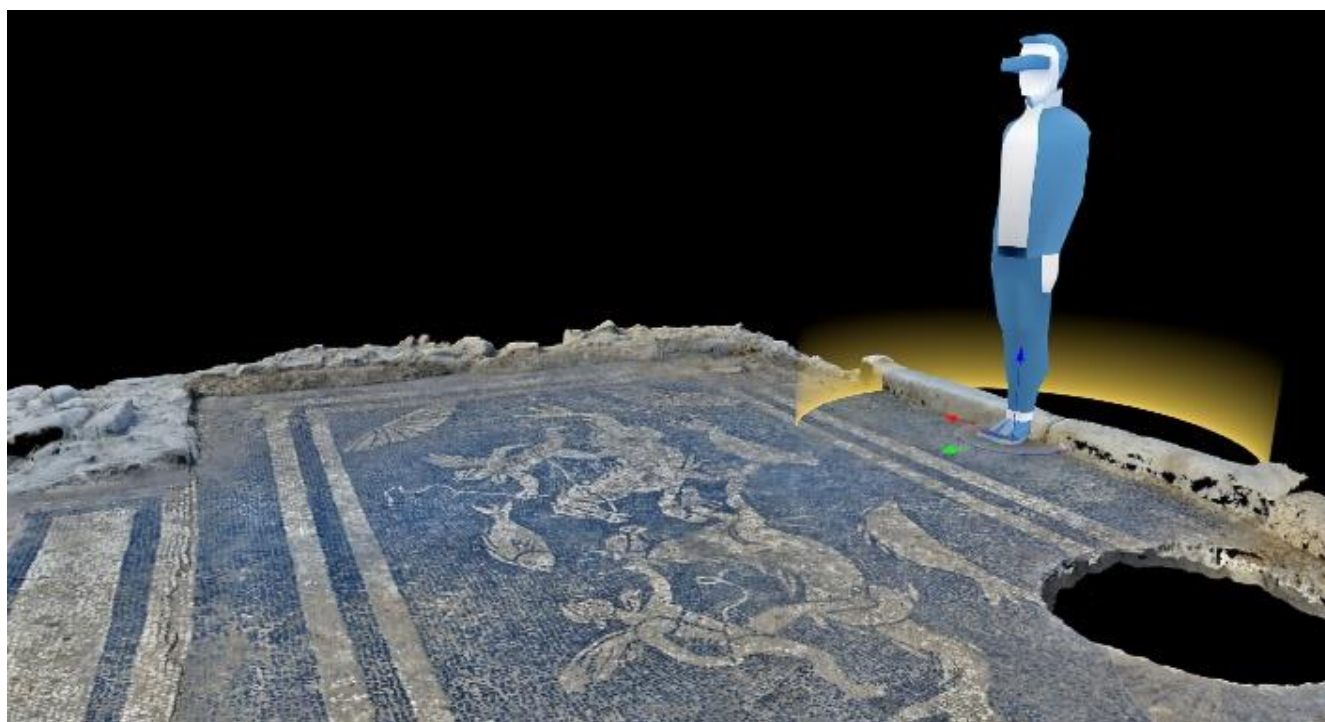
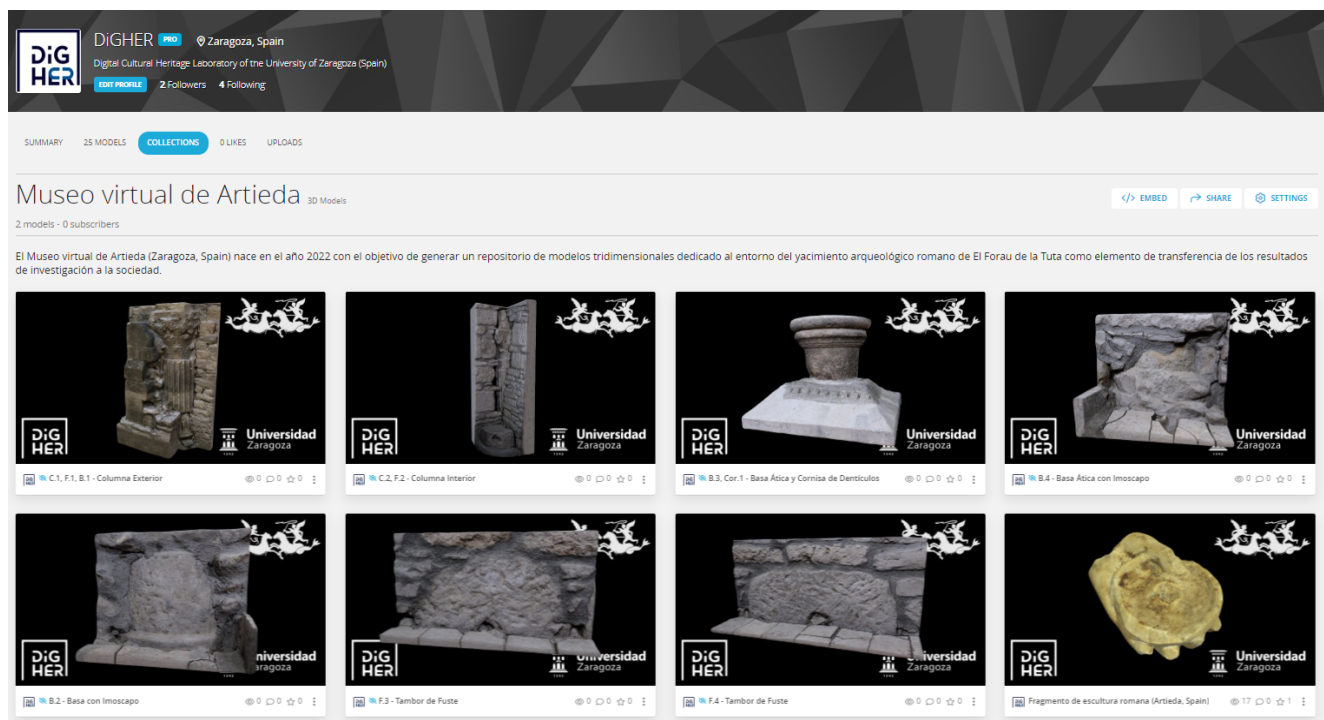


Figura 9. Museo virtual de Artieda con diferentes piezas y elementos digitalizados en la plataforma Sketchfab <https://skfb.ly/oRrvV> (Fuente: equipo excavación Artieda).

técnicas fotogramétricas de correlación automática de imágenes para la generación de una nube de puntos densa.

Paralelamente, en 2023 se creó el Museo de la Torre de Artieda con materiales expositivos de la zona junto con varios carteles (en castellano, inglés, francés y aragonés) y locuciones explicativas a través de códigos QR de El Forau de la Tuta. Todas estas actividades fueron complementadas con el curso patrocinado por la Institución Fernando el Católico “La Arqueología hoy: la nueva ciudad romana de El Forau de la

Tuta” celebrado en Artieda el 21 de julio de 2023. El diseño de este conjunto de iniciativas divulgativas ha permitido no sólo garantizar la accesibilidad y el conocimiento de este yacimiento sino también promocionar un turismo cultural y previsiblemente empleo en el municipio de Artieda.

Hay que señalar que este conjunto de actividades de transferencia fue premiado en 2023 con un accésit de divulgación científica en la novena edición de los premios Tercer Milenio de Heraldo de Aragón.

6. CONCLUSIONES

Una vez traspasada la fase de visualización de los modelos tridimensionales de los últimos quince años, la tecnología actual permite a través de los denominados gemelos digitales establecer una réplica real digitalizada donde podemos desarrollar cualquier tipo de análisis a través de un mundo simulado. Los resultados obtenidos los podremos interpretar y clasificar para nuestra investigación arqueológica y, con ello, establecer una bidireccionalidad predictiva entre el mundo real y el mundo simulado evitando, en muchos casos, continuas intervenciones sobre el conjunto arqueológico.

Este tipo de estrategias nos permite, inicialmente, una optimización de los medios y recursos empleados para, posteriormente, tomar decisiones en base a la información almacenada sin necesidad de intervenir constantemente en el yacimiento, asegurando, de este modo, una mejor conservación de este.

La metodología de documentación planteada en el yacimiento de El Forau de la Tuta ha contribuido equitativamente sobre los aspectos científicos, en la identificación de diferentes indicios de una arquitectura urbana, y divulgativos, con una clara apuesta de transferencia a la sociedad. De esta manera, se ha identificado, por el momento, una trama urbana regular y un edificio termal. Los resultados obtenidos, además de servir para la monitorización del yacimiento, han encuadrado cronológicamente este conjunto arqueológico entre época de Augusto y el siglo IV que servirá para continuar registrando, clasificando e identificando el resto de la ciudad romana y su entorno en los próximos años.

Su implementación a través de una plataforma web con toda la información geoespacial adquirida, proveniente de diferentes fuentes históricas y actuales, contribuye a la generación de una base de datos abierta y accesible con diferentes grados de acceso al equipo investigador y al público interesado. Se trata de una herramienta que relaciona dos aspectos relevantes en el estudio y divulgación del yacimiento arqueológico de El Forau de la Tuta: el espacio (multiescala) y el tiempo (multitemporal). De esta manera, se establecen relaciones a diferentes escalas entre los elementos del yacimiento y el propio paisaje arqueológico en cualquier registro temporal documentado (fig. 3). Este factor representa una ventaja para compartir y analizar los datos entre el equipo investigador de una manera práctica y sencilla.

La estrategia de investigación planteada en este yacimiento continuará en los próximos años gracias al interés e inquietud del propio municipio de Artieda y a varios proyectos de investigación del equipo científico. De este modo, se proseguirá en las próximas campañas con el proceso de gestión, monitorización y análisis multitemporal del yacimiento arqueológico para la visualización virtual de todas aquellas zonas que por motivos de seguridad y protección se encuentran enterradas.



Figura 10. Acceso a la página web del yacimiento <https://unizar.digher.es/artieda/el-forau-de-la-tuta/museo-virtual/> con diferentes aplicaciones y recursos explicativos. (Fuente: equipo excavación Artieda).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo científico se ha realizado gracias a la financiación proporcionada por el Ayuntamiento de Artieda, la Diputación Provincial de Zaragoza, la Confederación Hidrográfica del Ebro, la Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón, la Universidad de Zaragoza, el Instituto de Patrimonio de Humanidades (IPH) y la Fundación Agencia Aragonesa para la Investigación y el Desarrollo (ARAID). Ninguno de los resultados científicos descritos en esta investigación, iniciada en el año 2019, podría haberse llevado a cabo sin la hospitalidad, interés e inquietud de los vecinos del pueblo de Artieda por su patrimonio arqueológico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angás, J. (2019): *Documentación geométrica del patrimonio cultural. Análisis de las técnicas, ensayos y nuevas perspectivas. Caesaraugusta 86* (número monográfico), Institución Fernando el Católico. ISBN 978-84-9911-555-9. https://ifc.dpz.es/recursos/publicaciones/37/82/_ebook.pdf
- Andreu Pintado, J. (2004-2005): "Algunas consideraciones sobre las ciudades romanas del territorio vascón y su proceso de monumentalización", *Espacio, Tiempo y Forma. Serie 2. Historia Antigua* 17-18, UNED, pp. 251-300.
- Andreu Pintado, J. (2006): "Ciudad y territorio en el solar de los Vascones en época romana", en J. Andreu Pintado (ed.), *Navarra en la Antigüedad. Propuesta de Actualización*, Pamplona, 179-228.
- Andreu Pintado, J. (2017): "El territorio vascón y sus ciudades en la era de Augusto", *Gerión* vol. 35, Número Especial, Universidad Complutense, pp. 551-569.
- Andreu Pintado, J., Armendáriz Martija, J., Ozcariz Gil, P., García-Barberena Unzu, M., A. Jordán Lorenzo (2008): "Una ciudad de los vascones en el yacimiento de Campo Real/La Fillera (Sos del rey Católico-Sangüesa", *Archivo Español de Arqueología*, Vol. 81, CSIC, pp. 75-100.
- Andreu Pintado, J., Delage González, I., Romero Novella, L. y Tx. Mateo Pérez (2019): *Santa Criz de Eslava, reflejos de Roma en territorio vascón* (Guía de la exposición), Gobierno de Navarra, Pamplona.

- Andreu Pintado, J. y Á.A. Jordán Lorenzo (2007): "Nuevas reflexiones en torno a las fuentes literarias sobre los Vascones en la Antigüedad", *Lucentum* 26, Universitat d'Alacant, pp. 233-252.
- Asensio Esteban, J. Á., Uribe Agudo, P. Íñiguez Berrozpe, L., Magallón Botaya, M. Á., Navarro Caballero, M., Angás Pajas, J., Ariño Gil, E., Mañas Romero, I., Guiral Pelegrín, C., Concha Alonso, C., Lanzas Orensanz, Ó., Asín Prieto, M. A. y G. Mora Baselga (2022): "El Forau de la Tuta; una ciudad imperial romana, hasta ahora desconocida, de la vertiente sur de los Pirineos", en Lorenzo Lizalde, J. I. y Rodanés Vicente, J. M. (ed.), *IV Congreso de Arqueología y Patrimonio Aragonés*, Colegio Oficial de Doctores y Licenciados en Filosofía y Letras y en Ciencias de Aragón/Universidad de Zaragoza, Zaragoza, pp. 207-216.
- Asensio-Esteban, J. Ángel, Angás-Pajas, J., Uribe-Agudo, P., Íñiguez-Berrozpe, L., Navarro-Caballero, M., Lapuente-Mercadal, M.-P., Cuchí-Oterino, J.-A. y M. Ángeles Magallón- Botaya, (2023): "Un fragmento de escultura monumental romana en mármol procedente del yacimiento de El Forau de la Tuta (Artieda, Jacetania, Zaragoza)", *Cuadernos de Arqueología de la Universidad de Navarra*, 310, pp. 249-296
- Barcelo, J.A. y O. Vicente (2011): "Qué hacer con un modelo arqueológico virtual. Aplicaciones de la inteligencia artificial en visualización científica", *Virtual Archaeology Review*, vol. 2, 4, Valencia, pp. 53-57.
- Balil Illana, A. (1960): "El mosaico romano de la Iglesia de San Miguel", *Cuadernos de Arqueología e Historia de la Ciudad I-1960*, Museo de Historia de la Ciudad de Barcelona, pp. 21-74.
- Beltrán Martínez, A. y E. Osset Moreno (1964): "Nota sobre hallazgos romanos en Artieda de Aragón", *VIII Congreso Nacional de Arqueología*, Universidad de Zaragoza, pp. 948-955.
- Blázquez Martínez, J.M. y M.Á. Mezquíriz Irujo (1985): *Mosaicos romanos de Navarra* (Corpus de Mosaicos de España VII), CSIC, Madrid.
- Cancela y Ramírez de Arellano, M. L. (1993): "Elementos decorativos de la arquitectura funeraria de la Tarraconense", en Nogales Basarrate, T. (coord.), *Actas de la I Reunión sobre Escultura Romana en Hispania*, Ministerio de Cultura, Madrid, pp. 309-261.
- Casasús Alcaine, J.I. y J. Núñez Marcén (1988): "Dos antropónimos indígenas en una lápida funeraria de Artieda, Zaragoza", *Veleia* 5, Universidad del País Vasco, pp. 139-144.
- C.S.H.E. (1929): *Contribución a la Conferencia Mundial de la Energía* (World Power Conference). Sesión especial de Barcelona. 2 tomos. Publicaciones de la C.S.H.E., Monografías, Gráficas Uriarte, Zaragoza.
- Fatás Cabeza, G. y M. Martín Bueno (1977): *Epigrafía romana de Zaragoza y su provincia*, Institución Fernando el Católico, Zaragoza.
- Fernández Galiano, D. (1987): *Mosaicos romanos del Convento Caesaraugustano*, Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Zaragoza, Aragón y Rioja, Zaragoza.
- Galván Plaza, R. y J.A. Losada García (2007): "El vuelo fotográfico de 1927 de la Confederación Sindical Hidrográfica del Ebro". *Cimbra*, nº 373, 2007, pp. 50-53.
- García-Entero, V. (2011): "Las termas romanas de Los Bañales", en Andreu Pintado, J. (ed.), *La ciudad romana de Los Bañales* (Uncastillo, Zaragoza), entre la historia, la arqueología y la historiografía, *Caesaraugusta*, 82 (número monográfico), Institución Fernando el Católico, pp. 223-240.
- Hammer, E., Fitz Patck, M. y J. Ur (2022): "Succeeding CORONA: declassified HEXAGON intelligence imagery for archaeological and historical research", *Antiquity*, Vol. 96 (387), pp. 679-695.
- Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico (IAPH) (2011): *Recomendaciones técnicas para la documentación geométrica de entidades patrimoniales*, versión 1.0 de 23 de noviembre de 2011, Junta de Andalucía, Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, Consejería de Cultura, Sevilla.
- Íñiguez Berrozpe, L., Uribe Agudo, P., Asensio Esteban, J. Á., Mañas Romero, I., Angás Pajas, J., Ariño Gil, E., Navarro Caballero, M. y M. Á. Magallón Botaya, (2024): "Escena de thíasos marino en el Prepirineo aragonés: el hallazgo del opus tessellatum blanquinegro del Forau de la Tuta (Artieda, Zaragoza)". *Lucentum*, XLIII. <https://doi.org/10.14198/LVCENTVM.23918>
- Iranzo Muñio, M. T., Laliena Corbera, C., Sesma Muñoz, J. Á. y J.F. Utrilla Utrilla (2005): *Aragón, puerta de Europa. Los aragoneses y el Camino de Santiago en la Edad Media*, Zaragoza.
- Justes Floría, J. y J.I. Royo Guillén (2012): *La arqueología en Jaca: orígenes y evolución de una ciudad pirenaica*, Jaca, Librería General.
- Justes Floría, J. y J.I. Royo Guillén (2013): "Las recientes aportaciones de la arqueología urbana a la historia de Jaca: 25 años después de las excavaciones en el solar de las Escuelas Pías", *Bolskan* 24, Instituto de Estudios Altoaragoneses, pp. 87-137.
- López-Menchero, V.M. (2013): "International Guidelines for Virtual Archaeology: The Seville Principles", en Corsi C.; Slapšak B.; Vermeulen F. (eds.): *Good Practice in Archaeological Diagnostics*, Natural Science in Archaeology, Springer, Cham, pp. 269-283. https://doi.org/10.1007/978-3-319-01784-6_16
- Losada García, J. A. y R. Galván Plaza (2004): Importancia de la cartografía histórica en el análisis del territorio y el medio ambiente: los fotoplanos del vuelo de la Confederación Hidrográfica del Ebro de 1927. *Naturaleza Aragonesa*, nº 12 (enero-junio 2004), pp. 47-54.
- Lostal Pros, J. (1980): *Arqueología del Aragón romano*, Institución Fernando el Católico, Zaragoza.
- Magallón Botaya, M.Á. (1987): *La red viaria romana en Aragón*, Diputación General de Aragón, Zaragoza.
- Maqueda García-Morales, R., Luque Cortina, M., Andreu Pintado, J. y L. Romero Novella (2015): "Princeps Resurgens: investigación arqueológica y documentación fotogramétrica en el estudio de una estatua romana thoracata de Los Bañales (Uncastillo, Zaragoza)", *Virtual Archaeology Review* (VAR.), Volumen 6 Número 13, Noviembre 2015, pp. 65-71.
- Martín Duque, Á.J. (1983): *Documentación medieval de Leire* (siglos IX-XII), Príncipe de Viana, Pamplona.
- Mezquíriz Irujo, M.Á. (1970): "Prospecciones arqueológicas en Navarra II", *Príncipe de Viana* nº 118-119, Institución Príncipe de Viana, pp. 65-75.
- Mezquíriz Irujo, M.Á. (1974): "Retrato masculino aparecido en las excavaciones de Santacara (Navarra)", *Príncipe de Viana* nº 136-137, Institución Príncipe de Viana, pp. 403-405.
- Mezquíriz Irujo, M.Á. (2006): "La antigua ciudad de los careses", *Trabajos de Arqueología Navarra* nº 19, Institución Príncipe de Viana, pp. 147-268.
- Mezquíriz Irujo, M.Á. (2009): *Andelo. Ciudad romana*, Institución Príncipe de Viana y Gobierno de Navarra, Pamplona.
- Mezquíriz Irujo, M.Á. y M. Unzu Urmeneta (1988): "De hidráulica romana. El abastecimiento de agua a la ciudad romana de Andelos", *Trabajos de arqueología navarra*, nº 7, Institución Príncipe de Viana, pp. 237-266.
- Moreno Gallo, I. (2004): "Ingeniería romana en los caminos de Santiago III. El camino aragonés", *Cimbra* nº 359, Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas, pp. 28-35.
- Moreno Gallo, I. (2009): *Item a Caesarea Augusta Beneharno. La carretera romana de Zaragoza al Bearn*, Institución Fernando el Católico-Centro de Estudios de las Cinco Villas-Diputación de Zaragoza, Zaragoza.
- Muñiz, O. (2023): *Antecedentes de la teledetección arqueológica y nuevas perspectivas: El Forau de la Tuta*. Trabajo Fin de Máster. Universidad de Zaragoza.
- Ollero Ojeda, A. y F. Pellicer Corellano (1993): "Las fotografías aéreas de la C.S.H.E. (1927): Un documento básico para el

estudio de las riberas del Ebro". In *El Cuaternario en España y Portugal*. Volumen 2. Instituto Tecnológico Geominero de España y Asociación Española para el estudio del Cuaternario, Madrid, pp. 897-904.

Ona González, J. L. (ed.) (2010): *Los mosaicos de Artieda de Aragón. Homenaje a Enrique Osset*, Las Foces-Ayuntamiento de Artieda-Diputación de Zaragoza, Zaragoza.

Ornat Clemente, R. y R. Díez Paniagua (2018): "El Camino de Santiago Francés a su paso por Aragón", CAPA II, *II Congreso de Arqueología y Patrimonio Aragonés*, en Lorenzo Lizalde, J. I., Rodanés Vicente, J. Mª y Martínez Bea, M. (coords.), Colegio Oficial de Doctores y Licenciados en Filosofía y Letras y en Ciencias de Aragón, Universidad de Zaragoza pp. 591-602.

Osset Moreno, E. (1965): "Hallazgos arqueológicos en Artieda de Aragón" *Archivo Español de Arqueología*, 38, CSIC, pp. 87-106.

Passini, J. (1988): Aragón. Los núcleos urbanos del Camino de Santiago, Diputación General de Aragón, Zaragoza.

Pavía Page, M. (2021): *Thermae Hispaniae Citerioris. Análisis arquitectónico y tipológico de los complejos termales públicos y urbanos de Hispania citerior*, Anejos de AEspA XC, CSIC, Madrid, pp. 237-242.

Pérez, D. (1927): "La Confederación en Madrid. El procedimiento fotogramétrico-aéreo". Confederación Sindical Hidrográfica del Ebro, revista mensual, año I, nº 4, octubre, Zaragoza, pp.1-2.

Peréx Agorreta, Mª. J. (1986): *Los Vascones (el poblamiento en época romana)*, Gobierno de Navarra, Pamplona.

Ramírez Sádaba, J.L. (2006): "Las ciudades vasconas según las fuentes literarias y su evolución en la tardoantigüedad", *Antigüedad y Cristianismo*, nº 23, Universidad de Murcia, pp. 185-202.

Ramos Aguirre M. (2007): "Excavaciones en la ciudad romana de Ilumberris (Lumbier, Navarra)", *Caesaraugusta*, nº 78, Institución Fernando el Católico, pp. 521-534.

Romero Novella, L. (2018): "Fora vasconiae. Centros cívicos en los límites del conventus Caesaraugustanus: el caso de Santa Criz de Eslava (Eslava, Navarra)". *Trabajos de Arqueología Navarra*, nº 30, Gobierno de Navarra, pp. 197-214.

Romero Novella, L., Andreu Pintado, J. y Mª. del M. Gabaldón Martínez (2014): "Un thoracatus imperial en Los Bañales (Uncastillo, Zaragoza)", *Zephyrus*, LXXIII, enero-junio 2014, Universidad de Salamanca, pp. 197-216.

Romero Novella, L. y J. Andreu Pintado (2018): «El programa escultórico del foro de la ciudad romana de Los Bañales: novedades y aspectos iconográficos, programáticos e históricos», en C. Márquez y D. Ojeda (eds.), *Escultura romana en Hispania VIII, Homenaje a Luis Baena del Alcázar*, Universidad de Córdoba, pp. 366-387.

Royo Plumed, H. y A. De Mesa Gárate (2014): "Estudio arqueométrico de un conjunto de fragmentos del thoracatus de Los Bañales (Uncastillo, Zaragoza)", *Zephyrus*, nº 73, Universidad de Salamanca, pp. 212-216.

Sada, M. (1927): La topografía terrestre y aérea en la Confederación. Confederación Sindical Hidrográfica del Ebro, revista mensual, año I, nº 1, julio, Zaragoza.

Suman, M. (2015): *Apuntes para el Diccionario Geográfico del Reino de Aragón partido de Cinco Villas, según el manuscrito 9-5723 de la RAH [1802]*, Edición de Josefina Salvo Salanova y Álvaro Capalvo Liesa, Institución Fernando el Católico, Zaragoza.

Tarrats i Bou, F. (1985): "Mosaico con orlade muralla hallado en Huesca", *Bolskan*, nº 2, Instituto de Estudios Altoaragoneses, pp. 139-153.

Valentí de Dorda, C. (1929): "Formación de planos por procedimientos rápidos. La fotogrametría en la cuenca del Ebro". In C.S.H.E. *Contribución a la Conferencia Mundial de la Energía (World Power Conference)*. Sesión especial de Barcelona. Tomo 2. Publicaciones de la C.S.H.E., Monografías, Gráficas Uriarte, Zaragoza, pp. 41-68

Valle, J. M. (2006): "La medida y representación del patrimonio: alternativas y criterios de selección", *Berceo*, nº 151, Instituto de Estudios Riojanos, Logroño, pp. 63-85.

Viartola Laborda, L.M. (2011): "El acueducto romano de Los Bañales: propuesta de recreación estructural", en Andreu Pintado, J. (ed.), *La ciudad romana de Los Bañales (Uncastillo, Zaragoza), entre la historia, la arqueología y la historiografía*, Zaragoza, 82 (número monográfico), Institución Fernando el Católico, pp. 169-198

NOTAS

Este trabajo ha sido posible gracias a la ayuda RYC2021-030958-I, financiada por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea «NextGenerationEU»/PRTR» (IP: Lara Iñiguez). Los resultados científicos de esta publicación son parte del proyecto "Gemelos Digitales para la conservación del patrimonio cultural: gestión, monitorización e interpretación de datos geoespaciales. DiGHER" (C PP2022-009631) financiado por MCIU/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea «NextGenerationEU»/PRTR» (IP: Jorge Angás).