

MetalEspaña 2020/2021

III Congreso de Conservación y Restauración del Patrimonio Metálico

Joaquín Barrio Martín
Milagros Buendía Ortuño (eds.)

SECYR >>>
Servicio de Conservación, Restauración y
Estudios Científicos del Patrimonio Arqueológico



MINISTERIO
DE CULTURA
Y DEPORTE

ARQVA

Museo Nacional
de Arqueología Subacuática



MUSEO
CASA DE LA MONEDA

UAM Universidad Autónoma
de Madrid

Anejos nº 6 | 2022

Departamento de Prehistoria y Arqueología
Facultad de Filosofía y Letras,
Vicerrectorado de Investigación
Universidad Autónoma de Madrid

Cuadernos
de Prehistoria
y Arqueología
de la Universidad Autónoma de Madrid

MetalEspaña 2020/2021

III Congreso de Conservación y Restauración del Patrimonio Metálico

Joaquín Barrio Martín
Milagros Buendía Ortuño
(eds.)



Universidad Autónoma
de Madrid

Departamento de Prehistoria y Arqueología
Facultad de Filosofía y Letras
Vicerrectorado de Investigación
Universidad Autónoma de Madrid

Índice

Presentación	15
SESIÓN I. CIENCIA Y TECNOLOGÍAS DE INVESTIGACIÓN DEL PATRIMONIO METÁLICO	
Electrochemical techniques for dating metallic heritage	21
Técnicas electroquímicas para la datación del patrimonio metálico	
ANTONIO DOMÉNECH-CARBÓ	
Caracterización, diagnóstico y conservación de los lingotes de cobre del Pecio Arapal (Sancti Petri, Cádiz)	29
Characterization, diagnosis and conservation of copper ingots from the Arapal Wreck (Sancti Petri, Cadiz)	
ROCÍO MORÓN, MARÍA LLÜISA MATAS, LUIS CARLOS ZAMBRANO, FELIPE CEREZO Y MANUEL BETHENCOURT	
Estrategias innovadoras para la conservación preventiva de los objetos metálicos en colecciones de museos	39
Innovative strategies for the preventive conservation of metallic objects in museum collections	
MARÍA TERESA MOLINA, BLANCA RAMÍREZ, IVÁN DÍAZ Y EMILIO CANO	
Estudio de la efectividad del ácido tánico sobre piezas de hierro arqueológico	47
Study of the effectiveness of tannic acid on archaeological iron pieces	
TANIA PÉREZ TORDERA, ANTONIO DOMÉNECH-CARBÓ Y MONTSERRAT LASTRAS PÉREZ	
Estudio radiográfico de los metales arqueológicos de Casas del Turuñuelo (Guareña, Badajoz)	55
Radiographic study of the archaeological metals of Casas del Turuñuelo (Guareña, Badajoz)	
INMACULADA DONATE, MIRIAM BUESO, ESTHER RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, SEBASTIÁN CELESTINO Y JOAQUÍN BARRIO	
Extrapolación de técnicas no habituales en la reproducción de elementos metálicos asociados al Patrimonio Documental	65
Extrapolation of unusual techniques in the reproduction of metallic elements associated with Documentary Heritage	
ÍÑIGO GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, JUAN BERMEJO-SOLER, ESTÍBALIZ LAMA OCHOA Y M ^a DOLORES RODRÍGUEZ LASO	

Aportación de la técnica FIB-FESEM-EDX al estudio del patrimonio en metal	71
Contribution of FIB-FESEM-EDX technique to the study of Metal Heritage	
CARLA ÁLVAREZ ROMERO, CAROLINA MAI CEROVAZ, MARÍA TERESA DOMÉNECH-CARBÓ, ANTONIO DOMÉNECH-CARBÓ, MILAGROS BUENDÍA ORTUÑO Y TRINIDAD PASÍES OVIEDO	
Nueva metodología para la eliminación de la corrosión en patrimonio metálico arqueológico: buffers, quelantes, geles y emulsiones	81
New methodology for the elimination of corrosion in archaeological metal heritage: buffers, chelators, gels and emulsions	
SILVIA MARÍN ORTEGA	
Medida directa de potenciales de circuito abierto como técnica no invasiva de evaluación del grado de corrosión de objetos arqueológicos	87
Direct measurement of open circuit potentials as a non-invasive technique for evaluating the degree of corrosion of archaeological objects	
MARÍA AMPARO PEIRÓ RONDA Y ANTONIO DOMÉNECH-CARBÓ	
Restauración virtual y recreación de uno de los jarros de bronce de la estancia del banquete (S-1) del yacimiento de Casas del Turuñuelo (Guareña, Badajoz), los medios digitales como continuidad de la restauración física	97
Virtual restoration and recreation of one of the bronze jugs from the banquet room (S-1) from the Casas del Turuñuelo site (Guareña, Badajoz), digital media as continuity of the physical restoration	
BÁRBARA MARTÍN GÓMEZ, ESTHER RODRÍGUEZ GONZÁLEZ Y SEBASTIÁN CELESTINO	
Estudio arqueológico y restauración de espuelas bajomedievales de Asturias	107
Archaeological study and restoration of late medieval spurs in Asturias	
SILVIA PÉREZ-DIEZ, BEATRIZ GARCÍA-ALONSO, LUIS J. FERNÁNDEZ-MENÉNDEZ, LARA LOBO, NEREA BORDEL, MAITE MAGUREGUI, NOELIA FERNÁNDEZ-CALDERÓN Y ALEJANDRO GARCÍA ÁLVAREZ-BUSTO	
Sesión II. MONEDAS Y PATRIMONIO NUMISMÁTICO: ESTUDIOS, PROYECTOS, RESTAURACIONES Y MUSEOS	
El Museo Casa de la Moneda. La colección de moneda islámica	117
The Museo Casa de la Moneda. The Islamic Coin Collection	
ALBERTO J. CANTO GARCÍA	
Composición y características de la acuñación de dos cecas hispanorromanas: análisis aplicados a las monedas de <i>Caesar Augusta</i> (Zaragoza) y <i>Emerita Augusta</i> (Mérida)	129
Composition and characteristics of the coinage of two Hispano-Roman mints: analysis applied to the coins of <i>Caesar Augusta</i> (Zaragoza) and <i>Emerita Augusta</i> (Merida)	
CRUCES BLÁZQUEZ CERRATO, MARTA GÓMEZ BARREIRO, JOSÉ MANUEL COMPAÑA PRIETO, JUAN GÓMEZ BARREIRO, CARMELO FERNÁNDEZ IBÁÑEZ, RUFO MARTÍN MATEO E INÉS PUENTE ORENCH	

<p>Patrimonio Industrial en el Museo de la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre de Madrid. Su conservación 139</p> <p>Industrial Heritage in the Museum of the Fábrica Nacional de Moneda y Timbre of Madrid. Its conservation</p> <p>SARA MARTÍN DE ANDRÉS Y BEATRIZ RUBIO VELASCO</p>	139
<p>La moneda en las <i>cetariae</i> de <i>Gadir-Gades</i> 149</p> <p>The coin in the <i>cetariae</i> of <i>Gadir-Gades</i></p> <p>ELENA MORENO PULIDO, ALICIA ARÉVALO GONZÁLEZ Y JOSÉ ÁNGEL EXPÓSITO ÁLVAREZ</p>	149
<p>Los criterios de intervención y el análisis científico en la restauración de un conjunto de monedas de plata emirales del yacimiento arqueológico La Ermita del Sacedal, en El Rebollar de El Boalo (Madrid) 159</p> <p>Intervention criteria and scientific analysis in conservation of a set of Emiral silver coins from the archaeological site La Ermita del Sacedal, el Rebollar de El Boalo (Madrid)</p> <p>ANA ISABEL PARDO NARANJO, MARÍA CRUZ MEDINA SÁNCHEZ Y MANUEL BLANCO DOMÍNGUEZ</p>	159
<p>El tesoro de monedas de plata de las taifas del siglo XI hallado en Jaén en 1914: proceso de restauración 167</p> <p>The treasure of silver coins from the taifa of the 11th century found in Jaen in 1914: restoration process</p> <p>ALBERTO J. CANTO GARCÍA, WIOLETA JABŁOŃSKA Y ANA ISABEL PARDO NARANJO</p>	167
<p>Tratamiento de conservación-estabilización aplicado al conjunto numismático recuperado de la Fragata <i>Nuestra Señora de las Mercedes</i> 177</p> <p>Conservation and stabilization treatment applied to numismatic set recovered from the frigate <i>Nuestra Señora de las Mercedes</i></p> <p>SOLEDAD DÍAZ MARTÍNEZ</p>	177
<p>Moneda y circulación monetaria en el ámbito minero del reborde meridional de la meseta sur. Un proyecto de investigación en marcha 185</p> <p>Currency and monetary circulation in the mining area of the southern edge of the southern plateau. An ongoing research project</p> <p>MAR ZARZALEJOS PRIETO Y ALICIA ARÉVALO GONZÁLEZ</p> <p>Con la colaboración de: JOAQUÍN BARRIO MARTÍN Y ANA ISABEL PARDO NARANJO</p>	185
<p>Intervención de urgencia de conjunto de monedas y vajilla de bronce de Pompeya. Una restauración de campaña junto al Vesubio 195</p> <p>Urgent intervention of a set of coins and bronze tableware from Pompeii. A campaign restoration next to Vesuvius</p> <p>BETLEM MARTÍNEZ PLA</p>	195
<p>Restauración y conservación de un conjunto de monedas (La Bienvenida) 205</p> <p>Restoration and conservation of a set of coins (La Bienvenida)</p> <p>FRANCISCO DEL PESO ROSADO</p>	205

SESIÓN III. PATRIMONIO METÁLICO ARQUEOLÓGICO

La experiencia de conservar metales: una labor de aprendizaje continuo 213 The experience of preserving metals: a work of continuous learning MARÍA ANTONIA MORENO CIFUENTES	213
Conservación. Propuesta metodológica para un caso práctico en el Pórtico Oriental de Plaza de Armas en <i>Madīnat al-Zahrā</i> (Córdoba) 223 Conservation. Methodological proposal for a practical case in the Portico Oriental of the Plaza de Armas in <i>Madīnat al-Zahrā</i> (Córdoba) INMACULADA C. MUÑOZ MATUTE Y ALEJANDRA DEL PINO CAMPOS	223
Arqueología y Restauración: un caso práctico en el Pórtico Oriental de la Plaza de Armas de <i>Madīnat al-Zahrā</i> (Córdoba) 231 Archaeology and Restoration: A practical example of the Pórtico Oriental of the Plaza de Armas in <i>Madīnat al-Zahrā</i> (Córdoba) MARÍA MUÑOZ MORA, WIOLETA JABŁOŃSKA Y ALEJANDRO UGOLINI SÁNCHEZ-BARROSO	231
Ciudad de México: un entorno excepcional para la corrosión de metales arqueológicos. Estudio de caso 239 Mexico City: an exceptional environment for archaeological metal corrosion. Case study ÁNGEL ERNESTO GARCÍA ABAJO, TERESITA LÓPEZ ORTEGA Y JOSÉ ANTONIO LÓPEZ PALACIOS	239
Conservación y estudio arqueológico de piezas ibéricas y vacceo-romanas de bronce y hierro procedentes de <i>Dessobriga</i> (Palencia) 249 Conservation and archaeological study of Iberian and Vacceo-Roman bronze and iron pieces from <i>Dessobriga</i> (Palencia) ÁGUEDA SÁENZ-MARTÍNEZ, FRANCISCO DEL PESO-ROSADO, ESPERANZA MARTÍN-HERNÁNDEZ Y DAVID EXPÓSITO	249
Decoración incisa bajo siglos de corrosión metálica 257 Incised decoration under centuries of metallic corrosion LUCÍA GUTIÉRREZ GONZÁLEZ	257
El conjunto de estatuillas de bronce de la Tumba n.º 14, Oxirrinco (El-Bahnasa), Egipto 269 The set of bronze statuettes from Tomb no. 14, Oxirrinco (El-Bahnasa), Egypt BERNAT BURGAYA MARTÍNEZ	269
Estado de conservación y metodología de intervención de una selección de bronce del yacimiento Casas del Turuñuelo 279 State of conservation and intervention methodology of a selection of bronzes from the archaeological site Casas del Turuñuelo MARÍA CRUZ MEDINA SÁNCHEZ, MARÍA MUÑOZ MORA Y JOAQUÍN BARRIO MARTÍN	279

Un ataque microbiológico en objetos de hierro de época ibérica: proyecto interdisciplinar de investigación, intervención y conservación preventiva	289
A microbiological attack on iron objects from the Iberian period: interdisciplinary research, intervention and preventive conservation project	
RAMÓN CANAL ROCA, TRINIDAD PASÍES OVIEDO, JAIME VIVES-FERRÁNDIZ SÁNCHEZ, M ^a TERESA DOMÉNECH-CARBÓ, ROSA M ^a MONTES ESTELLÉS, JOSÉ ANTONIO MADRID GARCÍA Y ANTONIO DOMÉNECH-CARBÓ	
Propuesta para la conservación de una amplia colección de objetos arqueológicos de hierro	299
Proposal for the conservation of a wide collection of iron archaeological objects	
LAURA GARCÍA BOULLOSA	
Sistema expositivo en la colección de metales del Museo Foro Romano. Molinete (Cartagena)	309
Exhibition system in the metal collection of the Roman Forum Museum. Molinete (Cartagena)	
IZASKUN MARTÍNEZ PERIS	
Trabajos de conservación-restauración de cuatro tuberías de plomo de la ciudad romana de <i>Baetulo</i> (Badalona). Un caso de estudio interdisciplinar	319
Conservation-restoration work on four lead pipes in the Roman city of Baetulo (Badalona). An interdisciplinary case study	
ANNA BERTRAL ARIAS, ESTHER GURRI COSTA Y SANTIAGO RIERA MORA	
Métodos de limpieza sobre metales arqueológicos procedentes de medios marinos: clavos de hierro originarios del Pecio de Urbieta (Gernika, Vizcaya)	329
Cleaning methods on archaeological metals from marine environments: iron nails from the Urbieta Wreck (Gernika, Vizcaya)	
SARA MASTRAL-MOLINOS, AINARA ZORNOZA-ÍNDART, LAURA GARCÍA Y GIORGIO STUDER	
SESIÓN IV. PATRIMONIO METÁLICO HISTÓRICO, ARTÍSTICO Y RELIGIOSO	
Acciones de Conservación de Patrimonio Militar de Artillería: de la intervención mínima a la intervención funcional	341
Actions for the Conservation of Artillery Military Heritage: from minimal intervention to functional intervention	
ANAHÍ MEYER RIERA Y JAIME FERREIRA REGALADO	
Construcción de decisiones para la producción y restauración de «El caballito»	351
Decision making for the production and restoration of “El caballito”	
JANNEN CONTRERAS VARGAS	

Estudio de la colección de objetos metálicos de la Villa Rica de la Veracruz (Veracruz)	361
Study of the collection of metallic objects of the Villa Rica de la Veracruz (Veracruz)	

ÁNGEL ERNESTO GARCÍA ABAJO, JANNEN CONTRERAS VARGAS,
DANIELA LIRA PACHECO Y GABRIELA PEÑUELAS GUERRERO

Patologías y restauración del grupo escultórico de la fuente de las Tres Gracias de Málaga	371
Pathologies and restoration of a sculpture group in the fountain Tres Gracias at Malaga	

DANIEL MORALES-MARTÍN, FERNANDO AGUA, MANUEL GARCÍA-HERAS,
RAFAEL RUIZ DE LA LINDE Y M^a ÁNGELES VILLEGAS

Intervención sobre una empuñadura de una espada ropera procedente del sitio histórico de Panamá Viejo (Panamá): estado de conservación, análisis y restauración	379
---	-----

Intervention in the hilt of a rapier sword at the historic site of Panamá Viejo (Panama): state of conservation, analysis and restoration

BÁRBARA MARTÍN GÓMEZ, CRISTINA CABELLO BRIONES, MANUEL BLANCO DOMÍNGUEZ,
M^a CRUZ MEDINA SÁNCHEZ, INMACULADA DONATE CARRETERO, JOAQUÍN BARRIO MARTÍN
Y MARCELINA GODOY VALENCIA

Os pratos em estanho do Rio Arade, estratégias de conservação	387
Tin dishes from Rio Arade, conservation strategies	

ANDREIA ROMÃO

SESIÓN V. PATRIMONIO METÁLICO CIENTÍFICO, TECNOLÓGICO, INDUSTRIAL Y URBANO

Documentación, conservación y restauración de una fuente escultórica de fundición: La diosa Fortuna de Daimiel (Ciudad Real)	395
Documentation, conservation and restoration of a foundry sculptural fountain: The goddess Fortuna de Daimiel (Ciudad Real)	

M^a ISABEL ANGULO BUJANDA, MANUEL M. BLANCO DOMÍNGUEZ Y MIGUEL TORRES MAS

Diagnóstico del estado de conservación de un conjunto de cepos de plomo de procedencia subacuática: uso de geles rígidos de agar-agar para su intervención	407
Diagnosis of the conservation status of a set of lead traps from underwater origin: use of rigid agar-agar gels for their intervention	

ELISA FERNÁNDEZ TUDELA, LUIS CARLOS ZAMBRANO VALDIVIA Y MANUEL BETHENCOURT

Estudio, caracterización y diagnóstico de una fuente de peltre de procedencia subacuática depositada en el Museo de Cádiz	417
Study, characterization and diagnosis of a pewter dish of underwater provenance deposited in the Cadiz Museum	

MANUEL JESÚS GRUESO JIMÉNEZ Y LUIS CARLOS ZAMBRANO VALDIVIA

<p>La conservación de las culebrinas de bronce recuperadas de la fragata <i>Nuestra Señora de las Mercedes</i></p> <p>The conservation of the bronze culverins recovered from the <i>Nuestra Señora de las Mercedes</i> frigate</p> <p>JUAN LUIS SIERRA MÉNDEZ</p>	427
<p>La Estación Central de Santiago de Chile. Arquitectura metálica y vanguardia decimonónica</p> <p>The Central Station of Santiago de Chile. Metallic architecture and nineteenth-century avant-garde</p> <p>MARÍA PAZ VALENZUELA BLOSSIN</p>	437
<p>Las jardineras tipo Monier en las Galerías Punta Begoña. Degradaciones y proceso de conservación</p> <p>The Monier-type planters in the Punta Begoña Galleries. Degradation and conservation process</p> <p>JUAN BERMEJO-SOLER, ÍÑIGO GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, ESTÍBALIZ LAMA OCHOA, NAGORE PRIETO-TABOADA Y M^a DOLORES RODRÍGUEZ LASO</p>	445
<p>Los inicios de la industria del hierro en Madrid en el siglo XIX: cerramientos de edificios reseñables</p> <p>The beginnings of the iron industry in Madrid in the 19th century: remarkable building enclosures</p> <p>SUSANA LÓPEZ GINESTAL Y SOLEDAD DÍAZ MARTÍNEZ</p>	453
<p>Restauración del Patrimonio Metálico Urbano: la escultura de la Flama Rotaria de la ciudad de Valencia</p> <p>Restoration of the Urban Metallic Heritage: the sculpture of the Rotary Flame of the city of Valencia</p> <p>PABLO GRIÑENA</p>	461
<p>Westfalia Manteigueira com Centrifugadora: desafios e soluções de conservação</p> <p>Westfalia Butter with Centrifuge: challenges and conservation solutions</p> <p>ANDREIA ROMÃO</p>	471

Estudio arqueológico y restauración de espuelas bajomedievales de Asturias

Archaeological study and restoration of late medieval spurs in Asturias

SILVIA PÉREZ-DIEZ

Departamento de Química Analítica
Facultad de Ciencia y Tecnología
Universidad del País Vasco UPV/EHU
Barrio Sarriena s/n. 48940 Leioa (Bizkaia)
silvia.perezd@ehu.eus
<https://orcid.org/0000-0001-7986-7843>

LUIS J. FERNÁNDEZ-MENÉNDEZ

Departamento de Física
Facultad de Ciencias
Universidad de Oviedo
Calle Federico García Lorca, 18. 3007 Oviedo (Asturias)
fernandezmluis@uniovi.es
<https://orcid.org/0000-0003-3345-962X>

NEREA BORDEL

Departamento de Física
Facultad de Ciencias
Universidad de Oviedo
Calle Federico García Lorca, 18. 3007 Oviedo (Asturias)
bordel@uniovi.es
<https://orcid.org/0000-0002-8256-0663>

NOELIA FERNÁNDEZ-CALDERÓN

Arqueóloga y conservadora, investigadora independiente
Calle Oviedo, 18. 33440 Luanco (Asturias)
noefernandezcalderon@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9827-0302>

BEATRIZ GARCÍA-ALONSO

Museo Arqueológico de Asturias
Calle San Vicente 3-5. 33003 Oviedo (Asturias)
beatriz.garciaalonso@asturias.org
<https://orcid.org/0000-0002-7753-5308>

LARA LOBO

Departamento de Química Física y Analítica
Facultad de Química
Universidad de Oviedo
Avenida Julián Clavería, 8. 33006 Oviedo (Asturias)
lobolara@uniovi.es
<https://orcid.org/0000-0001-5342-223X>

MAITE MAGUREGUI

Departamento de Química Analítica
Facultad de Farmacia
Universidad del País Vasco UPV/EHU
Paseo de la Universidad, 7. 01006 Vitoria-Gasteiz (Álava)
maite.maguregui@ehu.eus
<https://orcid.org/0000-0001-6011-3590>

ALEJANDRO GARCÍA ÁLVAREZ-BUSTO

Área de Arqueología
Departamento de Historia
Facultad de Filosofía y Letras
Universidad de Oviedo
Calle Amparo Pedregal s/n. 33011 Oviedo (Asturias)
garciaalejandro@uniovi.es
<https://orcid.org/0000-0002-9064-9019>

Resumen

Esta investigación pretende profundizar en la historia y el estudio de la técnica de elaboración de dos acicates medievales sobredorados, localizados en el monasterio de Corias (Cangas del Narcea), en Asturias. Los análisis realizados mediante Microscopía Electrónica de Barrido-Espectroscopía de Energía Dispersiva de Rayos X (SEM-EDS) y Micro-Fluorescencia de Rayos X por Energía Dispersiva (μ -EDXRF) han servido para la identificación de la técnica metalúrgica de sobredorado completando los datos relativos a la decoración de este tipo de acicates en la Edad Media en el norte de España y que, junto a las características de su enterramiento, nos han permitido inferir algunas hipótesis sobre el contexto social que los envuelven y profundizar así en la historia y significado de estas piezas.

Se detalla también el protocolo de restauración seguido en el Museo Arqueológico de Asturias, donde se exponen dichos acicates, con el fin de conservar los restos de dorados encontrados en los mismos.

Palabras clave: arqueometalurgia, acicates, Baja Edad Media, sobredorado, restauración

Abstract

The aim of this article is to thoroughly study the historical and archaeological context of two examples of medieval spurs, excavated in the archaeological site of the monastery of Corias (Cangas del Narcea), located in Asturias, Spain.

The application of Scanning Electron Microscopy coupled with Energy Dispersive X-ray spectroscopy (SEM-EDS) and Energy Dispersive Micro X-ray Fluorescence spectrometry (μ -ED-XRF) techniques allowed the identification of the gilding technique and served to expand the knowledge of the decoration of this type of spurs during the Middle Ages in the north of Spain. These insights, together with the burial characteristics, let us infer certain hypotheses on the social context of the pieces and their historical significance. The restoration methodology applied during the conservation treatment at the Archaeological Museum of Asturias, specifically designed to preserve the gold remains on the surface of the metal until the scientific analyses, is also presented.

Key words: archaeometallurgy, spurs, Late Middle Ages, gilding, restoration

1. Introducción histórica

Las espuelas analizadas en esta investigación fueron encontradas en las excavaciones arqueológicas del monasterio de San Juan Bautista de Corias (Cangas del Narcea, Asturias), localizadas en una fosa de inhumación en el transepto norte de la nave de la iglesia monástica fundacional, en los pies del individuo y con las puntas enfrentadas. Se hallaron junto con parte de las correas de cuero que las sujetaban y un pinjante de bronce dorado. Este hallazgo supuso el primer ejemplo documentado en Asturias de este tipo de enterramiento, con paralelos a partir de los siglos XII-XIII, especialmente en los reinos de Castilla, Navarra y Portugal (García Álvarez-Busto y Fernández Calderón, 2014: 145; Gutiérrez-Cuenca, 2017: 84).

El monasterio de Corias fue fundado en 1043 por los condes Piñolo Jiménez y Aldonza Muñoz y a partir del siglo XIII su iglesia fundacional se convirtió en capilla funeraria con carácter aristocrático (García Álvarez-Busto, 2012: 150). Esta capilla conservaba en su interior los panteones, cenotafios y sepulcros de algunos personajes relevantes, como el supuesto del rey Bermudo y su esposa, según consta en el libro de aniversarios del monasterio.

Las excavaciones han sacado a la luz enterramientos de los siglos XIII al XVII, en total 45 inhumaciones y numerosos osarios, dispuestos sobre todo en la nave de la capilla en tumbas de lajas o inhumaciones en fosa. Se han recuperado también varios ajuares y objetos de adorno tales como monedas y alfileres, una hebilla de cinturón y una contera de puñal, que reflejan el carácter nobiliario de los personajes que fueron enterrados en el lugar (García Álvarez-Busto y Fernández Calderón, 2014: 136-140).

2. Caracterización tipológica de los acicates

Las espuelas aparecen representadas tempranamente en el código del Beato de Silos (1090-1110 d. C.) (Vivancos y Franco, 2020) en su forma más antigua, es decir, con una punta piramidal, sin botón y con ramas rectas. Hacia el siglo XIII comienza el desarrollo de la tipología de espuelas de rodaja, pero no será hasta los siglos XIV-XV cuando alcance su máxima difusión (García Álvarez-Busto y Fernández Calderón, 2014: 145; Gutiérrez-Cuenca, 2017: 86).

Este tipo de espuelas se denominan comúnmente acicates por su forma apuntada (figura 1a y 1b). Sus ramas, terminales y punta se fabricaron primero en hierro forjado, mientras que las hebillas y pinjante están realizadas en bronce sobredorado (figura 1c) y con decoración en flor de seis pétalos, repitiendo así la decoración presente en el pinjante. Las puntas cónicas presentan una sección redonda y forman un ángulo de unos 45° respecto a la caja, con la que se unen a través de un tope esférico que se remata mediante una pequeña moldura (figura 1d).

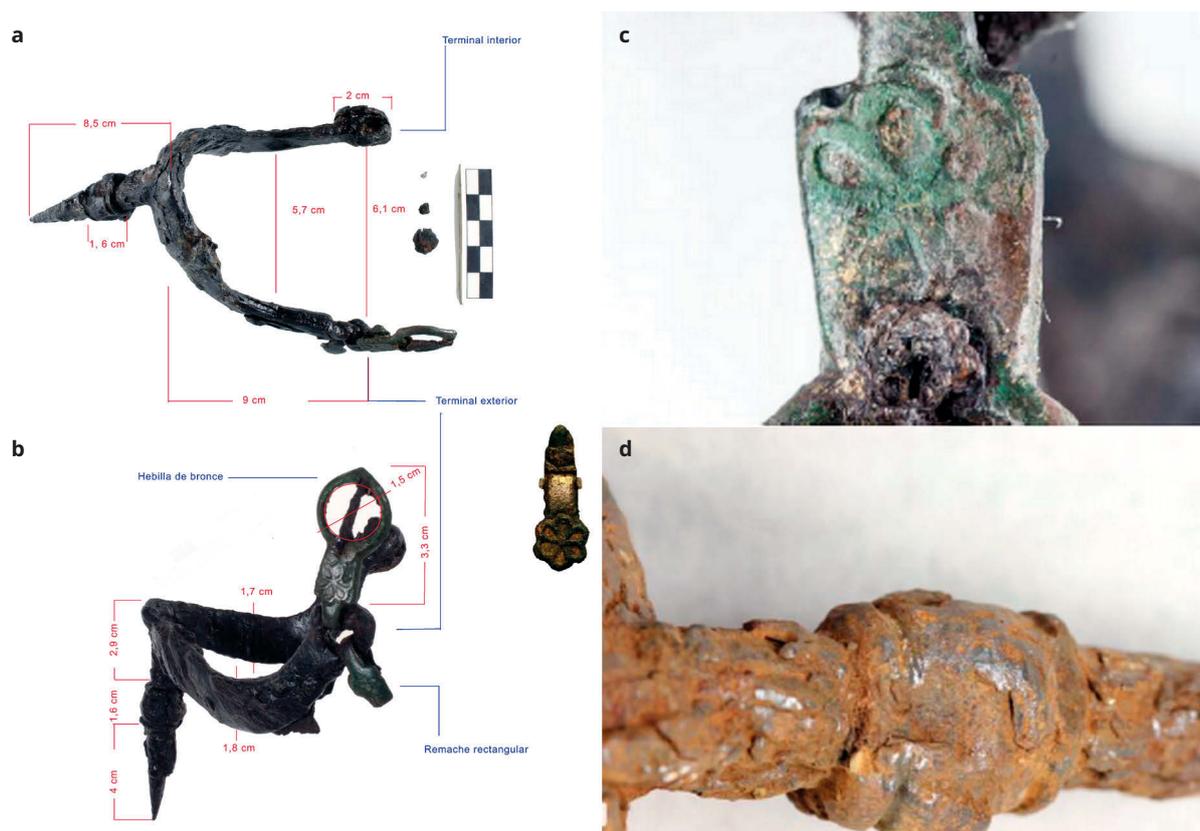


Figura 1. a. y b. Espuelas de acicate localizadas en el monasterio de Corias y detalle del pinjante sobredorado con decoración en flor de seis pétalos. c. Hebilla de una de las espuelas de acicate del monasterio de Corias, con sobredorado y motivo decorativo en flor de seis pétalos. d. Tope esférico y moldura de una de las espuelas de acicate del monasterio de Corias

Figure 1. a. and b. Spurs found at the monastery of Corias and detail of the gilded pendant decorated with a 6-petals flower. c. Gilded bronze buckle of one of the spurs of the monastery of Corias, decorated with a 6-petals flower. d. Ball stopper and molding of one of the spurs of the monastery of Corias

Las puntas presentan una longitud de 4 cm, sumada al tope esférico (1,6 cm) y el vástago que lo une a la caja (2,9 cm). Asimismo, en esta época los terminales pasan a tener un solo orificio (García-Cuadrado, 1993: 336), algo que caracteriza también a los de Corias, que en este caso presentan sección rectangular (con un ojal de aproximadamente 0,9 cm) y se disponen en su rama interna, mientras que la externa presenta un cierre circular del que parte una hebilla de bronce (de 1,5 cm en el diámetro interior), también decorada y sobredorada.

Esta hebilla, realizada en bronce y con hebijón en hierro, se une al terminal mediante un remache cuadrangular decorado con una roseta de seis pétalos. Bajo la hebilla, otro apéndice o remache rectangular, sin restos de dorado, permite unir las espuelas al pie tanto sobre el puente como bajo el empeine, mediante dos cintas de cuero, seda o lino (García Álvarez-Busto y Fernández Calderón, 2014: 137), siendo en este caso de cuero. Las ramas son de sección oblonga y curvadas en ángulo de 65°, presentando su anchura máxima en el centro de la curva.

3. Análisis de la técnica de dorado

Los análisis SEM-EDS realizados en tres puntos de una muestra de las espuelas (figura 2) permitieron obtener la siguiente composición semicuantitativa en las zonas correspondientes al dorado: 0 % Au, 1,5 % Ag; 20 % Au, 15 % Ag y 11 % Au, 25 % Ag. Además, se detectaron C, O, Al, Si y Ca (debidos

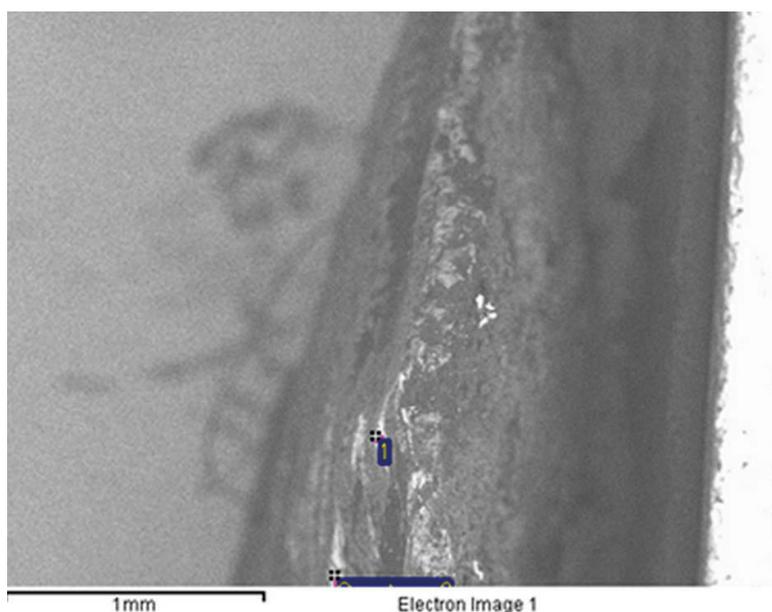


Figura 2. Microfotografía de una muestra de las espuelas del monasterio de Corias obtenida mediante SEM haciendo uso del detector de electrones retrodispersados

Figure 2. Microphotograph of a sample of the spurs of the monastery of Corias obtained with SEM using backscattered electron detection

al entorno de enterramiento) y Fe (núcleo metálico de la espuela), pero no Hg, elemento indicativo de la técnica de dorado al fuego con amalgama de mercurio, que implica el calentamiento de la pieza a 250-350 °C y la evaporación de parte del mercurio a través de las láminas de oro (Chamón-Fernández, 2010; López-Sebastián, 2008; Perea *et alii*, 2008). Por otro lado, la elevada proporción de plata con respecto a oro introdujo la hipótesis del uso de un oro bajo, con impurezas de otros metales.

A continuación, se realizaron una serie de análisis (12-16 áreas de en torno a 20 µm de diámetro) en muestras de ambas espuelas mediante µ-ED-XRF, que permitieron de nuevo la detección de aluminosilicatos en la superficie y del núcleo metálico de hierro. Mediante esta técnica sí fue posible determinar la presencia de Hg (además de Au y Ag) y confirmar la ejecución de un dorado al mercurio sobre las espuelas. Los valores semicuantitativos obtenidos en este caso para cada espuela de acicate fueron: 39 ± 20 % Ag, 5 ± 2 % Au y 5 ± 2 % Hg; y 22 ± 11 % Ag, 3 ± 2 % Au y 2 ± 1 % Hg.

En esta ocasión, la elevada relación Ag/Au permite suponer que la plata fuera parte de la estratigrafía de la pieza, no solo un componente minoritario de la aleación del oro. La mayor capacidad de penetración de los rayos X mediante la técnica µ-ED-XRF, en comparación con los electrones empleados mediante SEM-EDS, podría favorecer un mayor acceso a la plata, probablemente localizada bajo la capa superficial de dorado.

Sin embargo, esta hipótesis deberá ser confirmada en el futuro mediante el análisis de estratigrafías de las muestras, el empleo de técnicas que permitan la detección de elementos mediante un análisis en profundidad controlado o la aplicación de un tratamiento de datos específico a los resultados obtenidos mediante µ-ED-XRF para evaluar el grosor de las capas metálicas en piezas arqueológicas (Brunetti *et alii*, 2016; Dos Anjos *et alii*, 2019).

La justificación de la aplicación de un sobredorado sobre el plateado inferior podría encontrarse en la propia ceremonia de nombramiento y de paso de escudero a caballero en la que se habrían dorado las espuelas previamente plateadas. Es precisamente durante el siglo XIII cuando se codifica la ceremonia de investidura o nombramiento como caballero en Castilla a partir del Título XXI de la *II Partida*

de Alfonso X el Sabio (c. 1251-1265). Esta ceremonia consistía en la concesión de ciertas prebendas como el enterramiento en un lugar privilegiado, acorde a la localización de las piezas en la capilla funeraria del monasterio de Corias, y la concesión de atributos como espuelas doradas, espada o cinturón (Gutiérrez Cuenca, 2017: 88). Desde un punto de vista meramente tecnológico también hay que tener en cuenta la mejor adhesión del oro sobre la superficie del metal plateado (García-Boullosa *et alii*, 2015).

4. Paralelos y contexto cronológico

Encontramos paralelos de similar tipología a las espuelas de Corias en toda la franja septentrional de la península ibérica. Destacan las de la capilla del Espíritu Santo de la catedral de Tudela, pertenecientes al siglo XIII-comienzos del XIV; las de la colegiata de San Prudencio de Armentia (Vitoria-Gasteiz), los acicates asociados a la tumba de Fernando de la Cerda (tercer cuarto del siglo XIII, panteón real de las Huelgas en Burgos); y los del ajuar funerario de Fernando III el Santo (sepultura en la catedral de Sevilla, 1217-1230). También los localizados en la tumba del rey Sancho IV de Castilla (finales del siglo XIII) y las espuelas del siglo XV del conjunto de Vilar de Frades (Portugal) (García Álvarez-Busto y Fernández Calderón, 2014: 141-143; Tabar-Sarrías *et alii*, 2006: 163; López-Sebastián, 2008; Soler del Campo, 2007; Erasun-Cortés y Monteiro-Faure, 2008: 192).

En concreto, sobresalen por su sobreplateado y sobredorado las piezas localizadas en el País Vasco, en el cementerio del castillo de Ereñozar (Vizcaya, siglo XIII), también con una morfología y composición muy similar a las de Corias (García-Boullosa *et alii*, 2015), así como la encontrada en el cementerio de Santa María de Siones (Burgos), realizado en hierro, latón y plata sobredorada, cuya tipología se remonta al siglo XII, aunque su periodo de mayor difusión es el siglo XIII, perviviendo hasta el XIV; y las de San Martín de Elines (Cantabria, siglo XIII), también sobreplateadas y sobredoradas (Soler del Campo, 2007: 221-222; Gutiérrez-Cuenca, 2017: 85).

5. Restauración de los acicates

Durante la restauración de las espuelas de Corias en el Museo se advirtió una capa de oro sobre el hierro forjado, sin que fuera posible constatar en primera instancia la presencia de plata. Con el objetivo de extremar la prudencia, y ante la imposibilidad de realizar análisis en ese momento, se procedió a realizar una limpieza parcial de las concreciones terrosas y óxidos de hierro que impedían ver la capa dorada (ver estado inicial antes de la restauración en la figura 3a). La limpieza se realizó mediante microtorno con brocas de cepillo metálico y manualmente con aparataje quirúrgico.

Como medida preventiva, hasta conocer la composición de las piezas y el mejor método de intervención, se evitó su desalación mediante baños, ya que estos pueden llegar a levantar escamas de la superficie del metal de hierro. Se procedió sin embargo a la inhibición mediante ácido tánico al 8 % en etanol y a la consolidación de las piezas mediante Paraloid B-44 al 5 % en Xileno y posterior protección superficial con cera microcristalina al 8 % en White Spirit.

El problema de estabilización de las piezas en ausencia de vitrinas estancas y la imposibilidad de crear un ambiente adecuado a sus requerimientos indujeron la necesidad de nuevas intervenciones hasta el diseño de un método de acondicionamiento apropiado.

Se procedió a actuar sobre la luminaria de la vitrina que elevaba notablemente la temperatura de la misma y a crear un sistema de doble vitrina que mantuviese protegidos los materiales metálicos con un tratamiento pasivo de control ambiental (gel de sílice). Un cajón de metacrilato ejerce de peana y



Figura 3. a. Espuela del monasterio de Corias antes de la limpieza. b. Sistema de doble vitrina diseñado para la protección de las espuelas, e inclusión temporal de un datalogger para su acondicionamiento ambiental

Figure 3. a. Conservation state of the spur found at the monastery of Corias, before the cleaning. b. Double showcase system designed to protect the spurs and datalogger to control their ambient conditions

de receptor del gel de sílice, que actúa notablemente sobre la segunda vitrina de vidrio. En ella se colocan las piezas y se mantiene un ambiente estable que perdura sin necesidad de reciclar el gel durante al menos un año (figura 3b). Así, ha sido posible frenar o disminuir los procesos de deterioro de las espuelas, sin nuevos procesos de restauración desde el año 2015. Actualmente se están estudiando otros aspectos en la conservación de las piezas como la inclusión de filtros de carbón activo dentro de la vitrina, a fin de eliminar posibles agentes contaminantes.

6. Conclusiones

Esta investigación ha permitido un conocimiento en profundidad de las espuelas tanto en su aspecto físico y compositivo como en el histórico o simbólico. Los estudios arqueológicos y cronotipológicos comparativos han determinado su marco histórico, así como el contexto social y de uso de las espuelas, el contexto de enterramiento y el carácter ritual de su localización y modo de inhumación. Por su parte, los análisis químicos han determinado la composición del dorado y la técnica metalúrgica empleada en la elaboración de los acicates.

Asimismo, es relevante reseñar que todos estos estudios son fundamentales en los trabajos de conservación y restauración, ya que es necesario un conocimiento profundo de la materia para conservarla. De esta manera, las investigaciones llevadas a cabo permiten mejorar la forma de conservación de las piezas en función de los metales utilizados para su elaboración y decoración, de forma que los tratamientos de restauración y su conservación serán, a partir de este momento, adaptados con mayor precisión a las necesidades concretas de los diferentes componentes metálicos presentes en las piezas.

Anexo

Los análisis SEM-EDS se realizaron sobre muestras de menos de 1 cm² en los Servicios Científico-Técnicos de la Universidad de Oviedo, en un equipo MEB JEOL 6619LV con filamento de wolframio y un haz de electrones que opera entre 0,5 y 30 kV con una resolución máxima de 3 nm y magnificación de 5x a 50000x, con detección de electrones secundarios y retrodispersados.

Las medidas μ -ED-XRF se realizaron mediante un espectrómetro μ -ED-XRF dual M4 TORNADO (Bruker Nano GmbH, Alemania). Se utilizó un tubo de rayos X de rodio colimado mecánicamente a 1 mm, que opera a un voltaje máximo de 50 kV y corriente máxima de 700 μ A, para efectuar medidas en múltiples puntos de las muestras. Para la detección se empleó un detector de deriva de silicio XFlash® y para lograr el vacío (20 mbar) en la cámara de muestras, una bomba de diafragma MV 10 N VARIO-B. Para focalizar el área de análisis se utilizan dos videomicroscopios: uno para baja magnificación (área de 1 cm²) y otro para el enfoque final (área de 1 mm²).

Bibliografía

- Brunetti, A., Fabian, J., La Torre, C.W. y Schiavon, N. (2016): "A combined XRF/Monte Carlo simulation study of multilayered Peruvian metal artifacts from the tomb of the Priestess of Chornancap". *Appl. Phys. A*, 122: 571. <<https://doi.org/10.1007/s00339-016-0096-6>>.
- Chamón-Fernández, J. (2010): *Arqueometría, conservación y restauración de los metales dorados medievales*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Madrid.
- Dos Anjos, M.J., De Assis, J.T., Cesareo, R., Ridolfi, S., Lopes, R.T., Dos Santos, R.S., Gama Filho, H.S. y Oliveira, D.F. (2019): "Gilding thickness measurements using EDXRF-analysis". *IMEKO International Conference on Metrology for Archaeology and Cultural Heritage*, MetroArchaeo, 2017: 467-471.
- Erasun-Cortés, R. y Monteiro-Faure, F.L. (2008): "Um conjunto de esporas medievais provenientes do Convento de S. Salvador de Vilar de Frades (Barcelos)". *Portugalia*, 29: 178-192.
- García Álvarez-Busto, A. (2012): "La iglesia fundacional del monasterio de Corias (Asturias) y los orígenes de la arquitectura monástica benedictina en el noroeste de la Península Ibérica". *Pyrenae*, 43(1): 135-158.
- García Álvarez-Busto, A. y Fernández Calderón, N. (2014): "El caballero de las espuelas doradas. Análisis arqueológico de un enterramiento nobiliario medieval del monasterio de Corias". *Gladius*, 34: 135-152. <<https://doi.org/10.3989/gladius.2014.0007>>.
- García-Boullosa, L., Aramendia, J., Veneranda, M., Fdez-Ortiz De Vallejuelo, S., Neira, M., Castro, K., Madariaga, J.M. y García-Camino, I. (2015): "Estudio y conservación de objetos metálicos procedentes de una necrópolis medieval costera (Castillo de Ereñozar, Bizkaia)". *Actas del II Congreso de Conservación y Restauración del Patrimonio Metálico*. Segovia: 162-171.
- García-Cuadrado, A. (1993): *Las Cantigas: el Códice de Florencia*. Universidad de Murcia, Murcia.
- Gutiérrez-Cuenca, E. (2017): "Reivindicación de estatus y costumbres foráneas en el registro funerario medieval castellano. A propósito de dos casos de Cantabria". *Studia Historica. Historia Medieval*, 35: 73-107. <<https://doi.org/10.14201/shhme201735173107>>.
- López-Sebastián, P. (2008): "Espuelas doradas de Armentia". *Akobe: restauración y conservación de bienes culturales = ondasunen artapen eta berriztapena*, 9: 34-38.
- Perea, A., Montero, I., Gutiérrez, P.C. y Climent-Font, A. (2008): "Rise and course of an elusive technology: Metal gilding". *Trabajos de Prehistoria*, 65: 117-130. <<https://doi.org/10.3989/tp.2008.08006>>.
- Soler del Campo, A. (2007): "La guerra y el armamento en Castilla y León entre los siglos XI y XIII". *El Cid: del hombre a la leyenda*: 205-210.
- Tabar-Sarriás, M.I., Sesma-Sesma, J., Sancho-Domingo, J. y Jover-Hernando, M. (2006): *Tudela, el legado de una Catedral*. Fundación para la Conservación del Patrimonio Histórico de Navarra. Pamplona.
- Vivancos, M.C. y Franco, A. (2020): *Beato de Liébana de Silos. Códice de Santo Domingo de Silos*. M. Moleiro Editor, S.A. Barcelona.



MetalEspaña 2020/2021

III Congreso de Conservación y Restauración del Patrimonio Metálico

Joaquín Barrio Martín
Milagros Buendía Ortuño (eds.)

El volumen 6 de la Serie Anejos a CuPAUAM recoge la publicación de las Actas del III Congreso de Conservación y Restauración del Patrimonio Metálico, *MetalEspaña 2020/2021*. Esta monografía es el resultado de las actividades científicas llevadas a cabo en los tres días de sesiones. En sus páginas se integran, de una manera muy equilibrada entre investigación e intervención, trabajos con unos contenidos multidisciplinares en su carácter analítico, deontológico y técnico. Con ello se demuestra que la combinación de Ciencia, Tecnología Aplicada y Conservación-Restauración es la mejor manera de abordar la recuperación y cuidado de los objetos que componen el Patrimonio Metálico.

Las Actas que se editan en esta monografía han sido posibles gracias a la implicación y al trabajo conjunto de las tres instituciones organizadoras de *MetalEspaña 2020/2021*: Universidad Autónoma de Madrid (SECYR), la Subdirección General de los Museos Estatales (Museo Nacional de Arqueología Subacuática ARQVA) y la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre (Museo Casa de la Moneda).