

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

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)

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)

ANA ISABEL PARDO NARANJO

Universidad Autónoma de Madrid
Campus de Cantoblanco. 28049 Madrid
anaisabel.pardo@uam.es

MARÍA CRUZ MEDINA SÁNCHEZ

Universidad Autónoma de Madrid
Campus de Cantoblanco. 28049 Madrid
maricruz.medina@uam.es

MANUEL BLANCO DOMÍNGUEZ

Universidad Autónoma de Madrid
Campus de Cantoblanco. 28049 Madrid
manuelm.blanco@uam.es

Resumen

Las técnicas de análisis instrumentales nos permiten, entre otras cosas, identificar los productos de corrosión que presentan las piezas metálicas y conocer su estado de conservación, es decir, si son estables o no, por tanto, si son nocivos o no para la conservación futura del bien que tengamos entre manos. Este conocimiento, junto a otros factores que veremos en nuestro trabajo, nos permite llevar a cabo intervenciones de restauración más conservadoras acercándonos al principio de mínima intervención y alejarnos en algunos casos del criterio general en la limpieza de monedas de plata, determinado en parte por los tratamientos químicos propios de estas intervenciones, consistentes en recuperar el brillo metálico oculto bajo las pátinas de las monedas de origen arqueológico. Es el caso que nos ocupa: el examen científico y la restauración de un conjunto de monedas de plata de época emiral (siglo IX) procedentes del yacimiento arqueológico La Ermita del Sacedal, en El Rebollar de El Boalo (Madrid). La microscopía electrónica de barrido y la analítica de energías dispersivas de Rayos X confirmaron los depósitos terrosos arcillosos adheridos a la superficie y la composición de las monedas y sus pátinas. Los análisis realizados evidenciaron una gran estabilidad de las pátinas, lo que nos llevó a elegir una suave limpieza superficial que permitiera una mejor identificación de las inscripciones y los detalles del cuño, sin alterar las pátinas propias de las monedas.

Palabras clave: criterios de conservación y restauración, monedas, plata, sulfuro de plata, SEM-EDX

Abstract

Instrumental analysis techniques are used to identify corrosion products of metal pieces and evaluate their state of conservation: that is, if they are stable or not, and therefore if they are harmful for the future conservation of the piece that we are taking care of. This knowledge, along with other factors that we will describe in our work, allows us to carry out a less interventionist conservation process, close to the principle of minimal intervention. It also moves away from general criteria in cleaning of silver coins, determined in part by Chemical treatments very used in these interventions, which tend to recover the metallic shine hidden under the patinas of the archaeological coins. This is the case at hand: the

scientific examination and conservation of a set of silver coins from the Emiral period (9th century) from the archaeological site La Ermita del Sacedal, in El Rebollar de El Boalo (Madrid). The scanning electron microscopy and X-ray energy dispersive analysis confirmed the clay-like deposits adhering to the surface and the composition of the coins and their patina. These analyses revealed a great stability of the patinas, which led us to choose a gentle surface cleaning that would allow a better identification of the inscriptions and the details of the stamp, without altering the patinas of the coins.

Key words: conservation criteria, coins, silver, silver sulfide, SEM-EDX

1. Introducción

El laboratorio SECYR de la Universidad Autónoma de Madrid recibió el encargo por parte de la Dirección General de Patrimonio Cultural de la Comunidad de Madrid de llevar a cabo los trabajos de conservación y restauración de los bienes muebles e inmuebles del yacimiento de El Rebollar, en la sierra madrileña, excavados en la campaña de 2018 dirigida por Javier Salido (UAM) y Rosario Gómez (Equipo A de Arqueología). Entre las piezas arqueológicas recuperadas en dicha campaña, destacan cinco monedas de plata fechadas en el siglo IX, época emiral, por su excelente estado de conservación que, incluso antes de la limpieza, podían leerse e identificarse sin problema. En la siguiente tabla se incluye una relación de las monedas, con sigla del yacimiento, el número del SECYR, el tamaño y el peso antes y después de la restauración.

Nº de moneda	Sigla	Nº SECYR	Diámetro (cm)	Peso antes de la restauración (gramos)	Peso tras la restauración (gramos)
1	El Rebollar 2018 UE 1008 S 2018/39/66 B:66	975	2,55	2,44	2,44
2	El Rebollar 2018 UE 1008 S 2018/39/67 B:67	976	2,65	2,66	2,68
3	El Rebollar 2018 UE 1008 S 2018/39/68 B:68	977	2,5	2,36	2,35
4	El Rebollar 2018 UE 1008 S 2018/39/69 B:69	978	2,4	2,12	2,13
5	El Rebollar 2018 UE 1008 S 2018/39/70 B:70	979	2,7	2,51	2,51

La evaluación del estado de conservación de estas cinco monedas se realizó en el momento del ingreso de las piezas en el SECYR y la primera evidencia fue que este conjunto tenía una conservación excelente: las monedas eran de una plata muy pura y una gran calidad de fabricación, presentaban un núcleo metálico muy estable, sin focos de corrosión activos por cloruros u óxidos, y estaban completas.

Un examen detallado bajo lupa binocular permitió identificar que la superficie de todas las monedas estaba cubierta por una capa de tierras, acumulada especialmente en torno a las inscripciones. Algunas mostraban además daños puntuales en la plata, como levantamientos o un ligero desgaste y picado superficial (moneda 3 SECYR 977 y moneda 4 SECYR 978, figura 1). No se trata de daños importantes, y solo se perciben a varios aumentos.



Figura 1. Además de los depósitos terrosos podemos ver en la imagen: a la izquierda detalle de levantamiento de la plata, enmarcado en rojo, de la moneda 3 (SECYR 977) y, a derecha, ligeros desgastes de uso y picados superficiales en la moneda 4 (SECYR 978)

Figure 1. In addition to the earthy deposits we can see in the image: on the left, detail of the silver uplift of coin 3, framed in red (SECYR 977) and, on the right, slight wear erosion and superficial pitting in coin 4 (SECYR 978)

La moneda 5 (SECYR 979, figura 2) destaca del resto de piezas por su pátina negra uniforme de sulfuro de plata (Ag_2S), que se identifica a simple vista por el oscurecimiento de la plata, y cuya composición se ha confirmado mediante el análisis de Microscopía Electrónica de Barrido acoplada con microanálisis elemental mediante Espectroscopía de fluorescencia de Rayos X por dispersión de energía (acrónimo en inglés, SEM-EDX), como se comprobará en el siguiente apartado. Esta pátina no es muy habitual en las monedas de plata de origen arqueológico, en las que prima la interacción con cloruros o bromuros (Selwyn, 2004: 139), sino de piezas expuestas a la interacción con contaminantes del medio aéreo, en especial el azufre (Costa, 2001; Vassiliou y Gouda, 2013). Se ha tratado de identificar el origen de esta pátina tan diferente al resto de las monedas del mismo contexto, pero no se ha encontrado ningún rasgo particular en su origen, composición, enterramiento o extracción que explique la aparición de esta pátina. Las fotografías realizadas en el momento del hallazgo ya muestran el color negro característico de esta pieza, por lo que probablemente tenga un origen anterior a su extracción del suelo. En todo caso, no es una pátina peligrosa para la estabilidad de la pieza.

Las observaciones y microanálisis elementales SEM-EDX se realizaron sobre dos piezas: moneda 1 (SECYR 975) y moneda 5 (SECYR 979) con el objetivo de determinar la pureza de la plata e identificar sus pátinas y depósitos superficiales.

Esta técnica de análisis permite caracterizar morfológica, estructural y composicionalmente la superficie de muestras sólidas a escala microscópica y es ideal en el caso de objetos metálicos de pequeño tamaño, cuando presentan un buen estado de conservación, por no requerir toma de muestra o modificación alguna de su superficie.

Para la realización de este estudio se ha utilizado el equipo disponible en Laboratorio de Microscopía de Barrido y Análisis por Energía Dispersiva de Rayos X del SIdI (Servicio Interdepartamental de Investigación de la Universidad Autónoma de Madrid), Microscopio electrónico de barrido Hitachi S-3000 N. Condiciones de trabajo: Alto vacío (10-5 mbar) y tensión de 20 KV. Analizador EDX de Oxford Instruments, modelo INCAx-sight que permite un análisis, cualitativo y cuantitativo, de la composición elemental de la superficie de la muestra

En la figura 3 se indica la zona de la superficie de cada una de las dos piezas donde se han llevado a cabo las observaciones y microanálisis SEM-EDX. Como se puede ver en estas imágenes, en ambos casos las áreas estudiadas incluyen zonas donde aflora la superficie metálica (color claro) y zonas



Figura 2. Moneda 5 (SECYR 979). Detalle antes de la limpieza: las tierras se acumulan entre las gráficas

Figure 2. Coin 5 (SECYR 979). Detail before cleaning: earthy deposits between the graphs

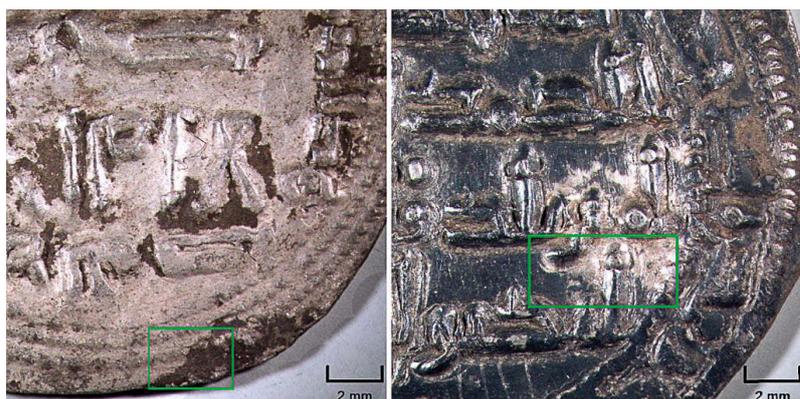


Figura 3. Monedas 1 y 5 (SECYR 975 y 979). El marco rectangular de color verde indica la zona donde se han realizado las observaciones y microanálisis SEM-EDX en la moneda 1 (imagen izquierda) y en la moneda 5 (imagen derecha)

Figure 3. Coins 1 and 5 (SECYR 975 and 979). The green rectangular frame marks the area where the observations and SEM-EDX have been made on coin 1 (left image) and on coin 5 (right image)

recubiertas por depósitos superficiales (color oscuro). Los análisis composicionales (figura 4) realizados en todas ellas confirman la presencia de depósitos terrosos (principalmente arcillosos), cantidades poco significativas de cloruros y, en el caso de la moneda 5 (SECYR 979), la presencia de una pátina negra y uniforme de sulfuro de plata. En relación a la pureza de la plata en cada moneda, ambas tienen un elevado grado de pureza, aunque en la moneda 1 (SECYR 975) se ha detectado la presencia de cobre (inferior al 2 % en porcentaje atómico). A este respecto cabe recalcar que, sin cuestionar su elevada pureza, las mediciones (microanálisis) realizadas son superficiales y precisamente por eso deben acogerse con ciertas reservas, ya que es esta zona de la pieza la más susceptible de sufrir variaciones composicionales.

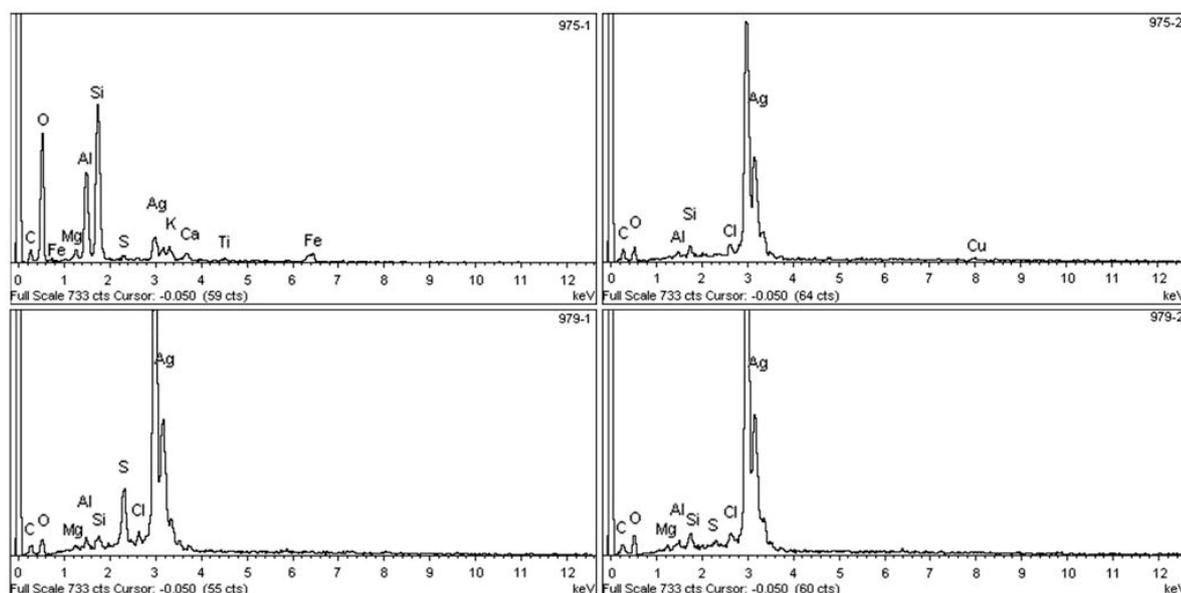


Figura 4. Espectros de los microanálisis EDX realizados en la superficie de las monedas 1 y 5 (SECYR 975 y 979). Muestra la intensidad de las señales de los distintos elementos químicos detectados en cada uno de ellos (la señal de carbono —C— se considera contaminación). Elementos presentes: plata (Ag), cobre (Cu), azufre (S), silicio (Si), oxígeno (O), aluminio (Al), potasio (K), magnesio (Mg), calcio (Ca), hierro (Fe), titanio (Ti) y cloro (Cl). De arriba abajo y de izquierda a derecha microanálisis: 975-1, realizado sobre depósito terroso oscuro en la moneda 1; 975-2, sobre superficie metálica en la moneda 1; 979-1, sobre pátina negra en la moneda 5 y 979-2, sobre superficie metálica en la moneda 5

Figure 4. EDX Spectra from the surfaces of coins 1 and 5 (SECYR 975 and 979). They show the intensity of the different chemical elements detected in each one of them (the carbon signal — C — is considered contamination). Elements present: silver (Ag), copper (Cu), sulfur (S), silicon (Si), oxygen (O), aluminum (Al), potassium (K), magnesium (Mg), calcium (Ca), iron (Fe), titanium (Ti) and chlorine (Cl). From top to bottom and from left to right microanalysis: 975-1, performed on dark earthy deposit in coin 1; 975-2, on metallic surface in coin 1; 979-1, on black patina on coin 5 and 979-2, on metallic surface on coin 5

2. Tratamiento de restauración de las monedas

Gracias a su excelente estado de conservación, estas monedas requirieron un tratamiento de restauración muy leve. En primer lugar, se realizó una documentación fotográfica exhaustiva que, junto con la evaluación del estado de conservación y el análisis en el Microscopio Electrónico de Barrido, nos ayudó a determinar el nivel de limpieza idóneo para estas piezas.

La fase más delicada del proceso fue la eliminación de los depósitos terrosos que, como ya se ha visto, estaban localizados especialmente en torno a las inscripciones. Para ello se emplearon pinceles suaves y torundas de algodón, sin ejercer presión sobre la plata para evitar rayarla. Los pinceles impregnados en etanol ayudaron a retirar los restos de tierra. En todo momento, la limpieza se hizo bajo lupa binocular.

Una vez libre de depósitos terrosos, se identificaron mejor las inscripciones y los detalles del cuño, así como algunos deterioros que quedaban disimulados bajo la capa de tierras. En la figura 5 se aprecian, entre las letras y sobre estas, rayados leves seguramente debidos al uso de la moneda 4 (SECYR 978).

En la moneda 5 (SECYR 979) se retiraron las tierras con el mismo procedimiento, pero se respetó la pátina uniforme de sulfuro de plata, pues es un rasgo característico de la misma y no es dañina para la estabilidad de la pieza (las pátinas de sulfuro de plata se eliminan cuando su grosor impide la lectura de la información numismática y/o su apreciación).

Una vez limpias todas las monedas, se llevó a cabo un secado químico antes de aplicar una capa de protección de cera microcristalina (Cosmolloid H-80) al 5 % en White Spirit (Pardo, 2016: 658) que permita la protección de las piezas mientras dura la fase de investigación, para después de la misma



Figura 5. Moneda 4 (SECYR 978). Detalle de incisiones por uso

Figure 5. Coin 4 (SECYR 978). Detail of incisions by use

valorar la posibilidad de aplicar una doble capa de protección efectiva una vez se sepa el lugar donde se vayan a guardar o exponer. Y, por último, se realizó la documentación final (figura 6).

Con el tratamiento de restauración de las monedas se alcanza un estado ideal para el estudio y la exposición de las piezas. Sin embargo, será necesario mantener unas medidas de conservación preventiva que aseguren este estado durante el mayor tiempo posible. Entre las recomendaciones de manipulación cabe destacar que, aunque las monedas se hayan protegido con una capa de cera microcristalina, su manipulación debe realizarse de manera cuidadosa y siempre con guantes —a ser posible de nitrilo— para evitar que le afecten la grasa y las sales de la piel. Debe evitarse el látex, por el azufre que lleva en composición y que, a la larga, puede provocar sulfuros en superficie que generan el empañado de la plata.

Con respecto a las condiciones medioambientales óptimas para el mantenimiento de las monedas, las capas protectoras no son suficientes para contrarrestar el efecto negativo de las fluctuaciones de humedad y temperatura sobre el metal. Por ello, se recomienda almacenar o exponer las piezas en un ambiente cerrado y controlado, protegidas del polvo, de los contaminantes y manteniendo unas condiciones de humedad relativa controlada, entre el 30 y 40 %, y sin grandes fluctuaciones (Logan, 2007). Es importante comprobar que los materiales de la vitrina o del embalaje sean inertes y no desprenden gases volátiles que pueden provocar una reactivación de la corrosión de la plata (sobre todo los que contengan azufre).

3. Los criterios de intervención en las monedas de plata de origen arqueológico y en las monedas de El Rebollear

Como planteamos en el resumen de este trabajo, gracias a su excelente estado de conservación, estas monedas requirieron un tratamiento de restauración muy leve, pero se podrían haber limpiado perfectamente con los tratamientos químicos utilizados habitualmente para la limpieza de monedas de plata con poca presencia de cobre en su aleación, tratamientos muy efectivos para piezas de la plata, un metal muy blando



Figura 6. Comparativa entre el estado de conservación inicial de las monedas (banda superior) y tras su restauración (banda inferior)

Figure 6. Comparison between the initial state of conservation of the coins (upper band) and after their conservation (lower band)

y por tanto muy sensible a los tratamientos mecánicos manuales, pero los métodos usados en la diagnosis de deterioro fueron determinantes para confirmar que las pátinas que presentaban no afectaban a la lectura de las piezas y que no eran dañinas para su conservación, consistían principalmente en depósitos terrosos superficiales con poca interacción con la superficie metálica y solo la moneda 5, como hemos visto, presentaba una pátina de sulfuro de plata que no molestaba a la lectura de los tipos epigráficos y que no ponía en riesgo la estabilidad de la pieza. Todas las monedas se identificaban a simple vista como dirhams.

Podemos decir por tanto que su alto porcentaje de plata, la ausencia de productos de corrosión del cobre, más inestables y perjudiciales para la lectura de los tipos, la composición arcillosa de los depósitos terrosos y el probable poco uso durante su vida histórica (los arañazos y pequeños elementos de deterioro son solo apreciables bajo binocular), eran factores que determinaban la buena conservación del núcleo metálico y de los tipos numismáticos con los contornos epigráficos bien definidos y perfectamente interpretables antes de la limpieza en todas las piezas.

Estos factores fueron los que nos permitieron realizar una intervención curativa siguiendo el principio de mínima intervención y alejándonos del criterio extendido en monedas de plata de origen arqueológico en el que prima la recuperación del brillo metálico de la plata, no tanto por la intención de los restauradores de patrimonio arqueológico metálico, sino que más bien está determinado por las limpiezas químicas por inmersión que persiguen eliminar las corrosiones del cobre presentes habitualmente en este tipo de objetos arqueológicos, que suelen estorbar la lectura de los tipos y que, además, ponen en riesgo la estabilidad material de las piezas.

Queremos por tanto resaltar con este trabajo la importancia de las técnicas utilizadas durante la diagnosis de deterioro como una ayuda irrefutable para realizar las limpiezas lo más ajustadas posible al principio de mínima intervención. Como ya hemos expuesto, podríamos haber realizado una limpieza química al uso con éxito, sin duda, pero queremos plantear en este discurso una reflexión sobre los criterios actuales de limpieza en monedas de plata de origen arqueológico que, a nuestro entender, podría estar definido por factores como: el valor documental de las monedas, que siempre determina las limpiezas de material numismático sean del metal que sean; el índice de dureza de la plata (2,5-3 Mohs) que, como ya hemos dicho, limita las técnicas de limpieza a las tipo químico que no permiten una marginación de los productos de corrosión; el número de piezas a tratar, porque no se plantea igual la intervención de un conjunto numeroso de monedas que cuando son cinco, y, sin duda, el porcentaje de cobre en la aleación: cuanto mayor es la presencia de este metal menor es el riesgo de que acciones mecánicas dañen o dejen huellas sobre los tipos monetales.

Otros aspectos que también pueden influir en la priorización de la recuperación del aspecto plateado en las limpiezas es el tipo de moneda y su significado histórico, por ejemplo, los vellones castellanos en los que las pátinas de cobre les quitan su carácter de monedas «blancas».

Y, por último, pensamos que todos estos factores han podido crear un gusto en los especialistas en numismática y en los conservadores de museos y exposiciones por los acabados brillantes en las monedas de plata de origen arqueológico, igualándolas así a las que proceden de colecciones numismáticas que nunca han estado enterradas.

Pretendemos abrir así un debate sobre el tema con el objetivo de mejorar nuestras actuaciones sobre el patrimonio numismático de origen arqueológico y ampliar el abanico de opciones a la hora de enfrentarse a una intervención de conservación y restauración de monedas de origen arqueológico de plata.

Bibliografía

- Costa, V. (2001): "The deterioration of silver alloys and some aspects of their conservation". *Studies in Conservation*, 46: 18-34.
- Logan, J. (Revisado por L. Selwyn en 2007): *Storage of Metals – Canadian Conservation Institute (CCI) Notes 9/2*. <<https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/conservation-preservation-publications/canadian-conservation-institute-notes/storage-metals.html>>. Último acceso: 2/12/2019.
- Pardo Naranjo, A.I. (2016): "Nuevas perspectivas en la restauración y conservación de la numismática arqueológica. Desde los tratamientos mecánicos al láser". En P. Grañeda Miñón (ed.): *Actas del XV congreso nacional de numismática. Patrimonio numismático y museos (Madrid, 28-30 octubre 2014)*, Real Casa de la Moneda-Fábrica Nacional de Moneda y Timbre. Madrid: 655-666.
- Selwyn, L. (2004): *Metals and corrosion: A handbook for the conservation professional*. Minister of Public Works and Government Services. Ottawa.
- Vassiliou, P. y Gouda, V. (2013): "Ancient silver artefacts: Corrosion processes and preservation strategies". En P. Dillmann, D. Watkinson, E. Angelini y A. Adriaens (eds.): *Corrosion and conservation of cultural heritage metallic artefacts*. Woodhead Publishing in Materials. Oxford-Cambridge-Philadelphia-New Delhi: 213-235.



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).