

# 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
<b>SESIÓN I. CIENCIA Y TECNOLOGÍAS DE INVESTIGACIÓN DEL PATRIMONIO METÁLICO</b>	
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 <sup>a</sup> 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	
<b>Sesión II. MONEDAS Y PATRIMONIO NUMISMÁTICO: ESTUDIOS, PROYECTOS, RESTAURACIONES Y MUSEOS</b>	
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 11<sup>th</sup> 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 <sup>a</sup> TERESA DOMÉNECH-CARBÓ, ROSA M <sup>a</sup> 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	
<b>SESIÓN IV. PATRIMONIO METÁLICO HISTÓRICO, ARTÍSTICO Y RELIGIOSO</b>	
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<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> 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><b>La conservación de las culebrinas de bronce recuperadas de la fragata <i>Nuestra Señora de las Mercedes</i></b> .....</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><b>La Estación Central de Santiago de Chile. Arquitectura metálica y vanguardia decimonónica</b> .....</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><b>Las jardineras tipo Monier en las Galerías Punta Begoña. Degradaciones y proceso de conservación</b> .....</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<sup>a</sup> DOLORES RODRÍGUEZ LASO</p>	445
<p><b>Los inicios de la industria del hierro en Madrid en el siglo XIX: cerramientos de edificios reseñables</b> .....</p> <p>The beginnings of the iron industry in Madrid in the 19<sup>th</sup> century: remarkable building enclosures</p> <p>SUSANA LÓPEZ GINESTAL Y SOLEDAD DÍAZ MARTÍNEZ</p>	453
<p><b>Restauración del Patrimonio Metálico Urbano: la escultura de la Flama Rotaria de la ciudad de Valencia</b> .....</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><b>Westfalia Manteigueira com Centrifugadora: desafios e soluções de conservação</b> .....</p> <p>Westfalia Butter with Centrifuge: challenges and conservation solutions</p> <p>ANDREIA ROMÃO</p>	471

# Patrimonio Industrial en el Museo de la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre de Madrid. Su conservación

## Industrial Heritage in the Museum of the Fábrica Nacional de Moneda y Timbre of Madrid. Its conservation

**SARA MARTÍN DE ANDRÉS**

ConservarArte  
Paseo Alameda del Parral, 1. 40001 Segovia  
conservararte.patrimonio@gmail.com

**BEATRIZ RUBIO VELASCO**

ConservarArte  
Paseo Alameda del Parral, 1. 40001 Segovia  
conservararte.patrimonio@gmail.com

### Resumen

Conclusiones obtenidas y tratamientos realizados tras los trabajos de conservación-restauración llevados a cabo sobre tres máquinas representativas expuestas en el Museo de la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre de Madrid. Concretamente se trata de la Máquina Calcográfica Autolimpiable tipo Impresión marca Hoe, Prensa Tipográfica plana tipo Minerva de alimentación manual y Máquina Guilloche para el grabado de orlas.

La toma de decisiones y conclusiones obtenidas se han consensuado en todo momento con el Departamento de Conservación del Museo. Se han realizado estudios previos para poder determinar la naturaleza de cada material.

Explicación de los diferentes materiales que las componen, tratamiento, y dificultades encontradas a la hora de trabajar.

**Palabras clave:** pátina, máquina, repolicromados, restauración, conservación

### Abstract

Conclusions obtained and treatments carried out at the end of the conservation-restoration work carried out on three representative machines exhibited in the Museum of the Fábrica Nacional de Moneda y Timbre in Madrid. It is the Self-cleaning intaglio printing machine, Hoe brand, flat Minerva typeface printing press with manual feed and a Guilloche machine for engraving borders.

The decision-making and conclusions obtained have been agreed at all times with the Museum's Conservation Department. The preliminary studies have been carried out to determine the nature of each material. The decision-making and conclusions obtained have been agreed all the time with the Museum's Conservation Department.

Explanation of the different materials that compose them, treatment, and difficulties encountered when working.

**Key words:** patina, machine, repolichrome, restoration, conservation

## 1. Introducción

Tras la intervención en varias de las máquinas que están expuestas en la exposición permanente del Museo de la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre de Madrid, se considera interesante divulgar la labor que se está llevando a cabo para la puesta en valor de las mismas. Son máquinas que han sido empleadas en la fábrica hasta que han sido sustituidas por maquinaria más moderna. Se trata por ello de una colección de gran valor dentro del patrimonio industrial.

Con estas intervenciones que se han llevado a cabo, y que se siguen realizando, se pretende recalcar la importancia del ingente patrimonio industrial que el Museo atesora, así como la relevancia de conservar y hacer perdurar un tipo de Bienes Culturales que no siempre disfrutaron de la protección que merecen.

Se han elegido para esta ponencia la Máquina Calcográfica Autolimpiable tipo Impresión marca Hoe, Prensa Tipográfica plana tipo Minerva de alimentación manual y Máquina Guilloche para el grabado de orlas. Hemos elegido estas tres en concreto ya que se han considerado las más representativas dentro del conjunto intervenido hasta hoy.

## 2. Máquina calcográfica plana Hoe de 4 planchas

Esta máquina (figura 1) se compró en 1923, para lo cual se desplazó el administrador general de la Fábrica a los EE. UU. En esos años, ese tipo de máquinas eran la maquinaria estándar de impresión de billetes del Bureau Engraving (la imprenta del Gobierno Americano) para los billetes de banco. Seguramente, en su momento era la máquina calcográfica más empleada para la impresión de billetes y sellos de correos.

Se compraron cuatro máquinas como esta para imprimir sellos de correos sustituyendo así a otras más antiguas de limpieza manual. Debieron de emplearse por primera vez para la emisión de 1927.

También se tenía la intención de iniciar con ellas la estampación calcográfica de documentos de valor, pero para ello apenas se usaron.

A principios de los años 50 fueron sustituidas por maquinaria rotativa, mucho más rápida, quedando solo esta para impresión de trabajos esporádicos y de poca tirada (según fuentes orales, un trabajador, ya jubilado, para diplomas).

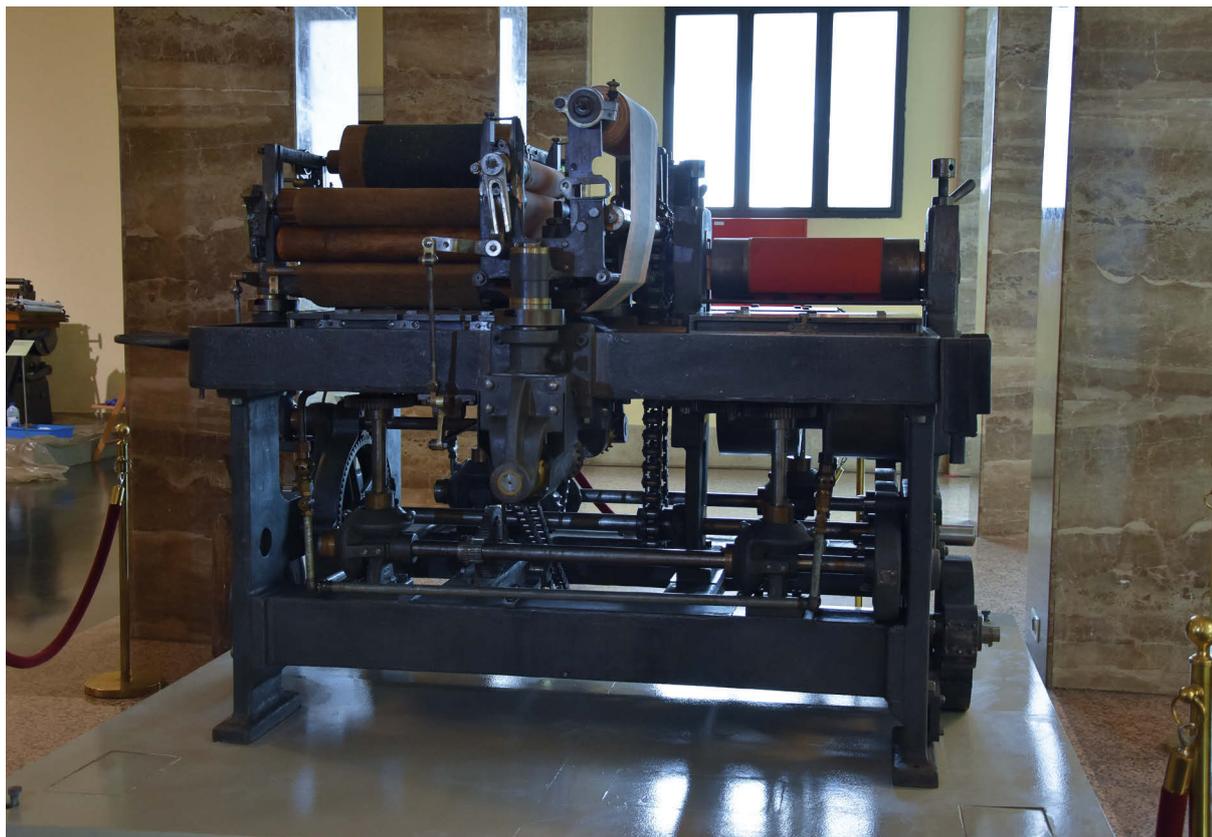
Con respecto a la composición métrica se trata de un aparato de cuerpo de base hierro, con engranajes y diversas piezas realizadas en otros metales de base cobre. Aparte presenta material lúneo, textil y sintético en diversas partes de la misma.

### 2.1. Patologías

Los principales agentes de deterioro que encontramos en esta máquina fueron una gran capa de suciedad superficial, bastante generalizada por todo el objeto, con una naturaleza, en su mayoría, grasa derivada del uso de la misma. Capa gruesa por acumulación en el tiempo.

Esta capa la encontramos sobre los metales, superficies textiles, material lúneo y elementos sintéticos. Presentaba restos de tinta en capa gruesa sobre todo localizados en las zonas que más en contacto estaban con ella. En alguna zona de los metales se apreciaba oxidación activa puntual, en aquellas zonas en las que el cuerpo metálico había perdido su capa de protección superficial.

Lo más destacable son las diversas capas de repolicromados que presentaba. Una vez entraban en la fábrica se las cubría con una capa de color institucional y sobre este se han ido aplicando sucesivamente para su «higienización», llegando con un gran número de estratos pictóricos al museo.



**Figura 1.** Fotografía de la máquina Hoe una vez intervenida

**Figure 1.** Photograph of the Hoe machine once it was intervened

En esta máquina en concreto estas capas ocultaban la riqueza estética con la que fue creada en origen. Estas capas a su vez presentaban pérdidas que en algunos momentos formaban un desnivel destacable.

Mostraba daños antropogénicos, derivados del uso y de la mala manipulación en momentos determinados.

## 2.2. Tratamiento realizado

Primeramente se llevó a cabo una limpieza superficial, y se realizó un estudio de estratos a través de catas en diversas zonas de la máquina. Con ello se pudieron determinar las diferentes policromías que ha tenido la máquina a lo largo de su historia. Con los resultados obtenidos, y junto con el departamento de Conservación del Museo, se decide retirarlas y llegar a la base metálica.

Se optó por esta opción con la finalidad de recuperar el aspecto original que tenía, dejando a la vista el acabado pavonado de todo el cuerpo de la máquina. En este caso la eliminación de las capas sacaba a la luz también la diversidad de acabados metálicos, y otros elementos que habían quedado ocultos devaluando su aspecto (figura 2).

La eliminación de las diferentes capas de policromía se realiza a través de una limpieza física con bisturís y escalpelos, hasta que se llega a la mínima capa antes de entrar en contacto con el metal. Se finaliza la eliminación de capas cuando a través de papetas con una mezcla alcohólica (etanol + metoxipropanol + isopropanol 2:2:1), que se va variando en proporción según las zonas a tratar. Una vez limpios los metales, se lleva a cabo una eliminación de las capas de óxido activas a través de métodos mecánicos, sin llegar al núcleo del metal, y se procede a inhibir aquellas zonas que presentaban óxidos



**Figura 2.** Fotografía de comparativa antes y después de quitar los repolicromados  
**Figure 2.** Comparison photography before and after removing the repolichromeds

activos. Para los metales de base hierro se usa ácido tánico en agua al 7 %, y para los metales de base cobre benzotriazol en alcohol al 2 %. Se aplica una capa de protección de Paraloid B 72 al 10 % en Dowanol. Se matizan los brillos a través de la aplicación de un barniz comercial satinado en capa fina. En la eliminación de restos de tinta sobre la superficie lúnea se emplean mezclas alcohólicas (etanol + metoxipropanol + isopropanol 2:1:1), y donde encontramos zonas con mayores concreciones, se hizo a través de acetato de metilo.

En los elementos textiles, tras su desmontaje, se realiza una limpieza en seco de los mismos y se realizó su montaje de un modo más correcto al que presentaban hasta el momento. Los elementos sintéticos, se limpiaron con una mezcla alcohólica (etanol + isopropanol al 50 %) a través de hisopos.

### 3. Máquina Minerva modelo Victoria

Las minervas fueron máquinas de uso general en la industria gráfica, desde finales del siglo XIX y casi hasta nuestros días. Son máquinas tipográficas planas, muy sencillas y robustas, pero lentas, por lo que no sirven para grandes tiradas. La que se encuentra expuesta, por su tamaño de impresión, era movida por un motor, las más pequeñas eran de accionamiento manual. El entintado y la estampación se realizaban de forma automática, debiendo el maquinista marcar y retirar el papel a mano.

Se desconoce exactamente cuándo fue adquirida esa unidad en concreto (figura 3), pero ya se empleaban profusamente en la FNMT en los años 20 para la impresión de documentos fiscales de tiradas modestas (recibos de contribución y otras tasas de poca utilización). En 1984 aún estaban en producción, aunque se usaban muy poco, debiendo de cesar sus labores poco después.

Con respecto a la composición matérica se trata de una máquina en base hierro, con engranajes y diversas piezas de diferentes materiales en base cobre. Posee material lúneo conformando las bandejas auxiliares y el cajón. Presenta restos de materiales celulósico, así como material sintético en los rodillos.



**Figura 3.** Fotografía de la máquina Minerva una vez intervenida

**Figure 3.** Photograph of the Minerva machine once it has been intervened

### 3.1. Patologías

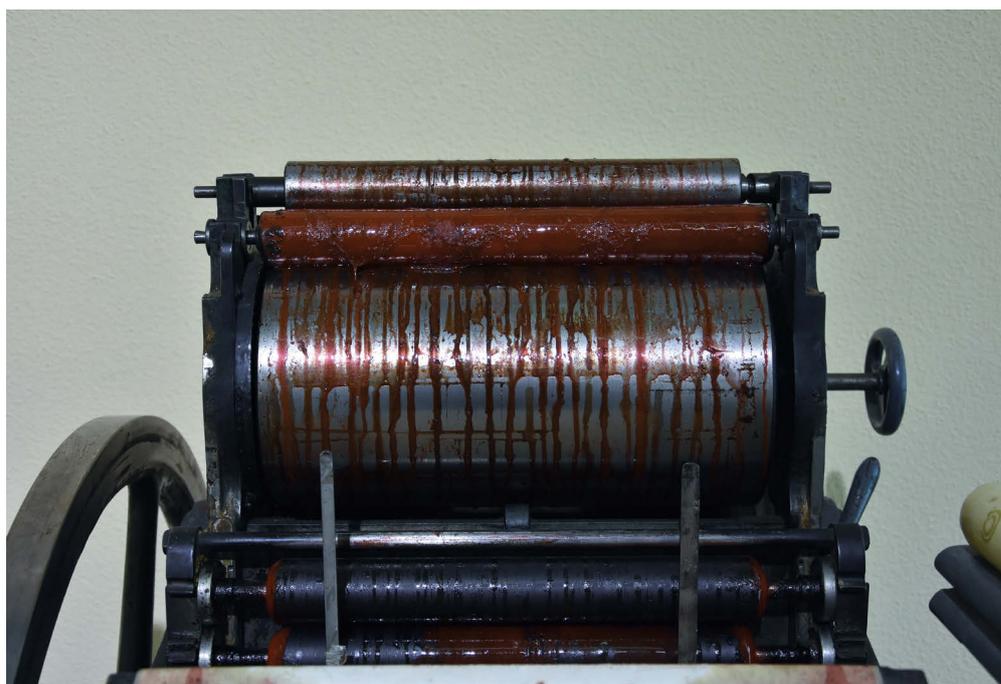
El mayor problema de conservación que presentaba esta máquina, era la degradación que se estaba produciendo en los rodillos. Esta degradación no solo distorsiona estéticamente, sino que también causa daños sobre los materiales en los que se derrama. Presentaba además una capa de suciedad generalizada, y una enorme acumulación de grasa en su parte inferior. Se observaban zonas puntales de oxidación activa, elementos lígneos con una gran acumulación de grasa, pérdidas de policromía de los repolicromados en varias zonas y una enorme cantidad de restos de tinta por toda la máquina (figura 4).

El degradado de los rodillos se produjo por la aplicación de un producto limpiador de la casa Keim que se empleaba en los talleres para que se mantuvieran adecuados durante el trabajo. El problema surgió una vez se aplica el producto y se deja en exposición, provocando que el rodillo se degradara y chorreara por toda la superficie de los rodillos metálicos subyacentes.

### 3.2. Tratamiento realizado

El protocolo de trabajo es similar al resto de máquinas intervenidas. Se realizó una limpieza superficial eliminando el polvo y todos los depósitos que pueda tener acumulados. Llevamos a cabo una serie de catas en diferentes zonas de la máquina y junto con el departamento de Conservación de la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre se consensúa la capa a conservar. En este caso, al igual que en la máquina anterior, se retiraron todos los repintes hasta llegar a la capa original en favor de ese acabado pavonado, y sacando a la luz detalles estéticos de fabricación que se encontraban ocultos.

Antes de eliminar el repinte lo que se hizo fue una limpieza de la capa de grasa acumulada, que en este caso era muy grande, por lo que se tuvieron que utilizar en primer momento herramientas de capacidad. Finalizamos la limpieza de esta capa grasa con una mezcla alcohólica



**Figura 4.** Fotografía de detalle de degradación de los rodillos

**Figure 4.** Detail photo of degradation of the rollers

(etanol + metoxipropanol + acetona 1:1:1) aplicado en papetas y retirado a hisopo. Posteriormente se procede a la eliminación del repinte a través de elementos mecánicos y se finaliza esta limpieza mediante la aplicación de una mezcla alcohólica (etanol + metoxipropanol 2:1) a través de papetas.

Una vez está limpia la máquina procedemos a la inhibición de los metales para crear una pátina estable. Los metales de base hierro se inhiben con ácido tánico en agua al 7 %, y los metales de base cobre se inhiben con benzotriazol en alcohol al 2 %.

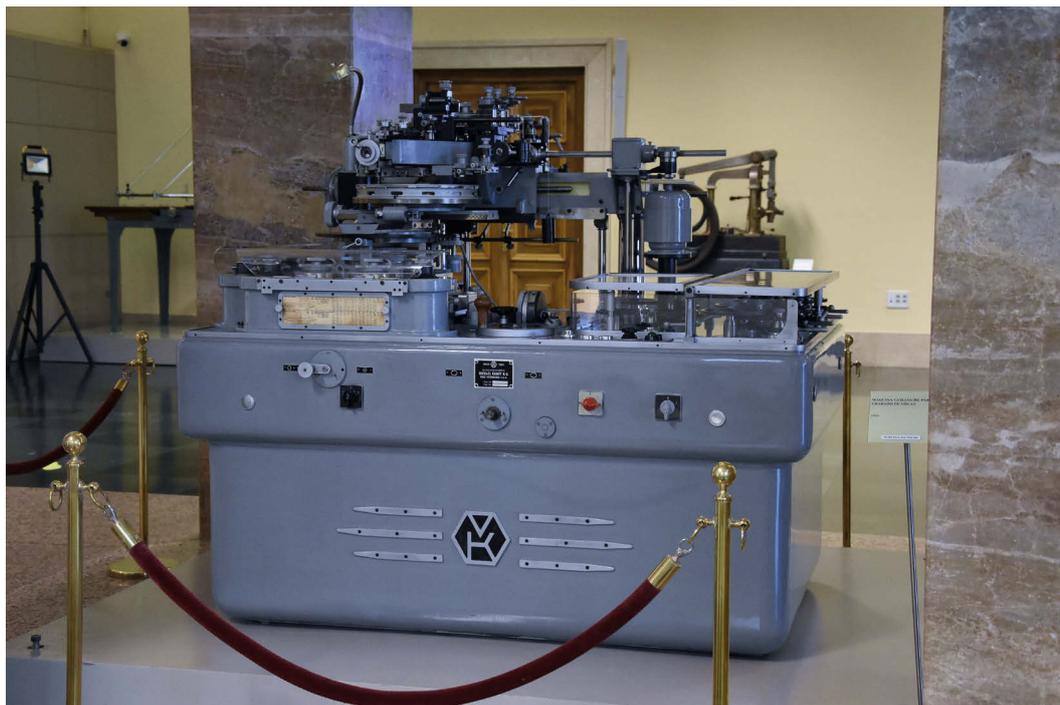
Se opta por retirar el rodillo degradado, así como sus residuos, para que no siga produciendo alteraciones físicas, químicas ni estéticas sobre el objeto. Se sustituye por otro de fabricación reciente de composición y características similares.

Posteriormente se aplica una capa de protección a base de resinas, en este caso Paraloid B72 en Dowanol al 10 %. Se matizan los brillos con barnices comerciales satinados en capa fina. Se lleva a cabo una reintegración cromática en algún punto concreto que necesita un poco de tonalidad, esta reintegración se hace a través de pigmentos al barniz.

En los materiales lúgneos se realiza una limpieza superficial y limpieza físico-química. Se retiran los depósitos superficiales con ayuda de una brocha y aspirador. Se hacen pruebas de solubilidad para retirar de manera físico-química los restos de la discontinua capa de barniz degradado. Se realiza con una mezcla de etanol y acetona (60:40) y se va combinando con ligroina en las zonas que lo requieren. Para la capa de protección se aplica un barniz comercial de capa fina satinado.

Esta máquina presentaba restos de material celulósico de los últimos trabajos que se realizaron. Este material no demostraba un valor suficiente como para seguir expuesto, por lo que se decide retirarlo y conservarlo correctamente como un elemento documental. Lo que sí se hace es proponer su sustitución por unas copias o adaptaciones que funcionen como apoyo en la función didáctica de la máquina dentro del museo.

El material sintético, que en este caso eran los rodillos, se sustituyó, ya que se encontraban completamente degradados. Se sustituyen por unos nuevos. Los que permitieron la limpieza, que sí que hubo alguno que la permitió, se limpian de manera mecánica y química, en este caso se realizó con etanol.



**Figura 5.** Fotografía de la máquina Guilloche una vez intervenida

**Figure 5.** Photograph of the Guilloche machine once it has been intervened

Los elementos retirados se entregan al departamento de Conservación del Museo, para su conservación y almacenaje, pudiendo ser analizados con mayor profundidad en un futuro si se viera necesario.

#### 4. Máquina Guilloche para el grabado de orlas

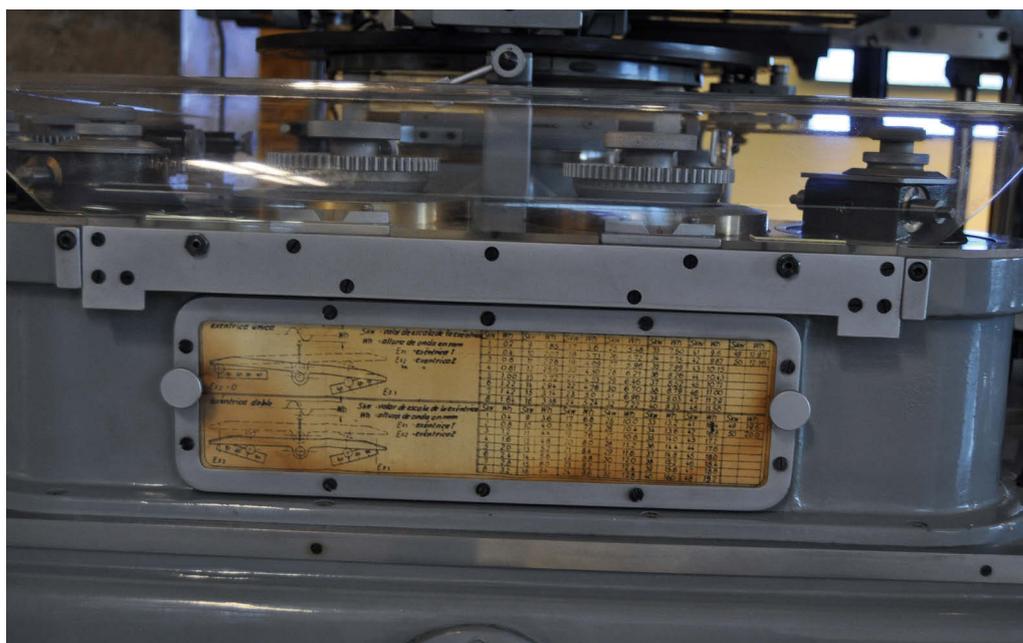
«La Guilloche» fue adquirida a la vez que la Hoe en 1923 y se usaba para grabar orlas geométricas, llamados *guilloches*, de líneas blanca y negra, que eran empleados como ornamentos de seguridad en los cheques, en los bonos del tesoro, en los billetes de banco y otros documentos de seguridad. Se estuvo usando hasta finales de los años 70. En el momento de su adquisición, era el equipamiento estándar de los fabricantes americanos y británicos (como la Hoe), para la realización de ornamentos geométricos (figura 5).

Se trata de una máquina en base hierro, como la mayoría de sus elementos, con engranajes y piezas de diversos metales, posee material lúneo en alguna de las empuñaduras, así como material celulósico en los paneles explicativos. En estos mismos paneles encontramos tanto materiales sintéticos como de vidrio.

##### 4.1. Patologías

De las tres máquinas que se han presentado es la que mejor estado de conservación presentaba. Mostraba una capa de suciedad generalizada de polvo y grasa. Se observaron zonas de oxidación activa y grandes acumulaciones de suciedad y restos de tinta en zonas muy puntuales.

Encontramos material celulósico en los paneles explicativos que presentaban bastante suciedad y acumulación de grasa. De manera dispersa por toda la máquina, y muy puntual, encontramos pérdidas de policromía.



**Figura 6.** Fotografía de detalle de material celulósico tras su intervención  
**Figure 6.** Detail photograph of cellulosic material after its intervention

#### 4.2. Tratamiento realizado

En este caso se optó por conservar su policromía, ya que se consideró que el acabado liso que poseía le confería parte de su personalidad, la cual no queríamos perder, y a su vez podría funcionar como testimonio documental del color institucional de los talleres de la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre de Madrid.

Se eliminó con hisopos y una mezcla alcohólica (etanol + metoxipropanol + acetona 1:1:1) la capa de suciedad superficial que tenía aplicado en papetas y retirado a hisopo. Se desmontan todas las piezas necesarias para poder llegar a todos los rincones de la máquina. Se aprovechó este desmontaje para la colocación de algunas piezas que se encontraban desubicadas.

En los metales se realizó una eliminación de concreciones y su posterior inhibición para crear una pátina estable de protección. Se empleó para los metales de base hierro una disolución de 7 % en agua de ácido tánico, y en los metales de base cobre benzotriazol al 2 % en alcohol. Se aplica una capa de protección a base de resinas, en este caso Paraloid B72 en Dowanol al 10 %. Se matizan los brillos con barnices comerciales satinados en capa fina.

Se han llevado a cabo pequeñas reintegraciones puntuales, para continuar ese acabado tan homogéneo que posee la máquina, a través de pigmentos al barniz.

En los materiales lígneos se realiza una limpieza superficial y limpieza físico-química. Se retiran los depósitos superficiales con ayuda de una brocha y aspirador. Se hacen pruebas de solubilidad para retirar de manera físico-química los restos de la discontinua capa de barniz degradado. Se realiza con una mezcla de alcohol, acetona y ligroina. Para la capa de protección se aplica a brocha un barniz protector de capa fina de la casa Winsor & Newton.

En los materiales celulósicos, se pulveriza una mezcla alcohólica sobre un papel secante, que se coloca por la parte trasera del original, para que durante el secado, arrastre la suciedad grasa que posee el papel. Para corregir parte de la acidez, se coloca un papel con reserva alcalina por la parte trasera en su montaje (figura 6).

En los materiales sintéticos y de vidrio, se realiza una limpieza físico-química por medio de una mezcla alcohólica.

## 5. Conclusiones

Los trabajos que se están realizando en el Museo de la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre de Madrid están enfocados a la conservación-restauración de la maquinaria que ha sido empleada en los talleres y que deja de ser empleada por la llegada de maquinaria más moderna.

Es una colección que muestra un recorrido a través de la historia de las diferentes maquinarias y herramientas que se han empleado en los talleres para la creación de todo el material relacionado con la moneda, sus derivados y el timbre.

El trabajo se realiza en fases divididas en años, y hasta el momento se han intervenido ocho de las máquinas que actualmente están expuestas. El objetivo es la puesta en valor de estas piezas que, sin duda, son un ejemplo del patrimonio industrial de nuestro país; todas ellas tienen un valor documental e histórico que es necesario conservar y divulgar.

En su mayoría presentan patologías derivadas del uso y manipulación, sin encontrar grandes patologías y daños. Los materiales que las componen se encuentran estables dentro lo posible y todo tratamiento se realiza teniendo en cuenta la estabilidad en cuanto a temperatura y humedad en la que se encuentran las mismas.

## Agradecimientos

Queremos dar las gracias a los organizadores de este evento, tanto la Universidad Autónoma de Madrid representada por Joaquín Barrio en este caso, como la Casa de la Moneda con Rafael Feria y todo el departamento de Conservación del Museo de la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre, así como al Ministerio Cultura y Deporte, SECYR y todos los que han hecho posible este evento, así como al hecho de invitarnos a participar en él.

Así mismo un agradecimiento especial también a Isabel Encinas como a Fernando Seco por haber confiado en nuestro trabajo.

## Bibliografía

- Brandi, C. (1993): *Teoría de la Restauración*. Alianza Forma. Madrid.
- Calvo, A. (1997): *Conservación y Restauración: Materiales, técnicas y procedimientos de la A a la Z*. Ediciones del Serbal. Barcelona.
- Matteini, M. y Moles, A. (2001): *La Química en la restauración*. Ed. Nerea. Hondarribia.
- Scott, D.A. (1991): *Metallography and Microstructure in Ancient and Historic Metals*. Getty Conservation Institute. Oxford University Press. Oxford. ISBN: 9780892361953.
- Scott, D.A., Podany, J. y Considine, B.B. (1995): *Ancient & Historic Metals: Conservation and Scientific Research*. Getty Conservation Institute. Oxford University Press. Oxford. ISBN: 9780892362318.
- Smith, C.S. (1960): *A History of Metallography. The Development of Ideas on the Structure of Metal Before 1890*. The University of Chicago Press. Chicago. [Existe una edición moderna de Literary Licensing, LLC, 2012. ISBN: 9781258473365].



## 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).