# 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

GOBIERNO DE ESPAÑA · 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.)

UAM
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 Mª 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 *Caesar Augusta* (Zaragoza) y *Emerita Augusta* (Mérida) ..... 129
Composition and characteristics of the coinage of two Hispano-Roman mints: analysis applied to the coins of Caesar Augusta (Zaragoza) and Emerita Augusta (Merida)
Cruces Blázquez Cerrato, Marta Gómez Barreiro, José Manuel Compaña Prieto, Juan Gómez Barreiro, Carmelo Fernández Ibáñez, Rufo Martín Mateo e Inés Puente Orench

Patrimonio Industrial en el Museo de la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre de Madrid. Su conservación ..... 139
Industrial Heritage in the Museum of the Fábrica Nacional de Moneda y Timbre of Madrid. Its conservation
Sara Martín de Andrés y Beatriz Rubio Velasco

La moneda en las *cetariae* de *Gadir-Gades* ..... 149
The coin in the cetariae of Gadir-Gades
Elena Moreno Pulido, Alicia Arévalo González y José Ángel Expósito Álvarez

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
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, María Cruz Medina Sánchez y Manuel Blanco Domínguez

El tesoro de monedas de plata de las taifas del siglo xi hallado en Jaén en 1914: proceso de restauración ..... 167
The treasure of silver coins from the taifa of the 11th century found in Jaen in 1914: restoration process
Alberto J. Canto García, Wioleta Jabłońska y Ana Isabel Pardo Naranjo

Tratamiento de conservación-estabilización aplicado al conjunto numismático recuperado de la Fragata *Nuestra Señora de las Mercedes* ..... 177
Conservation and stabilization treatment applied to numismatic set recovered from the frigate Nuestra Señora de las Mercedes
Soledad Díaz Martínez

Moneda y circulación monetaria en el ámbito minero del reborde meridional de la meseta sur. Un proyecto de investigación en marcha ..... 185
Currency and monetary circulation in the mining area of the southern edge of the southern plateau. An ongoing research project
Mar Zarzalejos Prieto y Alicia Arévalo González
Con la colaboración de: Joaquín Barrio Martín y Ana Isabel Pardo Naranjo

Intervención de urgencia de conjunto de monedas y vajilla de bronce de Pompeya. Una restauración de campaña junto al Vesubio ..... 195
Urgent intervention of a set of coins and bronze tableware from Pompeii. A campaign restoration next to Vesuvius
Betlem Martínez Pla

Restauración y conservación de un conjunto de monedas (La Bienvenida) ..... 205
Restoration and conservation of a set of coins (La Bienvenida)
Francisco del Peso Rosado

## 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

Conservación. Propuesta metodológica para un caso práctico en el Pórtico Oriental de Plaza de Armas en *Madīnat al-Zahrā* (Córdoba) ..... 223
Conservation. Methodological proposal for a practical case in the Portico Oriental of the Plaza de Armas in Madīnat al-Zahrā (Córdoba)
Inmaculada C. Muñoz Matute y Alejandra del Pino Campos

Arqueología y Restauración: un caso práctico en el Pórtico Oriental de la Plaza de Armas de *Madīnat al-Zahrā* (Córdoba) ..... 231
Archaeology and Restoration: A practical example of the Pórtico Oriental of the Plaza de Armas in Madīnat al-Zahrā (Cordoba)
María Muñoz Mora, Wioleta Jabłońska y Alejandro Ugolini Sánchez-Barroso

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

Conservación y estudio arqueológico de piezas ibéricas y vacceo-romanas de bronce y hierro procedentes de *Dessobriga* (Palencia) ..... 249
Conservation and archaeological study of Iberian and Vacceo-Roman bronze and iron pieces from Dessobriga (Palencia)
Águeda Sáenz-Martínez, Francisco del Peso-Rosado, Esperanza Martín-Hernández y David Expósito

Decoración incisa bajo siglos de corrosión metálica ..... 257
Incised decoration under centuries of metallic corrosion
Lucía Gutiérrez González

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

Estado de conservación y metodología de intervención de una selección de bronces 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

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, Mª Teresa Doménech-Carbó, Rosa Mª 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 *Baetulo* (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-Indart, 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 Mª 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, Mª 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)
Mª 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

La conservación de las culebrinas de bronce recuperadas de la fragata *Nuestra Señora de las Mercedes* ..... 427
The conservation of the bronze culverins recovered from the *Nuestra Señora de las Mercedes* frigate
Juan Luis Sierra Méndez

La Estación Central de Santiago de Chile. Arquitectura metálica y vanguardia decimonónica ..... 437
The Central Station of Santiago de Chile. Metallic architecture and nineteenth-century avant-garde
María Paz Valenzuela Blossin

Las jardineras tipo Monier en las Galerías Punta Begoña. Degradaciones y proceso de conservación ..... 445
The Monier-type planters in the Punta Begoña Galleries. Degradation and conservation process
Juan Bermejo-Soler, Íñigo González-González, Estíbaliz Lama Ochoa, Nagore Prieto-Taboada y Mª Dolores Rodríguez Laso

Los inicios de la industria del hierro en Madrid en el siglo xix: cerramientos de edificios reseñables ..... 453
The beginnings of the iron industry in Madrid in the 19th century: remarkable building enclosures
Susana López Ginestal y Soledad Díaz Martínez

Restauración del Patrimonio Metálico Urbano: la escultura de la Flama Rotaria de la ciudad de Valencia ..... 461
Restoration of the Urban Metallic Heritage: the sculpture of the Rotary Flame of the city of Valencia
Pablo Griñena

Westfalia Manteigueira com Centrifugadora: desafios e soluções de conservação ..... 471
Westfalia Butter with Centrifuge: challenges and conservation solutions
Andreia Romão

Anejos a CuPAUAM 6 - Páginas 257-267

# Decoración incisa bajo siglos de corrosión metálica

# Incised decoration under centuries of metallic corrosion

**Lucía Gutiérrez González**
Conservadora-Restauradora de Bienes Culturales
lgg.consv@gmail.com

## Resumen

El yacimiento arqueológico *de Saruq al Hadid* (Dubai. Emiratos Árabes Unidos, III-I milenio a. C.) se caracteriza por ser la principal factoría metalúrgica de la región. Los objetos metálicos se contabilizan en cantidades de millares, con un gran volumen de elementos de aleación de base cobre.
Destacan entre tantos, un conjunto de cuencos de pequeño tamaño, afectados gravemente por las deformaciones y tensiones propias del enterramiento, que han derivado en alteraciones crónicas de su estructura. Además, las particulares condiciones climáticas de su contexto han generado unos productos de corrosión muy significativos que han modificado completamente su morfología y han ocultado una profusa decoración incisa.
El equipo de restauradoras de Art & Conservation ha destinado un año entero de trabajo en este país a asegurar la estabilidad de los recipientes, afrontando el reto de conservar y respetar las características de estas aleaciones combinadas con una técnica decorativa grabada muy delicada.
Se han recuperado y revalorizado unos objetos arqueológicos únicos en su categoría y territorio, que sirven de importantísimo testigo histórico de la tradición artesanal de la zona.

**Palabras clave:** corrosión metálica, aleación base cobre, técnica incisa, arqueología, Saruq al Hadid, III-I milenio a. C.

## Abstract

The archaeological site of Saruq al Hadid (Dubai. United Arab Emirates, III-I millennium BC) is characterized as the main metallurgical factory in the region. Metallic objects are counted in the thousands, with a large volume of copper-based alloying elements.
Among many, a set of small bowls stand out, seriously affected by the deformations and tensions of the burial, which have led to chronic alterations in their structure. In addition, the particular climatic conditions of its context have generated very significant corrosion products that have completely modified its morphology and have hidden a profuse incised decoration.
The Art & Conservation team of restorers has dedicated a whole year of work in this country to ensure the stability of the containers, facing the challenge of preserving and respecting the characteristics of these alloys combined with a very delicate engraved decorative technique.
Some archaeological objects unique in their category and territory have been recovered and revalued, which serve as a very important historical witness of the artisan tradition of the area.

**Key words:** metallic corrosion, copper-based alloy, incised technique, archeology, Saruq al Hadid, III-I millennium BC

Con motivo de la celebración del Congreso MetalEspaña 2020 se presenta la labor de conservación y restauración que el equipo español de Art & Conservation estuvo realizando en el yacimiento arqueológico de Saruq al Hadid (Dubai, Emiratos Árabes Unidos). Las peculiaridades del yacimiento y sus materiales arqueológicos, así como el atractivo indudable del destino de trabajo, hicieron que el equipo se involucrara con su máximo esfuerzo y dedicación. El resultado fue una participación activa relevante en todos los aspectos que abarca la conservación: desde la extracción *in situ* hasta el almacenaje o exposición final.

## 1. La singularidad emiratí

Los aspectos más «populares» de la cultura emiratí deben ser definidos aquí, antes de profundizar en las cuestiones principales del proyecto desarrollado, para entender la relación del pasado cultural con la sociedad actual, a través de la Arqueología. La sociedad de Emiratos está basada en el exceso. Lo que puede juzgarse actualmente como una frivolidad, tiene sus raíces en los yacimientos del I milenio a. C. Sin duda, Saruq al Hadid es el mejor ejemplo. La cantidad de objetos arqueológicos completos extraídos del yacimiento se contabiliza por millares. A esto hay que sumarle los fragmentos de posibles objetos. Es el centro de producción metalúrgica más importante del área del Golfo y, según las primeras investigaciones, no solo para uso interior, sino también para intercambio con otras sociedades cercanas e incluso de la zona de la India o Egipto. Por lo tanto, la abundancia lleva varios milenios impregnando su cultura.

También la adquisición o posesión de oro es un factor característico de sociedades complejas con estatus elevado. En el yacimiento de Saruq al Hadid han aparecido cientos de cuentas de collar de oro y anillos, manufacturados principalmente con la técnica de granulado. Esta información, sin duda, es relevante para entender el tipo de colectividad que gestionaba la producción metalúrgica en el lugar; igualmente, estos elementos siguen considerándose preciosos en la actualidad. Una de las pequeñas cuentas de collar del yacimiento fue elegida en 2015 como símbolo mundial y logo de la futura Expo 2020. Su presentación por el máximo dirigente de Dubai, el Jeque Mohammed bin Rhasid Al Maktum, asimismo, fue retransmitida en todo el mundo y proyectado sobre el edificio Burj Khalifa en la ciudad (figura 1).

Para terminar con los convencionalismos, ha de subrayarse que el brillo, en cualquier circunstancia, forma parte de la idiosincrasia emiratí. Sin bien, en el caso de la restauración de objetos arqueológicos, la sensatez y profesionalidad son los conductores de las intervenciones y siempre se han respetado los principios de mínima intervención recomendados por los organismos oficiales en materia de Conservación.

## 2. Saruq al Hadid

El yacimiento de Saruq al Hadid se encuentra localizado al norte del desierto de Rub al Khali (Clark, 1989: 28-33), en la Reserva para la Conservación del Desierto Al Marmoon. Es un territorio de dunas activas entre las ciudades de Dubai, Abu Dhabi y Al Ain, en los Emiratos Árabes Unidos.

Según la literatura popular, fue descubierto por el Jeque Mohammed Bin Rashid Al Maktoum durante un vuelo de helicóptero, cuando observó unas coloraciones oscuras inusuales sobre las dunas del desierto, que resultaron ser toneladas de escoria de fundición metalúrgica acumuladas (figura 2).

La demarcación arqueológica se define por la presencia de millares de objetos (Nashef, 2010: 213) diseminados a lo largo de un área de aproximadamente 1 km$^2$, sobre dunas de más de 6 metros de altura. Los arqueólogos han establecido su cronología en el periodo de la II Edad de Hierro (1100-600 a. C.)



Anejos a CuPAUAM 6. 257-267
https://doi.org/10.15366/ane2021.6
ISBN 978-84-8344-853-3

**Figura 1.** Presentación del logo oficial de la EXPO Dubai 2020. <https://whatson.ae/2016/03/the-story-behind-the-new-dubai-expo-2020-logo/>

**Figure 1.** Presentation of the official logo of EXPO Dubai 2020. <https://whatson.ae/2016/03/the-story-behind-the-new-dubai-expo-2020-logo/>

(Weeks *et alii*, 2017: 32), describiendo el lugar como un importante centro de producción metalúrgica, que podría haber sido también un punto de encuentro significativo para el culto y territorio de peregrinación de otras poblaciones de la región, así como un emplazamiento relevante dentro del sistema regional de intercambio (Magee, 2014: 234-240).

Respecto a su localización geográfica, es evidente que no se encuentra cerca de la costa, localización más habitual para intercambios. Sin embargo, Saruq al Hadid ocupa exactamente el punto intermedio entre la cordillera de las montañas de Hajar (Omán), rica en depósitos minerales de cobre, y la costa del Golfo. Todas las evidencias parecen indicar que el medio natural era muy distinto del actual, contando con abundante presencia de recursos acuíferos y vegetales para la producción metalúrgica. Se desconoce todavía si la presencia de estos recursos era estacional a lo largo del año. También queda todavía por resolver por qué exactamente fue elegida esta localización geográfica, pero, teniendo en cuenta el tipo de objetos hallados durante las excavaciones, se ha confirmado que la población de Saruq al Hadid estaba en contacto habitual con otras civilizaciones como la mesopotámica, las gentes de Siria, India o Egipto (David-Cluny *et alii*, 2017). No es de extrañar que Saruq al Hadid fuera la encrucijada entre los caminos de la tierra y el mar con las sociedades más influyentes de la época en esa área.

## 3. Depósito de cuencos con decoración incisa

El tipo de objetos arqueológicos en los que se centra este artículo se trata de un conjunto de cuencos de tamaño medio, de aleación de base cobre, con decoración incisa. Este grupo forma parte de una agrupación de elementos arqueológicos, todos metálicos de la misma aleación, en un depósito intencional encontrado durante un sondeo a unos 2 km de distancia aproximadamente del yacimiento principal, en el área militar que linda con este.

**Figura 2.** Panorámica del área principal de la excavación arqueológica. © Dubai Municipality, 2016
**Figure 2.** Overview of the main area of the archaeological excavation. © Dubai Municipality, 2016

El depósito contaba con más de 100 objetos de diversas tipologías: calderos, cuencos, espejos, hachas o cucharones entre los más significativos. La excavación en entorno desértico de dunas es siempre muy complicada puesto que el contexto (arena de las dunas) está en continuo movimiento y, salvo que se encuentre algún tipo de estructura asociada, es muy complejo definir la información arqueológica relacionada con los objetos. Debido al riesgo de la localización del depósito (área militar), era necesario afrontar decisiones ágiles respecto a su extracción, estudio y transporte. Finalmente se optó por una documentación exhaustiva previa a la intervención, un inventario detallado de cada objeto, y una extracción exclusivamente desarrollada por la restauradora a cargo del encargo, y en casos menos delicados, con la colaboración del equipo de arqueólogos supervisados por la restauradora. También se desarrollaron unos embalajes temporales para el transporte de todo el conjunto al laboratorio especializado en la colección en Dubai (figura 3).

### 3.1. Estado de conservación

Los problemas iniciales encontrados en los cuencos respecto a su estado de conservación están todos relacionados con su consistencia estructural, como resultado de su disposición en el depósito y su exposición a los cambios de temperatura y humedad extremadamente bruscos (Coremans, 1969: 37). Contradiciendo la creencia popular, el clima subtropical desértico, en el cual se encuentra Saruq al Hadid, no es tan cálido y seco. Realmente se producen unos cambios de temperatura intensos del día a la noche, pudiendo ser las máximas de 50 °C y las mínimas de 5 °C. Además, debido a la cercanía de la costa y la condensación húmeda de las densas nieblas matinales, la humedad relativa se encuentra en momentos específicos del amanecer en torno al 60 % (Monreal *et alii*, 2018: 368). La elevada composición de sales del sedimento de las dunas también afecta directamente a la corrosión de los metales.

Dentro de los deterioros estructurales, los más significativos son las grietas, fisuras, graves pérdidas de material original, fracturas y las deformaciones por la presión sedimentaria. Muchos también están fusionados por la corrosión y la presión del sedimento arqueológico. Ninguno de los objetos pertenecientes a este depósito ha presentado evidencias de uso ni depósitos de cualquier sustancia.



Anejos a CuPAUAM 6. 257-267
https://doi.org/10.15366/ane2021.6
ISBN 978-84-8344-853-3

**Figura 3.** Momento de preparación de los objetos del depósito para su extracción y transporte. © Dubai Municipality, 2019

**Figure 3.** Preparation of the objects in the deposit for their extraction and transport. © Dubai Municipality, 2019

Las valoraciones respecto a las intervenciones para tratar los productos de corrosión están avaladas por las actuaciones y análisis científicos de materiales en objetos de la misma aleación de la colección intervenidos en años anteriores. En radiografías realizadas a objetos similares del repertorio, no se apreciaron decoraciones de ningún tipo, que solo pudieron rescatarse tras el proceso de limpieza mecánica. Las recomendaciones de los organismos oficiales en materia de Conservación priorizan las técnicas analíticas no destructivas, pero en este caso, los resultados no eran concluyentes y las catas de limpieza fueron las que permitieron visualizar las decoraciones.

Los productos de corrosión se originan, como se ha mencionado, por las reacciones de oxidación naturales y la interacción con el entorno de arena de sílice del sedimento. En el caso específico de este depósito, además, cuenta con alto contenido en carbón. Derivadas de esta interacción, se materializan numerosas concreciones muy duras de carbonato y sílice (Plenderleith, 1969: 252). Los principales productos de corrosión observados son cloruros y carbonatos de cobre muy inestables por la interacción con el ambiente tras la excavación. El núcleo metálico es muy escaso en la mayoría de los ejemplos tratados (figura 4).


https://doi.org/10.15366/ane2021.6
ISBN 978-84-8344-853-3

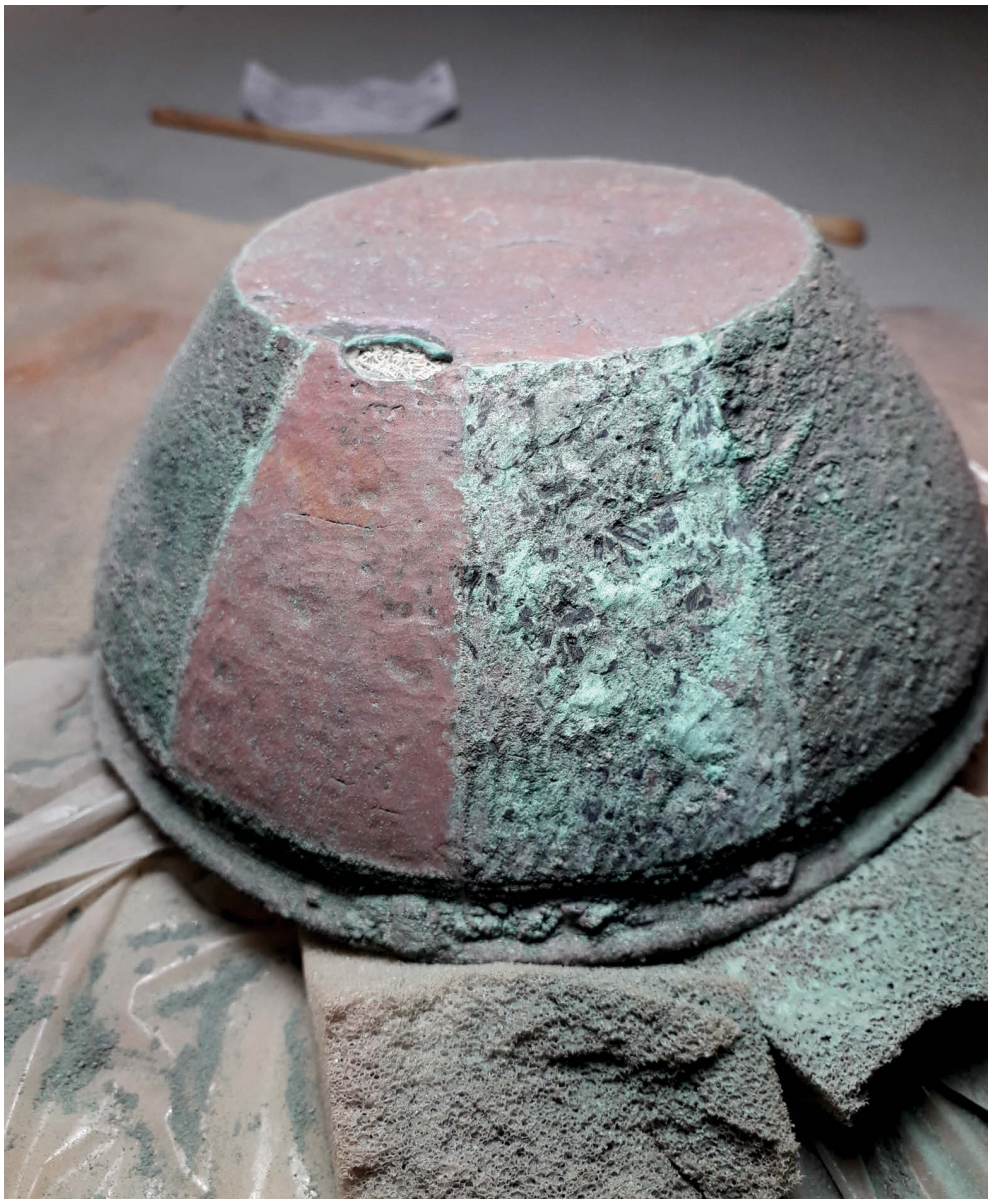

**Figura 4.** Detalle de un momento durante el proceso de limpieza mecánica de uno de los cuencos decorados. Tras las catas de limpieza se determina retirar las gruesas capas superficiales más inestables que estaban combinadas con depósitos de sedimento, y que, además, ocultaban las decoraciones. © Dubai Municipality, 2019

**Figure 4.** Instant during mechanical treatment cleaning process of one of the decorated bowls. After preliminary cleaning tests, it was decided to remove the thick, unstable surface layers that were combined with soil deposits, and which also were hiding the decorations. © Dubai Municipality, 2019

## 3.2. Tratamientos

El proceso de intervención en las piezas de este depósito está avalado por el positivo resultado de intervenciones anteriores en objetos de la colección. Siempre basados en los criterios de actuación recomendados por los organismos internacionales en materia de conservación. Las actuaciones se inician siempre con una documentación exhaustiva que se prolonga durante todo el proceso de trabajo; a continuación se realiza una limpieza mecánica de los productos de corrosión tanto manual como con ayuda de micro tornos con fresas de diamante y cepillos de acero de diferentes tamaños y grosores. Como



Anejos a CuPAUAM 6. 257-267
https://doi.org/10.15366/ane2021.6
ISBN 978-84-8344-853-3

se ha señalado anteriormente, la propia experiencia sobre materiales de la misma colección en similares condiciones, junto con los criterios de actuación recomendados por los organismos internacionales, determinan la meditada actuación de intervención. Las actuaciones se inician siempre con una documentación exhaustiva que se prolonga durante todo el proceso de trabajo; a continuación, se realizan unas catas de limpieza mecánica con microtornos con cabezales de distintas composiciones y resistencias (VV.A.A., 2015: 32). El objetivo de las catas de limpieza permite investigar si existe una decoración bajo la corrosión que resuelva algunos interrogantes suscitados por la localización singular del conjunto de cuencos en el yacimiento, debido a la inconclusión de las pruebas analíticas no destructivas. Además, también ayuda a determinar el volumen de capas inestables de corrosión a limpiar hasta alcanzar los compuestos del metal estables. Por la delicadeza de las piezas y las limitaciones de las herramientas disponibles, en la mayoría de los casos se realizó un engasado temporal completamente reversible de la superficie sin limpiar con Paraloid B44 al 10 % en acetona. La estabilización se realizó con Benzotriazol al 3 % en etanol por inmersión o impregnación. Y la protección final era con una doble capa de Paraloid B44 al 5 % en acetona y cera micro cristalina diluida al 1,5 % White Spirit. En las múltiples ocasiones en las que hubo que adherir fragmentos, se realizaron con un pegamento epoxídico tipo Araldite rápido. Las pérdidas de material original se reintegraron material y cromáticamente con resina Balsite teñida con pigmentos naturales en polvo tipo sombra natural, sombra tostada o negro. La fragilidad de los recipientes condujo a concebir un soporte estructural completamente reversible a base de fibra de vidrio adherida con Paraloid del mismo tipo ya aplicado y teñida con la misma mezcla cromática utilizada para las reintegraciones. Finalmente se confeccionaron unos embalajes temporales hasta el traslado de los objetos arqueológicos al almacén definitivo mediante recipientes plásticos y camas inertes, con gel de sílice en su interior para regular y controlar la humedad.

### 3.3. Las decoraciones ocultas

Durante la evolución de la limpieza aparecieron decoraciones geométricas de líneas, ondas, ornamentos florales o de estrellas, que parecían haber sido realizados mediante la incisión de mínimos cinceles para conformar las líneas y que, posteriormente, los procesos mineralógicos del cobre habían rellenado tras el tiempo, dándose esas coloraciones variadas. Las líneas de la incisión son, al ser observadas bajo lupa binocular, la sucesión de incontables puntos marcados con los cinceles, uno tras otro. Esta tecnología de la decoración se descubrió al desprenderse durante la limpieza gruesas capas de productos de corrosión, que ni los Rayos X habían podido atravesar. En ninguno de los casi 10 000 objetos metálicos de Saruq habían aparecido anteriormente decoraciones tan profusas y delicadas. Eso ha llevado a los arqueólogos a plantearse la intencionalidad de este depósito tan especial y qué tuvo que ocurrir para que se enterrara este conjunto decorado (figura 5).

### 3.4. Paralelos e inspiraciones

Los motivos decorativos que aparecen en los cuencos son elementales, pero de una natural riqueza ornamental sin precedentes en la región. Los únicos ejemplos hallados con embellecimientos similares y que coinciden cronológica, material y técnicamente, se sitúan en los yacimientos del territorio de Omán. La relación con esta área ya ha quedado explicada y puede que incluso fueran las mismas gentes de Saruq al Hadid las que permanecieran en Omán estacionariamente como parte del proceso de producción metalúrgica. Los motivos que se imitan o repiten son los florales y las estrellas centrales de los recipientes. La presencia de peces en los platos de Omán también se relaciona con adornos incisos en los bordes de recipientes con vertedera de otras zonas de excavación de Saruq, que no aparecen en el depósito fruto de este texto (figura 6).

**Figura 5.** Aparición de ondas en el cuerpo de los cuencos. Arriba: fotografía macro de la sucesión de incisión de puntos. Medio: configuración de la línea de puntos. Abajo: incursión de productos de corrosión del cobre estables en las líneas de decoración provocando contraste de color con el área circundante. Detalles tomados durante el proceso de limpieza mecánica.
© Dubai Municipality, 2019

**Figure 5.** Appearance of waves in the body of the bowls. Top: Macro photo of the sequence of dot incision. Middle: Dotted line configuration. Bottom: Incursion of stable copper corrosion products into the decoration lines causing color contrast with the surrounding area. Details taken during the mechanical cleaning process.
©Dubai Municipality, 2019

Como en numerosas sociedades pasadas, la inspiración de los trabajadores del metal se fundamenta en los elementos más cercanos y comunes de la Naturaleza. Aquí predominan las líneas sencillas y las ondas, pero también las estrellas de distinto número de puntas o las montañas en forma simplificada de triángulo. El ejemplo más profuso apareció en un espejo/paleta (?) que forma parte del depósito encontrado en el área militar. En la unión del mango con la parte plana está decorada con unos rectángulos concéntricos de significado indefinido, unos triángulos que representan las montañas y la luna por encima de ellos. Estos símbolos naturales pueden relacionarse con el culto pre-islámico al Dios Luna que se representa en estelas pétreas de la zona y el periodo.

Las influencias decorativas de Saruq con sus zonas de intercambio están ampliamente documentadas por la aparición, en el área principal de la excavación, de objetos imitando escarabeos egipcios, la repetición de los mencionados símbolos en cientos de sellos o la imitación de formas mesopotámicas en los quemadores de incienso metálicos.

## 4. Conclusiones

Como resultado del horizonte expuesto, se percibe que la cultura de los Emiratos Árabes Unidos comprende unas particularidades sociales y climáticas muy destacables que la hacen característica y reconocible en el contexto cultural actual. Estas peculiaridades fundamentan su esencia en el pasado de Saruq al Hadid, que se registra a través de los cuantiosos objetos arqueológicos descubiertos y sus estudios derivados. Saruq al Hadid destaca como uno de los yacimientos arqueológicos más importantes y enigmáticos del país. Es considerado como centro permanente de ocupación humana, intercambio y producción metalúrgica desde el III-I milenio a. C.

Sin lugar a dudas, el hallazgo del depósito de objetos de aleación de base cobre en el área militar constituye uno de los hitos en su investigación



Anejos a CuPAUAM 6. 257-267
https://doi.org/10.15366/ane2021.6
ISBN 978-84-8344-853-3

**Figura 6.** Fotografías de los cuencos una vez completado su tratamiento con las ilustraciones de las decoraciones aparecidas. © Dubai Municipality, 2020. Dibujos de Helena Llorente. Fotografías de Ania Zubeq

**Figure 6.** Photographs of the bowls once their treatment is completed with the illustrations of the decorations that have appeared. © Dubai Municipality, 2020. Drawings by Helena Llorente. Photographs by Ania Zubeq


https://doi.org/10.15366/ane2021.6
ISBN 978-84-8344-853-3

más recientes y reseñables. La disposición y variedad de sus elementos abren la puerta a numerosas cuestiones de tipo arqueológico sobre su significado y naturaleza. Su estado de conservación, muy próximo a la completa mineralización, ha supuesto un reto profesional de altos niveles de exigencia, con una metodología y procedimientos adaptados a un clima muy extremo y poco analizado. Los tratamientos realizados han conjugado el análisis científico y la ética técnica, junto con las habituales circunstancias profesionales relativas a limitaciones de tiempo de finalización de proyecto y medios materiales.

Por todo ello, cabe destacar la calidad excepcional de las decoraciones incisas aparecidas bajo la corrosión metálica de estos cuencos. La sencillez de sus motivos no está relacionada con una simplicidad en la técnica. Gracias a su restauración se ha acertado a entender la práctica decorativa aplicada, un trabajo muy delicado y minucioso, propio de una sociedad muy compleja y especializada. Y estas evidencias recuperadas gracias a la restauración, constatan la existencia de un núcleo poblacional importantísimo en el área del Golfo. La riqueza de objetos metálicos producida y acumulada en Saruq no se limita al puro acopio, sino que es la verificación de una comunidad técnicamente especializada y trabajadora que suministraba artefactos tanto a poblaciones cercanas como a grandes sociedades antiguas. Y como resultado de estos intercambios, no solo obtenía bienes materiales, sino que también recibía influencias estilísticas que intentaba imitar.

Es justo aprovechar este espacio para reivindicar y defender la profesionalidad del trabajo restaurador, excelentemente ejecutado a pesar de contar con medios limitados. Los procedimientos aplicados han priorizado la sencillez, pero son completamente efectivos; máxime considerando la agresividad climática que rodeaba a los artefactos y que ha sido escasamente reflejada en la bibliografía genérica sobre Conservación. Es fundamental la labor de los restauradores para continuar revelando la información que los objetos del pasado pueden ofrecer, de una manera segura y estable para ellos.

En resumen, los resultados obtenidos mediante este trabajo han favorecido enormemente a las interpretaciones arqueológicas. Pero además, desde el punto de vista de la conservación de metales arqueológicos, suponen un punto de referencia a la hora de abordar operaciones de restauración en contextos desérticos.

Pese a todo, Saruq al Hadid aún encierra incógnitas sin resolver y que abren la puerta a futuras investigaciones. Es completamente desconocido el significado de este depósito de objetos hallado en el área militar y su intencionalidad. Todavía se desconoce la manera de conectarlo con el núcleo principal de producción metalúrgica del yacimiento. Y además, necesita definirse el valor simbólico de las decoraciones, más allá de su mérito artístico y técnico. Sin duda, la colaboración básica y necesaria entre arqueólogos y restauradores, entre otros profesionales e investigadores, que ha venido produciéndose durante estos cinco años, será la clave para responder a todas estas cuestiones.

## Bibliografía

Benoist, A., Le Carlier, C., Goy, J., Degli Esposti, M., Armbruster, B. y Attaelmanan, G. (2014): "Snake copper and water in south-eastern Arabian religion during the Iron Age. The Bithnah and Masafi evidence". *Pre-Islamic South Arabia and its neighbours: New developments of research.* Proceedings of the 17 Rencontres Sabéennes. Paris, June 6th-8th. British Foundation for the Study of Arabia Monographs, 16: 21-36.

Carta de Venecia: *Carta Internacional sobre la conservación y la restauración de monumentos y de conjuntos histórico-artísticos*. ICOMOS, 1964.

Clark, A. (1989): *Lakes of the Rub al-Khali.* Saudi Aramco World: 28-33.

Coremans, P. (1969): *Clima y microclima. La conservación de los bienes culturales.* UNESCO. París: 34-38.



Anejos a CuPAUAM 6. 257-267
https://doi.org/10.15366/ane2021.6
ISBN 978-84-8344-853-3

David-Cuny, H., Boraik, M., Mahmood, A. y Yusif Al-Aali, Y. (2017): *Iron Age Seals at Saruq al- Hadid.* Dubai (UAE).

Magee, P. (2014): *The archaeology of prehistoric Arabia: Adaptation and social formation from the Neolithic to the Iron Age*. Cambridge University Press. Cambridge.

Monreal, A., Gutiérrez, L., Al Ali, Y. y Mahmoud, A. (2018): "La convivencia entre la humedad y la corrosión activa en un clima subtropical desértico: una experiencia extrema para la conservación preventiva en Saruq al Hadid". *Actas del VI Congreso GE IIC "¿Y después? Control y mantenimiento del Patrimonio Cultural, una opción sostenible".* Vitoria: 366-374.

Nashef, K. (2010): "Saruq al-Ḥadid: an industrial complex of the Iron Age II period". En A. Avanzini (ed.): *Eastern Arabia in the first millennium BC.* Arabia Antiqua, 6. Rome: 213-226.

Plenderleith, H.J. (1969): "La conservación de objetos metálicos en las regiones tropicales. La conservación de los bienes culturales." UNESCO. Luisiana: 251-252.

VV.AA. (2015): *Criterios de intervención en materiales metálicos. Proyecto COREMANS.* Instituto de Patrimonio Cultural de España. Madrid.

Weeks, L., Cable, C., Franke, K., Newton, C., Karacic, S., Roberts, J., Stepanov, I., David-Cuny, H. y Price, D. (2017): "Recent archaeological research at Saruq al-Hadid, Dubai, UAE". *Arabian Archaeology and Epigraphy*, 28: 31-60.


https://doi.org/10.15366/ane2021.6
ISBN 978-84-8344-853-3

# 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).

UAM Universidad Autónoma de Madrid

9 788483 448533