



Joaquín Barrio & Alberto Canto

***Hallazgos de monedas califales en
Haza del Carmen
(Córdoba. España): Estudio de los
procesos de deterioro y técnicas de
conservación / restauración.***

Proceedings of the ICOMON meetings held in Madrid, Spain, 1999.

[Madrid] : Museo Casa de la Moneda, [2001]
543 p. (Multilingual) pp.106-119

Downloaded from: www.icomon.org

Hallazgos de monedas califales en Haza del Carmen (Córdoba. España): Estudio de los procesos de deterioro y técnicas de conservación / restauración.

Joaquín Barrio y Alberto Canto

Departamento de Prehistoria y Arqueología, Universidad Autónoma De Madrid, España

RESUMEN

Mediante el presente proyecto pretendimos dar solución a los problemas de conservación y restauración a un excepcional conjunto numismático precedente de la Córdoba Califal. Se ha abordado el trabajo partiendo de unos objetivos muy básicos, consecuentes con los criterios deontológicos actuales en materia de Conservación y Restauración del Patrimonio Arqueológico: devolución de la legibilidad de la impronta acuñada, con el fin de poder ser estudiada; reintegración del valor estético e histórico del conjunto, y asegurar unos niveles de conservación eficaces en relación a su mantenimiento futuro.

La situación inicial del conjunto de monedas califales de Haza del Carmen ofrecía un estado de conservación bastante lamentable en sus niveles superficiales cuyos rasgos evidentes eran una corrosión deformante de productos del cobre general en todos los ejemplares del hallazgo, aparejada con alteración superficial de notable espesor. A estos problemas se unían otros más particularizados, entre los que cabría destacar fragmentaciones antiguas, perforaciones con focos de mayor corrosión, y ciertas deformaciones mecánicas. El resultado de este fenómeno es una capa irregular, cubriente, espesa y porosa de una coloración verdosa, donde se amalgaman tierras, carbonatas hidratados, sulfatas, y sobre todo, cloruros de cobre de distinto tipo. Una situación que, de no ser abordada por un proyecto de conservación, acabaría derivando en una mayor destrucción de las monedas. Las causas de dicho estado de conservación hay que buscarlas, tanto en el proceso de enterramiento y las variables que en él influyen, como en las características compositivas de una aleación de cobre y plata, que potencia la actuación corrosiva del medio «suelo».

El tratamiento elegido ha sido simple y quizás de base tradicional, con una combinación eficaz de intervenciones mecánicas y químicas, de limpiezas y sistemas de protección, de aplicación en bloques de numerosas unidades, cuyo resultado ha sido muy efectivo, tanto para la investigación y estudio como para su conservación en el futuro.

I. INTRODUCCIÓN

ASPECTOS HISTÓRICO-ARQUEOLÓGICOS DEL HALLAZGO

Este hallazgo apareció en la ciudad de Córdoba, de forma fortuita en septiembre de 1981, en una zona situada en los arrabales de la ciudad, en

el transcurso de unas obras de construcción. Los servicios técnicos del Museo de Córdoba recogieron restos del contenedor cerámico utilizado para esconder las monedas así como todas las piezas y fragmentos de monedas que pudieron encontrar (Marcos Pous/Vicent Zaragoza, 1993). La ausencia de restos constructivos en el entorno puede sugerir que se tratara de una huerta o espacio similar. De hecho no se encuentra muy alejado de uno de los caminos que conducían a la ciudad palatina de al-Zahra.

Se recuperaron cerca de 42,280 kgrs., de monedas y fragmentos, que incluyen unas 8.000 monedas completas (cerca de 19,600 kilos), siendo el resto fragmentos de monedas de todos los tamaños hasta un peso de 22,680 kgrs. dadas las circunstancias del hallazgo no existe constancia de que se haya recuperado la totalidad del mismo.

Constituye el mayor hallazgo de moneda califal, conservado en un museo español, y uno de los mayores de Europa occidental. Ha sido estudiado y restaurado dentro del proyecto PB93-1273 de la DGCYT, entre los años 1994 y 1997.

Está compuesto por dirhemes y fragmentos de los mismos correspondientes al califato omeya de al-Ándalus, con dos ejemplares de moneda emiral omeya; un centenar de monedas fatimíes; una veintena de ejemplares de dinastías magrebíes locales y piezas abasíes (muy desgastadas) de los siglos IX-X. Asimismo algunas monedas medievales cristianas, muy fragmentadas, de época franca post-carolingia. Un elemento destacable es la existencia de monedas de cobre, falsas de época, forradas en plata.

Los objetos no monetales son casi inexistentes: algunos restos de joyas y placas ornamentales en plata.

La cronología de las piezas incluye ejemplares de los tres primeros califas de Córdoba: Abd al-Rahman III (300-350H./912-961 d.C.) 2374 ejps., al-Hakam II (350-366H./961-976 d.C.) 3519 ejps. y Hisam II (366-400H./366-399 d.C.) 650 ejps., siendo el límite real del conjunto entre la década del 320H., y las últimas clasificadas en el 386H./996-7 d.C.

Lo más llamativo es la enorme masa de monedas que se destruye en el proceso de fragmentación provocada para su uso como moneda fraccionaria (Canto, 1991).

CRITERIOS Y OBJETIVOS DEL PROYECTO DE CONSERVACIÓN/ RESTAURACIÓN

Detalladas las informaciones relativas a la aparición, contenido material del hallazgo y significación histórica, pasamos a referirnos al proyecto

concreto de tratamiento de las monedas. En cualquiera de los casos el volumen e importancia del denominado «*hallazgo de Haza del Carmen*» estaba fuera de lugar y su estado de conservación obligaba a un tratamiento de conservación previo a su estudio numismático.

Deseábamos dar a nuestro trabajo de conservación de este numeroso conjunto monetario un planteamiento alejado, digámoslo de manera coloquial, de la restauración de rebotica o restauración de taller y a la vez inmerso en la nueva línea de una conservación y restauración científica, donde la preocupación por conservar la colección arrancase de una investigación del estado de deterioro, echando mano de las técnicas de análisis más punteras y precisas. Hemos encontrado muchas dificultades para ensamblar nuestra investigación con trabajos publicados sobre conservación/ restauración de monedas aleadas de plata/cobre, pues son muy escasos, no así de estudios metalográficos con apoyo de estas ciencias. Podríamos significar aquí, en la instancia de este foro del congreso del ICOM, que una de las tareas en que se debe avanzar para la conservación de las colecciones de monedas, especialmente de las antiguas, es en una línea cada vez más vanguardista y de investigación de deterioro, las técnicas de limpieza más exquisitas y las mejores medidas de mantenimiento activo para el control de los parámetros medioambientales post-tratamiento. Creo que en buena medida hemos hecho todo lo posible por enmarcar nuestro trabajo en esta línea; pero aún se puede hacer mucho más y mejor.

Desde el punto de vista profesional, ningún trabajo de cons/restauración puede afrontarse sin criterios previos conforme a las normas deontológicas (Carta de Roma de 1987); tampoco lo hicimos en el nuestro. Así pues, los objetivos que a nuestro juicio debería cumplir la conservación/restauración del presente conjunto numismático serían los siguientes:

1. El principal de todos es devolver la legibilidad (Reece, 1998) de la impronta acuñada, totalmente invisible en su original estado, a fin de que pueda llevarse a cabo el proyecto de estudio numismático, cometido fundamental de la tarea iniciada.
2. Realizar un tratamiento simple, sin que requiera grandes procedimientos técnicos, que indudablemente harían más compleja y prolongada la labor. Sencillez en el procedimiento y efectividad en los resultados son las otras dos condiciones que debería cumplir.
3. Reintegrar el valor estético e histórico al conjunto monetario, sin cuya limpieza no habría opción de manifestarse, pero evitando cualquier tipo de intervención que deteriore o raye la superficie de la pieza (Arslan, 1996,11-13).
4. Hacer posible, una vez limpiadas las monedas, una conservación en buenas condiciones en el futuro, sin que vuelvan a presentarse alteraciones deformantes de las características de las actuales ni focos de corrosión activa. El desarrollo de la conservación preventiva

en las colecciones numismáticas será la mejor aportación para que las colecciones de monedas se conserven adecuadamente en las Colecciones o Museos.

II. ANÁLISIS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN Y CONDICIONES DEL DETERIORO

Sólo indicar en este momento algunos datos referidos a la tecnología del conjunto de Haza del Carmen, puesto que no sólo la composición de las monedas -una aleación de plata y cobre-, la técnica de producción de las monedas -acuñado en frío- va a tener su incidencia en ciertos detalles de la corrosión de los metales, como será la presencia de microfisuras y poros por donde penetra más fácilmente la humedad y las sales hacia el interior de la moneda.

Se trata de monedas acuñadas con una mezcla casi eutéctica de plata/cobre, en proporciones que en el análisis en MEB por EDAX (Haza C.M3-2) en el interior del núcleo muy próximos a Ag (70%) y Cu (30%) (Gráfica 1). Indicamos que estos valores son del interior, puesto que cuando estos datos se han tomado de muestras exteriores o de la película de corrosión pueden ofrecernos unos porcentajes distintos, mucho mayores en Cu que ha emigrado hacia la superficie o se halla transformado en sales o carbonatas:

Resultados del Informe metalográfico no destructivo de cuantificación (MEB con EDAX. SIDI de la UAM) realizado sobre dos de las muestras de monedas (sin restaurar).

Núm.	Ag	Cu	Pb	Análisis	
1	52,7	44,9	1,95	PA6764A	Con pátina
1	32,8	59,6	7,39	PA6764B	Sin pátina
1	44,3	55,4	nd	PA6763A	Con pátina
1	44,8	54,8	nd	PA6763A	Sin pátina

La naturaleza del estado de conservación de las piezas la hemos analizado a través de una muestra reducida de las monedas, unas completas y otras fragmentadas; pero en todos los casos escogimos unidades muy representativas del conjunto compuesto por miles de éstas que formaban grandes bloques donde la corrosión había soldado cientos de monedas entre sí; por lo demás una forma muy habitual de presentarse los hallazgos de conjuntos numismáticos antiguos (FIG. 1).

El origen de todo este estado de corrosión de las monedas deriva del propio ocultamiento en torno a un milenio y en un medio geológico con presencia de una elevada humedad y sales disueltas, aunque las condiciones medioambientales de Córdoba no sean las del Reino Unido, Holanda o Dinamarca; en nuestro caso sin duda mucho más secas, por

tanto menos propicias a la corrosión en las condiciones que se conocen en estas latitudes (Watkins/ Enderly, 1998, 49-50).

ANALÍTICA UTILIZADA PARA LA INVESTIGACIÓN DEL DETERIORO:

Los análisis se han llevado a cabo en el SIDI de la Universidad Autónoma de Madrid y en el Laboratorio de Arqueología del Dpto. de Prehistoria y Arqueología de la UAM²⁵. Los medios disponibles, y creemos que adecuados al plan de investigación trazado, han sido los siguientes:

- Microscopía Electrónica de Barrido con EDAX.
- Difracción de RX: Microdifracción.
- Metalografía a partir de pulidos metalográficos.
- Microscopía óptica: Microscopio metalográfico.
- Análisis Óptico superficial por Microscopio Binocular.

Toda la tecnología utilizada para investigar la composición y la tecnología de producción, especialmente de las monedas falsificadas -un lote reducido pero muy sugerente para hacer un minucioso análisis específico de su deterioro, actualmente en preparación-, e incluso las mismas piezas o micromuestras han servido para valorar el estado de deterioro y conservación. De este modo, al no duplicar las muestras, especialmente aquellas que suponen alguna mínima pérdida de material, hemos optimizado la investigación analítica y los recursos necesarios para ella. Referencia especial merece la utilidad de la MEB, dadas sus cualidades no destructivas, puestas de relieve con frecuencia (Feliú, 1993; Feliú/ Martín, 1994; Feliú/ Martín/ Petrova, 1994; Lee, 1998).

El análisis superficial, medio imprescindible para todo técnico que aborde un proyecto de cons/ restauración, lo hemos realizado visualmente y con ayuda de una lupa binocular llegando hasta 100 aumentos, pudiendo detectar con estos niveles visuales los problemas más característicos del deterioro de las monedas (McNeil/Little, 1992).

En líneas generales, los rasgos significativos que concretan el estado de conservación inicial de las monedas de Haza del Carmen serían éstos:

- Efecto soldadura entre grandes bloques de monedas.
- Corrosión superficial cubriente, impidiendo cualquier lectura de elementos epigráficos.
- Corrosión interior que incide en las zonas intercristalinas.
- Perforaciones excepcionales en ciertas piezas, que han provocado un foco de mayor deterioro puntual por degradación del interior metálico.
- Fragmentación antigua, también sólo en ciertos ejemplares, que ocasiona una notable corrosión en el perfil.
- Conjunto de productos corrosivos deformantes de las características externas de las monedas.

- Ligera deformación mecánica, cuyo origen puede estar, tanto en momento de uso y ocultamiento de las monedas como, en la presión ejercida por el terreno sobre un metal dúctil como la plata.

Todo el sistema de deterioro, comentado anteriormente, ha tenido su origen inicial en la característica compositiva de las monedas, que son una aleación de plata y cobre; el primer metal mayoritario y el segundo en una proporción reducida. Por otra parte, ambos metales tienen un potencial (nobleza termodinámica) muy distinto. Y la explicación de todo el proceso corrosivo metálico se encuentra en el fenómeno electroquímico producido por la integración de dos metales en la misma unidad, inmersa a su vez durante un tiempo prolongado en el medio-suelo donde existe una solución conductora posibilitada por la presencia de sales.

De este modo, la diferencia de potencial electroquímico de los metales componentes de cada moneda da lugar a la protección catódica de la plata cuando se encuentra aleada con el cobre (Plenderleith, 1967, 213-215) pues es éste, menos noble, el que se «*sacrifica*» y se altera intensamente, mientras que la plata que subyace bajo este depósito alterado se mantiene en unas condiciones mucho mejores que si se tratase de plata sin alear. El caso es uno de los ejemplos más claros que encontramos de supervivencia catódica entre los materiales arqueológicos.

El resultado, pues, muestra un catálogo en el exterior de productos de deterioro (Mourey, 1987, 16-17; 1993, 43-47), sobre todo, del cobre conformando una capa irregular de tonos verdosos, donde se amalgaman tierras, carbonatas hidratados, sulfatas, y, sobre todo, cloruros de distinto tipo (cuproso, básico e hidratado) (FIGS. 2 y 3). Por lo que se refiere a la corrosión de la plata, en dicha amalgama apenas se observa la presencia de sus productos de deterioro entre los del cobre, sin embargo puntualmente se pueden ver puntos negros de sulfuro de plata (argentita), así como cierto empañado negro de la superficie de la moneda conforme van desapareciendo las alteraciones del cobre. También se reconocen algunos focos de cloruro de plata de color grisáceo pulverulento, pero con una incidencia minúscula.

Así pues la existencia mínima de sulfuras de plata, y en menor medida cloruros, tan habituales en la plata sin alear, son indicativos de que el metal noble se encuentra en unas condiciones muy buenas, lo cual repercute de forma positiva en la calidad epigráfica de los textos acuñados. En otros metales, especialmente bronce, la pérdida de película superficial ha empeorado su lectura, y por tanto, sus posibilidades de investigación numismática.

El conjunto de productos de corrosión indicados forman una capa porosa, que retiene fácilmente la humedad del entorno, por lo que su continuidad sobre las monedas lleva aparejado un problema real de deterioro constante.

Dicha capa, por otra parte, es muy resistente en la película que contacta directamente sobre la plata y más blanda en la zona externa, haciendo imposible y con garantías su extracción mecánica.

III. PROPUESTA Y VALORACIÓN DE TRATAMIENTOS.

Las posibilidades de eliminación de las incrustaciones y depósitos de cobre en las monedas de plata aleadas con este metal son muy variadas, dependiendo de la composición y resistencia del depósito de alteraciones. Lo habitual es combinar intervenciones mecánicas y químicas (Angelucci et al. 1978, 147-156; Bertholon/ Relier, 1990; Lykiardopoulou/ Beloyannis, 1998) en la medida adecuada, conforme se vayan eliminando las distintas incrustaciones de cobre.

OPCIONES DE TRATAMIENTO

Teniendo en cuenta que se trata de una amalgama de concreciones donde priman sobre todo los cloruros, pero también carbonatos, algún sulfato y tierras, las opciones serían éstas, teniendo en cuenta las técnicas disponibles, las condiciones del conjunto a tratar y los tratamientos con resultados contrastados por otros restauradores y por nosotros mismos (MacDowall, 1978, 21-26).

De antemano cabe descartar un trabajo de limpieza sólo manual; la resistencia de la capa de corrosión y la ductilidad del metal base hacen poco aconsejable esta elección pues se rayaría muy fácilmente la película superficial. Sin embargo, sí será preciso buscar el apoyo de una limpieza manual suave cuando la capa de productos haya desaparecido en su mayor parte. Por otro lado, pensar en un tratamiento que obligaría a intervenir una por una todas las monedas resultaría absolutamente largo en el tiempo, y por tanto, de un coste excepcional e inviable por el volumen del conjunto de Haza del Carmen.

Tampoco creemos aconsejables los tratamientos electroquímicos, que la deontología profesional actualmente descarta en su mayor parte dadas las dificultades para realizar un control preciso y puntual, y más si se debe realizar a la vez sobre un número elevado de monedas. Sólo en algún caso de suma resistencia de la corrosión o de presentación de las monedas en bloque completamente soldadas, podría utilizarse (Hernández, 1980). Por otra parte, en monedas de plata la superficie podría presentar líneas de microfisurización, debido a la tensión.

Así pues, la mejor opción sería una limpieza química, en que la actuación de un disolvente eliminara la capa de productos deformantes mayoritariamente de cobre, sin que afectara a la plata metálica; en este punto, cabría buscar el apoyo de la limpieza manual o mecánica, siempre muy suave. Los disolventes que mejor se adaptan a nuestras necesidades son los siguientes:

- **AMONIACO.** Se trata de uno de los mejores reactivos en presencia de aire para la disolución de las concreciones de cobre, si éstas no ofrecen una elevada resistencia; sin embargo la plata debe encontrarse en unas condiciones muy buenas, ya que, si no, se disolvería el sulfuro de plata y dejaría el metal demasiado frágil, con fisuras penetrantes que acabarían rompiendo la moneda. Las metalografías en nuestro caso habían detectado una plata en un estado excelente, tanto en el exterior como en el interior de las monedas. Tampoco los productos de corrosión eran muy resistentes, salvo en algunas zonas soldadura.
- **ÁCIDO FÓRMICO.** Es bueno para disolver todos los compuestos del cobre, más resistentes, y además resulta inocuo para la plata o el cloruro de plata.
- **ACIDO CÍTRICO.** Es muy enérgico y debe utilizarse por debajo del 5% y con un exhaustivo control, disolviendo principalmente los óxidos. Si el hallazgo monetaral hubiera aparecido en bloques amalgamados o soldados, el uso de este producto hubiese resultado imprescindible.
- **SESQUICARBONATO DE SODIO.** Aunque es una solución que disuelve sobre todo los cloruros de cobre, resulta extremadamente lenta, incluso acelerando su actuación en una cubeta de ultrasonidos, tal como hicimos experimentalmente en el Laboratorio.

Hemos descartado otros tratamientos como Sales de EDTA, hexametáfosfato de sodio o Sal de Rochelle, por estar más indicados para concreciones calcáreas y óxidos, mientras que en nuestro caso las monedas muestran una preponderancia de cloruros de cobre.

Así mismo, se ha descartado la aplicación general de los métodos propios de limpieza de los productos de deterioro de la plata (cloruros, sulfuros u óxidos) pues, como ya hemos indicado, la corrosión electroquímica se ha producido en el cobre y no en la plata. Sólo cuando hayan sido disueltos estos últimos, y se observen restos de corrosión propios de la plata cabría aplicar alguno de los siguientes: tiourea o tiosulfato de amonio.

IV. TRATAMIENTO APLICADO Y RESULTADOS.

Dado el ingente número de monedas y la facilidad de rayado de la plata, hemos descartado un tratamiento preferentemente manual. En función de las necesidades específicas de limpieza de este conjunto monetaral, expresadas en las primeras líneas del siguiente informe, y contando con nuestra experiencia profesional en trabajos similares de conservación y restauración de materiales metálicos, hemos optado por realizar el tratamiento sobre la muestra con una limpieza química de amoniaco, conocido como método Thouvenin.

Las condiciones del protocolo de aplicación de dicho método son las siguientes, bien conocidas entre los restauradores profesionales:

amoníaco entre 30/50% disuelto en agua destilada o desmineralizada, y temperatura no superior a los 80 °C; seguido de una neutralización en agua oxigenada (10%) en metanol (90%), con el objetivo de eliminar los efectos peligrosos del amoníaco sobre los compuestos de cobre.

Por nuestra parte, comenzamos la aplicación con porcentajes de amoníaco no superiores al 10% y en agua a temperatura ambiente (15/18 °C), sumergiendo en la solución la moneda en un contenedor estanco, para que los vapores hicieran todo su efecto. Cada dos horas se extrajo la pieza y mediante un cepillo o pincel recortado se frotaban las zonas donde los productos evidenciaban una mayor resistencia. A las seis horas, el efecto limpiador era ya claro, si bien, se mantuvieron hasta las veinticuatro horas a fin de no dejar restos de deterioro. Se produce un precipitado violáceo intenso, característico de este tratamiento.

Una vez limpia la pieza se introdujo en el baño neutralizador de alcohol y agua oxigenada durante un tiempo no superior a 15 minutos. Y como paso final, se introdujo en un mufla de secado a 105°C por espacio de 24 horas, con el objetivo de posibilitar la completa evaporación de la humedad residual en los poros internos de la moneda, que son muchos en las abundantes cavitaciones del núcleo, donde la corrosión en forma de cloruros podría reactivarse rápidamente, y también para evitar el rápido empañado de la plata por la formación de sulfuras.

Hemos realizado pruebas con el resto de las unidades de la muestra variando exclusivamente el porcentaje de amoníaco y la temperatura de la solución, estableciendo unas condiciones óptimas del tratamiento en torno al 25% de amoníaco y a una T de 60°C, acortando de este modo algunas horas la inmersión necesaria en la solución, rebajada a casi la mitad para mitigar el ataque sobre el metal noble. El resto de las condiciones del método no se han modificado.

Un porcentaje reducido de las monedas presentes en el hallazgo, muestran después de este proceso un ennegrecimiento intenso, producto, posiblemente, de condiciones ambientales anteriores al ocultamiento último de las monedas. Esta situación nos ha llevado a un tratamiento complementario para estas piezas:

- la primera parte del tratamiento es similar, pero en una segunda fase son introducidas en una solución de agua destilada y ácido fórmico, en proporciones entre un 15-30%, durante un corto espacio de tiempo, seguidas de una limpieza superficial manual que se ha mostrado suficiente para dejar las piezas en estado correcto de lectura y conservación;
- inmersión en agua destilada por 24 hrs., período considerado óptimo para desacidificación;
- inmersión en alcohol (metanol, etanol) por 24 hrs. para facilitar la evaporación de los elementos del paso anterior;

- tiempo de secado prolongado en la mufla a T 105° C.

La solidez metálica de las monedas, mostrando la plata en un excelente estado, no hace necesario llevar a cabo ningún tipo de consolidación de refuerzo.

En cuanto a la protección final de las monedas, cuyo objetivo no es otro que aislarlas del medio ambiente, la experiencia realizada en determinados laboratorios y la nuestra propia, nos ha llevado a optar por la aplicación de una capa de Paraloïd B72 (polimetacrilato) al 10% en Sylol (sileno), solución a la que se ha añadido 5% de Cera Microcristalina líquida, puesto que este componente evita la destrucción del polimetacrilato por efecto de los Rayos UV. La aplicación se ha hecho por inmersión al vacío, nada más sacar la moneda de la mufla, con el fin de que no captasen sus poros humedad del medio ambiente. Su secado final se realiza al aire libre.

En última instancia, para comprobar la estanqueidad de la capa de protección, introducimos una de las monedas en una cámara de humedad durante un tiempo de 72 horas, sin que aflorasen en superficie síntomas de corrosión, especialmente cloruros de cobre, tan activos en presencia de una HR muy elevada. Por tanto, es posible que la protección resulte positiva para la conservación futura.

V. CONDICIONES DE CONSERVACIÓN POST-TRATAMIENTO Y MANTENIMIENTO PREVENTIVAS.

Desde el punto de vista técnico, los resultados de la limpieza de la muestra de monedas son muy positivos (FIG. 4). Por una parte se ha conseguido un tratamiento rápido y simple que posibilita la eliminación total de los productos de alteración del cobre, evidenciando la excepcional protección catódica de la plata. De este modo, la lectura que hace posible la investigación numismática del conjunto podrá llevarse a cabo con total garantía, garantizando el estudio histórico más efectivo, objetivo final de todo este proyecto de Haza del Carmen.

Por otra parte, la disposición de una capa protectora asegurará su conservación en buenas condiciones. Sin embargo, deontológicamente, aunque el tratamiento ha puesto los medios necesarios, estamos obligados a indicar que las variables de medio ambiente en que habrán de estar las monedas son de HR inferior al 35% (50% si fueran sólo plata) temperatura constante alrededor de los 18/21 °C, ausencia de atmósfera sulfurada (habitual en las ciudades actuales por las emisiones contaminantes de calefacciones y vehículos) y de compuestos orgánicos que puedan dar lugar a formación de ácidos orgánicos como acético, fórmico, etc. (afectaría sobre todo a la plata).

Como última propuesta, aconsejaríamos disponer de un armario estanco realizado en materiales inocuos (Mourey, 1987, 78-90) donde las condiciones de HR y T pudieran estar siempre controladas mediante dispositivos técnicos.

BIBLIOGRAFÍA

- ANGELUCCI S. ET AL.: «Pitting corrosion in copper and copper alloys: comparative treatments tests», *Studies in Conservation* 23, 1978, p.147-156.
- BERTHOLON, R.; RELIER, C: «Les métaux archéologiques», en BERDUCOU, M.CL. (COORD.) *La conservation en archéologie*. Ed. Masson. Paris. 1990, pp.163-221.
- CANTO GARCÍA, A.: «Cuestiones económicas y numismática andalusí», *Aragón en la Edad Media*, 9, 1991, pp. 429-444.
- FELIU ORTEGA, M.J.: *Aplicación de la Microscopía Electrónica de Barrido a la Arqueometría*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Cádiz. 1993.
- FELIU/LOPEZ/MARTIN: «Caracterización mediante Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) de monedas romanas de Villamartín (Cádiz)». *Actas del IX Congreso Nacional de Numismática*. Elche. 1994, pp.247-262.
- FELIU/MARTIN/PETROVA: «La Microscopía Electrónica de Barrido como técnica de apoyo a la Arqueometría», en DE LA BANDERA/CHAVES (eds.) *Métodos analíticos y su aplicación a la Arqueometría. Métodos analíticos y su aplicación a la Arqueología*. Editorial Gráficas Sol. Sevilla. 1994.
- GOODBURN-BROWN/JONES (EDS.): «Look After the Pennies». *Numismatics and Conservation in the 1990s*. Archetype Publications. London. 1998.
- HERNANDEZ ESTEBAN, M.: «Tratamiento y conservación de un tesoro de denarios de ibéricos». *II Congreso de Conservación de Bienes Culturales*, Teruel 1978, 1980. pp.197-200.
- LEE: «Scientific Methods for Investigation of Coin Surfaces for Conservation», en GOODBURN-BROWN/JONES (EDS.) (1998): *Look After the Pennies. Numismatics and Conservation in the 1990s*. pp. 1-8. Archetype Publications. London. 1998.
- LYKIARDOPOULOU-PETROU/BELOYANNIS: *Experimental Comparative Study of Three Different Cleaning Processes on Athenian Silver Coins (Tetradrachms) from Classical Times*, en GOODBURN-BROWN/ ONES (EDS.) (1998): *Look After the Pennies. Numismatics and Conservation in the 1990s*. pp. 85-88. Archetype Publications. London. 1998.
- MCNEIL/LITTLE: «Corrosion mechanism for copper and silver objects in near-surface environments», *Journal of the American Institute for Conservation*, 31, nº3, 1992, pp. 355-366.
- MACDOWALL, D.W.: *Coin collections. Their preservation, classification and presentation*. UNESCO. Paris 1978.
- MARCOS POUS, A.; VICENT ZARAGOZA, A. M^a.: «Los tesorillos de moneda hispano-árabe del Museo Arqueológico de Córdoba», *III Jarique de Numismática Hispano-Árabe*, Madrid, 1993, pp. 183-217.
- MOUREY, W: *La conservation des antiquités métalliques, du chantier de fouilles au musée*. LCRRA. Draguignan. 1987
- MOUREY, W.: «Procesos de alteración, análisis y conservación de los metales antiguos», en FERNÁNDEZ IBAÑEZ, C. EL AL. (COORD.): *Arqueología y Conservación*. Excmo. Consello de Xinzo de Limia. 1993, pp. 43-60.

- PLENDERLEITH, H.J.: *La conservación de antigüedades y obras de arte*. ICCR. Madrid. 1967.
- REECE: «Coins and Conservation: Problems and Priorities», en GOODBURN-BROWN/JONES (ED.)(1998): *Look After the Pennies. Numismatics and Conservation in the 1990s*. pp. 37-41. Archetype Publications. London. 1998.
- SÁENZ-DÍEZ, J. I.: «DOS hallazgos hispano-árabes en Museos Nacionales: "Cruz Conde" (Arqueológico Nacional) y "Haza del Carmen" ((Arqueológico de Córdoba)», *Gaceta Numismática*, 1984, pp. 74-75 y 147-152.
- WATKINS/ENDERLY: «Processing Coin Hoards at the British Museum», en GOODBURN-BROWN/ JONES (EDS.) (1998): *Look After the Pennies. Numismatics and Conservation in the 1990s*. pp. 49-57. Archetype Publications. London. 1998.



FIG. 1 Parte del hallazgo (approx. 20%) de Haza del Carmen (Córdoba), tal como se presentaban las monedas y fragmentos antes de la limpieza.



FIG. 4 Aspecto final de un lote de monedas, después de la restauración.



FIG. 2 Sección metalográfica de un fragmento de moneda donde se muestra la capa verdosa de cloruros de Cu sobre la superficie de plata.



FIG. 3 Fotografía de MEB de la capa de la Fig. 2, donde se muestra la estructura de los cristales.

²⁵ Agradecemos a la Dra. Esperanza Salvador, Técnico del MEB del Sidi de la UAM por el interés en la realización de los análisis, Igualmente a D. Alejandro Gallego, Técnico del Laboratorio de Arqueología de la UAM que ha llevado a cabo con estimable dedicación las muestras metalográficas requeridas en este trabajo.