BRONCE ROMANO CON REPRESENTACIÓN DE HÉRCULES

MUSEO DE MÁLAGA

MARZO DE 2014

JUNTA DE ANDALUCIA

Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico

CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE

INTRODUCCIÓN

I. FINALIDAD Y OBJETIVOS..... 4

II. METODOLOGÍA Y CRITERIOS GENERALES.....4

III. IDENTIFICACIÓN DEL BIEN..... 5

III.1. FICHA CATALOGRÁFICA.

IV. VALORES CULTURALES..... 6

V. ESTADO DE CONSERVACIÓN Y DIAGNOSIS..... 6

V.I. DATOS TÉCNICOS

V.II. INTERVENCIONES ANTERIORES

V.III. ESTADO DE CONSERVACIÓN

V.IV. CONCLUSIONES

VI. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN..... 8

VI.1. METODOLOGÍA Y CRITERIOS ESPECÍFICOS

VI.2. ESTUDIOS PREVIOS

VI.3. TRATAMIENTO

VI.4. PROPUESTA DE CONSERVACIÓN PREVENTIVA

BIBLIOGRAFÍA..... 13

EQUIPO TÉCNICO..... 14

ANEXO: DOCUMENTACIÓN GRÁFICA..... 15

ANEXO INFORME INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA..... 25

INTRODUCCIÓN

El presente informe se redacta a raíz de la Orden del Consejero de Educación, Cultura y Deporte del 19 de septiembre pasado, por la que se encomienda al Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico la restauración, entre otros materiales, de una pequeña escultura de bronce depositada en el Museo de Málaga.

En el marco de esta orden se encuadra la intervención sobre dicha figura que representa a Hércules y que fue recuperada en el transcurso de una intervención arqueológica preventiva realizada desde noviembre de 2007 a junio de 2008, en la calle Granada, 57-61 de Málaga.

Con fecha de 25 de octubre, la estatua fue trasladada desde el Museo de Málaga al IAPH con objeto de proceder a su correspondiente estudio y tratamiento de conservación-restauración.

I. FINALIDAD Y OBJETIVOS

La finalidad de este proyecto es recuperar este bronce decorativo de gran calidad artística, que además tendría una función religiosa. Posiblemente se trate un exvoto del semi dios que, perviviendo desde sus homólogos Melkart fenicio y Herakles griego, recibieron culto en el sur de la Península, ya que a lo largo de sus costas se fueron creando asentamientos, primero por parte de los fenicios y luego de los púnicos, y, sobre todo, por la trascendencia que en este sentido represento el templo del denominado Hércules Gaditano.

II. METODOLOGÍA Y CRITERIOS GENERALES

La intervención se realizará con la metodología y criterios que el IAPH defiende, conocer para intervenir, y de acuerdo a los cánones legales y conceptuales establecidos y en consonancia con la Teoría del Restauro, la normativa y directrices de las convenciones internacionales de conservación del Patrimonio y los principios enunciados por la Ley 14/2007 de 26 de noviembre de Patrimonio Histórico de Andalucía y la Ley 16/1985 de 25 de junio de Patrimonio Histórico Español, marco legal donde se desarrollan las intervenciones sobre Patrimonio Cultural.

Se basará en dos fases: la cognoscitiva y la operativa. En la primera, se realiza un exhaustivo análisis del objeto desde una perspectiva multidisciplinar, considerando aspectos materiales, tecnológicos, estéticos, históricos-arqueológico-culturales, etc., así como también se analizarán e identificarán los materiales de composición, se estudiarán los métodos, técnicas y productos de intervención más adecuados para que sean compatibles con el original y para ayudar a frenar las patologías detectadas.

La segunda fase, la operativa, se basa en los conocimientos adquiridos en la fase anterior. La intervención de conservación-restauración estará fundamentada en los criterios de mínima intervención, respeto de la autenticidad del original y reversibilidad de los procedimientos que se puedan aplicar, una vez que sean estos tratamientos definidos. En cualquier caso las actuaciones será mínimas y consensuadas.

III. IDENTIFICACIÓN DEL BIEN.

Según una noticia de prensa actualizada el 19/06/2008, la figura apareció en un solar de 313 metros cuadrados, y a cuatro metros y medio de profundidad. En esta zona se excavaron niveles romanos desde la época tardo-republicana, siglo II-I a. C., hasta el bajoimperio. También se detectaron huellas de habitación anteriores, de momentos púnicos, y posteriores, medieval-musulmán y moderno, estos arrasados. El estrato donde apareció la figura de Hércules en el s. I d. C.

III.I. FICHA CATALOGRÁFICA

1. TÍTULO U OBJETO: ESCULTURA DE BRONCE REPRESENTANDO A HÉRCULES
2. TIPOLOGÍA. Patrimonio arqueológico.
3. LOCALIZACIÓN.
   - 3.1. Provincia: Málaga.
   - 3.2. Municipio: Málaga.
   - 3.3. Inmueble: Museo de Málaga.
   - 3.4. Ubicación:
   - 3.5. Propietario: bien de dominio público de la Comunidad Autónoma de Andalucía.
4. CATEGORÍA DEL BIEN
   - 4.1. Estado de protección:
   - 4.2. Figura de protección: BIC
5. VALORACIÓN CULTURAL.

   Valor arqueológico, por su adscripción crono-cultural; artístico, por tratarse de un elemento con muy buena calidad estética; y museístico, por estar dotado de gran potencial expositivo.
6. DATOS HISTÓRICO-ARQUEOLÓGICOS.
   - 6.1. Autor/es: Anónimo.
   - 6.2. Cronología/época: posiblemente en torno al S. I d.C.
   - 6.3. Estilo/contexto cultural: romano.
7. IDENTIFICACIÓN FÍSICA.
   - 7.1. Materiales y técnica: bronce macizo.
   - 7.2. Dimensiones: aprox: 13 cm. de alto, por 8 cm. de ancho, por 3 cm. de grosor máximo.
   - 7.3. Inscripciones, marcas, monogramas y firmas: no tiene.
8. DESCRIPCIÓN Y/O ICONOGRAFÍA.

Pequeña figura en bronce macizo que representa a Hércules con sus dos

atributos: la piel del león de Nemea que le cubre la cabeza y asoma, con gran soltura, por su lado izquierdo; y la clava, que sostiene con su mano izquierda, manteniendo el brazo replegado hacia el pecho. El brazo derecho se adelanta y quiebra en ángulo casi recto, pareciendo que contendría algún elemento en su mano cerrada si bien, en estos momentos, no es apreciable con claridad. En los pies, sobre todo en el derecho, se conservan los vástagos de unión con el elemento que lo sustentara. Presenta una fisura transversal a una altura ligeramente superior a la cintura.

El cuerpo se configura mediante una curva, que recuerda a las composiciones praxitelianas, que, sin embargo, según la disposición de piernas y pies, parece no llegar a formar el contraposto.

Hay que destacar la minuciosidad y perfeccionismo en los detalles que, aunque recubiertos en gran medida por los depósitos superficiales, pueden apreciarse suficientemente como para verificar la pericia con la que se fundió. También es de mencionar la sensación de movimiento conseguida en la figura del dios, y la caída y terminación de la leonté.

9. USO/FUNCIÓN: objeto artístico-religioso.

IV. VALORES CULTURALES

Como se ha comentado mas arriba, el objeto de estudio se concreta en una representación escultórica de Hércules, encontrada en el transcurso de una excavación arqueológica realizada en Málaga desde finales del 2007 a mitad del 2008, estando a la espera de consultar la memoria final de la excavación para verificar el contexto crono histórico que le otorgan los arqueólogos descubridores, así como contextualizar su hallazgo.

Por lo que al análisis de la pieza atañe, es susceptible de un estudio morfoestilístico que arrojará gran cantidad de datos, si bien es imprescindible que, previamente, se realice el tratamiento de restauración, para apreciar todos los detalles.

V. ESTADO DE CONSERVACIÓN Y DIAGNOSIS

V.I. Datos técnicos

La pequeña estatua representa a Hércules con sus dos atributos: la piel del león de Nemea que le cubre la cabeza y asoma, con gran soltura, por su lado izquierdo, pudiendo observarse claramente, ya que están realizados con gran detalle, las garras, los ojos, la naríz, el pelo,etc. del animal, y la clava, que sostiene con su mano izquierda, manteniendo el brazo replegado hacia el pecho.

El brazo derecho se adelanta y quiebra en ángulo casi recto, pareciendo que contendría algún elemento, siguiendo la iconografía tradicional serían las manzanas de las Espérides, aunque un objeto de ese tamaño no le cabría en su mano. A esta mano derecha le faltan los dedos índice y pulgar. En los pies, en el derecho, se conserva el vástago de unión con el elemento que lo sustentara. Presenta una fisura transversal a una altura ligeramente superior a la cintura (Fig. V.1., Fig. V.2. Y Fig V.3.)

Hay que destacar la minuciosidad y perfeccionismo en los detalles, que pueden apreciarse suficientemente como para verificar la pericia con la que se fundió.

V.2. Intervenciones anteriores

En abril de 2008, tras su documentación fotográfica, se le realizó una actuación de conservación preventiva, consistente en la eliminación de arcillas, secado por inmersión en alcohol y acetona, e inhibición de los puntos de corrosión con BTA. A partir de ese momento, se propuso su mantenimiento en ambiente estable hasta que pudiera hacer una intervención de mayor calibre. Es por ello que la pieza ha llegado en muy buen estado de conservación.

V.3. Estado de conservación

Las condiciones en las que ha llegado la pieza al IAPH son bastante buenas. Tras un estudio organoléptico se observa que la superficie metálica está recubierta de adherencias terrosas procedentes del entorno en el que fue recuperada. Debajo de estos depósitos superficiales hay una leve capa de carbonatos calcio formada sobre la piel de la escultura, el bronce.

El bronce, en general, es una aleación de cobre y estaño, denominado bronce binario, pero en el caso de esta escultura su composición es ternaria, es decir, cobre, estaño y plomo.

En toda la superficie de la pieza se observan los productos de corrosión formados durante su enterramiento: óxidos, carbonatos, sulfuros, sulfatos, silicatos y cloruros. Estos productos de corrosión se encuentran en forma de óxidos cuprosos, cúpricos, de plomo y de estaño.

Se han desarrollado capas de corrosión sobre el metal de óxido cuproso y cúprico. La cuprita, masa mineral de color rojo (Cu_2O), que se muestra alternativamente en ciertas zonas de la escultura, y se ha desarrollado lenta y uniformemente.

La tenorita, óxido cúprico, puede formar películas de carácter protector, aunque en determinadas aleaciones, cuando el cobre no está bien mezclado con Sn, Pb,o Zn, puede incluir manchas negras. Esta capa se observa en zonas de la cara, hay también capas formadas en brazos y piernas con presencia de silicio y calcio.

Se han formado también compuestos en capas muy finas y uniformes de carbonatos básicos de cobre, malaquita, $(Cu_3((OH_2)CO_3)_2$, que es muy estable.

La pieza no presenta cloruros activos en superficie, estos se hubieran detectado por su color verde pálido característico y aspecto pulverulento, nantokita (CuCl). Esto se debe probablemente al tratamiento realizado después de ser encontrado en la excavación. También este estado de conservación tan bueno hace pensar que el bronce ha estado en un suelo bastante estable, las condiciones del enterramiento suelen determinar el estado de conservación futuro de las piezas.

Se puede apreciar otro tipo de alteración en la superficie del metal: leves picaduras. Esto es debido a la acción del medio, suelo, atmósfera-metal, y a los depósitos que favorecen los procesos químicos que dan lugar al "efecto pila"

La escultura presenta una grieta a la altura de la cintura y una pérdida de dos dedos de la mano derecha. La grieta que divide la pieza, no la separa total mente pero se nota un leve movimiento. Esta alteración estructural puede ser debido a un defecto de la fundición.

Esta escultura es un broce ternario: cobre, plomo y estaño, y es maciza.

V.4. Conclusiones

Cuando se finalizó el informe visual de la pieza se pudo decir que el estado de conservación de la pieza era bueno, aunque necesitaba la intervención para eliminar todas las patologías que presentaba, y que podrían afectar su futura conservación. La actuación se ha realizado con los criterios de mínima intervención.

VI. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

VI.1. Metodología y criterios específicos

Siguiendo la metodología de trabajo que se desarrolla en el IAPH se contempla una intervención estructurada en dos fases. Una primera fase responde a la necesidad de conocer el bien, y para ello se recurre a la investigación científica con objeto de obtener la máxima información sobre las características materiales de la obra, así como sobre los procesos de deterioro que han tenido lugar.

La investigación histórico-arqueológica, por su parte, aporta información sobre aspectos técnicos y estéticos así como sobre los valores de la obra y su evolución en el tiempo. Esta fase se desarrolla previa a la propuesta de intervención y sigue abierta durante el tratamiento ayudando a la interpretación y valoración de nuevos datos que puedan surgir en el transcurso de la intervención de restauración.

Con todos los datos de la investigación efectuada, en la fase operativa, se aborda la propuesta de intervención sobre el bien. En su desarrollo se plantean una serie de criterios generales encaminados a llevar a cabo la mínima intervención dando en todo momento prioridad a la conservación, a adaptar la intervención a los recursos humanos, técnicos y económicos disponibles, a proponer tratamientos y materiales justificados y probados que se adapten a las necesidades reales de conservación de la obra y, por último, a documentar exhaustivamente la actuación realizada.

El seguimiento posterior del control medioambiental donde se expondrá la pieza, se incluye como aspecto fundamental de la metodología del IAPH, y que asegura el mantenimiento del bien una vez finalizado el proceso de intervención.

Finalmente, la transferencia de resultados del proyecto constituye uno de los objetivos del mismo por considerarse prioritaria la difusión de conocimientos a la sociedad de tal manera que ésta participe y valore los esfuerzos realizados en la conservación del patrimonio no sólo para su disfrute sino, también, para el de futuras generaciones.

El trabajo planteado en el proyecto requiere una aproximación interdisciplinar y coordinada ya que la suma de los conocimientos aportados por cada especialista significa una mejora del mismo, gracias a la implementación de la información aportada y la puesta en común de los resultados.

VI.2. Estudios previos

Para el conocimiento de la escultura se deben realizar análisis y estudios científicos que aportarán datos sobre la técnica empleada en la ejecución, las patologías que presenta y su estado de conservación.

Los estudios cientifico-técnicos que se han realizado para obtener información sobre el estado de la pieza se han realizado en cuatro fases:

VI.2.1. Técnicas no destructivas.

Métodos de examen físicos (Fotografía técnica, estudio radiográfico, luz rasante) (VI.4.)

Estudio superficial de la pieza mediante microscopio y fluorescencia de rayos X

VI.2.2. Técnicas con toma de micro muestras.

Con estos estudios se puede constatar la técnica de fabricación y antiguas intervenciones realizadas, el estado actual de conservación, las capas de corrosión, etc. También se podrán analizar las concreciones, capas de corrosión. Se han realizado la caracterización químico, composición cualitativa y cuantitativa del metal.

VI.2.3. Estudio diferentes métodos de limpieza.

Se han realizado diferentes pruebas por métodos mecánico-manuales para la eliminación de los depósitos superficiales y capas de alteración del bronce.

VI.2.4. Estudio de los diferentes materiales a emplear.

Se han definido los productos mas adecuados tanto para la limpieza, estabilización y protección de la escultura.

VI.3. Tratamiento

VI.3.1. Criterios de limpieza.

El objetivo del tratamiento de limpieza es la eliminación de los productos que deterioran o dificultan la lectura de la superficie del objeto. Hay que ser cuidadoso a la hora de plantear un tratamiento de limpieza, ya que este proceso es irreversible. Se realiza progresivamente conservando testigos de los diferentes niveles de limpieza alcanzados durante el tratamiento.

Hay que tener en cuenta que el fin de la limpieza no es devolver el aspecto original, sino recuperar su legibilidad. Se deberán poner a punto los métodos más adecuados e idóneos para el material que se va a tratar. La elección de un sistema de limpieza debe basarse en el conocimiento de: el material de composición, la naturaleza de los productos a eliminar, su estado de conservación, etc.

Ya que la limpieza es un proceso irreversible, debe realizarse con todas las garantías con respecto al bien cultural. Una buena limpieza debe ser:

- Efectiva, lenta y controlable.
- No eliminar materia original y no ocasionar daños mecánicos.
- La limpieza debe ser homogénea y no reinterpretar el objeto.

- No provocará reacciones químicas y no introducirá sales solubles.
- No provocará choques térmicos.
- No perjudicará al hombre ni al medio ambiente.

VI.3.2. Tratamiento de limpieza.

VI.3.2.1. Limpieza mecánico-manual.

Se han tratado el bronce por medio de una limpieza mecánico-manual para así eliminar los depósitos superficiales y las concreciones calcáreas que cubrían la superficie. Se realizó la limpieza mecánica utilizando un micro-motor, aparato que realiza una acción abrasiva por medio de fresas de diferentes durezas, y que es regulable en revoluciones por minuto.

El desarrollo de la corrosión con el metal subyacente ha sido bastante uniforme en toda la superficie de la escultura, solo algunas zonza puntuales, en brazo, pierna, espalda, presentaba corrosiones deformantes. Se han rebajado los espesores de las capas de corrosión, ya que estas pueden favorecer los procesos corrosivos al ser muy porosas. Ahora se puede ver una superficie uniforme donde se aprecia la capa de carbonatos básicos de cobre y la cuprita. (VI.5, VI.6, y VI.7.)

VI.3.2.2. Limpieza química

Para completar la fase anterior se ha realizada una limpieza química. El principio de la limpieza química es el empleo de un reactivo selectivo que permite disolver o modificar los productos de corrosión externos sin perjuicio para el material de composición. Su elección depende de la naturaleza química de los productos que haya que eliminar.

Los factores que influyen en la velocidad y potencia de actuación de los métodos de limpieza con reactivos son: la concentración de la disolución, el volumen, la temperatura, etc.

Como producto químico se ha utilizado un jabón neutro tensioactivo no iónico. Esta fase ha ayudado a la eliminación de: depósitos, concreciones, incrustaciones, etc.

VI.3.2.3. Neutralización productos químicos.

Después de realizar la limpieza de una pieza, es necesario neutralizar los productos químicos empleados, ya que los productos de alteración de un objeto, se transforman químicamente cuando se realiza su limpieza con uno o varios reactivos químicos. De esta manera se eliminará cualquier resto de ellos, para que la conservación de la pieza no se vea alterada, y se pueda continuar con otros tratamientos, después de la fase de limpieza.

VI. 3.2.4. Eliminación de sales solubles.

Los cloruros, son sales solubles que se encuentran en casi todas los objetos, pueden generarse por diferentes causas: por constituyentes del metal, por aporte de otros materiales, por productos de contaminación atmosférica, por alteración biológica, metabolismo de organismos, etc.

Una vez terminadas las fases de limpieza mecánica y química, se lavó la pieza

con jabón neutro tensioactivo no iónico. Después se sumergió en un depósito de plástico en agua desmineralizada para proceder a la eliminación de las sales solubles.

Esta operación se realiza para eliminar los cloruros, que son compuestos químicos muy activos e inestables. Esta operación se llevó a cabo renovando el agua periódicamente y tomando muestras con el fin de medir su concentración de iones Cl^-. Estos valores se expresan en µS/cm (conductividad específica), hasta que se llegue a una concentración de 50 ppm o 24 µS/cm. Este tratamiento ha durado un mes.(VI.8.)

VI.3.2.5. Secado de la pieza

Se efectuó por medio de una estufa de convección forzada, a una temperatura de ±105ºC.

VI.3.2.6. Estabilización del bronce.

Para la estabilización del bronce se ha aplicado un inhibidor, benzotriazol al 3% en alcohol etílico, que provoca una reacción química en la superficie del bronce formando una película protectora estable que hace de barrera entre los agentes corrosivos y el metal original.

VI.3.2.7.Reintegración cromática.

En esta pieza no ha sido necesario realizar una reintegración cromática.

VI.3.2.8. Protección final.

Como última etapa se ha aplicado una capa de protección, que sirve para interponer una barrera entre el metal y el medio ambiente que le rodea, con la finalidad de frenar las agresiones de los agentes corrosivos que se encuentran en la atmósfera.

Para ello se ha utilizado una resina acrílica Incralac 44, un co-polímetro de etil metacrilato y metil acrilato, que tiene aditivos antioxidantes, y Reswax WH, que es una mezcla de ceras naturales microcristalinas y polietilénicas soluble en aguarrás natural (White spirit D40), y que en solución con el Benzotriazol permite una acción protectora más eficaz y duradera.

Estos dos productos combinados dan excelentes resultados y son especialmente adecuados para la protección de metales. (Fig. VI.10.)

VI.3.2.9. Montaje expositivo de la pieza.

Una vez finalizada la restauración de la pieza se recomienda montarla sobre un pequeño pedestal para su exposición. Ya que existe el vástago original en el pie derecho, se podría unir por él al pedestal con un punto de resina epoxi bicomponente.

VI.4. Propuesta de conservación preventiva

Con el fin de la que la escultura de Hércules se conserve en las mejores condiciones posibles en espera de su exposición, la pieza se entregará en un embalaje que cumple las siguientes recomendaciones técnicas.

Para controlar la estabilidad del metal se ha introducido la pieza en una bolsa de plástico de barrera ESCAL sellada al vacío con Art-sorb (RP System) para de crear un ambiente estanco sin oxígeno.

VI. 4.1. Recomendaciones de conservación.

Los elementos metálicos presentan una gran problemática en cuanto a su mantenimiento. Se deben observar ciertas condiciones para su adecuada conservación y exposición.

La humedad relativa a la que deben conservarse estas piezas no superará el 40% de humedad relativa. Aunque un material inorgánico como el metal no se altera por la acción de la luz, se deben en cualquiera de los casos realizar una iluminación controlada. Si se añadiesen productos para su consolidación y protección, se conservarán mejor si la luz tiene una irradiación vigilada. La iluminación para un objeto metálico no debe sobrepasar los 300 lux.

BIBLIOGRAFÍA

BERDUCOU, M.C. (1990) *La conservation en archéologie. Méthodes et pratique de la conservation-restauration des vestiges archéologiques*, Ed.Masson, Paris.

BOUART, J. "El patrimonio histórico y arqueológico: valor y uso", *Ariel Prehistoria*, Barcelona.

CIRUJANO GUTIÉRREZ, C.; LABORDE MARQUEZE, A. (2001) "La conservación arqueológica", *Revista Arbor CLXIX*, nº 667-668, Madrid.

CRONYN, J.M. (1990) *The elements of Archaeological Conservation*, Ed.-274-Routledge, London.

ESCUDERO, C.; ROSSELLÓ, M. (1988) "Conservación de materiales en excavaciones arqueológicas", *Museo Arqueológico de Valladolid*.

KOOB, S.P. (1984) "The consolidants of archaeological bone", *IIC Adhesives and Consolidants*, Paris Congress, pp. 92-97.

STANLEY PRICE, N.P. (1987) *La conservación en excavaciones arqueológicas*, ICCROM, Roma.

EQUIPO TÉCNICO

Coordinación general

Lorenzo Pérez del Campo. Conservador del Patrimonio Histórico. Jefe del Centro de Intervención. IAPH.

Coordinación técnica.

Araceli Montero Moreno. Restauradora de bienes muebles. Jefa del Área de tratamiento de Bienes Muebles. IAPH.

María del Mar González González. Restauradora de bienes muebles. Jefa del Departamento de Talleres de Conservación y Restauración. IAPH.

Reyes Ojeda Calvo. Jefe del Departamento de Estudios históricos-arqueológicos. Centro Intervención del IAPH.

Restauración y Coordinación del informe

Ana Bouzas Abad. Restauradora de Bienes Muebles. Taller de Patrimonio Arqueológico. Centro de Intervención. IAPH.

Estudio histórico.

Esther Núñez Pariente de León. Arqueóloga. Departamento de Investigación. Centro de Intervención. IAPH

Estudio Medios físicos de examen.

Eugenio Fernández Ruiz. Jefe de laboratorio de medios físicos de examen. Centro de Intervención. IAPH.

Estudios Centíficos-analíticos

Marcos A. Hunt Ortíz. ARQUEO-PRO. Estudio de ARQUEOLOGÍA & PATRIMONIO HISTÓRICO. Informe arqueometalúrgico.

Conservación preventiva.

Raniero Baglioni. Restaurador. Unidad de Conservación Preventiva. Centro de Intervención. IAPH.

Sevilla, 3 de marzo de 2014

Fdo: Ana Bouzas Abad
TÉCNICO EN CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN
PATRIMONIO HISTÓRICO

Fdo.: Esther Núñez Pariente de León
ARQUEÓLOGA
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS
HISTÓRICOS Y ARQUEOLÓGICOS

VºBº Lorenzo Pérez del Campo
JEFE DEL CENTRO DE INTERVENCIÓN

ANEXO: DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA

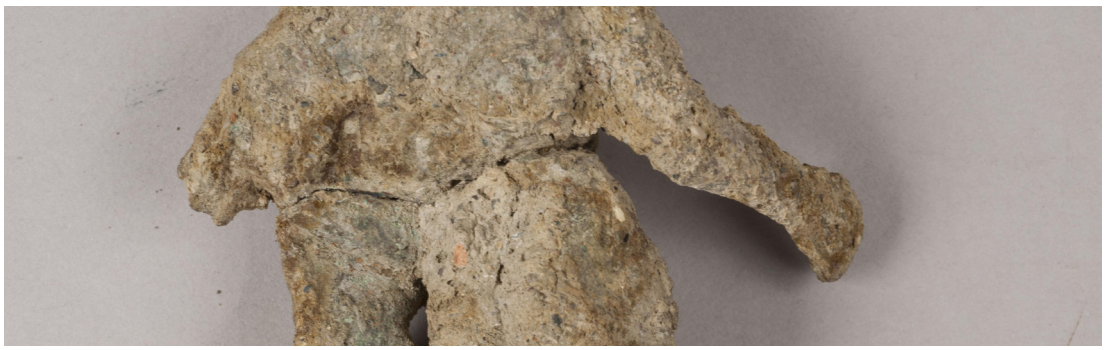
Fig. V.1.

Anverso de la escultura cubierta de depósitos terrosos.

Fig. V.2.

Reverso de la pieza cubierto de depósitos terrosos.

Fig. V.3.



Grieta en la cintura de la escultura

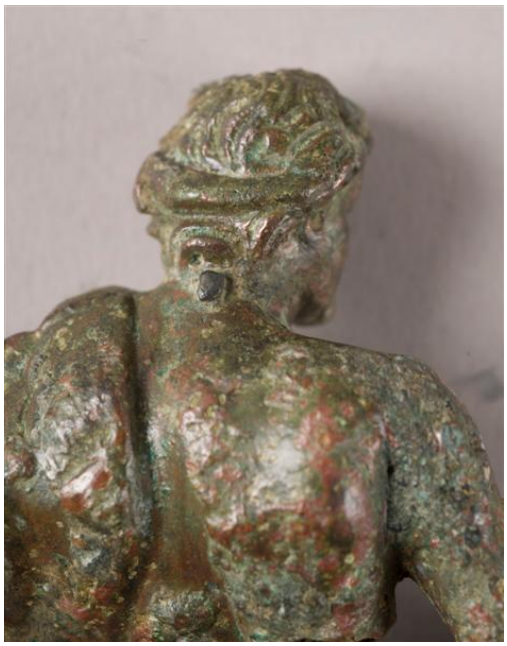
Fig. VI.4.

Radiografía de la escultura. Se ve que es un bronce macizo, y se aprecia la grieta que lo atraviesa horizontalmente.

Fig VI.5.

Zona del torso en fase de limpieza

Fig. VI.6.



Zona de la espalda en fase de limpieza

Fig. VI.7.

Detalle de la zona del torso y clava antes y después de la restauración.

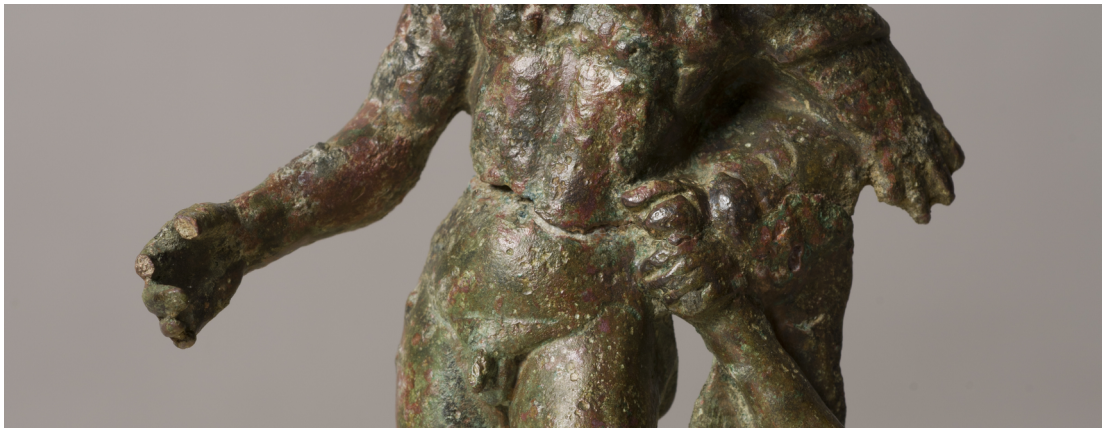


Fig. VI.8.

Cabeza de Hércules y del león antes y después de la intervención.

Fig. VI.9.

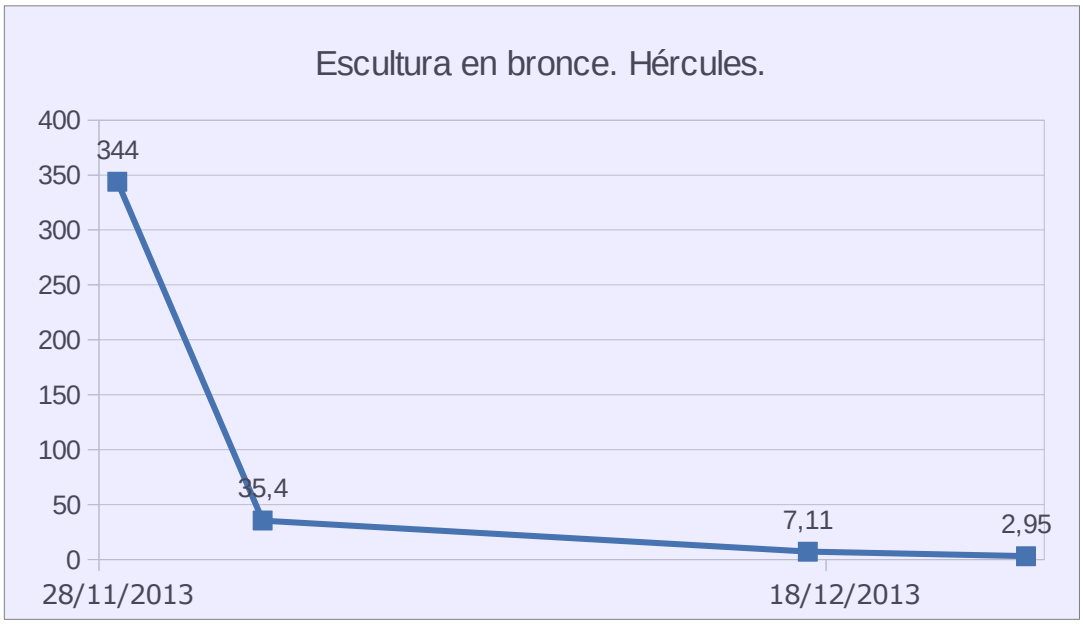


Gráfico de eliminación de cloruros de la escultura, llegando hasta una concentración de 2,95 ppm.

Fig. VI.10.

Fotos finales de la intervención

Fig. VI. 11.

Embalaje de la pieza en una bolsa de plástico de barrera ESCAL sellada con Art-sorb (RP System) en su interior.

ANEXO INFORME INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

INFORME ARQUEOMETALÚRGICO

METALES DE MÁLAGA

Dr. Marcos A. Hunt Ortiz

Febrero 2014

ARQUEO-PRO, Estudio de ARQUEOLOGÍA & PATRIMONIO HISTÓRICO
C/ Jiménez Aranda, nº 6. Apto.34. Sevilla-41018. Móvil: 658 91 07 49. e-mail: arqueopro@gmail.com

ÍNDICE

Página

1. INTRODUCCIÓN……..……..2

2.-REGISTRO ARQUEOLÓGICO ESTUDIADO……2

3.-METODOLOGÍA ……..……7

3.1. Determinación de la composición elemental. XRF

3.2. Determinación de la procedencia. Isótopos de Plomo

4.-RESULTADOS ANALÍTICOS……..…12

5.-CONCLUSIONES……..……20

6.- REFERENCIAS……..23

ARQUEO-PRO, Estudio de ARQUEOLOGÍA & PATRIMONIO HISTÓRICO
C/ Jiménez Aranda, nº 6. Apto.34. Sevilla-41018. Móvil: 658 91 07 49. e-mail: arqueopro@gmail.com

1.-INTRODUCCIÓN

A petición del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico (IAPH), Consejería de Educación, Cultura y Deporte, Junta de Andalucía, a través de Dª Lourdes Martín García, se nos solicitó la elaboración de un proyecto, que fue aprobado, para el estudio de carácter arqueometalúrgico de una serie de objetos metálicos procedentes de tres diferentes intervenciones arqueológicas preventivas llevadas a cabo en la provincia de Málaga y que fueron depositados en su momento en el Museo de Málaga y cuya restauración se llevará a cabo en el IAPH.

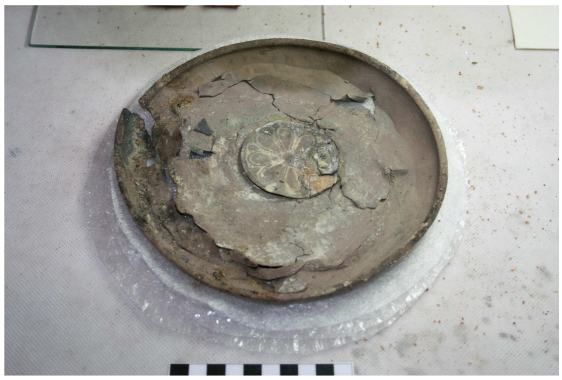
Estos elementos metálicos, por ello, han sido depositados temporalmente en los talleres de restauración del IAPH, responsable de su restauración, en donde fueron revisados para la redacción del proyecto y donde han sido sometidos al estudio arqueometalúrgico, centrado en la composición de todos ellos y la procedencia de una selección, con la metodología que más adelante se especifica y cuyos resultados se presentan en este informe.

2.-REGISTRO ARQUEOLÓGICO ESTUDIADO

Las Actividades Arqueológicas Preventivas de donde procedían los objetos metálicos estudiados, con una mínima contextualización histórica, y los propios objetos de cada una de ellas, con sus respectivos números de inventario y su posible composición “de visu”, se relacionan seguidamente.

1-**Actividad Arqueológica Preventiva en solar C/ Jinete, esquina C/ Refino**. Málaga (A/DJ14422). Realizada en el año 2012, a lo que ahora interesa y como rasgos básicos, en esta intervención se excavó una tumba del siglo VI a.C., con unas características y un ajuar metálico que se ha considerado como un individuo inhumado con ajuar propio de un guerrero griego, acompañado por otros objetos relacionados con el ritual de enterramiento. Consecuencia de esta inhumación y el ajuar funerario que la acompañaba, se ha planteado la posibilidad de la existencia de una colonia griega en la antigua Malaka (http://www.museosdeandalucia).

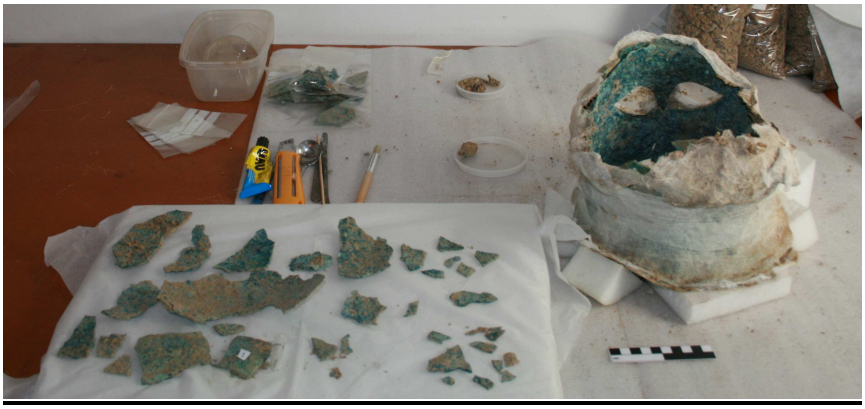
-Pátera de plata con rosetón central (nº inv. A/DJ14422/1.3.76.1)



-Colgante de plata con engarce de oro y entalle (nº inv. A/DJ14422/1.3.76.2)

-Cilindros (*umbilicus*) (2) de plata con pomos laterales (nº inv. A/DJ14422/1.3.76.3 -completa-; A/DJ14422/1.3.76.4 -fragmentada-)

-Casco de bronce de tipo corintio (nº inv. A/DJ14422/1.3.76.5)



-Forro de bronce de posible escudo (nº inv. A/DJ14422/1.3.76.6)

-Punta de lanza de hierro (nº inv. A/DJ14422/1.3.76.7), con fragmento de lámina de metal base cobre adherida.

ARQUEO-PRO, Estudio de ARQUEOLOGÍA & PATRIMONIO HISTÓRICO
C/ Jiménez Aranda, nº 6. Apto.34. Sevilla-41018. Móvil: 658 91 07 49. e-mail: arqueopro@gmail.com

2-**Actividad Arqueológica Preventiva en C/ Osa Menor, 39. Necrópolis de Chorreras**. Vélez-Málaga. (A/DJ14433).

En esta necrópolis, conocida desde hace décadas, dentro de un pozo realizado en el terreno natural se excavó un contenedor de piedra arenisca, con una urna de alabastro en su interior. El contenedor consistía en una parte inferior de piedra tapada en su parte superior con otra pieza de piedra y ambas selladas entre sí con plomo fundido. El ajuar se fecha en época fenicia temprana, en el siglo VIII a.C. (http://www.museosdeandalucia).

-Cilindro contenedor de arenisca con plomo (nº inv. A/DJ14433/001-031)

-Goterones de plomo (2: grande; pequeño) (Clasificados como Escoria ref.: C/Osa Menor, 39. UE-5. Fosa 1. Escoria. Bolsa 39)

3-**Actividad Arqueológica Preventiva en C/ Granada, 57-61**. Málaga. (A/DJ14417)

En la Intervención Arqueológica realizada en el Palacete del Marqués de la Sonora, en la C/ Granada, se documentaron una serie de restos edilicios que se dataron en época romana republicana, entre los siglos II y I a.C., contexto en el que se recuperó una estatua de metal de Heracles, de pequeñas dimensiones (http://www.museosdeandalucia).

-Figura en bronce de Hércules (nº inv. A/DJ14417/6281.020)

3.-METODOLOGÍA

La propuesta metodológica para la realización del estudio arqueometalúrgico de los objetos relacionados (12 elementos individualizados), excavados en las tres intervenciones preventivas de la provincia de Málaga, ha sido exclusivamente arqueométrica. Las metodologías aplicadas, en función de las necesidades de la investigación, de los fondos disponibles y las características de los objetos, se han centrado en la consecución de un objetivo principal, la determinación de la composición elemental de todos los objetos metálicos. Adicionalmente también se ha procedido a la definición de la composición isotópica de plomo de una selección de tres de esos objetos, para establecer la posible procedencia del metal.

Las características y el estado de algunos de los objetos metálicos analizados, junto con dificultades de carácter administrativo y de logística que conllevaba su traslado a un laboratorio de análisis, hizo que los análisis compositivos se realizaran mediante técnicas analíticas no destructivas, Fluorescencia de Rayos X (XRF), y mediante el uso de equipos portátiles, en los propios talleres del IAPH.

Por otra parte, también teniendo en cuenta las características de los objetos y su estado, se seleccionaron tres objetos de distinta composición (plata, bronce y plomo) de dos de los yacimientos excavados y se obtuvieron muestras de ellos para su análisis de Isótopos de Plomo.

3.1. Determinación de la composición elemental (XRF)

La determinación de la composición elemental se ha realizado sobre todas las piezas metálicas individuales, realizándose diversos análisis en distintos puntos para determinar la composición de las distintas partes que los componen o de distintas zonas.

La técnica arqueométrica que se ha utilizado, no destructiva y multielemental, ha sido, como se ha indicado, la Fluorescencia de Rayos X (XRF).

Como también se ha indicado, la inconveniencia de muestrear algunos de los objetos y la dificultad de trasladar los objetos a laboratorio para su análisis hizo que se decidiera realizar los análisis por medio de equipo portátil de XRF. También hay que tener en cuenta que los análisis en ocasiones se realizó sobre la pátina de corrosión por evitar cualquier afección al objeto.

Para la realización de los análisis se contactó con el Prof. Dr. Miguel Ángel Respaldiza, del Centro Nacional de Aceleradores (CNA), con disponibilidad de ese tipo de equipo analítico portátil y con experiencia en su utilización en patrimonio arqueológico metálico (Gomez Tubio *et al*., 2011; Kriznar *et al*., 2012; Moreno Suárez *et al.,* 2011).

Los numerosos análisis a los objetos metálicos por medio del equipo de fluorescencia portátil del CNA (CNA, 2009) se realizaron en los talleres del IAPH los días 16 y 17 de diciembre de 2013 por los Drs. Miguel Angel Respaldiza, Inés Ortega y Simona Scrivano.

Por diversos motivos, entre los que se encuentra el considerable trabajo que supone la correcta calibración de los numerosos análisis realizados en las muestras metálicas, los resultados de estos análisis se han retrasado respecto a las previsiones y no están disponibles en el momento de la redacción de este informe.

Esos resultados serán incorporados al estudio en el momento que estén disponibles por parte del CNA, con la vocación, con la autorización previa del IAPH, de su difusión pública por medio de su publicación.

La confirmación del retraso en disponer de los resultados de la XRF del CNA en el plazo marcado por el IAPH para la entrega de resultados, hizo necesaria la búsqueda de una alternativa para la realización en tiempo y forma del estudio encomendado.

Así, se recurrió al Laboratorio de Arqueometría de Materiales (LAM), del Instituto de Historia del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Madrid), que cuenta igualmente con equipo portátil de XRF y experiencia en análisis metálicos arqueológicos (Montero Ruiz, 2008). Gracias a las gestiones del Dr. Ignacio Montero se pudo contar con el espectrómetro portátil de Fluorescencia de Rayos X de que dispone el LAM.

Los análisis se realizaron, igualmente, en los talleres del IAPH a mediados de febrero de 2014, siendo realizados por la Dra. Carolina Gutiérrez Neira.

Los resultados analíticos nos fueron proporcionados de forma casi inmediata y son estos los resultados que se presentan en este informe.

Las características del espectómetro y los parámetros de funcionamiento, proporcionados por la Dra. Gutiérrez, fueron los que se exponen a continuación.

Los análisis para conocer la composición elemental del metal se han realizado mediante la técnica de Fluorescencia de Rayos X con el espectrómetro del M.A.N. INNOV-X Alpha equipado con tubo de rayos X, ánodo de plata. Las condiciones de trabajo fueron de 35kV y 2μA. Los tiempos de adquisición se fijaron en 30 s.

Los valores cuantitativos son calculados automáticamente por el programa INNOV-X a partir de una calibración validada con patrones certificados. Los análisis están expresados como porcentaje en peso (%) de cada uno de los elementos detectados. En el caso de la plata (Ag) y antimonio (Sb) el límite de detección es 0,20 %; para el resto de elementos se sitúa en el 0,02 %. Los márgenes de error en las medidas son de alrededor del 1% para los elementos mayoritarios, entre el 2% y 5% para los elementos minoritarios y pueden alcanzar el 40% para los elementos de composición inferior al 1%.

Aunque la técnica de FRX es cuantitativa y es útil para el estudio de una amplia variedad de materiales, en este caso y debido a las características técnicas del equipo utilizado (apropiado para el estudio de metales), la alta cantidad de elementos ligeros (nombrados en adelante como LE) presentes en las zonas analizadas hacen que los resultados se deban tomar como estrictamente cualitativos para las muestras que no sean metálicas. También es importante tener en cuenta que los análisis tomados sobre superficies oxidadas no representan la composición de la muestra sino la de la patina, por lo tanto de algunos elementos pueden estar sobre o infra valorados.

3.2. Determinación de la procedencia -origen- (Isótopos de Plomo)

Un aspecto que podría tener especial relevancia en este proyecto por la significación histórico-arqueológica y las características de algunos de los objetos recuperados es la posibilidad de determinación de la procedencia, del origen, del mineral utilizado para la fabricación del objeto.

Para obtener estos datos se han sometido una reducida selección de muestras (3) a análisis de Isótopos de Plomo mediante ICP-MS (Espectrómetría de masas con fuente de plasma acoplada inductivamente). Este análisis se está llevando a cabo en el Laboratorio SGIker-Geocronología (www.ehu.es/ibercron), del Departamento de Mineralogía-Petrología de la Universidad del País Vasco, bajo la dirección del Prof. Dr. J.I. Gil Ibarguchi.

Para la realización de este tipo de análisis es necesaria la extracción de una muestra del objeto a analizar, aunque la cantidad requerida es muy reducida (subgrámica). De cualquier forma, como se decía antes, para evitar daños a los objetos se han seleccionado para su análisis objetos fragmentados o en los que la extracción supusiera una menor incidencia.

Esos objetos seleccionados han sido:

-**Pátera de plata** (nº inv. A/DJ14422/1.3.76.1) y
-**Casco de bronce** de tipo corintio (nº inv. A/DJ14422/1.3.76.5), ambos procedentes de la A.A.P. en solar C/ Jinete, esquina C/ Refino de Málaga.

-**Plomo** del sellado de cilindro contenedor de arenisca (nº inv. A/DJ14433/001-031) de la A.A.P. en C/ Osa Menor, 39. Necrópolis de Chorreras. Vélez-Málaga.

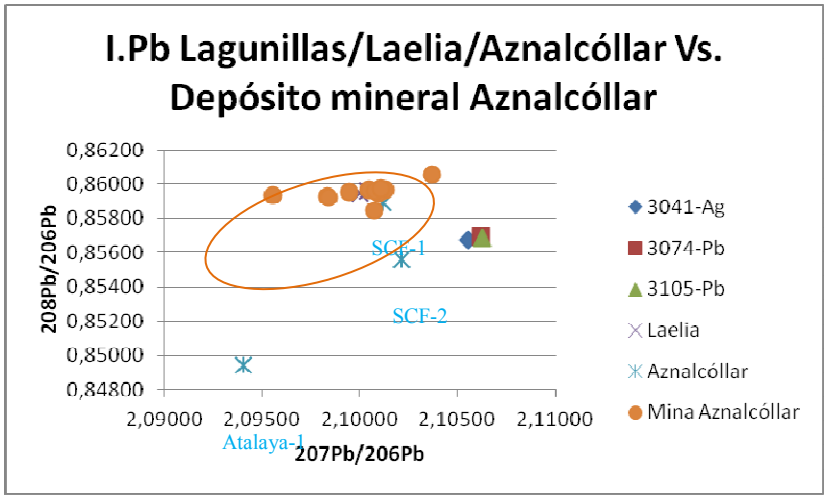
En cuando a la metodología, muy sintéticamente, el análisis de Isótopos de Plomo se basa en que la composición isotópica (4 isótopos estables de plomo: ^{204}Pb, ^{206}Pb, ^{207}Pb y ^{208}Pb) de cada uno de los depósitos minerales es específica y diferenciada (a modo de “huella dactilar”). Esa composición isotópica no varía y permanece estable durante los procesos de tratamiento del mineral en su conversión a metal. Así, conocida la composición isotópica de un determinado depósito mineral, independientemente que los minerales fueran de plomo (Pb), plata (Ag), cobre (Cu) o cualquier otro, se puede establecer la relación de procedencia de un objeto arqueológico a partir de la determinación de su composición isotópica.

Aunque es un método que también tiene sus limitaciones (v.gr. base de datos disponible, solapamiento parcial de campo isotópico de depósitos minerales o mezcla de metales de diversa procedencia) (véase para explicación completa Hunt Ortiz, 2003).

La técnica de Isótopos de Plomo es usada actualmente de forma extendida tanto en la investigación arqueológica, la que ahora interesa, como en la geocronológica, siendo los resultados obtenidos en esos dos campos de investigación perfectamente compatibles.

En la actualidad se dispone de la caracterización isotópica de numerosos depósitos minerales de distintas especies metalíferas, no solo en la Península Ibérica, sino también en el Mediterráneo Central y Oriental y en Europa continental.

Una base de datos isotópicos con finalidad arqueológica es la denominada OXALID (Oxford Archaeological Lead Isotope Database from the Isotrace Laboratory), disponible como recurso electrónico (http://oxalid.arch.ox.ac.uk/).

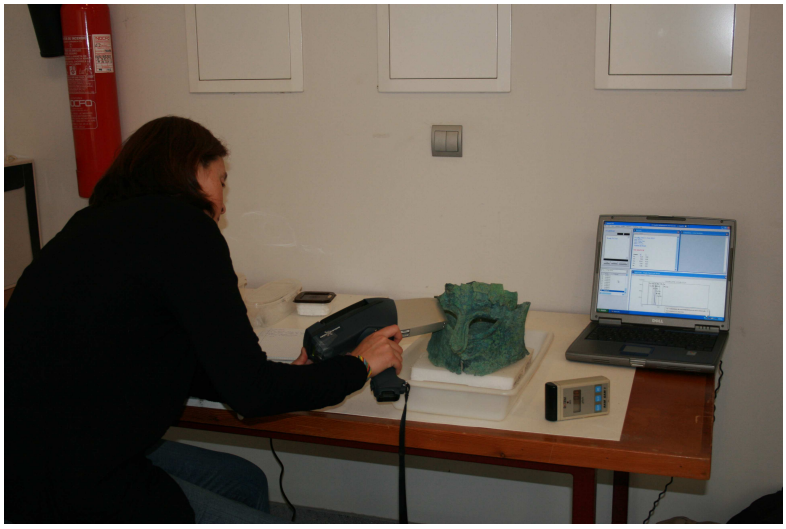


Ejemplo de exposición de resultados de Isótopos de Plomo: Representación gráfica de la relación isotópica entre productos metalúrgicos de yacimientos romanos y el campo isotópico del depósito mineral de Aznalcóllar

En el caso del presente estudio, en lo referido, por ejemplo, concretamente a la procedencia de Pb/Ag, se cuenta con una base de datos isotópicos que incluye depósitos minerales de todas las regiones relevantes de la Península Ibérica y del Mediterráneo Central y Oriental, con la que se confrontarán los resultados isotópicos cuando estén disponibles. Por otra parte, también se cuenta con resultados isotópicos de objetos arqueológicos de cronología y tipología similar a los de este estudio.

4.-RESULTADOS ANALÍTICOS

Los resultados analíticos obtenidos por el equipo de Fluorescencia de Rayos X INNOV-X Alpha, realizados por la Dra. Rodríguez, del CSIC, fueron los que se relacionan a continuación:



Análisis de XRF directo, sin cámara, de uno de los objetos analizados

Análisis de XRF en cámara de protección

ARQUEO-PRO, Estudio de ARQUEOLOGÍA & PATRIMONIO HISTÓRICO
C/ Jiménez Aranda, nº 6. Apto.34. Sevilla-41018. Móvil: 658 91 07 49. e-mail: arqueopro@gmail.com

Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Br	Pb	Bi	Espectro	Objeto	Zona analizada	Sitio	Población	Comentario
ND	0,06	0,32	ND	ND	84,77	ND	ND	ND	14,49	ND	0,36	PA23343E	PATERA	FRAGMENTO SUELTO	DJ14422	MALAGA	
ND	0,09	0,4	ND	ND	78,55	ND	ND	ND	20,46	ND	0,51	PA23343A	PATERA	BORDE LIMPIO	DJ14422	MALAGA	
0,37	ND	1,22	ND	ND	74,73	8,97	ND	ND	14,25	0,1	0,36	PA23343B	PATERA	INTERIOR ESMALTE	DJ14422	MALAGA	
0,41	0,06	1,58	ND	ND	65,39	12,32	ND	ND	19,76	ND	0,48	PA23343C	PATERA	ROSETA PETALO	DJ14422	MALAGA	
11,23	ND	3,95	ND	ND	53,18	28,22	ND	ND	3,22	0,2	ND	PA23343D	PATERA	SEDIMENTO	DJ14422	MALAGA	
0,14	0,07	0,35	ND	ND	81,09	ND	ND	ND	17,93	ND	0,42	PA23351A	COLGANTE	ARO	DJ14422	MALAGA	
ND	ND	ND	ND	ND	2,47	ND	ND	97,53	ND	ND	ND	PA23351B	COLGANTE	ENGARCE	DJ14422	MALAGA	
ND	ND	0,22	ND	ND	0,65	ND	ND	15,52	ND	ND	ND	PA23351C	COLGANTE	SOLDADURA	DJ14422	MALAGA	
0,36	ND	0,6	ND	ND	80,11	ND	ND	ND	18,45	ND	0,48	PA23344A	UMBILICUS	VASTAGO	DJ14422	MALAGA	
0,92	0,06	0,39	ND	ND	80,34	ND	ND	ND	17,87	ND	0,42	PA23344B	UMBILICUS	POMO	DJ14422	MALAGA	
ND	ND	0,47	ND	ND	80,39	ND	ND	ND	18,71	ND	0,43	PA23344C	UMBILICUS ROTO	VASTAGO	DJ14422	MALAGA	
0,56	0,08	0,35	ND	ND	83,53	ND	ND	ND	15,12	ND	0,37	PA23344D	UMBILICUS ROTO	POMO	DJ14422	MALAGA	
0,5	ND	0,33	ND	ND	82,85	0,42	ND	ND	15,55	ND	0,36	PA23344E	UMBILICUS ROTO	POMO	DJ14422	MALAGA	REPETICION
0,81	ND	94,33	ND	0,03	ND	4,82	ND	ND	ND	ND	ND	PA23342A	CASCO 1	CEJA DERECHA	DJ14422	MALAGA	
0,58	ND	92,76	ND	ND	ND	6,66	ND	ND	ND	ND	ND	PA23342B	CASCO	LADO IZQ PARTE BAJA	DJ14422	MALAGA	
0,73	ND	92,37	ND	ND	ND	6,9	ND	ND	ND	ND	ND	PA23342C	CASCO	NARIZ	DJ14422	MALAGA	
0,18	ND	92,3	ND	ND	ND	7,52	ND	ND	ND	ND	ND	PA23342D	CASCO	FRAG ALTO	DJ14422	MALAGA	
0,93	ND	93,06	ND	ND	ND	5,33	ND	ND	ND	0,67	ND	PA23342E	CASCO	REMACHE	DJ14422	MALAGA	
0,32	ND	92,04	ND	ND	ND	7,58	ND	ND	ND	0,06	ND	PA23349A	ESCUDO	FRAGMENTO 1	DJ14422	MALAGA	MINERALIZADO
0,65	ND	92,04	ND	ND	ND	7,31	ND	ND	ND	ND	ND	PA23349B	ESCUDO	FRAGMENTO 2	DJ14422	MALAGA	MINERALIZADO
0,53	ND	92,61	ND	ND	ND	6,85	ND	ND	ND	ND	ND	PA23349C	ESCUDO	FRAGMENTO 3	DJ14422	MALAGA	MINERALIZADO
0,24	ND	79,23	ND	0,11	ND	20,24	ND	ND	ND	0,18	ND	PA23349D	ESCUDO	REMACHE	DJ14422	MALAGA	MINERALIZADO
98,18	ND	1,78	ND	0,04	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	PA23345A	LANZA	VASTAGO	DJ14422	MALAGA	
0,09	ND	85,57	ND	ND	ND	14,33	ND	ND	ND	ND	ND	PA23345B	LANZA	LAMINA PEGADA	DJ14422	MALAGA	
1,01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	98,99	ND	PA23346A	CONTENEDOR	REBABA PLOMO	DJ14423	Vélez-Málaga	
3,74	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	96,26	ND	PA23346B	CONTENEDOR	GOTERÓN GRANDE	DJ14423	Vélez-Málaga	
1,99	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	98,01	ND	PA23346C	CONTENEDOR	GOTERÓN PEQUEÑO	DJ14423	Vélez-Málaga	
2,74	ND	46,77	ND	ND	ND	10,19	0,31	ND	ND	39,98	ND	PA23350A	HERCULES	CABEZA	DJ14417	MALAGA	RESTAURADO
1,66	ND	48,36	ND	ND	ND	8,33	0,2	ND	ND	41,46	ND	PA23350B	HERCULES	NALGA DERECHA	DJ14417	MALAGA	RESTAURADO
6,51	ND	30,84	ND	ND	ND	7,65	ND	ND	ND	55,01	ND	PA23350C	HERCULES	TOBILLO	DJ14417	MALAGA	RESTAURADO

TABLA 1. Resultados XRF (porcentaje en peso, %)

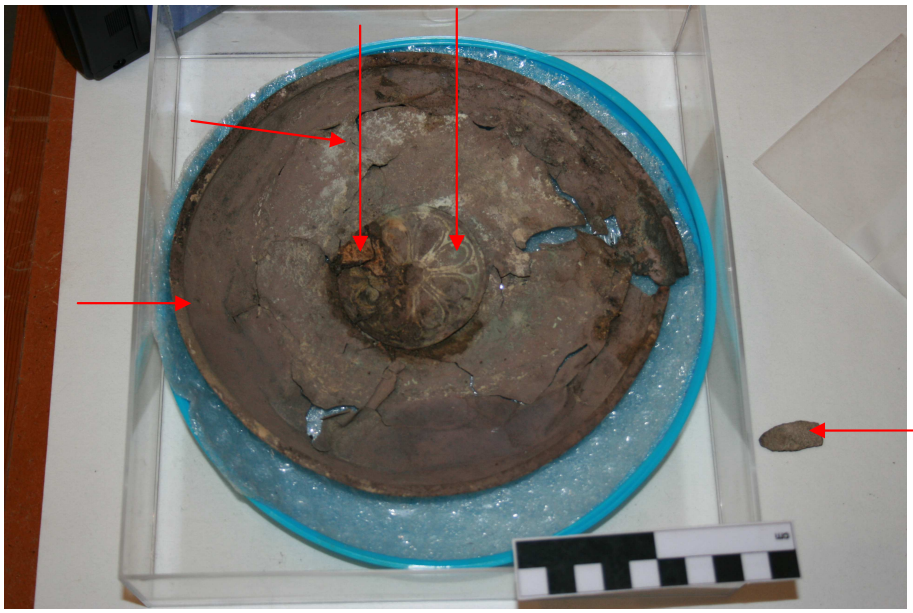
-Pátera de plata con rosetón central (nº inv. A/DJ14422/1.3.76.1)

Se realizaron 5 análisis; 2 del cuerpo, uno de ellos en un fragmento suelto limpiado mecánicamente. Además se realizaron de la roseta central 3 análisis.

Los resultados analíticos en el cuerpo de la pátera, tanto en el borde limpio, como en el fragmento suelto, más intervenido mecánicamente y que mostraba una menor cantidad de productos de corrosión (como también queda reflejado en el resultado analítico), muestra que se trata de un recipiente de plata (Ag), destacando la presencia de bromo (Br), que debe considerarse un producto de corrosión, de formación secundaria. Las cantidades de otros elementos se reducen a proporciones minoritarias, detectándose exclusivamente bismuto (Bi), cobre (Cu) y a nivel de traza níquel (Ni). Estas proporciones no permiten considerar a los elementos minoritarios detectados como adiciones intencionadas sino como provenientes de los minerales utilizados en la fabricación de la plata.

También en el cuerpo de la pátera se analizó la zona en la que aparecía haberse acumulado y secado algún elemento sedimentario. Hay una diferencia fundamental respecto a los análisis del cuerpo: la presencia de estaño (Sn), más altas proporciones de Cu y la detección de plomo (Pb). Los análisis realizados en la roseta central, que se ve físicamente que es una adición al cuerpo, en el metal más limpio (pétalo) muestra unas proporciones de Sn altas, que se duplican cuando se analiza el "sedimento" rojizo depositado sobre el metal, que debe tomar la coloración de la mayor cantidad de componentes de hierro (Fe) que contiene. La interpretación no es determinante, y es necesario buscar algunas referencias que ayuden a hacerlo, ya que parece tratarse la composición de la decoración central (roseta), de una aleación de plata y estaño más que de una aplicación de esmaltes de base estaño.

ARQUEO-PRO, Estudio de ARQUEOLOGÍA & PATRIMONIO HISTÓRICO
C/ Jiménez Aranda, nº 6. Apto.34. Sevilla-41018. Móvil: 658 91 07 49. e-mail: arqueopro@gmail.com



-Colgante de plata con engarce de oro y entalle (nº inv. A/DJ14422/1.3.76.2)

Se realizaron 3 análisis: 1 en el aro de plata; 1 en el cuerpo de oro y 1 en la zona de soldadura del cuerpo de oro y el anillo de unión con el aro de plata.

El aro, efectivamente, aunque está bastante mineralizado, muestra una composición de Ag y Br, lo que indica el tipo de producto de corrosión formada (bromuro e plata), detectándose Bi, Cu, Ni y Fe, también en este caso a unos niveles tan bajos que no se pueden considerar adiciones intencionadas.

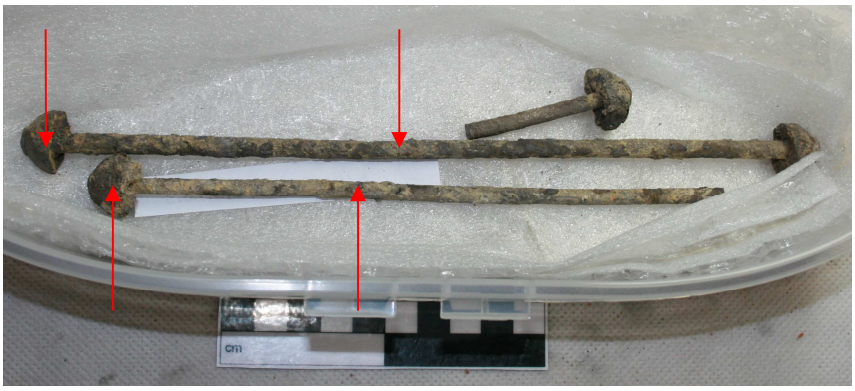
El cuerpo que engarza la piedra de cornalina tallada ha mostrado una composición de oro (Au) con solo una pequeña cantidad de plata, un elemento habitual en el oro de época Orientalizante. El análisis de la posible zona de soldadura, al ser el área analizada bastante amplia (en torno a 15 mm), debe ser tomado solo como referencia, destacándose ahora la presencia de Cu, un elemento que se asocia con la realización de soldaduras, al presentar menor punto de fusión que el oro sin alear.

ARQUEO-PRO, Estudio de ARQUEOLOGÍA & PATRIMONIO HISTÓRICO
C/ Jiménez Aranda, nº 6. Apto.34. Sevilla-41018. Móvil: 658 91 07 49. e-mail: arqueopro@gmail.com

-Cilindros (*umbilicus*) (2) de plata con pomos laterales (nº inv. A/DJ14422/1.3.76.3 -completa-; A/DJ14422/1.3.76.4 -fragmentada-).

Los dos ejemplares, tras la restauración, estaban completos, realizándose en los dos objetos un total de 5 análisis: los vástagos y los pomos (repetido en el originariamente roto), que se presentaban remachado al vástago en los dos casos.

Los resultados muestran que se trata de plata, con bromuros como productos de corrosión. Bi, Cu aparecen en todos los casos a niveles que no se pueden considerar como adiciones intencionadas. En los casos en los que aparece hierro o níquel las proporciones también indican que se trata de impurezas. No parece que se pueda apuntar diferencia entre las composiciones de los vástagos y los pomos, aunque sólo en el pomo del ejemplar roto se detectó estaño, aunque también en unas proporciones que no se podría considerar como adición intencionada.

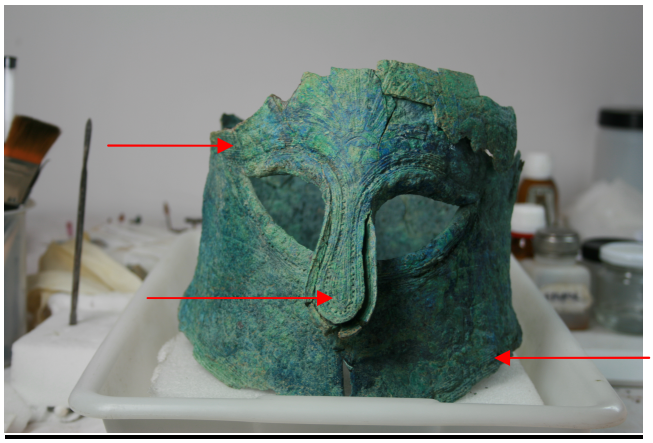


-Casco de bronce de tipo corintio (nº inv. A/DJ14422/1.3.76.5)

En el casco se realizaron un total de 5 análisis. En la pieza mayor conservada, que incluye la zona de ojos y nariz, se realizaron 3, en distintas zonas de la ceja derecha, nariz y borde inferior decorado con líneas. También se analizaron dos áreas de un fragmento suelto, también limpio mecánicamente, que conservaba un remache.

Los análisis muestran que se trata de un bronce binario, con proporciones bajas de estaño (entre 4.8 y 7.5%) y, en general sin más impurezas generalizada que hierro y en un caso arsénico (As) a nivel de trazas. Solo se destaca la detección de plomo (Pb) aunque cuantificado en menos del 1% en el remache, que es la única diferencia realmente apreciable en la composición metálica del casco.

Al no detectarse ningún tipo de diferencia compositiva en las zonas decoradas respecto a las otras parece que se puede deducir que esa decoración fue repujada/ grabada en dulce, mecánicamente con buril, en el metal.



-Forro de bronce de posible escudo (nº inv. A/DJ14422/1.3.76.6)

Se realizaron 4 análisis, en este caso en 3 fragmentos extraídos longitudinalmente del conjunto general y en un remache.

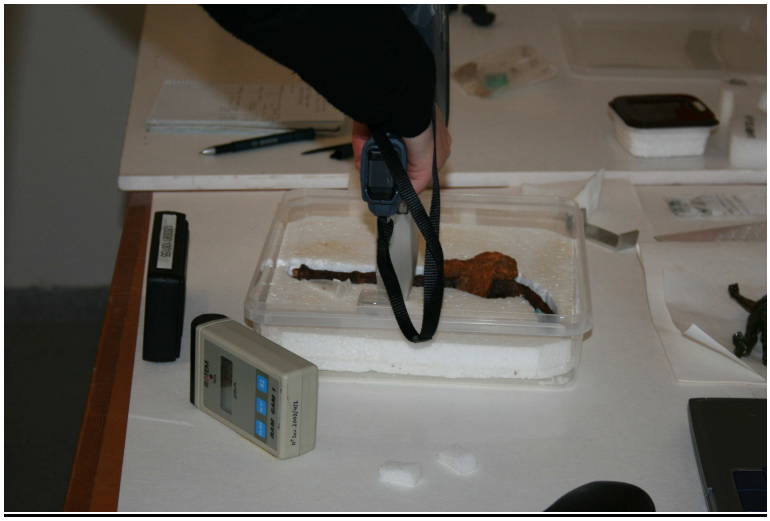
En este caso, los fragmentos de láminas de metal analizadas también se corresponden con composición de bronces binarios, con el estaño en torno al 7%. El hierro siempre aparece como impureza y en un caso se detectó plomo casi a nivel de trazas. En cambio el remache presenta una composición completamente diferenciada, sobre todo por el contenido de estaño, que se triplica (20%), detectándose también como componentes minoritarios, a nivel de impurezas, plomo y arsénico.

-Punta de lanza de hierro (nº inv. A/DJ14422/1.3.76.7), con fragmento de lámina de metal base cobre adherida.

Se analizó el vástago de hierro, completamente mineralizado y el fragmento de lámina de cobre adherido a la lanza.

El análisis de XRF, como estaba previsto, una composición de la punta de lanza de hierro, con cobre presente como elemento minoritario y trazas de arsénico.

La lámina de cobre, adherida al hierro mineralizado, resultó ser un bronce binariom, con solo hierro a nivel de impurezas.



-Cilindro contenedor de arenisca con plomo (nº inv. A/DJ14433/001-031) y goterones de plomo (2: grande; pequeño) (Clasificados como Escoria ref.: C/Osa Menor, 39. UE-5. Fosa 1. Escoria. Bolsa 39)

Estos elementos de plomo asociados al contenedor funerario fueron caracterizados analíticamente por medio de un solo análisis a cada uno de ellos. En los tres casos son plomos puros, con solo hierro detectado en proporciones minoritarias (máximo 3’7% en el goterón mayor).

-Figura en bronce de Hércules (nº inv. A/DJ14417/6281.020).

Se realizaron 3 análisis a lo largo de toda la estatua romana, en sentido longitudinal. En general, la composición es de bronce ternario, con estaño en torno al 10% o menos y con contenido de plomo muy elevado, que va incrementándose desde la cabeza (40% Pb) a los piés (55 % Pb), de lo que se puede deducir que se pretendía facilitar la colada a expensas de la calidad del metal y, por otro lado, que la posición del molde era con la cabeza hacia arriba. Las demás impurezas detectadas en la composición de la figura con el hierro y el antimonio (Sb).

ARQUEO-PRO, Estudio de ARQUEOLOGÍA & PATRIMONIO HISTÓRICO
C/ Jiménez Aranda, nº 6. Apto.34. Sevilla-41018. Móvil: 658 91 07 49. e-mail: arqueopro@gmail.com

5.-CONCLUSIONES

Con los datos analíticos obtenidos, de carácter composicional, se pueden extraer algunas conclusiones de interés, que necesariamente deben contextualizarse diferenciando los distintos periodos crono-tecnológicos representados y la funcionalidad de los elementos metálicos.

El objeto de cronología más antigua estudiado es el contenedor funerario de arenisca excavado en la necrópolis fenicia de Chorreras, en Vélez Málaga, datado en el siglo VIII a.C. Para encajar y/o sellar las dos piezas del contenedor (en cuyo interior se depositó una urna funeraria) se utilizó un metal cuyo análisis ha mostrado que es **plomo** muy puro. Los resultados del análisis de Isótopos de Plomo realizado en esta muestra, una de las muestras de plomo del periodo de colonización fenicia más antiguos, proporcionarán datos sobre su procedencia y la relación con plomos utilizados en yacimientos fenicios del sur Peninsular, como Cerro del Villar o Carambolo, en los que son frecuentes los plomos muy puros (Hunt Ortiz *et al.*, 2010)

De igual composición, con algo más contenido de hierro, que puede ser en parte superficial, han resultado los dos fragmentos clasificados como de escoria, aunque en realidad son son dos goterones de **plomo** bastante puro que se formarían al caer parte de la colada de plomo que se echó en el contenedor.

La utilización de plomo para el encaje de piezas líticas, uno de cuyos ejemplos más antiguos en la Península Ibérica puede ser este, especialmente en arquitectura se ha utilizado hasta muy recientemente, como es el caso, por citar un ejemplo, de las uniones basa-fuste-capitel de las columnatas del Palacio de los Duques de Santa Coloma de Sevilla, construido en los últimos años del siglo XVII d.C.

Del mismo contexto orientalizante general, aunque de una cronología bastante más avanzada, del siglo VI a.C., se ha analizado el contenido metálico de la tumba excavada en la intervención arqueológica realizada en la C/ Jinete, esquina con C/ Refino, de Málaga. No se dispone de datos adicionales respecto a la disposición de ese ajuar metálico, por lo que la clasificación funcional de alguna pieza, en concreto el denominado “escudo” no es para nosotros y por su estado, plenamente segura.

El conjunto analizado está compuesto de piezas de muy diversa composición metálica, con piezas de oro, plata, bronce y también hierro.

La pátera de **plata**, de la que también se está analizando la composición isotópica de plomo, tiene una composición pura (aunque con corrosión en la superficie analizada de bromuros, uno de los productos corrosivos típicos de la plata -Gowland, 1920-), estando el reducido contenido de bismuto relacionado con la composición de los minerales fundidos originariamente (Craddock *et al.*, 1985; Hunt Ortiz, 2003).

Mucho más infrecuente es la posible aleación que muestra la roseta central, que parece estar formada por una **aleación de plata y estaño**. Es necesario asegurar por otros medios analíticos de posibles compuestos y si esta composición es efectivamente la del metal que conforma la roseta. De confirmarse esta aleación Ag-Sn, supondría una novedad, aunque es cierto que objetos fabricados con aleación de plata con estaño se conocen desde la Edad del Bronce en otras regiones, por ejemplo en Göltep (Turquía) y en Egipto en el siglo XII a.C. y en el Argar aparece en alguna ocasión plata con baja proporción de estaño (Montero *et al.,* 1995. Tabla).

Las dos piezas iguales denominadas *umbilicus* también tienen una composición de **plata** pura, sin que los elementos presentes residuales permitan establecer diferencias claras entre elementos o partes de ellos.

Otra pieza excepcional, bimetálica (Au/Ag), es el colgante con piedra tallada, cuyo análisis ha mostrado que el aro es de **plata** sin adiciones intencionadas. En engarce de la piedra es de **oro**, con una proporción menor de plata, lo que no es extraño en oros orientalizantes (Perea *et al.*, 2010). Dado el amplio área de análisis no se ha podido determinar con claridad la utilización de proporciones mayores de Cu/Ag en el oro para realizar la soldadura que une el engarce a la pieza que lo fijaba al aro de plata.

El casco ha resultado estar realizado en **bronce binario** con proporciones de estaño relativamente moderadas. Esta es la composición típica de los cascos griegos, realizados a partir de una plancha de bronce con un rango de proporciones de estaño (Craddock,1997), dentro de la que se sitúa el ejemplar de Málaga. El plomo, cuya presencia en altas proporciones supondría un inconveniente para el trabajo mecánico del metal, que también se habría utilizado para la decoración (Blyth, 1993), está por debajo de los niveles de detección salvo en el caso del remache, que presenta niveles

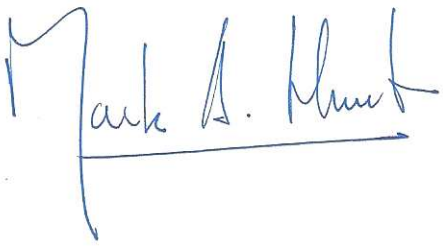
muy bajos. El análisis de isótopo de plomo en realización proporcionará datos sobre el posible origen del metal utilizado en la fabricación de este casco.

El posible escudo también presenta una composición igual, de **bronce binario**, que era la aleación usada no solo en los cascos, sino a todos los elementos de protección bélica (Craddock,1997). En este caso, el remache analizado tiene una diferencia de composición muy marcada, sobre todo por el mucho mayor contenido de estaño; lo que deja claramente señalada la relación entre composición y tratamiento mecánico posterior del metal.

La punta de lanza excavada en este conjunto es de **hierro**, estando actualmente mineralizada. En la expansión por la mineralización quedó adherida un fragmento de lámina, que también ha resultado ser **un bronce binario**, aunque con estaño en una proporción más alta que la típica utilizada en el armamento griego.

Finalmente, la pieza metálica más reciente analizada, de época romana republicana y representando a Hércules macizo, está compuesta por una aleación ternaria de bronce. Es un **bronce ternario** (Cu+Sn+Pb) pero con una muy alta proporción de plomo. La adición de altas proporciones de plomo, para hacer más fácil la fundición, no es infrecuente en época romana (Craddock, 1988) aunque confiriendo al metal una muy mala calidad.

Sevilla, 13 de febrero de 2014



Fdo.: Marcos A. Hunt Ortiz, M.Sc., Dr. (Eur.)

ARQUEO-PRO, Estudio de ARQUEOLOGÍA & PATRIMONIO HISTÓRICO
C/ Jiménez Aranda, nº 6. Apto.34. Sevilla-41018. Móvil: 658 91 07 49. e-mail: arqueopro@gmail.com

6.- REFERENCIAS

BLYTH, P.H. (1993) Metallurgy of two fragmentary Archaic Greek Helmets. Journal Historical Metallurgy Society, 27: 25-36.

CNA (2009) http://acdc.sav.us.es/cna/index.php/tandem3mv/tecnicas/68-fluorescencia-de-rayos-x-xrf-

CRADDOCK, P. (1997) The Composition of the Copper Alloys used by the Greek, Etruscan and Roman Civilisations. 2. The Archaic, Classical and Hellenistic Greeks *Journal of Archaeological Science*,4:103-133

CRADDOCK, P.T., (1988) Copper alloys of the Hellenistic and Roman world. New analysis and old authors. In: JONES, J.E. (Ed.), *Aspects of Ancient Metallurgy*. Acta of the British School at Athens Centenary Conference at Bangor (1986), Bangor. University College of Wales: 55–65.

CRADDOCK, P.T., FREESTONE, I.C., GALE, N.H., MEEKS, N.D., ROTHENBERG, B. y TITE, M.S. (1985) The investigation of a small heap of silver smelting debris from Rio Tinto, Huelva, Spain. En: CRADDOCK, P.T. y HUGHES, M.J. (Eds.) *Furnaces and Smelting Technology in Antiquity*. British Museum Occasional Papers, 48: 199-217.

GOMEZ TUBIO, B.M., MORENO SUÁREZ, A.I., RESPALDIZA GALISTEO, M.A., CHAVES TRISTAN, F., ORTEGA FELIU, I. (2011) *Análisis de monedas Hispano-Cartaginesas mediante un equipo portátil de fluorescencia de rayos X*. Comunicación IX Congreso Ibérico de Arqueometría. Lisboa.

GOWLAND, W. (1920) Silver in Roman and Earlier times. Prehistoric and Protohistoric times. *Archaeologia*. 69: 121-160.

HUNT ORTIZ, M.A. (2003) *Prehistoric Mining and Metallurgy in South-West Iberian Península*. BAR International Series1188. Archaeopress, Oxford.

HUNT ORTIZ, M.A., MONTERO RUIZ, I., ROVIRA LLORENS, S., FERNANDEZ FLORES, A. y RODRÍGUEZ AZOGUE, A. (2010) Estudio arqueométrico del registro de carácter metálico y metalúrgico de las campañas 2002-2005 en el yacimiento de El Carambolo (Camas, Sevilla). En: DE LA BANDERA ROMERO, Mª. L. Y FERRER ALBELDA, E. (Coords.) *El Carambolo. 50 años de un tesoro*: 271-295. Universidad de Sevilla.

KRIZNAR, A., MUÑOZ, V., M. A. RESPALDIZA, M.A. Y VEGA, M. (2012) Análisis no destructivo por XRF Portátil del Retablo de la Natividad del Señor del Maestro de Moguer (Siglo XVI). *Actas do IX Congresso Ibérico de Arqueometria* (Lisboa, 2011). *Estudos Arqueológicos de Oeiras*,19: 241-246. Oeiras, Câmara Municipal.

MONTERO, I., ROVIRA, S. Y GÓMEZ, P. (1995) Plata argàrica, *Boletín de la Asociación Española de Amigos de la Arqueología,* 35:97-106.

MONTERO RUIZ, I., GENER, M., HUNT, M., RENZI, M. y ROVIRA, S. (2008) Caracterización analítica de la producción metalúrgica protohistórica de plata en Cataluña - *Revista d´Arqueología de Ponent ,* vol.18, pág. 292-316

MORENO SUÁREZ, A. I., GOMEZ TUBIO, B.M., RESPALDIZA GALISTEO, M.A., CHAVES TRISTAN, F., ORTEGA FELIU, I., ONTALBA SALAMANCA, M.A. Y AGER, F.J. (2011) Combining non-destructive nuclear techniques to study Roman leaded copper coins from Ilipa (II-I centuries B.C.). *En: Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*., Vol. 269: 3098-3101

MUSEO DE MÁLAGA http://www.museosdeandalucia.es/culturaydeporte/museos/MMA/index.jsp?modo=impr&redirect=S2_3_4.jsp&idmuseo=15

PEREA, A., GARCÍA VUELTA, O. Y FERNÁNDEZ FREIRE, C. (2010) *El Proyecto Au. Estudio arqueométrico de la producción de oro en la Península Ibérica*. Bibliotheca Praeshistorica Hispana. CSIC.