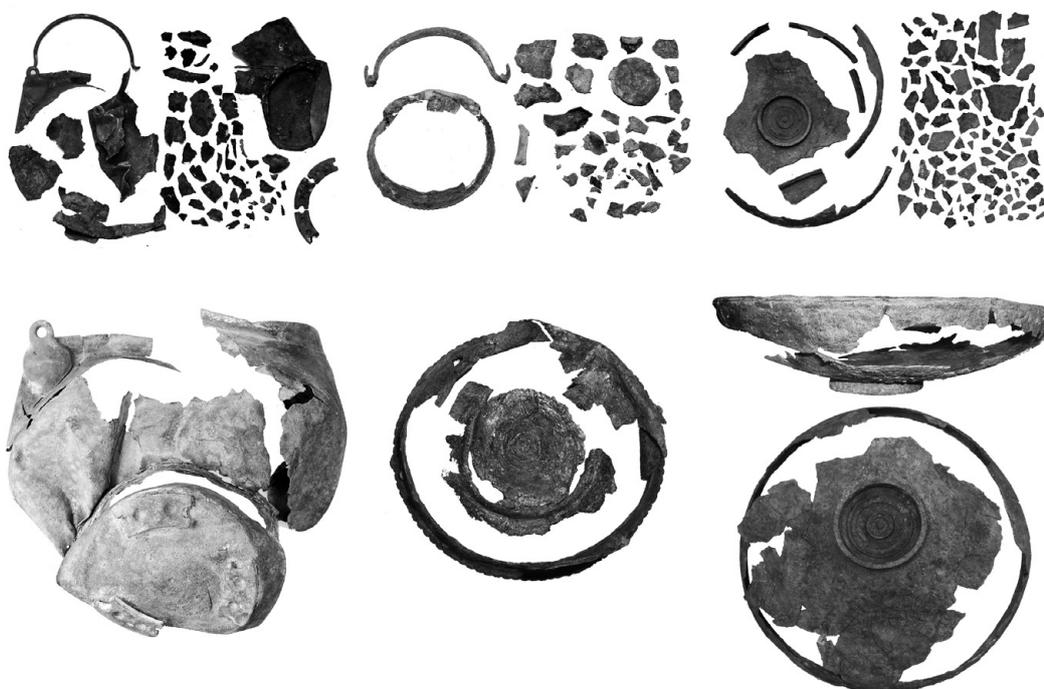


Estudio del conjunto de recipientes de bronce romanos procedentes de la excavación PERI-2 (Tarragona): consideraciones técnicas para su conservación y restauración

El artículo presenta el estudio de un conjunto de recipientes de bronce romanos procedentes de la excavación PERI-2 (Tarragona), contextualizados arqueológicamente en el artículo anterior. También se presenta la intervención de conservación y restauración que se ha llevado a cabo en la ESCRBC por los alumnos de tercer curso de la especialidad de Conservación y Restauración de Arqueología. La investigación y estudios realizados previamente han servido para detectar y considerar cuales son las problemáticas y el grado de deterioro del conjunto para así poder establecer el criterio de conservación y restauración idóneo. Con el objetivo de emprender esta tarea con la mejor garantía de resolución, se han contemplado otros aspectos, como el estudio del material y la fabricación de las piezas.

Francisca M^a Bernat, Lúcia Bosch, Carolina Busquets, Domingo López, Adriana Molina, Estefanía Parramón y Marina Rull Diplomados/as en Conservación y Restauración de Arqueología por la ESCRBC.
articulo-bronces@googlegroups.com



Restitución gráfica de las piezas más degradadas: en la parte superior se puede ver como llegaron al laboratorio y en la inferior, su estado una vez restauradas (Autora: Adriana Molina) [Pág. 113]

INTRODUCCIÓN¹

El conjunto estudiado en este artículo² está formado por ocho recipientes de bronce,³ utilizados para contener agua, cocer alimentos y servirlos en la mesa. Se pueden distinguir cinco ollas o calderos (*aenum*),⁴ dos cubos o sítulas⁵ y un plato con pie o pátera.

Todos los recipientes están fragmentados y deformados por el derribo del edificio y la presión de las tierras durante la fase de entierro, cosa que hace imposible la reconstrucción de su forma original. Aun así, la mayoría están bastante completos y las superficies metálicas se encuentran bastante bien conservadas permitiendo así estudiar su tecnología y documentar un amplio número de tipologías. **1** [pág. 105]

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

Los calderos presentan, en general, un cuerpo redondeado con bordes exvasados y base plana o ligeramente convexa y suelen llevar un asa de sujeción con los extremos doblados para que una vez insertadas en las anillas de sujeción no se salgan.

Entre los calderos hay tres pequeños con asa móvil y dos más grandes, sin asa. Las dimensiones del diámetro de la boca oscilan entre 12,5 y 17 cm, en los vasos más pequeños y entre 22 y 22,5 cm en aquellos más grandes, con alturas proporcionales. **2** [pág. 106]

La arqueología ha generalizado el término sítula para designar una tipología de vaso metálico de forma cilíndrica troncocónica u ovoide, sin cuello o con cuello muy ancho y con un asa móvil. Dentro del grupo estudiado se distinguen dos recipientes de esta tipología, uno de ellos muy corroído e incompleto.

La sítula más completa tiene forma bitroncocónica, con carena elevada, bordes ligeramente exvasados y

¹ Este artículo ha sido traducido del original en catalán por Sandra Caballero Guillemot, alumna de segundo curso de la especialidad de Conservación y Restauración de Arqueología de la ESCRBC.

² Para la redacción de este artículo se ha contado con la supervisión de la profesora Júlia Chinchilla.

³ En el artículo anterior se habla de siete sítulas y una pátera. Aquí hemos preferido nombrar sítulas a los dos recipientes más grandes y *aenum* a los otros cinco más pequeños.

⁴ *Ahenum* o *Aenum*: Caldero de bronce, también llamado por el nombre del metal (*aes*) del cual está fabricado. Se utilizaba para hervir agua y para cocinar alimentos, manteniéndolo sostenido [...], en J. HUNZIKER, "Ahenum", a Ch. DAREMBERG, M. EDMOND

SAGLIO, *Dictionnaire des antiquités grecques et romaines d'après les textes et les monuments romaines*, Graz: Akademische Druck-u. Verlaganstalt, 1969, I, p. 182.

⁵Sítula: La palabra sítula o situlus es una formación propiamente latina, de la cual derivan *secchia* en italiano y *seau* en francés. [...] Es un vaso que sirve principalmente para transportar agua o diferentes líquidos [...]. Las tipologías etruscocampanianas permanecerán en uso durante toda la época romana, momento en que se fijan definitivamente las formas, incorporando leves modificaciones”, en A. GRENIER, “Sítula”, a Ch. DAREMBERG, M. EDMOND SAGLIO, *Dictionnaire des antiquités grecques...*, vol. IV, p. 1357-1360.

⁶Julio SANCHEZ GÓMEZ, *De minería, metalúrgica y comercio de metales*, Salamanca: Universidad de Salamanca, 1989.

⁷Claude DOMERGUE, “Minería hispanorromana y bronce romanos. Bronces de uso técnico e industrial”, Los bronce romanos en España, Catálogo de la Exposición, Madrid 1990, p. 28.

⁸Eugenio MONESMA, *El calderero*, col. Nuestros artesanos [vídeo], Pyrene P.V., 1993.

⁹Antonio CABALLOS RUFINO, José Antonio CORREA RODRÍGUEZ, *El nuevo bronce de Osuna y la política colonizadora romana*, Sevilla: Universidad de Sevilla, 2006, p. 56.

¹⁰Javier JIMÉNEZ ÁLVAREZ, “La vajilla de bronce en la edad del hierro del Mediterráneo occidental: procesos económicos e ideológicos”, *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 16-17 (2006-2007), p. 300-309.

¹¹Benoît MONTANDON, “Le travail du bronze à l'époque

base plana (exenta). Su asa, igual que en el resto de calderos, es de sección circular, maciza y está sujeta por apliques de suspensión en forma de hoja. También conserva tres pies de forma arqueada realizados a partir de una aleación con un alto contenido en plomo para así equilibrar la pieza.

La unión entre los apliques de las anillas de suspensión y los cuerpos de los recipientes se ha realizado mediante diferentes técnicas: soldadas con plomo (T2-30-98-2247-6) o sujetas con remaches (T2-30-98-1511); en otro caso forman parte del propio cuerpo del recipiente (T2-30-98-2420-1). ³ [pág. 106]

La última pieza del conjunto es un plato con pie o pátera. El cuerpo está hecho de una lámina fina que envuelve el borde, que consiste en una anilla metálica de sección circular, como se ha podido comprobar en las zonas quebradas. La base del cuerpo, ligeramente más gruesa, presenta una decoración en forma de círculos concéntricos en relieve en el exterior y está unida al pie por una soldadura de plomo.

Algunos de los recipientes que nos ocupan tienen bases exentas que están unidas al cuerpo mediante plomo (T2-30-98-2247-6) o remaches de cobre (T2-30-98-1511) ⁴ [pág. 106]. Además, muchos calderos o *aneum* presentan reparaciones posteriores a su realización, que consisten en pedazos de metal unidos al cuerpo mediante remaches (T2-30-98-2245-1, T2-30-98-2247-6 i T2-30-98-2247-3) ⁵ [pág. 107] también se aprecia la reparación de los apliques de sujeción de las asas de un vaso (T2-30-98-1511), donde cada uno de ellos tiene una forma diferente.

Se han encontrado diferentes tipos de decoración en algunos recipientes, como es el caso de la pieza T2-30-98-2420-2, que presenta el borde dentado y un asa, la mitad de la cual tiene una decoración anular y la sección circular, mientras que la otra mitad es lisa con sección cuadrada, lo que nos indica, una vez más, una reparación a partir del reaprovechamiento de dos asas. También se ha documentado la decoración incisa en el asa de la sítula T2-30-98-2247-6 y en la del vaso T2-30-98-1511. ⁶ [pág. 108]

Las piezas que se estudian en este artículo están realizadas en cobre o una aleación de cobre, pero también tienen otros metales presentes como el plomo. De momento, no se ha realizado un estudio arqueometalúrgico más específico del conjunto.

MATERIA, TECNOLOGÍA Y TÉCNICAS DE MANUFACTURA

En este apartado expondremos el valor y la importancia de la producción minera en Hispania, antes y, sobre todo, durante la ocupación romana.

Los autores latinos fueron responsables de divulgar la bien conocida minería hispana, afirmando que era la región minera más rica del Imperio Romano en toda clase de metales, con una explotación muy intensa. Plinio el Viejo, Pomponio Mela, Estrabón o Livio, entre otros, fueron los autores latinos que aportaron datos abundantes sobre la minería romana en Hispania: “Ésta (Hispania) por todas partes llena de metales de oro, plata, plomo, cobre, hierro y piedras preciosas”. ⁶

Los romanos mejoraron considerablemente las técnicas de extracción de los metales con nueva tecnología pero, en cambio, las técnicas del tratamiento del mineral avanzaron mucho menos.

El mineral que se extraía de la mina se sometía a un proceso de trituración con molinos de piedra; tras esto, se verificaban

las operaciones de concentración por lavado en una corriente de agua que arrastraba las partes menos pesadas, sedimentándose el mineral en el fondo. Acto seguido, se llevaba a los hornos, normalmente al lado de la mina, donde se fundía el mineral. Esta fundición se efectuaba con carbón vegetal, por el gran poder calorífico que se conseguía, pero parece que en las regiones mediterráneas su uso fue escaso a causa de la reducida forestación de la zona.

El bronce es una aleación de cobre y estaño, con un porcentaje de este segundo metal de un 10 a un 13%, que aporta ductilidad, maleabilidad, tenacidad y dureza a la aleación. Para reducir la temperatura de fusión, hacer la masa más fluida y también por motivos económicos, se fue substituyendo parte del estaño por un metal más barato como era el plomo, añadiendo también un pequeño porcentaje de zinc, que hacía al cobre “más maleable, aumentaba sus cualidades de fricción, facilitaba su trabajo en frío y también abarataba costes”. ⁷ Cogiendo de referente a Antonio Caballos Rufino en su descripción de una tabla epigráfica de la época romana tardía (siglo IV), podemos pensar que en el trabajo del bronce se utilizaba una aleación de cobre y estaño, al que se le añadía una cantidad de plomo (conocido como bronce plomado), dando porcentajes de composición muy diferentes. La composición en porcentaje metálico dentro de las planchas de bronce era de un 75,72% de Cu, un 8,25% de Sn y un 16,03% de Pb (esta mayor cantidad de plomo permitía una mayor maleabilidad y, en algunas ocasiones, el porcentaje podía oscilar entre el 18,60% y el 22,44%).

La fabricación de los recipientes estudiados en este artículo está realizada mediante tres técnicas básicas: la fundición, la forja y la soldadura. El cuerpo de los vasos estaría hecho a partir de tres láminas de cobre batido, como se puede deducir a partir del trabajo tradicional de los caldereros, mientras que las asas y apliques estarían hechos de bronce fundido por colada. También hay que considerar la posibilidad de un estañado en el interior de algunos vasos para mejorar las prestaciones de cocción y almacenaje de alimentos. ⁸

Según diferentes fuentes, ⁹ la forja se realizaba a golpes de martillo que son detectados por microscopía electrónica. Hay objetos realizados en una sola lámina, que ponen de manifiesto la habilidad de los pequeños artesanos, ¹⁰ pero también se observa el uso de plantillas que sirven para cortar láminas del metal que, posteriormente se unen entre sí soldándose o bien introduciendo remaches. Para facilitar la soldadura entre las partes se levantaban pequeñas pestañas en los extremos y se añadía una pasta de polvo de metal y sales; a continuación se aplicaba la misma técnica de martilleo.

La tradición de los pequeños artesanos del bronce es conocida en Hispania desde el Alto Imperio hasta el final de la era romana, donde el oficio adquirió una nueva dimensión en cantidad y calidad. Técnicamente sorprende la eficacia con la que se realizaron estos modestos objetos, por norma general con pocos medios. Este tipo de recipientes eran muy utilizados, hecho que se demuestra con la presencia, como en el caso de nuestras piezas, de añadidos, reparaciones de todo tipo e incluso, reutilizaciones. Se puede deducir que las piezas viejas eran recortadas para arreglar otras. ¹¹

Llegados a este punto, debemos hablar de las ventajas del trabajo del bronce en frío. Durante el proceso, se produce un endurecimiento por deformación plástica en frío. Esta deformación se conoce como el fenómeno por el cual un metal dúctil se vuelve más duro y resistente conforme se deforma plásticamente. La denominación de “en frío” hace referencia a que la deformación se da a una temperatura fría en relación con la temperatura de fusión absoluta del metal.

Se debe tener en cuenta que la resistencia del material sube al aumentar el porcentaje de trabajo en frío mientras que la ductilidad del material disminuye. Este fenómeno se explica de la siguiente manera:

- El metal posee dislocaciones en su estructura cristalina que, al aplicar una fuerza se desplazan, dando como resultado una deformación plástica.
- Al moverse, estas dislocaciones aumentan de número y se “molestan” entre sí, haciendo de esta manera más difícil su movimiento.
- Al ser más difícil el movimiento de estas dislocaciones, la fuerza necesaria para mantenerlas en movimiento es mayor. En este punto se dice que el material se ha endurecido.¹²

Las asas y apliques se realizaban normalmente mediante la fundición del metal y se unían al vaso mediante diversos métodos según el artesano.¹³ [pág. 109]

La fundición se realizaba en el lugar de la extracción. Este proceso se conoce con el nombre de “reducción del metal” y se realizaba para eliminar todas las impurezas posibles. Posteriormente se transformaba en lingotes de metal puro (tanto de cobre como de plomo), que se ponían en circulación hasta llegar al taller del artesano. De esta manera, el artesano del bronce realizaba su propia mezcla de metales, con su propia receta de su “bronce secreto”.¹⁴ Según Benoît Montandon, hay dos tipos diferentes de moldes: de una valva o de dos valvas, aunque el más común era el compuesto de dos partes, unidas durante la operación de fundición. Podía tratarse de un molde de dos valvas de arcilla cocida o de piedra e incluso hecho de bronce, en el cual se vertía el metal fundido y se obtenía una réplica exacta.

Tras la colada del metal, se debían separar las dos partes para desmoldar el objeto. El principal interés arqueológico de este tipo de molde de dos valvas está en la fuerza relativa que permite, a veces, que se conserve intacto.

Finalmente, las soldaduras entre las piezas de bronce se realizaban con plomo. La llamada aleación por soldadura, que a menudo incorpora también estaño, tiene un punto de fusión inferior al del metal que se pretende soldar, de manera que la aleación no forma una solución intermetálica con los metales que se unen.¹⁵

ESTADO DE CONSERVACIÓN

Todos los objetos se encuentran aplastados, rotos y deformados en mayor o menor grado y las condiciones del metal hacen imposible llevar a cabo su reconstrucción formal. Aún así, se ha podido restituir en dibujo la forma original de la mayoría de ellos. [pág. 110]

A partir de un primer examen organoléptico (de visu y con lupa binocular) podemos agrupar los vasos estudiados en torno a dos grandes grupos de estado de conservación. En el primero encontramos piezas en un estado de conservación bastante correcto, que conservan la superficie original y en las cuales los productos de corrosión no resultan especialmente perjudiciales para su durabilidad. En el segundo grupo podemos incluir piezas en un estado de conservación muy deficiente, ya que o no se conserva la forma (por deformación o rotura, muy importante a causa de la presión de la tierra durante su fase de abandono), o presentan un grado de corrosión tan alto que distorsiona totalmente su lectura.

En general, también se caracterizan por la presencia de una pátina verde oscuro y rugosa sobre la superficie (con formación de ampollas), causada por la corrosión. [pág. 111]

La alteración de las piezas responde al esquema típico que se da en los materiales con base de cobre que han estado en un medio arqueológico. En una estratigrafía, se observan los siguientes estados de corrosión, desde la superficie al interior:

- Capa compacta uniforme de color verde-marrón y puntualmente azul, que corresponde a carbonatos (malaquita y azurita).
- Capa fina de color anaranjado-marrón, constituida por óxidos de cobre (cuprita y tenorita).
- En general, se conserva todavía el núcleo metálico.

En este esquema se suman los cloruros de cobre presentes sobre la superficie y en la matriz metálica que, en condiciones poco favorables a la conservación del metal, pueden mantenerse activos hasta provocar la destrucción de la pieza.

También se puede observar en algunas piezas que el bronce ha sufrido desestancificación o disolución selectiva de estaño. La diferencia de potencial de oxidación entre el Cu (cátodo) y el Sn (ánodo), hace que éste se oxide desde dentro y migre a la superficie del metal (corrosión galvánica), formando depósitos pulverulentos blanquecinos. [pág. 111]

Otras problemáticas producidas por la corrosión son la aparición de grietas puntuales, el aumento de volumen de algunas zonas, la cohesión de las asas con el borde en alguna pieza, el debilitamiento por la pérdida de material de algunas partes del cuerpo de los vasos y la presencia generalizada de carbonatos fuertemente adheridos, juntamente con restos de tierra y piedras pequeñas sobre la superficie.

TRATAMIENTOS DE CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN

El proceso de restauración se ha realizado siguiendo una propuesta general para todo el conjunto. Uno de los objetivos principales se ha centrado en estabilizar el metal y mejorar la legibilidad de algunas de las piezas, intentando reconstruir a partir de los fragmentos desprendidos la forma que originalmente tenían, en la medida de lo posible. Con esta intención, se han retirado los elementos externos que pueden perjudicar su conservación y lectura, y se han reforzado algunas partes deformadas que podían estar en peligro de rotura.

Se ha documentado de manera sistemática cada actuación realizada sobre las piezas, pero en el artículo que nos ocupa planteamos un discurso general, explicando de manera puntual los tratamientos específicos aplicados en algunas piezas.

Siguiendo los criterios de actuación existentes y actualizados por la ECCO,¹⁶ las tareas de conservación y restauración se han realizado con la mínima intervención sobre las piezas, conservando la pátina de las mismas.

LIMPIEZA

El objetivo principal de la limpieza ha sido la eliminación de elementos de alteración del metal (principalmente productos de corrosión activos, como los cloruros) y elementos ajenos adheridos en superficie, siempre garantizando la máxima estabilidad del metal.

Previamente a la limpieza, en algunas piezas con roturas y grietas (T2-30-98-2420-1, T2-30-98-2247-5, T2-30-98-2247-6, T2-30-98-1511), se ha hecho un refuerzo puntual

gallo-romaine”, *Revista Chronozones (Lausanne)*, 3 (1997).

¹²Datos extraídos de: Tema 11. *Endurecimiento por deformación plástica en frío. Recuperación, recristalización y crecimiento del grano.* Universidad Centroamericana José Simeón Cañas, 2006.

¹³Javier JIMÉNEZ ÁLVAREZ, “La vajilla de bronce...”, p. 302.

¹⁴Benoît MONTANDON, “Le travail du bronze...”

¹⁵María Luisa GONZÁLEZ PENA, “Estudio técnico de la síntula dipositada al Museo de Zaragoza: su conservación-restauración”, *Unicum (Barcelona)*, 6 (2007), p. 100-102.

¹⁶*European Confederation of Conservator-Restorer's Organisations. Guía profesional (II)*, 2003, art.8.

mediante gasas de algodón y un adhesivo nitrocelulósico (Imedio® Banda Azul disuelto en acetona) o una resina acrílica (Paraloid® B-72 al 15% en acetona), dando éste último mejores resultados.

El proceso de limpieza se ha realizado de manera mecánica para eliminar la suciedad más superficial y la corrosión más voluminosa, mediante cepillos, espátulas de ultrasonidos, torno de dentista y bisturí. En algún caso se ha acompañado la limpieza mecánica con una solución tensoactiva (jabón neutro Derquim® LM02). ¹¹ [pág.112]

También se ha llevado a cabo una limpieza húmeda mediante baños químicos para eliminar los iones Cl- dispersos entre las capas de corrosión. Según el estado de conservación y la fragilidad de la pieza se han efectuado baños de más o menos duración. Así pues, en la pieza T2-30-98-1539-1, muy mineralizada y en muy mal estado de conservación, la eliminación total de cloruros habría comportado la descomposición de las incrustaciones y productos de corrosión que sostienen la forma.

La intervención principal ha consistido en baños básicos en sesquicarbonato sódico al 5% en agua desionizada para la eliminación de cloruros sin afectar la pátina del metal.

Sólo en algunas de las piezas se ha procedido a realizar tratamientos puntuales con agentes químicos más agresivos, impregnados en apósitos (Arbocel®), para eliminar depósitos calcáreos o carbonatos, extraer piedras adheridas o para permitir la movilidad de las asas. Los reactivos utilizados en estos casos han sido EDTA al 5% en agua desionizada y tartrato sódico al 10% en agua desionizada (la duración variaba en función del grado de afectación).

Posteriormente a todos los baños químicos se ha realizado una neutralización con agua desionizada.

ADHESIÓN

La adhesión de los fragmentos se ha hecho mediante un adhesivo (Imedio® Banda Azul) o con resinas de tipo epoxi (Araldit® Rápido de dos componentes), según la medida, el peso y punto de contacto de los fragmentos. Previamente a la adhesión se han retirado las gasas provisionales con acetona. ¹² [pág.112].

En el caso de la pieza T2-30-98-2247-6 se han aplicado en la parte interior fragmentos finos de fibra de vidrio, adheridos con un adhesivo nitrocelulósico (Imedio® Banda Azul disuelto en acetona), para unir y dar consistencia a las láminas de metal con un punto de contacto muy frágil.

ESTABILIZACIÓN Y PROTECCIÓN

La estabilización y protección del soporte se ha realizado con un producto inhibidor de la corrosión aplicado a pincel (benzotriazol al 2% en alcohol etílico),¹⁷ que aísla el metal del medio formando un complejo que hace precipitar los iones cloruros del cobre.

Finalmente, se ha aplicado una resina acrílica (Paraloid® B-72 al 5% en acetona), para aislar la superficie metálica de agresiones externas.¹⁸

PRESENTACIÓN, REINTEGRACIÓN MATERICA Y CROMÁTICA

Se ha procedido a la reintegración mática de algunas lagunas de las piezas T2-30-98-2420-1 y T2-30-98-1539-1, con resina epoxi líquida (Araldit® 2020), carga de espesante (Micromix®) y pigmentos, con el objetivo de dar más consistencia a la estructura muy debilitada y dar solidez al material constitutivo. Puntual-

mente, se ha realizado sobre las zonas reintegradas un retoque cromático con Paraloid® B-72 al 5% en acetona y pigmentos a pincel, para igualar la presentación del conjunto. ¹³ [pág.113]

Ante la imposibilidad de realizar un montaje total de las piezas, se ha optado por hacer restituciones gráficas para acercarnos al máximo a sus formas originales.

CONCLUSIONES

La redacción de este artículo viene motivada por el interés del estudio previo del conjunto metálico de las piezas y por los métodos seguidos durante su proceso de conservación y restauración.

Tras un examen genérico, se ha podido observar que cada una de las piezas presenta una conservación y una problemática diferente e individual dentro del contexto global del conjunto. Este hecho corrobora que cada bien cultural se debe tratar de forma individual, a partir de la máxima información recogida sobre su estado de conservación, para poder diagnosticar y establecer los tratamientos más adecuados que se deben seguir para su conservación y restauración.

A nivel pedagógico, la identificación de los objetos en su aspecto histórico y material, así como el reconocimiento de las técnicas de elaboración utilizadas y de los procesos de degradación sufridos durante el entierro, ha sido una tarea enriquecedora para todos los alumnos de este curso. ¹⁴ [pág.113] ¹⁵ [pág. 114] ¹⁶ [pág. 115]

FOTOGRAFÍAS

¹ Restitución en dibujo de las tipologías de siete de los recipientes de este conjunto (Autoras: Marina Rull, Adriana Molina y Lúcia Bosch).

² Tabla de medidas de todos los vasos del conjunto (Autoras: Francisca Mª Bernat, Lúcia Bosch, Carolina Busquets, Domingo López, Adriana Molina, Estefanía Parramón y Marina Rull).

³ Ejemplos de anillos de suspensión. En la parte superior, de la síntula T2-30-98-2247-6 y en la inferior del pequeño *aenum* T2-30-98-2420-1 (Fotografías: Adriana Molina y Marina Rull).

⁴ Base del *aenum* T2-30-98-1511 unida con remaches (Fotografía: Domingo López).

⁵ Ejemplos de parches de bronce sobre la cresta de las piezas T2-30-98-2247-6 i T2-30-98-2247-3 (Fotografías: Adriana Molina y Maria Dalmau).

⁶ Decoración geométrica del asa del *aenum* T2-30-98-1511 (Autor: Domingo López).

⁷ Técnicas diversas para realizar la unión de las asas y el recipiente (Extraído de J. JIMÉNEZ, La vajilla de bronce..., p. 302.).

⁸ Ejemplificación del estado de conservación del conjunto: en la parte superior se observa la pieza T2-30-98-1539-1 muy deteriorada y en la parte inferior la pieza T2-30-98-2247-3, que se encuentra muy aplastada (Fotografías: Carolina Busquets y Maria Dalmau).

⁹ Detalle de la capa de productos de corrosión sobre el bronce de la pieza T2-30-98-2247-3 y fotografía de detalle de la pieza T2-30-98-1511, observada con lupa binocular (Fotografías: Maria Dalmau, Domingo López).

¹⁷Catherine SEASE, "Benzotriazole: a Review for Conservators", *Studies in Conservation*, 23 (1978), p. 76-85; V. GREENE, "The Use of Benzotriazole in Conservation", ICOM, Venècia, 1975, p.1-10; Terry DRAYMAN-WEISSER, "The Use of Sodium Carbonate as a Pretreatment for Difficult to Stabilise Bronzes", *Recent Advances in the Conservation and Analysis of Artifacts*. Londres: J. Black. Summer Schools Press, 1987, p. 105-108.

¹⁸William MOUREY, "Procesos de alteración, análisis y conservación de los metales antiguos", *Arqueología y Conservación*, Xinzó de Limia, 1994, p. 43-60.

10 Esquema de las capas de corrosión presentes en las piezas (Autores: Llúcia Bosch, Domingo López y Adriana Molina).

11 Detalle del proceso de limpieza mecánica con una espátula de ultrasonidos (Fotografía: Domingo López).

12 Detalle de la pátera con trozos de gasa para reforzar la estructura (Fotografía: Llúcia Bosch).

13 Detalle del proceso de reintegración matérica sobre la pieza T2-30-98 2420-1 (Fotografía: Marina Rull).

14 Restitución gráfica de las piezas más degradadas: en la parte superior se puede ver como llegaron al laboratorio y en la inferior, su estado una vez restauradas (Autora: Adriana Molina).

15 Restitución gráfica de las piezas con mejor grado de conservación: en la parte superior se puede ver como llegaron al laboratorio y en la inferior, su estado una vez restauradas (Autora: Adriana Molina).

16 Pequeño aenum T2-30-98-2420-1: es el único objeto del conjunto que se conserva sin deformaciones y prácticamente completo (Fotografía: Marina Rull).

BIBLIOGRAFÍA

Joaquín AURRECOECHA FERNÁNDEZ, "Vajilla metálica de época romana en los museos de Ciudad Real, Jaén y Linares", *Espacio, Tiempo y Forma II, H. Antigua*, t. IV (1991), p. 223-254.

José María BLÁZQUEZ, "Recipientes de bronce del Museo Arqueológico Nacional de Madrid", *Archivo Español de Arqueología* (Madrid), 33, nº 101-102 (1960), p. 197-210.

Stephanie BOUCHER, Suzanne TASSINARI, *Bronzes Antique*, Colección Musée de la Civilisation Gallo-romain, Lyon: Editorial Diffusion de Boccard, 1976.

Los bronceos romanos en España, Madrid. Catálogo de la exposición, Palacio de Velázquez. Parque del Retiro, 1990.
Roberto MATÍAS, "Ingeniería minera romana", *Elementos de Ingeniería Romana*, actas del Congreso Europeo sobre las Obras Públicas Romanas, Tarragona, 2004.

Hélène MEYER-ROUDET, *À la recherche du métal perdu, les nouvelles technologies dans la restauration des métaux archéologiques*, Musée Archéologique du Val d'Oise, París: Editorial Errance, 1999.

Sergio PALAZZI, *Analisi chimica per l'arte e il restauro. Arte e restauro*, Fiesole: Nardini, 1997, p. 14-15, 88.

Salvador POZO, "Apuntes de arqueología bética. Bronces romanos: Un asa de calix de la villa "El Ruedo" (Almedinilla, Córdoba). Fragmento de asa de jarro tipo Kelheim de Castellar de Santiesteban (Jaén). Dos mangos de simpula tipo 4 Feugère/A-B Castoldi de Moraleta de Zafayona (Granada) y Gades (Cádiz)", *Antiquitas*, (Córdoba), 16 (2004), p. 89-97.

Anthony RICH, *Dictionnaire des antiquités romaines et grecque*, París: Librairie de Firmin Didot Frères, 1861.

Henri ROLLAND, *Bronzes Antiques de Haute Provence*, París: Centre National de la Recherche Scientifique, 1965.

Margarita SAN ANDRÉS MOYA, Sonsoles DE LA VIÑÁ FERRÉ, *Fundamentos de química y física para la conservación y restauración*, Madrid: Síntesis, 2004.

Suzanne TASSINARI, *La vaisselle de Bronze, romaine et provinciale, au musée des antiqués Nationales*, París: Centre National de la recherche scientifique, 1975.

Claude VOLFOVSKY, *La conservation des Métaux*, París: CNRS, 2001.