

La producción metalúrgica en el asentamiento fenicio de Ayamonte (Huelva)

Juan Aurelio Pérez Macías
Benjamín Cabaco Encinas
Elisabet García Teyssandier
Universidad de Huelva.

RESUMEN:

En este trabajo se estudian los materiales metalúrgicos de Mesa del Tejar y Barrio de la Villa, el asentamiento fenicio de Ayamonte (Huelva, España). Estos materiales, crisol para la aleación de cobre y minerales de estaño (bronce) y escorias siderúrgicas, nos definen los horizontes en los que se desarrolló la producción metalúrgica fenicia en Ayamonte, lo

que coincide con lo documentado en otras factorías fenicias occidentales. La ausencia de escorias de plata corrobora que los fenicios no estuvieron involucrados en su metalurgia extractiva, concentrada en los hábitats tartésicos que marcan el recorrido comercial desde las minas de la Faja Pirítica Ibérica a la desembocadura de los ríos Tinto y Odiel en la ciudad de Huelva.

ABSTRACT:

In this paper we study the metallurgical materials from Mesa del Tejar and Barrio de la Villa, the Phoenician settlement of Ayamonte (Huelva, Spain). These materials, crucible for the alloy of copper and tin ore (bronze) and iron slags, we define the horizons in which metal production was developed in Ayamonte Phoenician, which coincides with documented in other

western Phoenician factories. The absence of silver slag confirmed that the Phoenicians were not involved in the silver extractive metallurgy, concentrated on the tartesian habitats that make the road from the mines of the Iberian Pyrite Belt at the mouth of Tinto and Odiel rivers in the city of Huelva.

CONSIDERACIONES PREVIAS.

En cualquier estudio de carácter histórico sobre el suroeste de la Península Ibérica, el argumento está en parte sujeto a la existencia en esta zona de uno de los

conjuntos de mineralizaciones de mayor envergadura mundial, la Faja Pirítica Ibérica (Listel, Marcoux, Thiéblemont, Quesada, Sánchez, Almodóvar, Pascual, y

Sáez, 1998). Su uso recurrente puede conducir a veces a errores de enfoque, por el simple hecho de que a veces la minería y la metalurgia no tienen una verdadera significación histórica, o bien porque las particularidades en las que se presentan las mineralizaciones de estas masas polimetálicas entran en contradicción con las conclusiones que se pretenden. Esto no quiere decir que las posibilidades de producción de metales no se vieran favorecidas por estas enormes reservas minerales, y que no hayan estado presentes desde la prehistoria reciente, pero hay que partir de la realidad de que en el paso del mineral al metal no sólo intervienen cuestiones de tecnología metalúrgica, sino realidades más directas, genéticas, de composición de esos minerales, de sus leyes y variedades, y de su posición en el conjunto de la mineralización. Por ser precisamente polimetálicas, las masas de la Faja Pirítica no responden a un modelo único de composición, los minerales que pueden ser rentables en una masa en otras no alcanzan los valores mínimos, y esto no sólo es así en cada mina cuando éstas están formadas por más de una masa, sino que diferencia a unas minas de otras. Si añadimos a esto la forma en que se presentan los minerales como consecuencia de la orogenia hercínica y los fenómenos de oxidación, lixiviación y cementación, cada mina es una realidad que hay que analizar de forma individualizada.

Un ejemplo sencillo de cuanto estamos describiendo es la presencia de minerales de cobre en los afloramientos, lo que, teniendo en cuenta la gran cantidad de minas inventariadas, habría auspiciado una verdadera fiebre minera en la Edad del Cobre, similar a las documentadas en época romana imperial y en el último cuarto del siglo XIX. Pero no fue así, las enormes riquezas en cobre de estas minas se lixiviaron y se precipitaron junto al nivel freático, en la zona de enriquecimiento supergénico, a veces a más de 60 m de profundidad, lejos de la ingeniería minera prehistórica, y de ahí que los asentamientos de la Edad del Cobre en estas minas sean escasos. Pero en este comportamiento general, de monteras y afloramientos formados casi en exclusiva por óxidos e hidróxidos de hierro, también existen excepciones, los cobres exógenos en forma de carbonatos en los alrededores de algunas masas, como Esperanza en Tharsis y Santa Bárbara en Cumbre de las Herrerías (Pérez Macías, 2008).

El propósito de este trabajo tiene que ver con uno de los problemas que plantea la historia de su minería, en primer lugar con los aportes de tecnología metalúrgica

por los fenicios, y en segundo lugar con los intereses que se han propuesto para explicar el comercio fenicio en una zona como ésta, rica en recursos minerales. Desde esta perspectiva, la mayor parte de los investigadores considera que la presencia de materiales fenicios en los asentamientos del suroeste peninsular está auspiciada por la producción de metales, en especial por la plata, cuyas referencias arqueometalúrgicas (mineral de gossan, escorias de sílice libre y litargirio) se encuentran en todos los asentamientos protohistóricos entre la Faja Pirítica y la orla litoral (Huelva, Niebla, Tejada la Vieja, San Bartolomé, etc.), lo que prueba un activo comercio de minerales (Pérez Macías, 2007). El registro arqueológico se ha encargado de demostrar que en los yacimientos de época Orientalizante donde aparecen estas escorias éstas están acompañadas por los elementos más comunes de comercio fenicio. Valgan como ejemplo los yacimientos minero-metalúrgicos de Cerro Salomón en Riotinto, Pico del Oro en Tharsis, Los Castrejones en Aznalcóllar, y Monte Romero en Almonaster la Real (Hunt Ortiz, 2003). Una conclusión que no admite dudas es que el comercio fenicio estuvo particularmente interesado en los centros mineros dedicados a la extracción de minerales argentíferos. También hay que señalar que este tipo de escorias sólo aparecen en los yacimientos tartésicos del suroeste, y no se encuentran en otros ámbitos fenicios occidentales o mediterráneos. Es significativa su ausencia en los asentamientos fenicios de las costas mediterránea y atlántica (Morro de Mezquitilla, Toscanos, Chorreras, Alarcón, Cádiz, Torre de Doña Blanca, Tavira, Abul, etc.). Este encuadramiento histórico dejaría fuera de la producción de plata a los fenicios, que estarían involucrados sólo en su comercio, pero frente a estos datos la investigación es reacia a admitir que la metalurgia pueda ser esencialmente autóctona (González Wagner, 1983, 9; Fernández y Ruiz, 1985; Ruiz Mata, 1998). En resumen, puede asumirse que catapultaron la producción de plata hasta unas cotas desconocidas hasta entonces, pero el planteamiento teórico de una introducción de la tecnología metalúrgica de la plata por los fenicios no tiene por el momento pruebas arqueometalúrgicas que lo corrobore. En el sentido opuesto, aunque por la falta de estas escorias de plata en los yacimientos fenicios mediterráneos consideramos que la metalurgia extractiva es autóctona, esto no quiere decir que los orfebres fenicios no hayan aportado mejoras en las técnicas de refinado de la plata.

La metalurgia en las colonias fenicias occidentales está dedicada a la producción de hierro y cobre-bronce, cuyas huellas arqueometalúrgicas aparecen desde los primeros momentos de la colonización en Morro de Mezquitilla (Schubart, 1999) y Toscanos (Keesmann y Niemeyer, 1989), los dos ejemplos mejor conocidos (Keesmann, Niemeyer y Golchani, 1983; Keesmann y Hellermann, 1989), y continúan a lo largo del siglo VII a.C., Cerro del Villar (Rovira Hortalá, 2005), Abdera (Suárez, Aguayo, Carrilero, López y San Martín, 1989), etc., hasta el punto de que Arteaga y Schubart (1986, 509) postulan que la explotación e industrialización del hierro en la zona de Málaga fue una de las causas de la concentración de factorías en esta zona. Su producción se constata además en otras factorías occidentales, como Cádiz (De Frutos y Nuñez, 2004), La Fonteta (Renzi y Rovira, 2005; Renzi, 2007) o Sa Caleta (Ramón Torres, 2007). La importancia de estas producciones de hierro en el ámbito fenicio se ha resaltado en la explicación del comercio atlántico del estaño desde momentos muy tempranos de la colonización fenicia (Vilaça, 2006; Mederos Martín, 2009). No se ha dimensionado el verdadero papel del hierro en los intercambios, que queda siempre en segundo término entre los productos de comercio fenicio (marfiles, orfebrería, telas, cerámicas, etc.), pero su valor tuvo que ser alto y en estos momentos los secretos de su metalurgia permanecieron reducidos a ámbitos puramente fenicios.

Esta metalurgia del hierro, antes desconocida en la Península Ibérica, es un gran avance que llega de la tecnología fenicia, porque la elaboración de hierro dulce obliga a un cambio en el método de reducción, que se extiende a otras metalurgias, como la del cobre y la plata. Desde la Edad del Cobre los métodos de fundición se habían mantenido en las reducciones de carbonatos de cobre en vasijas-hornos, que no eran fayalíticas, pues los fundentes de sílice y óxido de hierro no son precisos en el tratamiento de los carbonatos. Por el contrario, la metalurgia de los minerales de hierro requiere de altas temperaturas, ya que el hierro funde sobre los 1.400° C, aunque va formándose desde los 1.200°C. Estas temperaturas estaban lejos de las que podían alcanzarse con las vasijas-horno, y además la siderurgia exigía unas zonas de fuerte oxidación donde se irá concentrando el hierro metálico, que no se separa totalmente de la escoria (Pleiner, 1989; Rovira Llorens, 1993). Estas razones hicieron que con la metalurgia del hierro entren en la Península Ibérica dos avances

de importancia en las fundiciones, el horno y el uso de toberas para mantener una corriente continua de aire forzado, es decir cámaras de reducción cerradas para que puedan alcanzarse fases de hierro metálico y el empleo de fuelles para la oxidación constante en el interior del horno. A primera vista parece que estas novedades que se introducen por la metalurgia del hierro no son de subrayar, pero en realidad suponen un gran avance, la generalización de las fundiciones fayalíticas en horno en otras metalurgias, como la de la plata y el cobre, en las que desde el siglo VII a.C. aparecen como elementos corrientes los fragmentos de las paredes de arcilla refractaria de las camisas escoriadas del interior de los hornos y las toberas en forma de cuernos, presenten en los yacimientos tartésicos (Cerro Salomón y Monte Romero). El paso de las reducciones en vasijas-hornos a las de horno no fue rápido, y es posible que convivieran un tiempo las vasijas-hornos para la industria del cobre y los hornos para la siderurgia. En definitiva, por lo que conocemos la metalurgia de las colonias fenicias sólo está dedicada al tratamiento de minerales de hierro y cobre, y no contamos con ninguna evidencia que permita relacionarla con la metalurgia de minerales argentíferos.

La aparición de plomo metálico, un subproducto de la metalurgia de la plata, en yacimientos semitas o muy semitizados, como Torre de Doña Blanca y Puebla del Río (Fernández Jurado, 1993; Hunt Ortiz, 1995; Izquierdo Montes, 1997; Escacena, Feliu e Izquierdo, 2010), se ha interpretado como resultado de operaciones de copelación de minerales de plomo-plata, pero no existen escorias, los verdaderos ítems de la reducción-copelación, y sin ellas no podemos considerar que haya metalurgia extractiva de minerales de plata, pues el plomo metálico sólo es una prueba del comercio de plomo *ex argento*. La presencia de estos plomos metálicos también se ha interpretado como importaciones fenicias por la escasez de plomo para la copelación, pero los estudios isotópicos de las escorias de los hábitats mineros demuestran que el plomo es local (Cradocck, Freestone, Gale, Meeks, Rothenberg, y Tite, 1985).

Esta estrecha vinculación de la colonización fenicia con el comercio de metales, especialmente la plata (Aubert Senmler, 1987), a veces puede llevarnos a no valorar este fenómeno en toda su extensión. Habida cuenta del escaso peso de la producción de plata en el Mediterráneo Central y en Cerdeña (Lo Schiavo

y Varela, 1998), la plata representa sin dudas uno de los capítulos más importantes del comercio fenicio en la Península Ibérica. En principio, es cada vez más evidente que el inicio de la colonización fenicia no se origina por la metalurgia de la plata, sino por la necesidad de abastecimiento de estaño en el lejano Occidente, y que en esto siguen la estela de un comercio anterior procedente del Mediterráneo Central. En este sentido, resulta verdaderamente significativo que el comienzo de la comercialización de productos fenicios en el suroeste peninsular, y más concretamente en el área minera de las grandes masas polimetálicas (Faja Pirítica Ibérica) y de los campos filonianos de las zonas Surportuguesa y Ossa Morena, coincida con la total paralización de la minería del cobre (Pérez Macías, 1996). La mayor parte de las minas filonianas en las que se explotaban carbonatos de cobre superficiales se abandonan, y el caso de Chinflón (Zalamea la Real) se repite, a estos centros productores de cobre no llegan las cerámicas fenicias, todo lo contrario que sucede en las minas de producción argentífera, en las que se asiste a la llegada masiva de productos de comercio fenicio (ánforas, engobe rojo, etc.). Aún en el supuesto de que estas minas de cobre siguieran inactivas, tendríamos que considerar que, o bien el comercio fenicio no se interesó en esta producción de cobre, es decir tenía otras zonas de abastecimiento, o la entrada de cobre a la península Ibérica desde otros lugares provocó la ruina y abandono de estos pequeños campamentos mineros. Aunque el creciente relanzamiento de la minería de la plata en algunas minas hubiera sido una fuerte atracción para

esas poblaciones mineras, no podría explicarse del todo esta crisis de la minería del cobre. La explicación pensamos que se encuentra en la propia dinámica del comercio fenicio, que importa cobre de otras zonas productoras del Mediterráneo, entre ellas Chipre. En Cerdeña los isótopos de plomo apuntan al uso de cobre local en los útiles, pero los lingotes se relacionan con Chipre, lo que demuestra un comercio con cobre metálico de origen chipriota (Gale, 2006). Por otro lado, otro tipo de yacimientos de la Faja Pirítica, las masas de sulfuros complejos como Monte Romero, con minerales de plata (gossan jarosítico) y cobre (malaquita) en la parte más superficial de la mineralización, ofrecían mejores reservas de cobre, pero la falta de estudios de procedencia impide por ahora una interpretación más firme, si el cobre viene de fuera o empieza la minería del cobre en las masas de la Faja Pirítica Ibérica. De cualquier modo, parece seguro que estamos todavía lejos de llegar a comprender el desarrollo del comercio fenicio con relación a la producción de metales, y de delimitar correctamente los intercambios tecnológicos más allá del simplismo que imponen los esquemas autoctonistas y orientalistas.

Como nuevo modelo de discusión, vamos a tratar en este trabajo sobre los materiales metalúrgicos del asentamiento fenicio de Ayamonte (Huelva), un hábitat muy próximo a la Faja Pirítica Ibérica, que sigue el esquema del resto de colonias fenicias ibéricas, en las que sólo se documenta metalurgia de hierro y de cobre-bronce.

LA PRODUCCIÓN METALÚRGICA EN AYAMONTE (HUELVA).

Uno de los elementos metalúrgicos que vamos a presentar a continuación proceden de las intervenciones arqueológicas efectuadas en Ayamonte dentro del "Proyecto Andévalo: Interacción cultural y cambio tecnológico en el área minera de Tharsis entre los siglos VIII y IV a.C.". Este proyecto se lleva a cabo desde 2006 por el Instituto Arqueológico Alemán (Madrid) con la colaboración de la Universidad de Huelva (Schattner y Pérez, 2009), y en él se ha estudiado mediante prospección y excavación el territorio de rodea a las mineralizaciones de Tharsis (Alosno, Huelva), las segundas minas en volumen de reservas de la Faja Pirítica ibérica después del coto minero de Riotinto (Pinedo Vara, 1963).

Las minas de Tharsis están formadas por varias masas polimetálicas, Filón Sur, Filón Centro, Masa Sierra Bullones, Filón Norte y Corta Esperanza, la formación de cobres exógenos ya referenciados (Checkland, 1967). La masa más explotada en la antigüedad fue Filón Sur, donde se encuentran tanto el hábitat Orientalizante (Pico del Oro) como el poblado romano (Pueblo Nuevo). Toda la producción metalúrgica en Pico del Oro está relacionada con la reducción de los minerales de la cubierta gossanizada para la producción de plata y las escorias son todas del tipo de sílice libre, con analíticas relacionadas con procesos de plomo-plata (Pérez Macías, 1999). A diferencia de otros asentamientos Orientalizantes de las minas del suroeste

(Cerro Salomón, Monte Romero y los Castrejones), el hábitat se inicia en el siglo VIII a.C., con abundante presencia de material cerámico fenicio (ánforas, engobe rojo, cerámicas pintadas, cerámicas grises, etc.), y se prolonga hasta al menos los comienzos del siglo IV a.C.

En la definición de los objetivos del Proyecto Andévalo, nuestro interés se centró en conocer cómo esta metalurgia se extendió por los asentamientos de toda esta comarca, a hábitats amurallados del entorno, como el Cerro de la Divisa en Puebla de Guzmán (Pérez Macías, 2006), y perduró en los castros de la Segunda Edad del Hierro, como Castillejo del Cerquillo en el Cerro de Andévalo (Pérez, Guerrero y Serrano, 2003), del siglo IV-III a.C., en el que la escoria de sílice libre de plata convive con las escorias de sangrado de cobre y las de hierro. El distrito minero de Tharsis se encuentra a caballo entre las cuencas hidrográficas del río Guadiana (Rivera de Córdova) y del río Odiel (Rivera de Meca), y también se contempló en el proyecto el estudio de las vías de comunicación entre esta zona y la zona costera, entre ellas la desembocadura del río Guadiana, una de las posibles salidas naturales de esta producción metalúrgica.

La existencia de un asentamiento fenicio en la margen izquierda de la desembocadura del Guadiana la conocíamos gracias al descubrimiento y excavación de cinco tumbas de pozo en el casco urbano de Ayamonte, en la Hoya de los Rastros (García y Cabaco, 2009a), con incineraciones y ajuares típicamente fenicios, jarros de boca de seta y trilobulados de engobe rojo, ánforas del Mediterráneo Central, cerámicas bícromas, etc. (figura 1).

La proximidad de las mineralizaciones de la Faja Pirítica Ibérica, a menos de 50 km, hacía suponer que este establecimiento fenicio estuviera relacionado con el comercio de metales, por lo que dentro de la Campaña desarrollada en el año 2009 se prospectó toda la zona del casco urbano de Ayamonte y se identificó una zona de hábitat fenicio en la Mesa del Tejar (figura 1), en la falda del Castillo de Ayamonte, hoy Parador Nacional de Turismo (García y Cabaco, 2009b). La prospección de la Mesa del Tejar ha aportado un registro cerámico con cerámicas a mano encuadrables en el Bronce Pleno, que debe marcar la primera ocupación en esta área, y un numeroso elenco de cerámicas a torno en el que se encuentran representadas todas las especies corrientes en las colonias fenicias, cerámicas comunes de cocina y tocador (figura 2, 7), ánforas (figura 2, 1), engobe rojo (figura 2, 2 a 6), y cerámicas grises (figura 2, 8 a 10).

Son puramente testimoniales las cerámicas tartésicas a mano, toscas o bruñidas, por lo que no cabe dudar en principio de su relación directa con la necrópolis fenicia. No se han encontrado ningún tipo de escorias, las evidencias metalúrgicas se reducen a un fragmento de vaso con una fuerte escorificación al interior (vasija-horno), que en algunos puntos puede llegar a los 3 mm de espesor (figura 2, 11; lámina 1, 1 y 2). Según el resto conservado se trataría de un crisol en forma de cuenco hemisférico peraltado. Para el muestreo se han seccionado dos láminas de su perfil para registrar sus fases mineralúrgicas y metalúrgicas. La escorificación, de tonos verdes oscuros, se adscribiría en principio a la metalurgia del cobre y a reducciones en vasijas hornos (Rovira Llorens, 2004), de larga tradición en la prehistoria reciente, que se prolongan hasta comienzos de la Edad del Hierro según los hallazgos de la calle Méndez Núñez de Huelva (González, Serrano y Llompert, 2004).

El análisis de las secciones se ha realizado en los Servicios Generales de Investigación de la Universidad de Huelva mediante Microsonda de Electrones (EMPA, Electron Probe Micro Analysis), con análisis puntuales de las distintas fases y algunos barridos generales de composición de áreas de las muestras.

Dentro de la escorificación destaca a simple vista un nódulo metálico, en el que se han identificado diversas fases de cobre y estaño (bronce). El centro está formado por fases ricas en estaño (tabla), 0,155% Si, 0,571% Fe, 0,111% Cl, 84,080% Cu, y 15,083% Sn. Esta cantidad de estaño disminuye hacia los bordes, 0,131% Si, 0,014% Cl, 95,766% Cu, y 4,089% Sn. En los bordes le acompañan algunas formaciones de cloruros de cobre-estaño, 0,701% Si, 1,757% Fe, 16,337% Cl, 58,884% Cu, y 22,331% Sn. En las fases de bronce menos ricas en estaño aparece sulfato de plomo (anglesita), con 0,061% Fe, 0,168 Sn, 0,216% Si, 3,864% Cu, 63,299% Pb, 6,903% S. En algunos de estos plomos la cantidad de plata es significativa, 0,108% Ag. Un barrido general en esta parte metálica de la escorificación nos ofrece una composición media de 0,163% Si, 0,688% Fe, 0,016% Al, 9,952% Sn, 69,109% Cu, 0,641% Pb, y 0,256% S, que puede tomarse como media de la composición del bronce.

Este nódulo metálico está rodeado por una corteza de cloruro de cobre con 61,345% Cu y 38,655% Cl, producto de la oxidación del cobre.

La escorificación está formada por fases de hierro, fayalíticas, pero también olivinos y piroxenos, algunas con estaño-plomo:

-0,462% Mg, 3,018% Al, 33,858% Si, 1,320% K, 28,129% Fe, 4,701% Ca, 0,281% P, 13,666% Pb, y 14,485% Sn.

-2,950% Mg, 10,846% Al, 48,769% Si, 2,540% K, 26,136% Fe, y 8,759% Ca.

En esta fase de silicatos de hierro se encuentran atrapadas además otras fases. Entre ellas hierro con estaño, estaño con hierro-cobre-plomo, óxidos con estaño, y cobre.

-0,371% Si, 87,236% Fe y 12,393% Sn.

-3,659% Si, 7,180% Fe, 0,448% Al, 39,291% Sn, 0,045% Bi, 7,085% Cu, 4,538% Pb, y 0,121% S.

-61,301% Sn, 0,370% Fe, 0,014% Bi, 0,283% Cu, y 0,003% Pb (tabla).

-0,377% Fe, 0,011% Sb, 0,003% Sn, 0,030% Bi, 84,805% Cu, 0,003% Pb, y 0,008% Zn (tabla).

El estaño es un metal importante en las aleaciones de bronce (estaño y cobre) y en las soldaduras (estaño y plomo). Es un metal dúctil y maleable a los 100°C., su punto de fusión se alcanza a los 232°C, su punto de ebullición a los 2.260°C, tiene una densidad relativa, y su masa atómica es 118,69. Los auténticos bronce contienen generalmente menos de 12% de estaño. La resistencia del bronce aumenta con el porcentaje de estaño, que puede llegar al 20%, pero a partir de esa cantidad la aleación se hace más frágil. Con relación a esa cantidad de estaño el bronce adquiere diversas calidades, con un bronce de 5 a 10% de estaño se alcanza la máxima dureza y es el preferido para la fabricación de espadas y cañones, con 17 a 20% de estaño el bronce llega a calidades de sonido y es el de la fabricación de campanas, y sobre el 27% de estaño tiene mejores condiciones para el pulido y reflexión, por lo que fue usado en la antigüedad para la fabricación de espejos. En época contemporánea se han conseguido otras aleaciones, el denominado metal de imprenta (estaño, plomo y antimonio), y en aleaciones con titanio, que se emplean en la industria aeroespacial (Gamo, Temple y Khoser, 1994, 221).

Con precedentes en las reducciones de mineral complejo de cobre y estaño desde el Bronce Antiguo, las aleaciones de bronce comienzan en la Península Ibérica en el Bronce Pleno, momento en el que conviven los útiles de cobre, de cobre arsenicado y bronce. Las

escorificaciones de las vasijas-hornos con componentes de cobre y estaño han demostrado que los primeros bronce son el producto de una mezcla de minerales de cobre y estaño en la vasija de reducción (bronce binario), un método comprobado experimentalmente (Rostoker y Dvorak, 1991; Rovira, Montero y Renzi, 2009). Estos bronce suelen ser pobres en estaño, y predominan las aleaciones de menos de 6% Sn. Sólo en el Bronce Final-Hierro I la aleación se consigue con la cementación de mineral de estaño en el cobre metal y junto a ella aparecen las aleaciones de cobre, estaño y plomo (bronce ternarios). A partir del siglo VIII a.C. la aleación se realizaría con la fundición de los dos metales (Rovira Llorens, 2007). En el Bronce Final las aleaciones binarias dominan los circuitos mediterráneos, mientras en el noroeste hispano las aleaciones ternarias son las preponderantes (Rovira Llorens, 1995). Las aleaciones ternarias se hacen corrientes en el Mediterráneo en la Edad del Hierro (Rovira, Montero y Consuegra, 1997), como confirman algunas escorias del yacimiento fenicio de La Fonteta, que se interpretan como productos de co-reducción de cobre, plomo y estaño para la producción de bronce ternarios (Renzi y Rovira, 2005).

En el Bronce Final y Período Orientalizante se conocen otros crisoles de este tipo, como los de Peña Negra y Ronda (Gómez Ramos, 1999, 103 y 108), dos yacimientos en los que está constatada la producción de útiles de bronce. En Ronda (Málaga), donde apareció el molde para fundir espadas tipo Monte Sa Idda, se han recogido también minerales, malaquita, azurita y cuprita, escorias con cantidades significativas de cobre y estaño, y vasijas-hornos para reducir minerales de cobre y otras para aleaciones de bronce. En Peña Negra (Alicante) también se constatan crisoles con adherencias metálicas, vasijas-hornos, y minerales. En resumen, este tipo de tipología de producción de bronce en vasijas-hornos está muy extendida.

De una de las zonas de minerales de estaño de la Península Ibérica, C. Merideth ha estudiado dos crisoles-hornos de los yacimientos de Bronce Final de Castelejo y Alegrios en Beiras Bajas (Merideth, 1998). Para la aleación de bronce se reducían minerales de estaño (casiterita) con cobre metálico, ya que las analíticas de Castelejo tienen drusas de cobre metálico (100% y 94% Cu). La mezcla en la aleación del crisol de Alegrios arroja unas proporciones de 19,54% Sn y 44,0% Cu, un bronce que alcanza el límite de bondad de la aleación.

LA PRODUCCIÓN METALÚRGICA EN EL ASENTAMIENTO FENICIO DE AYAMONTE (HUELVA)

En la zona de mineralizaciones de estaño en Cáceres se han analizado crisoles de bronce con asa de sustentación, como el del Cerro de San Cristóbal en Logrosan (Rodríguez, Pavón, Merideth y Juan, 2001). En el crisol el cobre aparece en estado metálico, y se ha interpretado que la casiterita era finamente triturada y fundida con el cobre. El cobre metálico alcanzaría su punto de fusión a los 1084°C y en ese momento se añadiría la casiterita. Las formaciones de bronce en la muestra oscilan entre el 6 al 58% Sn.

Otro de estos crisoles de bronce procede del yacimiento madrileño de Las Camas (Villaverde), contemporáneo a la colonización fenicia según sus materiales metálicos. En el crisol se habrían reducido en conjunto minerales de cobre y estaño (Urbina, Morín, Ruiz, Agusti y Montero, 2007).

De tipología muy parecida es el fragmento de crisol con asa para aleación de bronce procedente del yacimiento portugués de Entre Águas 5, en el término de Serpa, relativamente cercano al asentamiento fenicio de Ayamonte, en la misma cuenca del Bajo Guadiana (Valério, Silva, Soares, Araújo, Fernandes, Gregório, Rebelo, Neto, Santos y Fontes, e.p.). El registro arqueometalúrgico de este asentamiento está formado

por crisoles, tobera y fragmentos de escorias. Los crisoles están fuertemente escorificados, y tienen buenas proporciones de cobre, estaño y plomo (bronce ternario). La escorificación, sin embargo, es heterogénea, una matriz de silicatos de aluminio con inclusiones de óxidos de hierro, óxidos de estaño, óxidos de cobre, fases de cobre, estaño, plomo y silicato, y drusas de bronce con composiciones de estaño que oscilan entre el 3% y el 26%. Pequeñas inclusiones de plata podrían estar relacionadas con el plomo empleado en la aleación. Por la ausencia de minerales de cobre se considera que el proceso de aleación es el resultado de la cementación del mineral de estaño en cobre metálico.

En definitiva, en este crisol de la Mesa del Tejar se han reducido juntos óxidos de estaño, cobre metálico y algo de sulfuros de plomo para conseguir una aleación de bronce. A juzgar por la gota metálica de bronce que ha quedado retenida en la escorificación, se trataría de un bronce con medias de 84% Cu y 15% Sn. La aparición de plomo en esta fase metálica no es representativa porcentualmente, a pesar de lo cual pensamos que la funcionalidad de este crisol era la producción de un bronce ternario bajo en plomo.

Element	Cuna Wüstita	Galdámez Wüstita	Crisol Casiterita	Crisol Plomo	Crisol SnCuPbFe	Crisol Cobre	Crisol Bronce
Si	0.375	0.257	-	-	3.659	-	0.163
CaO	0.035	0.052	-	-	-	-	-
Fe	93.634	95.329	0.370	0.061	7.180	0.377	0.688
Na2O	0.014	0.007	-	-	-	-	-
Al	1.155	0.693	-	-	0.448	-	0.016
K2O	0.006	-	-	-	-	-	-
MnO	0.053	0.009	-	-	-	-	-
MgO	0.084	0.528	-	-	-	-	-
P2O5	0.009	0.008	-	-	-	-	-
TiO2	0.807	0.162	-	-	-	-	-
Ag	-	-	-	-	-	-	0.108
Sb	-	-	-	-	-	0.011	-
As	-	-	-	-	-	-	-
Sn	-	-	61.301	0.168	39.291	0.003	9.952
Bi	-	-	0.014	0.216	0.045	0.030	-
Cu	-	-	0.283	3.864	7.085	84.805	69.109
Pb	-	-	0.010	63.299	4.538	0.003	0.641
Zn	-	-	-	-	-	-	-
S	-	-	0.003	6.903	0.121	0.008	0.256
Total	96.172	97.045	61.981	74.511	62.367	85.237	80.933

Tabla 1. Algunos puntos de análisis EPMA en las escorias y el crisol de Ayamonte.

Con relación a la metalurgia de este asentamiento fenicio, al crisol de la Mesa del Tejar hay que añadir algunas escorias aparecidas en otras zonas de este asentamiento fenicio. Las intervenciones arqueológicas en el Barrio de la Villa de Ayamonte ((figura 1) ya habían aportado materiales fenicios (Haro, López y Castilla, 2008), y la continuidad del hábitat en este sector se ha confirmado en un reciente seguimiento arqueológico realizado por nosotros en las calles Cuna y Galdámes (García y Cabaco, 2010), en las que se han documentado niveles fenicios. La primera fase de ocupación en esta zona corresponde a la prolongación del hábitat protohistórico paralelo a la Mesa del Tejar y la necrópolis de Hoya de los Rastros. La lectura estratigráfica de los cortes realizados en el terreno, han permitido la identificación de varias unidades, estratos de nivelación, distintos tipos de suelos, muros rectilíneos de piedra caliza ensamblada con arcilla, restos de adobe y arcilla apisonada formando parte de los derrumbes de los muros, y concheros. Especialmente interesantes son dos estructuras con restos de actividad metalúrgica en el tramo alto de la calle Galdámes, una de ellas un basurero con vertidos compuestos de cerámica, adobe, conchas de berberechos y escorias metalúrgicas. Entre las cerámicas predominan las ánforas, engobe rojo y cerámicas comunes (figura 3). Pensamos que son basureros domésticos en los que se han infiltrado restos de los desechos de hornos metalúrgicos, relacionables por tanto con áreas domésticas. Hemos seleccionado dos muestras de escorias para determinar a qué tipo de metalurgia pertenecen. Su analítica se ha realizado en los Servicios Generales de la Universidad de Huelva mediante Difracción de Rayos X para conocer la composición general y por Microsonda de Electrones para el estudio de sus espectros microscópicos

La escoria de la Calle Cuna es una escoria de baja densidad, de tonos grisáceos oscuros y algunas manchas rojas producto de la herrumbre del óxido de hierro que contiene, una apariencia corriente en las escorias siderúrgicas por efecto de la oxidación del óxido ferroso (láminas 1, 2 y 3). Aparece salpicada de estructuras de derretido, a las que han quedado adheridos fragmentos de arcilla refractaria con desgrasante de cal de las paredes del horno. En los huecos se aprecian a simple vista los restos de carbón vegetal que rellenan las burbujas producidas por la aireación forzada, que antes de su tratamiento para la analítica manchaba las manos. Este elemento es la carbonilla que se forma en horno

y no para aumentar la carburación, pues en las fases metalúrgicas de la muestra el carbono se encuentra por debajo del nivel de detección. Su composición general destaca por la ausencia de plomo, plata y cobre, propia de las de la metalurgia del hierro, y silicatos muy ricos en hierro:

-21,2% C, 0,549% Na, 0,465% Mg, 8,68% Al, 16,4% Si, 0,433% P, 1,04% S, 0,094% Cl, 0,329% K, 1,10% Ca, 0,264% Ti, 0,043% Mn, 49,2% Fe, 0,01% Co, 0,023% Ni, 0,049% Cu, y 0,011% As.

Sus espectros microscópicos están formados por fases de silicatos de hierro (fayalitas y olivinos) en distintas proporciones:

-2,864% Mg, 42,666% Si y 54,470% Fe.
-14,237% Al, 43,354% Si, 26,402% Fe, 8,334% Ca, 1,006% Ti, 2,050% Na, 1,656% P, y 1,991% K.

Existen también algunas fases de óxidos de aluminio-hierro (termita), un tipo de formación pirotécnica de oxidación por la reacción del aluminio y hierro, con 61,776% Al, 36,464% Fe, 0,725% Si y 1,035% Mg. El predominio de aluminio en los silicatos responde a las arcillas de la camisa del horno, que se mezclarían con la fayalita. Son también abundantes las fases de óxido ferroso o wüstita (tabla 1), las que mejor definen los espectros de las escorias de reducciones de minerales de hierro (Bachmann, 1982, 15).

La escoria de los niveles fenicios de la Calle Galdámez tiene una textura, peso y composición ligeramente diferente (lámina 1, 5 y 6). Es una escoria más pesada, más compacta, y predominan los tonos rojizos de oxidación, que refleja la preponderancia de los óxidos de hierro sobre los silicatos en la fayalita. La composición general por Difracción de Rayos X es de fayalita, sin porcentajes de plomo y plata, una escoria de la metalurgia del hierro como la de la Calle Cuna:

-0,184% Na, 0,776% Mg, 2,65% Al, 17,9% Si, 0,180% P, 0,071% S, 0,013% Cl, 0,396% K, 3,74% Ca, 0,090% Ti, 0,068% Mn, 73,2% Fe, 0,387% Cu, 0,185% Zn, y 0,008% As.

A pesar de ser una escoria de siderurgia, llama la atención la riqueza relativa de cobre (0,396% Cu), por lo que el mineral de partida no procedería de

mineralizaciones masivas de hierro (magnetita), sino de mineralizaciones de sulfuros de hierro-cobre. Su vinculación con la metalurgia del hierro se confirma con las fases metalúrgicas de sus espectros microscópicos, silicatos de hierro-calcio, silicatos de aluminio-hierro-calcio, y predominio de fases de wüstita (tabla):

-42,566% Si, 42,544% Fe, 13,781% Ca, 0,381%

K, 0,405% Na, y 0,322% P.

-18,283% Al, 42,570% Si, 7,264% Ti, 14,621% Fe, 11,410% Ca, 0,160% Ti, 3,512% Na, y 2,181% P.

-0,257% Si, 0,052% Ca, 95,329% Fe, 0,007% Na, 0,683% Al, 0,009% Mn, 0,528% Mg, 0,008% P, y 0,162% Ti.

VALORACIÓN.

Antes de reflexionar sobre estos materiales, es preciso señalar que en ninguna de las zonas del asentamiento fenicio, ni en el área de la necrópolis de Hoya de los Rastros, ni en los sectores de hábitat de Mesa del Tejar y Barrio de la Villa, se han encontrado escorias de sílice libre, algo extraño si el asentamiento hubiera estado relacionado con la metalurgia de la plata, ya que en los yacimientos tartésicos, como Huelva, este tipo de escorias aparecen en todas las zonas de hábitats excavadas (Fernández Jurado, 1991) y en la necrópolis de la Joya (Garrido y Orta, 1978).

Por tanto, una primera conclusión es evidente, no parece que el asentamiento fenicio de Ayamonte esté asociado al tratamiento metalúrgico de los minerales de plata de la Faja Pirítica, ni en particular a las masas polimetálicas del distrito minero de Tharsis, que son las más cercanas a la desembocadura del Guadiana. Esto no es ninguna sorpresa, ya que, como hemos comentado, en ninguno de los establecimientos puramente fenicios se han detectado residuos metalúrgicos que correspondan a procesos de plomo-plata (plata), que se encuentran en abundancia en los asentamientos tartésicos, tanto los de las zonas mineras como los de zonas de campiña, donde los minerales llegan en bruto y existía suficiente conocimiento tecnológico que permitir su aprovechamiento. Por encima de esta cuestión, esto no supone que haya que descartar que este yacimiento fenicio no tenga nada que ver con la producción de plata de los poblados mineros de la Faja Pirítica. La plata pudo llegar perfectamente en bruto o parcialmente refinada para su comercialización, aunque carecemos de pruebas para plantearlo siquiera.

Cuando comenzábamos este trabajo, advertíamos en las líneas preliminares de que no se puede abusar del argumento de la existencia en esta zona de las masas polimetálicas de la Faja Pirítica. En estas conclusiones esto supondría otorgar una importancia que no tiene a la

metalurgia y a la comercialización de la plata tartésica. Según los datos actuales, la comercialización de la plata estaría monopolizada por los asentamiento de la ría de Huelva, hacia donde convergían los metales y los minerales de la zona minera a través de las cuencas fluviales de los ríos Tinto y Odiel. Aún a pesar de ello, y considerando que este asentamiento se aprovecha también en cierto sentido del comercio de la plata, este yacimiento fenicio habría que situarlo en otras coordenadas con respecto al territorio del Bajo Guadiana. Controlaría una importante vía de comunicación hacia las tierras de interior, Alentejo y Andévalo, donde hay constancia de la llegada de productos fenicios, pues a los casos de los bronce de Azougada y Safara (Moura) se han sumado las cerámicas fenicias de Mértola (Barros, 2008), Beringel en Beja (Santos, Antunes, Grillo y Deus, 2009), etc.

Tampoco podemos perder de vista que la desembocadura del río Guadiana era además un punto de recalada en la ruta atlántica, jalonada por los asentamientos de Castro Marín, Tavira, Rocha Branca, Abu, Quinta do Almaraz, y Santa Olaia (Arruda, 2002), una ruta por la que vendría el estaño de la zona de las Beiras. Un testimonio de esta ruta son las cerámicas del Bronce Final de esta zona y la plaquita de estaño metálico del taller fenicio de Huelva (González, Serrano y Llompart, 2004, láminas XXII y XXXVIII). No podemos plantear en definitiva que sea la metalurgia y la cercanía a los minerales del Andévalo la causa de este establecimiento fenicio, sino el interés comercial hacia el interior y, sobre todo, como una escala más en la ruta atlántica del estaño.

Ahora bien, sin que las metalurgias del hierro y del bronce sean las directrices económicas de este yacimiento, ya que por el momento el registro metalúrgico no permite esbozar siquiera esa posibilidad, a juzgar por la presencia constante de herrerías en las factorías

fenicias el bronce y el hierro pudieron ser productos de interés en esos intercambios. En este punto, el problema radica en conocer las líneas de abastecimiento de mineral, para las que sólo podemos avanzar algunas propuestas previas ante la carencia de análisis isotópicos de procedencia. De entrada, no resultaría raro que los minerales provengan de la zona minera de Tharsis, donde esos minerales existían en toneladas. Todas las monteras de sus masas minerales están formadas por óxidos e hidróxidos de hierro (gossan), que cuando no tiene cantidades apreciables de arsénico es un magnífico mineral para la siderurgia. Por otro lado, junto a la masa explotada en época Orientalizante (Filón Sur) se encuentra la zona de cobres exógenos de Esperanza, carbonatos de cobre superficiales, de los en los siglo XIX y XX todavía llegaron a explotarse 30.000 toneladas de cobre (Pinedo Vara, 1963, 216).

Pero las posibilidades no se reducen a Tharsis, además de las masas polimetálicas en el Andévalo, existen muchas pequeñas minas filonianas tipo Chinflón (Rothenberg y Blanco, 1980), que podían haber alimentado de mineral a esta producción de bronce y hierro de Ayamonte. El Guadiana es también un camino hacia otra zona minera, Ossa Morena (Ovejero Zappino, 2004), en la que los pequeños campos filonianos de sulfuros de cobre o sulfuros de hierro son muy numerosos, la verdadera reserva de cobre durante la prehistoria reciente. Pero la dificultad con la que nos encontramos es que en estas minas filonianas de la Faja Pirítica y Ossa Morena los poblados mineros de cobre

se abandonan precisamente en el momento en el que los materiales fenicios comienzan a estar presentes en los ámbitos mineros del suroeste, por lo cual hay que otorgarle al comercio fenicio cierta responsabilidad en esta decadencia de la minería del cobre.

Para Ayamonte existe una tercera posibilidad, ya que el abandono de las minas filonianas de cobre coincide con los primeros testimonios de producción de cobre en las masas de la Faja Pirítica, como está demostrado en el yacimiento de Monte Romero en Almonaster la Real (Kassianidou, 1993), cuya producción metalúrgica, de plata y cobre, es un buen ejemplo de la intensificación minera y metalúrgica en época Orientalizante.

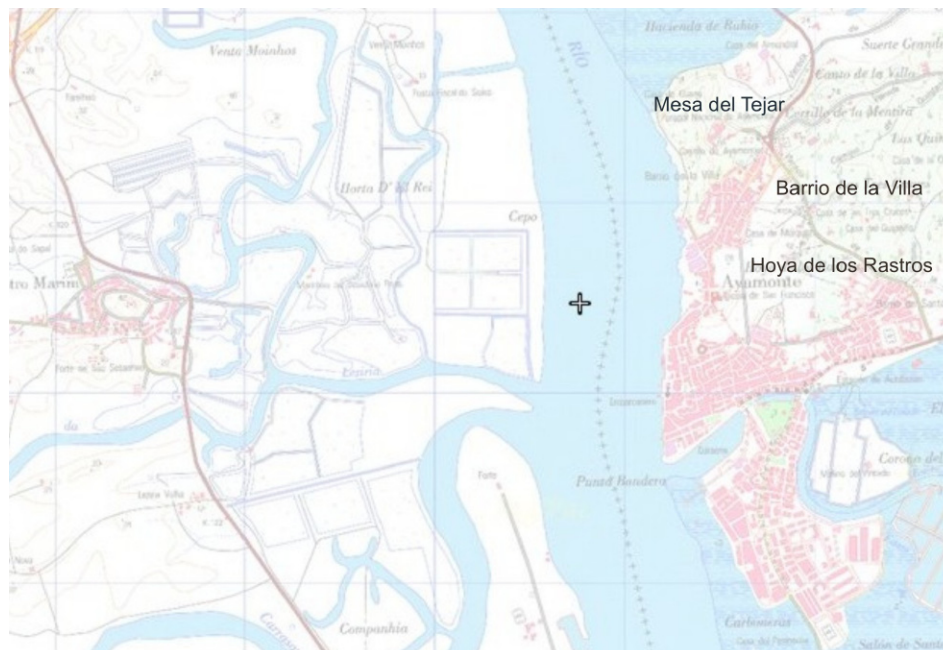
Para finalizar, del análisis de las fases metalúrgicas del crisol se desprende la adición a los bronce de pequeñas cantidades de mineral de plomo, enriquecido en algunos casos con buenos tenores de plata. Esto explicaría a nuestro juicio la aparición de plomo en algunos yacimientos orientalizantes sin relación con la metalurgia de la plata, como una materia necesaria para la fabricación de los bronce plomados fenicios. Por eso no sorprende tampoco que en el taller metalúrgico fenicio de Huelva, en el que casi todas las evidencias están con el cobre-bronce, toberas, crisoles-hornos y estaño metálico (González, Serrano y Llompert, 2004), se encuentren también plomos metálicos y sulfuros de plomos para aleaciones ternarias, como sucede según hemos comentado anteriormente en el asentamiento fenicio de La Fonteta.

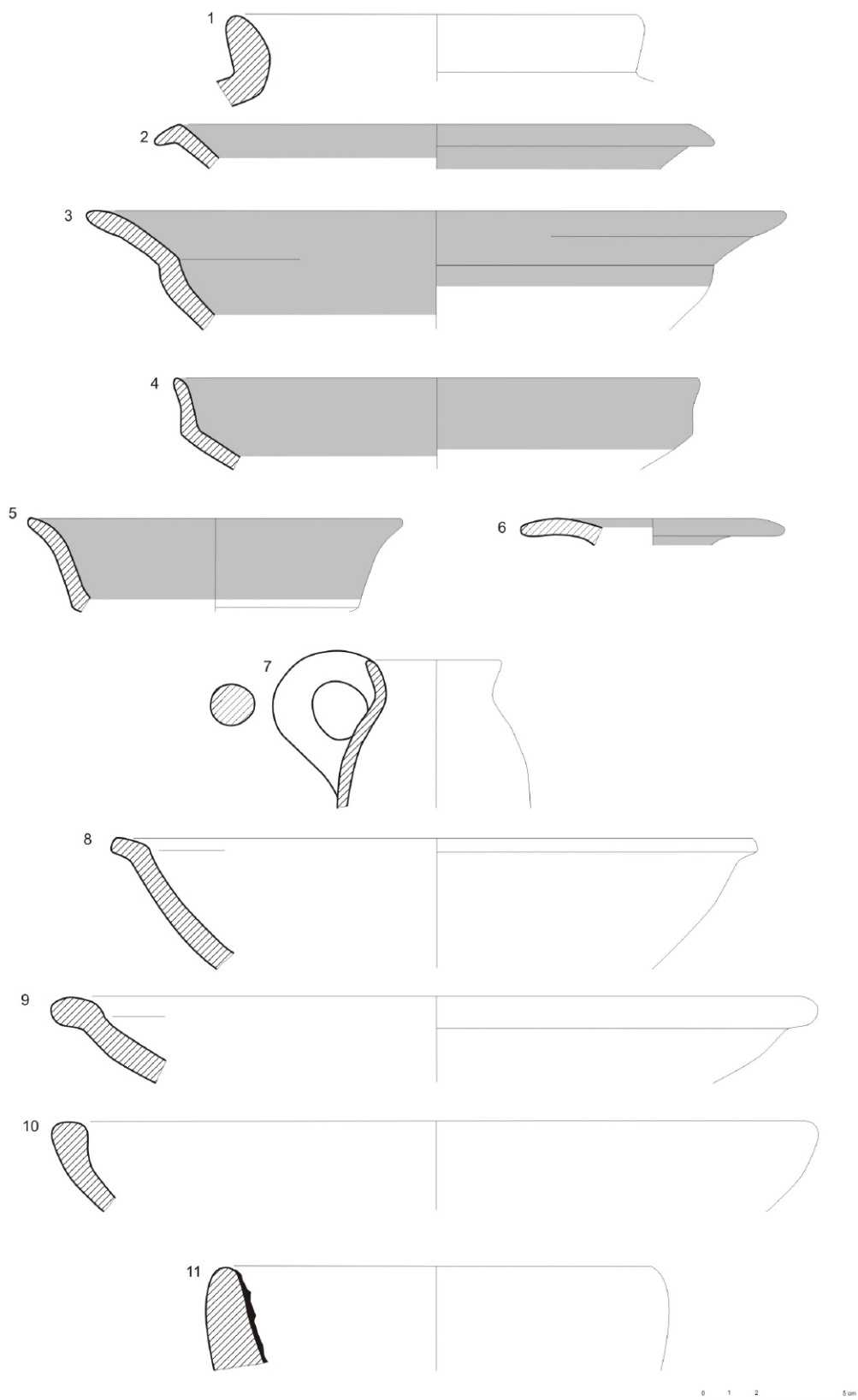
BIBLIOGRAFÍA.

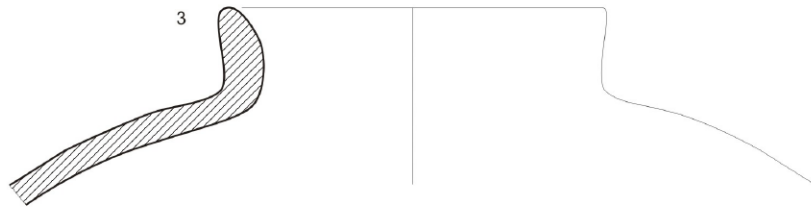
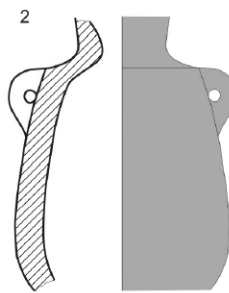
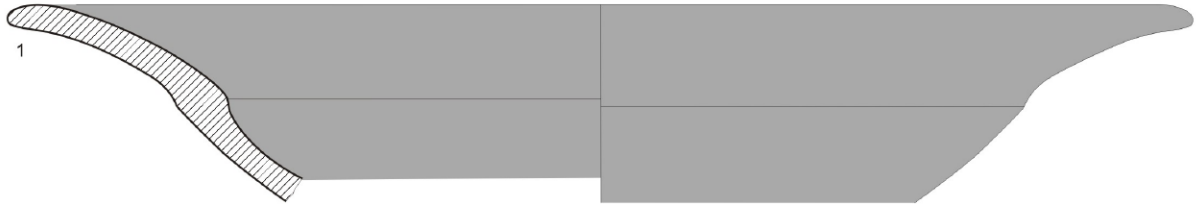
- ARRUDA, A.M. (2002), *Los Fenicios en Portugal. Fenicios y mundo indígena en el centro y sur de Portugal (siglos VII-VI a.C.)*, Cuadernos de Arqueología Mediterránea, 5-6, Barcelona.
- ARTEAGA, O. y SCHUBART, H. (1986), "El mundo de las colonias fenicias occidentales", *Homenaje a Luis Siret*, Sevilla, 499-525.
- AUBET SENMLER, M^a. E. (1987), *Tiro y las colonias fenicias de Occidente*, Barcelona.
- BACHMANN, H. G. (1982), *The identification of slags from archaeological sites*, Institute of Archaeology, Occasional Publication, 6, London.
- BARROS, P. (2008), "Mértola durante os séculos VI e V a.C.", *Siderum Anas I. El río Guadiana en época post-orientalizante* (J. Jiménez Ávila, Ed.), Anejos de Archivo Español de Arqueología, XLVI, Badajoz, 399-414.
- CRADOCCCK, 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", *Furnaces and Smelting Technology in Antiquity*, British Museum Occasional Paper, 48, 199-214.
- CHECKLAND, S.G. (1967), *The Mines of Tharsis*, Londres (1967).
- DE FRUTOS, G. y MUÑOZ, A. (2004), "La incidencia antrópica del poblamiento fenicio-púnico desde Cádiz a Sancti Petri", *Gadir-Gades. Nueva perspectiva interdisciplinar*, Sevilla, 5-70.
- DE GAMO, E. P., TEMPLE BLAC, J. y KHOSER, R.A. (1994), *Materiales y procesos de fabricación*, Barcelona.
- ESCACENA, FELIU, M^a J. e IZQUIERDO, R. (2010), "El Cerro de la Albina y la metalurgia de la plata en Tartessos", *De Re Metalica*, 14, 35-51.
- FERNÁNDEZ JURADO, J. (1991), *Tartessos y Huelva*, Huelva Arqueológica, X-XI, Huelva (1991).
- (1993), "Plata y plomo en el comercio fenicio-tartésico", *Metalurgia en la Península Ibérica durante el primer milenio a.C. Estado actual de la investigación*, Murcia, 131-166.
- FERNÁNDEZ, J. y D. RUIZ, D. (1985) "La metalurgia de la plata en época tartésica en Huelva", *Pyrenae*, 21, 23-44.
- GALE, N.H. (2006), "Lead isotope studies-Sardinia and the Mediterranean: provenance studies of artefacts found in Sardinia", *Instrumentum*, 23, 29-34.
- GARCÍA, E. y CABACO, B. (2009a), "Avance sobre el hallazgo de la necrópolis fenicia Hoya de los Rastros de Ayamonte (Huelva)", *XIII Jornadas de Historia de Ayamonte*, Huelva, 201-214.
- (2009b), "Hallazgos fenicios en Ayamonte (Huelva): la necrópolis de la Hoya de los Rastros y materiales del hábitat de la Mesa del Tejar", *IV Encuentro de Arqueología del Suroeste*, Huelva, 730-745.
- (2010), "Actividad Arqueológica de urgencia en las calles Galdemes, Cuna, Jesús y Viriato de Ayamonte (Huelva)", *XIV Jornadas de Historia de Ayamonte*, 109-128.
- GARRIDO, J. P. y ORTA, E.M^a (1978), *Excavaciones en la necrópolis de la Joya de Huelva (3^a, 4^a y 5^a campañas)*, Excavaciones Arqueológicas en España, 96, Madrid.
- GÓMEZ RAMOS, P. (1999), *Obtención de metales en la prehistoria de la Península Ibérica*, B.A.R. International Series, 783, Oxford.
- GONZÁLEZ, F., SERRANO, L. y LLOMPART, J. (2004), *El emporio fenicio precolonial de Huelva (ca. 900-770 a.C.)*, Madrid (2004).
- GONZÁLEZ WAGNER, C. (1983), "Aproximación al proceso histórico de Tartessos", *Archivo Español de Arqueología*, 56, 3-36.
- HARO, J. DE, LOPEZ, M.A., y CASTILLA, E. (2008), "Intervención Arqueológica de Urgencia en terrenos junto al castillo de Ayamonte. Cerro de las Flores", *Anuario Arqueológico de Andalucía/2004, I* 1683-1695.
- HUNT ORTIZ, M.A. (1995), "El foco metalúrgico de Aznalcóllar. Sevilla. Técnicas analíticas aplicadas a la arqueometalurgia del suroeste de la Península Ibérica", *Tartessos, 25 años después*, Jerez de la Frontera, 447-474
- (2003), *Prehistoric Mining and Metallurgy in South West Iberian Peninsula*, B.A.R. International Series, Oxford.
- IZQUIERDO MONTES, R. (1997), "Sobre la copelación de la plata en el mundo tartésico", *Spal*, 6, 87-101.
- KASSIANIDOU, V. (1993), *The production of silver in Monte Romero, a 7th century B.C. workshop in Huelva, Spain*, Papers from Institute of Archaeology, 4, London.
- KEESMANN, I., NIEMEYER, H.G., y GOLCHANI, F. (1983), "Schlackenfunde von Toscanos", *Madrider Mitteilungen*, 24, 65-75
- KEESMANN, I. y NIEMEYER, H.G. (1989), "Un centro primitivo de elaboración de hierro en la factoría fenicia de Toscanos", *Minería y Metalurgia en las antiguas civilizaciones mediterráneas y europeas, I*, Madrid, 99-108.
- KEESMANN, I. y HELLERMANN, B. (1989), "Mineralogische und chemische Untersuchungen an schlacken vom Morro de Mezquitilla", *Madrider Mitteilungen*, 30, 93-117.
- LISTEL, J.M., MARCOUX, E., THIÉBLEMONT, D., QUESADA, C., SÁNCHEZ, A., ALMODÓVAR, G.R., PASCUAL, E. y SÁEZ, R. (1998), "The volcanic-hosted massive sulphide deposits of the Iberian Pyrite Belt", *Mineralium Deposita*, 3, 2-30.
- LO SCHIAVO, F. y VARELA, R.G. (1998), "Archaeomining and Archaeometallurgy: an essential multidisciplinary approach. Silver in the Prehistory of Sardinia, Italy", *Proceedings International Conference the Beginings and use of Metals and Alloys*, BUMA IV (R. Maddin, Ed.), Cambridge, 185-190.

- MEDEROS MARTÍN, A. (2009), "Metal para los dioses. La secuencia del grupo Baiões durante el Bronce Final II y el comercio chipriota de hierro hacia Portugal (1200-1050 ac)", *Estudios de Prehistoria y Arqueología en homenaje a Pilar Acosta Martínez* (R. Cruz Auñón y E. Ferrer Albelda, coords.), Sevilla, 279-304.
- MERIDETH, C. (1998), *An Archaeological Survey for Ancient Tin Mines and Smelting Sites in Spain and Portugal*, BAR International Series 714, Oxford, 157-159.
- OVEJERO ZAPPINO, G. (2004), "Ossa Morena. La diversidad metálica", *Metallum. La minería Suribérica* (E. Romero y J. A. Pérez, Eds.), Huelva, 49-68.
- PÉREZ MACÍAS, J.A.
(1996), *Metalurgia extractiva prerromana en Huelva*, Huelva.
(1999), "El Pico del Oro (Tharsis, Huelva). Contraargumentos sobre la crisis metalúrgica tartésica", *Huelva en su Historia*, 7, 71-98.
(2006), "Sobre la producción de plata en época tartésica", *Almajar*, 3, 13-20.
(2007), "Comercio de minerales en el área tartésica", *Vipasca*, 2/2ª, 261-267.
(2008), "Recursos minerales de cobre y minería prehistórica en el suroeste de España", *Verdolya*, 11, 9-36.
- PÉREZ, J.A., GUERRERO, O. y SERRANO, L. (2003), "El Cerquillo (Cerro de Andévalo, Huelva) y la producción metalúrgica prerromana en el suroeste Ibérico", *Huelva en su Historia*, 10, 9-28.
- PINEDO VARA, I (1963), *Piritas de Huelva. Su historia, su minería y aprovechamiento*, Madrid.
- PLEINER R., Ed. (1989), *Archaeometallurgy of Iron*, Prague.
- RAMÓN TORRES, J. (2007), *Excavaciones Arqueológicas en el asentamiento fenicio de Sa Caleta (Ibiza)*, Cuadernos de Arqueología Mediterránea, 16, Barcelona.
- RENZI, M. (2007), "Estudio tipológico y funcional de las toberas del yacimiento de La Fonteta (Guardamar del Segura, Alicante)", *Trabajos de Prehistoria*, 64/1, 165-177.
- RENZI, R. y ROVIRA, S. (2005), "Escorias metalúrgicas del yacimiento fenicio de La Fonteta (Alicante). Estudio preliminar", *VI Congreso Ibérico de Arqueometría*, Madrid, 163-171.
- RODRÍGUEZ DÍAZ, A., PAVÓN SOLDEVILLA, I., MERIDETH, C. y JUAN I TRESSERAS, J. (2001), *El Cerro de San Cristóbal, Logrosan, Extremadura, Spain. The Archaeometallurgical excavation of the a Late Bronze Age tin-mining and metalworking site*, BAR International Series, 922, Oxford, 29-42.
- ROSTOKER, W. y DVORAK, J.K. (1991), "Some experiments with co-smelting to copper alloys", *Archaeomaterials*, 5, 5-20.
- ROTHENBERG, B. y BLANCO, A. (1980), "Ancient mining and smelting at Chinflón (Huelva, SW, Spain)", *Scientific Studies in Early and extractive metallurgy* (P.T. Craddock, Ed.), British Museum Occasional Paper, 20, London, 41-62.
- ROVIRA HORTALÁ, C. (2005), "Los talleres metalúrgicos fenicios del Cerro del Villar (Guadalorce, Málaga)", *V Congresso Internazionale di Studi Fenici e Punici*, Palermo, 1262-1270.
- ROVIRA LLORENS, S.
(1993), "La metalurgia de la Edad del Hierro en la Península Ibérica: una síntesis introductoria", *Metalurgia en la Península Ibérica durante el primer milenio a.C. Estado actual de la investigación*, Murcia, 45-70.
(1995), "Estudio Arqueometalúrgico del Depósito de Bronces de la Ría de Huelva", *Ritos de Paso y Puntos de Paso. La Ría de Huelva en el Mundo del Bronce Final Europeo* (Mª L. Ruiz Gálvez, Ed.), Madrid, 33-57.
(2004), "Tecnología metalúrgica y cambio cultural en la Prehistoria de la Península Ibérica", *Norba*, 17, 9-40.
(2007), "La producción de bronce en la Prehistoria", *VI Congreso Ibérico de Arqueometría*, Girona, 21-31.
- ROVIRA, S., MONTERO, I. y CONSUEGRA, S. (1997), *Las primeras Etapas Metalúrgicas en la Península Ibérica*, Madrid.
- ROVIRA, S., MONTERO, I. y RENZI, M. (2009), "Experimental Co-smelting to Copper Alloys", *Metals and Societies. Studies in honour of Barbara S. Ottaway* (T. L. Kienlin y B.W. Roberto, Eds.), Bonn, 407-414.
- RUIZ MATA, D. (1998), "Fenicios e indígenas en Andalucía occidental. Tartessos como paradigma", *Fenicios e Indígenas en el Mediterráneo y Occidente: Modelos e Interacción* (D. Ruiz Mata, Ed.), El Puerto de Santa María, 9-38.
- SANTOS, F. J. C., ANTUNES, A.S.T., GRILLO, C. y DEUS, M. DE (2009), "A necrópole da Idade do Ferro de Palhais (Beringel, Beja). Resultados preliminares de uma intervenção de emergência no Baixo-Alentejo", *IV Encontro de Arqueologia del Suroeste Peninsular*, Huelva, 746-804.
- SCHUBART, H. (1999), "La forja del hierro en el Morro de Mezquitilla", *La cerámica fenicia en Occidente: centros de comercio y áreas de producción*, Alicante, 241-256.
- SCHATTNER, Th. y PÉREZ MACÍAS, J.A. (2009), "Proyecto Andévalo: interacción cultural en el Andévalo en el siglo IV a. C.", *La Musealización del Patrimonio* (J.Mª Parrilla y J.Mª Cuenca, Eds.), Huelva, 143-157.
- SUÁREZ, A., AGUAYO, P., CARRILERO, M., LÓPEZ, J.L. y C. SAN MARTÍN, C. (198), "Abdera: una colonia fenicia en el sureste de la Península Ibérica", *Madriditer Mitteilungen*, 30, 135-180.
- VALÉRIO, P., SILVA, R.J.C., SOARES, A.M.M., ARAÚJO, Mª F., FERNANDES, F.M., GREGÓRIO, A., REBELO, P., NETO, N., SANTOS, R. y FONTES, T.(e.p.), "The Beginnings of Bronze Metallurgy in Southern Portugal. Preliminary results from Entre Águas 5 (Serpa)", *Archaeometallurgy: Technological, Economic and Social perspectives in Late Prehistoric Europe*, Madrid (2009).
- VILAÇA, R. (2006), "Artefactos de ferro en contextos do Bronze Final do Território português: novos contributos e reavaliação dos dados", *Complutum*, 17, 81-101.
- URBINA, D., MORÍN, J., RUIZ, L.A., AGUSTI, E. y MONTERO, I (2007), "El yacimiento de Las Camas, Villaverde, Madrid. Longhouses y elementos orientalizantes al inicio de la Edad del Hierro en el valle medio del Tajo", *Gerión*, 25/1, 45-82.

FIGURAS







0 1 2 5 cm

