



PHICARIA

III ENCUENTROS INTERNACIONALES DEL MEDITERRÁNEO

MINERÍA Y METALURGIA

EN EL MEDITERRÁNEO Y SU PERIFERIA OCEÁNICA



Ayuntamiento de Mazarrón



Ayuntamiento de MAZARRÓN



Universidad Popular de Mazarrón



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL
DEL MAR



CAMPUS MARE NOSTRUM

PHICARIA

III Encuentros Internacionales del Mediterráneo.
Minería y metalurgia en el Mediterráneo y su periferia oceánica.

© de los textos y las imágenes:
Sus autores.

© de esta edición:
Universidad Popular de Mazarrón.
Concejalía de Cultura.

COORDINACIÓN

José María López Ballesta.

COMITÉ CIENTÍFICO

Sebastián F. Ramallo Asensio.
María Milagros Ros Sala.
Concepción Blasco Bosqued.
Salvador Rovira Llorens.
José Ignacio Manteca Martínez.
Marcus H. Hermanns.

PORTADA

Muher.

IMPRIME

I.G. Novoarte, S.L.

ISBN: 978-84-606-6347-8

Depósito Legal: MU-246-2015

Impreso en España / Printed in Spain



ÍNDICE

LA RECUPERACIÓN PATRIMONIAL DE LA ACTIVIDAD MINERA: LA PUESTA EN VALOR DE LAS MINAS DE ALMADÉN (CIUDAD REAL). Luis Mansilla Plaza	17
MINERÍA Y METALURGIA DEL COBRE ENTRE LAS COMUNIDADES ARGÁRICAS. LA APORTACIÓN DEL POBLADO DE PEÑALOSA. Francisco Contreras Cortés y Auxilio Moreno Onorato	37
OBJETOS DE ADORNO EN METALES PRECIOSOS EN LA CERDEÑA PREHISTÓRICA. Claudia Pau	57
ARQUEOMINERÍA EN LAS SIERRAS DE TOTANA. Jesús Bellón Aguilera	63
MINERÍA PREHISTÓRICA DEL COBRE (3100-1550 CAL ANE) EN EL LEVANTE MURCIANO. Nicolau Escanilla Artigas y Selina Delgado-Raack	77
DESDE EL MAR TIRRENO A LA PENÍNSULA IBÉRICA. EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y LOS DATOS PRELIMINARES SOBRE EL HIERRO, EL COBRE, EL PLOMO Y LA PLATA. Marco Benvenuti, Daniela Ferro, Luciana Drago, Cecilia Bellafore y Elena Scarsella	101
LAS METALURGIAS FENICIAS EN EL MEDITERRÁNEO. Martina Renzi y Salvador Rovira Llorens	113
METALURGIA EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO SEGURA DURANTE LA EDAD DEL HIERRO. CARACTERIZACIÓN Y ESTUDIO PRELIMINAR. Susana González Reyero, Martina Renzi y Javier Sánchez-Palencia	129
EL ORO HISPANO. LA EXPLOTACIÓN ROMANA DEL ORO EN EL NOROESTE DE LA PENÍNSULA IBÉRICA. Javier Sánchez-Palencia	147
PLOMO DE BRITANNIA CAMINO A ROMA. EL SUMINISTRO DE METAL DE LA METRÓPOLI EN EL COMIENZO DEL REINADO DE L. SEPTIMIUS SEVERUS. Norbert Hannel, Peter Rothenhöfer, Michael Bode y Andreas Hauptmann	161
<i>GENTES PROCEDENTES DE CAMPANIA EN LA EXPLOTACIÓN DE LAS MINAS DE CARTHAGO NOVA.</i> Michele Stefanile	169
COMERCIALIZACIÓN DE LOS LINGOTES DE PLOMO DE CARTHAGO NOVA EN EL PERIODO TARDORREPUBLICANO. ANÁLISIS ESPACIAL Y RUTAS MARÍTIMAS. Felipe Cerezo Andreo	181
UNA PERSPECTIVA SOCIAL DE LA MINERÍA CONTEMPORÁNEA EN MAZARRÓN. Pedro María Egea Bruno	209
LA DIMENSIÓN TRIPARTITA DEL PATRIMONIO MINERO-INDUSTRIAL CONTEMPORÁNEO. EJEMPLOS DESDE LA SIERRA DE CARTAGENA-LA UNIÓN (MURCIA). Óscar González Vergara	229
EL PATRIMONIO INMATERIAL DE LA INDUSTRIA MINERA CONTEMPORÁNEA. EJEMPLOS MUSICALES DESDE LA SIERRA MINERA DE CARTAGENA-LA UNIÓN (MURCIA). Óscar González Vergara	255
LAS MINAS DE S'ARGENTERA: EXPLOTACIÓN DE GALENA DE ÉPOCA PRERROMANA EN IBIZA. Marcus Heinrich Hermanns	265
ESTUDIO TOPOGRÁFICO DE LA FUNDICIÓN DE LA LAGUNA EN EL ENTORNO DE GIRIBAILE (VILCHES, JAÉN). Luis María Gutiérrez Soler y Francisco Antonio Corpas Iglesias	279

LAS METALURGIAS FENICIAS EN EL MEDITERRÁNEO

MARTINA RENZI y SALVADOR ROVIRA

LAS METALURGIAS FENICIAS EN EL MEDITERRÁNEO

MARTINA RENZI y SALVADOR ROVIRA

1. Introducción.

No decimos nada nuevo al afirmar que los fenicios fueron los grandes mercaderes de la Antigüedad. Desde su tierra madre en la bíblica Canaán, que ocupaba una estrecha franja costera del Mediterráneo oriental de unos 300 km de longitud en los actuales países de Israel, Siria y Líbano, desarrollaron una extensa red de contactos comerciales que abarcaba gran parte del *Mare Nostrum* hasta más allá de las Columnas de Hércules. Se dice que la vocación comercial fenicia vino condicionada porque el suelo sobre el que se asentaban era poco propicio para las actividades agrícolas. Incluso las comunicaciones por tierra entre las ciudades-estado de Fenicia eran difíciles, forzando a la navegación de cabotaje como medio de transporte más eficaz.

Tampoco es novedad señalar una vez más que la civilización fenicia sería una gran desconocida de no ser por los numerosos e importantes vestigios que su paso dejó en los

asentamientos coloniales y ciudades del norte de África y de la costa meridional de la Península Ibérica, entre otros. Porque el registro arqueológico de la propia Fenicia es muy pobre, bien debido a la superposición de construcciones modernas sobre las metrópolis originales, bien porque los conflictos armados que desde hace mucho tiempo azotan la zona nuclear no permiten una investigación arqueológica sistemática.

Lo cierto es que en el siglo VIII AC los fenicios ya estaban en Gadir (Cádiz), en el Castillo de Doña Blanca (Puerto de Santa María, Cádiz) y en un rosario de asentamientos costeros que van desde las costas alicantinas a las onubenses, e incluso más allá en territorio portugués. Entre las fundaciones del norte de África Cartago, por su situación estratégica, muy pronto adquiriría un papel protagonista, erigiéndose primero en la capital de los llamados fenicios de Occidente y más tarde, tras la decadencia de Tiro y Sidón en el siglo VI AC, de los cartagineses. La figura 1 dibuja las rutas marítimas principales frecuentadas por los fenicios.



Figura 1. Mapa en el que se señalan las rutas comerciales de cabotaje más frecuentadas por los fenicios (tomado de <http://es.wikipedia.org/wiki/Fenicia>).

2. Escenario tecnológico general hacia el año 1000 AC

Los objetivos de este trabajo no dejan de ser un reto, como pronto se verá. Para abordarlos es necesario establecer un marco tecnológico de referencia a partir del cual intentaremos perfilar aquellos aspectos relacionables con lo que podríamos llamar el “factor fenicio”, un término un tanto ambiguo todavía pero sugerente, que podría definirse como aquellos rasgos tecnológicos foráneos con improntas asociables a la presencia fenicia (ROVIRA 1985: 487).

En torno al año 1000 AC los territorios del Mediterráneo central y occidental estaban en plena Edad del Bronce Final, aunque algunos objetos de hierro comenzaban a menudear en algunos sitios, probablemente producto de intercambios comerciales. Pero no anticipemos acontecimientos y vayamos con un cierto orden. En la fecha que hemos señalado los metales de “interés industrial” eran el cobre, el estaño, el hierro, el plomo-plata y el oro. Nos olvidaremos aquí del oro, cuya restringida circulación es obvia en todos los tiempos. Además, el oro en la Prehistoria y Antigüedad no tiene una metalurgia propia: siempre se obtenía en estado nativo de minas y placeres.

2.1. El cobre.

Desde el punto de vista económico, el cobre era el metal rey en cuanto a volumen de producción y consumo. La tecnología necesaria para su extracción, tanto desde el punto de vista minero como del metalúrgico había alcanzado gran desarrollo, aunque no podríamos hablar de una situación equiparable en todas las regiones del Viejo Mundo, al menos por lo que respecta a los hornos productores de metal. Mientras que en el Levante mediterráneo y en algunas islas del Egeo los hornos capaces de producir y evacuar escoria líquida hicieron su aparición en el III milenio AC (HAUPTMANN

2007: 187 y ss.), en Europa hay todavía bastante oscuridad en relación con este tema. Dentro de los pocos datos disponibles cabe mencionar las escorias de sangrado de tipo platiforme localizadas en una extensa área de los Alpes meridionales, en el Trentino, acompañando a curiosos hornos de planta aproximadamente cuadrada. Allí se procesaban sulfuros y se han encontrado los lechos de tostación correspondientes. Su cronología cae dentro del Bronce Final, entre el 1000 y el 600 AC, con cierta intensificación en torno al 800 AC (CIERNY 2008: 68-70).

Por razón de proximidad debemos referirnos a Cerdeña, donde la civilización nurágica proporciona colecciones valiosas de figurillas y armas metálicas. Pues bien, las evidencias de una producción local de cobre brillan por su ausencia (ATZENI *et al.* 2004: 158), lo cual explica en cierto modo los numerosos hallazgos de lingotes chipriotas de tipo piel de buey o sus fragmentos (LO SCHIAVO 2009).

Tampoco la Península Ibérica escapa a ese panorama nebuloso a pesar de las muchas pruebas de una pujante metalurgia que reportan, por ejemplo, los numerosos hallazgos de objetos metálicos de producción local. No se han localizado por ahora acumulaciones de escoria, ni grandes ni pequeñas, que avalen la introducción de nuevas tecnologías de horno en el Bronce Final. Por el contrario, tal parece que la tecnología de la vasija de reducción y el aprovechamiento de minerales oxidicos con poca ganga, cuya tradición se remonta a los orígenes de la metalurgia peninsular, siguen siendo moneda corriente (ROVIRA 2005: 28-29). Es cierto que en contextos arqueológicos de esta época se han encontrado algunos lingotes plano-convexos o sus fragmentos cuya producción sugiere técnicas más avanzadas, pero no se puede afirmar taxativamente que sean productos locales en una época en la que el fluido comercio mediterráneo era una realidad incuestionable.

<u>MEDITERRÁNEO ORIENTAL</u>	<u>MEDITERRÁNEO OCCIDENTAL</u>
Laboreo de óxidos, carbonatos y sulfuros	Laboreo de óxidos y carbonatos
Hornos de fundición con sangrado de escoria	No hay hornos. Vasijas de reducción
Grandes escoriales	No hay apenas escorias
Técnicas de taller muy desarrolladas	Técnicas de taller muy desarrolladas

Cuadro 1. Metalurgia del cobre. Rasgos tecnológicos comparativos hacia el año 1000 AC.

Contrastando con esas curiosas disparidades tecnológicas mencionadas, las técnicas de taller son similares allá donde mires: se producen prácticamente los mismos tipos de objetos (con sus peculiaridades culturales propias) aplicando los mismos métodos de trabajo del metal, probablemente porque dichos métodos se llevaban utilizando desde mucho tiempo antes pero, sobre todo, porque existe un número limitado de recetas para trabajar el metal y prácticamente todas se descubrieron empíricamente en el Calcolítico.

El cuadro I resume de forma comparativa la tecnología del cobre en la franja cronológica del año 1000.

2.2. El estaño.

Otra gran incógnita es el estaño, el aleado esencial necesario para producir bronce. No es ésta la ocasión para extendernos en este tema apasionante. Basta con decir que, a estas alturas, todavía no está nada claro cómo se fabricaba el bronce en la Prehistoria. Una revisión de la problemática puede verse en ROVIRA (2007). En general se piensa que el bronce se hacía aleando cobre y estaño. En nuestra opinión, en cambio, una opción probablemente muy utilizada era la co-reducción de minerales de cobre y de estaño en un crisol (ROVIRA *et al.* 2009). Avalan esta opinión, al menos en la Península Ibérica, más de una docena de crisoles con escori-ficaciones cobre-estaño hallados en contextos arqueológicos de cronologías que van desde el Bronce Antiguo a la Edad del Hierro, junto a la total carencia de hallazgos de escorias de una metalurgia del estaño y, consecuentemente, de objetos de dicho metal. Pero no hay duda que el estaño metálico era utilizado hacia el año 1000 e incluso antes. Se conocen unos pocos objetos de estaño en Europa, inventariados hace unos años por PRIMAS (2003), así como lingotes en la carga de barcos naufragados cerca de la costa como el de Uluburum en Turquía (HAUPTMANN *et al.* 2002) o los sobradamente conocidos del puerto de Haifa en Israel (GALILI *et al.* 1986), todos ellos fechables en el siglo XIV AC. Pero, insistimos, por ahora se desconoce dónde y cómo se producía dicho es-

taño. Por lo que respecta al Occidente europeo, los únicos lingotes de estaño conocidos actualmente son los extraídos del naufragio de Salscombe, en las costas inglesas, cuya cronología es del Bronce Final (ROBERTS y VEYSEY 2011).

Mientras que en la Península Ibérica disponemos desde hace una decena de años de crisoles cobre-estaño para la producción de bronce y de sus estudios analíticos, hasta hace relativamente poco tiempo no había ningún análisis de materiales similares en las tierras bañadas por el Mediterráneo oriental. Recientemente se ha publicado un crisol de Tell es-Safi (Gath, Israel) (ELIYAHU-BEHAR *et al.* 2012: 261) cuya analítica concuerda con los datos publicados de algunos crisoles hispánicos que nosotros consideramos fueron utilizados para co-reducir minerales. Los autores mencionados deciden, en cambio, que en dicho crisol se alearon los metales, no los minerales.

Para completar este magro panorama hemos de recordar el trabajo de WALTER (1989), que ya abogaba por la co-reducción como método para obtener bronce en el Bronce Final de Francia, y el de BARTELHEIM *et al.* (1998) que incide sobre lo mismo tras estudiar una escoria de los Erzgebirge alemanes, también del Bronce Final. La Península Itálica y Cerdeña no aportan ningún dato de interés a este respecto.

Así, pues, en torno al año 1000 AC la situación tecnológica podría resumirse, aunque de forma un tanto borrosa, como expresa el cuadro II.

2.3. El plomo y la plata.

El plomo era un metal conocido en el Oriente Próximo en fechas tan tempranas como finales del V-IV milenio AC y todo parece indicar que, desde un primer momento, plomo y plata anduvieron de la mano íntimamente relacionados con la obtención del metal noble con el concurso de la copelación del plomo argentífero. Al menos así lo indican los restos metalúrgicos hallados en Fatmalı-Kalecik, en Anatolia oriental, donde se han encontrado fragmentos de litargirio y escorias



Cuadro 2. Metalurgia del estaño/bronce. Rasgos tecnológicos comparativos hacia el año 1000 AC.

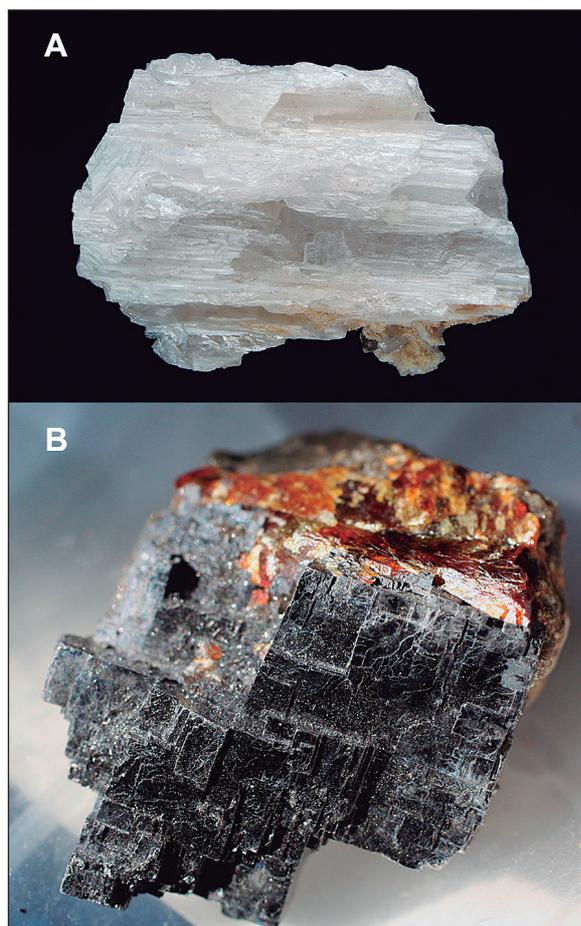


Figura 2. Muestras de cerusita (A) y galena (B).

de plomo (HESS *et al.* 1998), coincidiendo con una amplia difusión de objetos de plata que se extiende por todo el Oriente Medio. Según los mencionados autores las escorias indican que se procesaron minerales oxidicos de plomo, es decir óxidos, hidróxidos y carbonatos argentíferos probablemente extraídos de la montera de mineralizaciones primarias más profundas. Algo más recientes, del III milenio AC, son los litargirios de Habuba Kabira en Siria, del período Uruk Tardío (PERNICKA *et al.* 1998).

Podemos dar por confirmado que en torno al año 1000 AC la obtención de plomo-plata y la copelación eran sobradamente conocidos en el Mediterráneo Oriental. Quedaría por aclarar cuál era el mineral fuente del plomo argentífero en esa época. Ya hemos dicho que en un primer momento se beneficiaron los minerales más superficiales, las especies oxidicas, principalmente la cerusita. ¿Cuándo comenzaron a explotarse los sulfuros primarios, las galenas argentíferas?

Una primera respuesta, lógica, es decir: cuando se agotaron las capas de gossan y las zonas de enriquecimiento secundario, y los mineros, al profundizar en las vetas, se encontraron con los sulfuros cuyo aspecto es completamente diferente de la cerusita de la montera (Fig. 2). El aprovechamiento de los sulfuros requirió, en general, el desarrollo de nuevas técnicas metalúrgicas siendo la más destacada la tostación como primer paso para eliminar la mayor cantidad posible de componente sulfuroso, transformado el sulfuro en óxido al que, en un segundo paso, se aplicaba la ya veterana técnica de reducción.

Se ha dicho que la obtención de plomo de la galena es fácil sin una tostación previa, aunque el rendimiento de la transformación es bajo y queda mineral sin reducir (HETHERINGTON 1991). En realidad lo que sucede al introducir la galena en un horno primitivo es que conforme va descendiendo el mineral hacia la cámara de reducción y alcanza la zona de temperaturas relativamente bajas (500-600° C) se produce la “tostación” con desprendimiento de gas sulfuroso, de manera que cuando llega a la cámara una gran parte es ya óxido de plomo. La velocidad de descenso ha de ser lo suficientemente lenta para que tenga lugar la oxidación de la galena y para ello la única manera de regularla es dosificando el combustible (carbón vegetal) en la carga: cuanto más carbón, más lento es el descenso. No se conocen lechos de tostación asociados a la metalurgia de sulfuros hasta bien entrado el I milenio AC, asociados a la metalurgia del cobre, como hemos dicho más arriba, lo cual podría interpretarse como que en un primer momento la metalurgia de la galena adoptó con ligeras modificaciones la tecnología del cobre.

Pero quizás no sea necesario hacer suposiciones a este respecto y las minas de Laurion en Grecia, las mayores productoras de plomo-plata en el I milenio AC, nos aporten datos sustanciosos a este respecto. El inicio de la explotación de Laurion es todavía un tema controvertido y el artículo de GALE (1979: 26-31) sigue conservando su frescura e interés actualmente. Según recoge este autor, los hallazgos más antiguos de litargirio y escorias proceden de una casa del Heládico Medio en Thorikos, en la costa ática meridional, dentro del área minera de Laurion, de hacia finales del siglo XVI AC, proponiendo esta fecha para los inicios de los trabajos mineros por razón de cercanía. Hay que decir, sin embargo, que se ha encontrado litargirio mucho más antiguo, del IV milenio AC, en las tierras del interior del Ática, cuya relación con Laurion está por establecer (KAKAVOGIANNI *et al.* 2008).

Ahora bien, ¿de qué minerales se extraían el plomo y la plata en esos primeros tiempos? Hay un cierto consenso entre los investigadores en considerar (a falta de evidencias arqueológicas) que la mayor parte de la plata antigua se obtuvo

de las cerusitas argentíferas y así siguió siendo en algunas regiones de Oriente Medio hasta época Islámica (MEYERS 2003: 276). Por ahora hemos de dar por buena esta idea. La explotación de Laurion, poco importante en una larga primera etapa del Bronce Final, experimentó un proceso de aceleración a partir de mediados del siglo VIII AC hasta alcanzar un máximo en los siglos VI-V AC, para luego ir menguando hasta ser abandonadas las minas en el siglo I AC. Es probable que en ese proceso hacia la explotación intensiva se agotaran los depósitos superficiales de cerusita y los mineros alcanzaran las cabezas de las vetas de galena. Desde luego los estudios de escorias antiguas realizados por BACHMANN (1982) indican que proceden de la fundición de galena, quizás con adición de cerusita, un método al que ya había aludido CONOPHAGOS (1982). No hay datación segura para estas escorias pero por proceder de grandes escoriales hay que suponerles una fecha *post quem* del siglo VIII AC.

Así, pues, no hay ninguna evidencia de que en torno al año 1000 AC se explotara la galena argentífera en los territorios del Mediterráneo oriental. La plata procedía en su mayor parte del laboreo de cerusita argentífera y minerales afines.

En el Mediterráneo central y occidental el panorama es muy distinto en esas fechas. Por lo que respecta a la Península Itálica y Cerdeña los objetos de plata no dejaban de ser elementos exóticos y, aunque en el caso sardo últimamente se habla de adornos de cronología muy antigua, pre-Nurágica, los que han sido analizados muestran una composición con niveles de plomo tan bajos que hacen pensar en plata no copelada (AZTENI *et al.* 2004: 202-203). En la Península Ibérica la plata hizo su debut en el sureste con la cultura argárica en forma de anillos, aretes, pulseras y otros adornos. También en este caso se trata de plata nativa u obtenida a par-

tir de cerargirita (plata córnea), según MONTERO *et al.* (1995) y otros autores. La situación no parece cambiar en el Bronce Tardío.

Con estos datos podemos resumir la situación hacia el año 1000 AC como indica el cuadro III.

2.4. El hierro.

El descubrimiento y aplicación del hierro está considerado, con razón, un paso importante hacia delante en el progreso tecnológico. Pero, dicho esto, conviene hacer algunas reflexiones iniciales. Cuando hablamos de hierro, ¿a qué metal nos estamos refiriendo? El hierro puro, llamado en el lenguaje metalúrgico hierro dulce o hierro ferrítico, es un metal maleable relativamente blando. En términos de dureza estaríamos hablando de 100-115 unidades Brinell (HB). El cobre sin alear está en las 80-85 HB y los broncees más comunes en 166-183 HB. Esta visión, muy simplificada por cierto, de una cualidad mecánica frecuentemente manejada para comparar, ya señala que el hierro dulce no parece, en principio, que aporte grandes ventajas en relación con el cobre y sus aleaciones más habituales. ¿A qué se debió, pues, su éxito como nuevo metal de sustitución? Sencillamente, a que no nos estamos refiriendo al hierro sino al acero (dos términos que se confunden en el lenguaje común), es decir a hierro dulce en el que hay disueltas pequeñas cantidades de carbono que lo convierten en un metal mucho más duro. Así, por ejemplo, un acero suave con tan sólo entre 0,20 y 0,30% de carbono adquiere un rango de durezas del orden de 170-202 HB, superior a muchos broncees. Si añadimos otras cualidades del acero como por ejemplo admitir con cierta facilidad porcentajes de carbono cercanos al 1% y su capacidad de ser templado, llegaríamos a valores cercanos a 500 HB, inalcanzables por los broncees.

<p>MEDITERRÁNEO ORIENTAL</p> <p>Minería de cerusita argentífera</p> <p>Copelación</p> <p>Restos de copelas, escorias, litargirio</p>	<p>MEDITERRÁNEO OCCIDENTAL</p> <p>Minería de plata nativa</p>
--	---

Cuadro 3. Metalurgia plomo/plata. Rasgos tecnológicos comparativos hacia el año 1000 AC.

Pero recuperemos el hilo de la historia. La Arqueología ha documentado unos pocos objetos de hierro en el III y II milenio AC en Anatolia, Mesopotamia y las tierras levantinas del Mediterráneo. Los análisis practicados han determinado que se trata de hierro meteórico, es decir, extraído de ciertos meteoritos que cayeron sobre la superficie de la Tierra. La composición del hierro meteórico incluye habitualmente níquel y su microestructura es la de un acero.

Hacia mediados del II milenio AC se registran los primeros objetos fabricados con hierro obtenido a partir de sus abundantes minerales existentes en Anatolia y se hacen cada vez más numerosos en una amplia región que va desde Anatolia a Mesopotamia y los países ribereños del Mediterráneo oriental. Esta primera siderurgia se ha atribuido a los hititas, aunque sigue siendo una gran desconocida en términos tecnológicos pues hasta el momento no se han encontrado escorias que permitan estudiarla mínimamente. Tampoco las celebradas espadas hititas pueden estudiarse en términos tecnológicos debido a que el metal se encuentra completamente corroído. Lo cierto es que con la caída de Hattusa hacia el 1200 AC tras las invasiones de los Pueblos del Mar se observa una mayor dispersión de los fabricados en hierro, como si tras la pérdida hegemónica hitita un secreto celosamente guardado quedara liberado y se dispersara también.

Como mencionábamos antes, los restos metalúrgicos de la obtención de hierro por reducción de sus minerales en el II milenio AC brillan por su ausencia. La revisión efectuada por VELDHUIJZEN y REHREN (2007: 189-191) de todos los (escasos) estudios de escorias y otros materiales atribuidos anteriormente a esta siderurgia primaria señala los errores previos de interpretación, concluyendo que ninguna de ellas es lo que se dijo que era: ni los hornos eran hornos metalúrgicos, ni las escorias escorias de reducción. En el mismo sentido se expresa más recientemente VELDHUIJZEN (2013). La primera evidencia de un horno de fundición con escorias de sangrado ha sido localizada en Tell Hammeh, Jordania, y

se fecha en el 940-850 cal. AC (VELDHUIJZEN y REHREN, 2007: 191).

Por lo que respecta a la Península Ibérica, se registran hallazgos aislados de objetos de hierro en el Bronce Final totalizando menos de medio centenar (RENZI *et al.* 2013: 179-180; VILAÇA 2006). En ningún caso se han encontrado restos metalúrgicos asociados que pudieran hacer pensar en la implantación local de una metalurgia del hierro, tratándose, pues, de bienes de prestigio adquiridos en transacciones comerciales.

Así, pues, en torno al año 1000 AC la situación comparativa sería la que expresa el cuadro 4.

3. Finalmente llegaron los fenicios...

Quizás nunca lleguemos a conocer con detalle las primeras arribadas de comerciantes de ultramar a las playas mediterráneas peninsulares. ¿Vinieron, como se dice en lenguaje moderno, a prospectar mercados para sus productos? ¿Llegaron a sabiendas de que la Península poseía riquezas sin cuento, como sugieren algunas fuentes clásicas? ¿Fue una sorpresa encontrarse con Tarteso o ya tenían noticias de ese emporio? Dejemos estas cuestiones en el aire, que otros especialistas trabajan en ellas y proponen distintas hipótesis para contestarlas. Lo cierto es que, finalmente, llegaron los fenicios. Si los primeros en arribar hicieron buenos negocios es muy probable que la noticia se extendiera como reguero de pólvora, haciendo que la ruta a Iberia que señala la figura 1 se convirtiera pronto en singladuras frecuentadas.

Es también un hecho incuestionable que los primeros asentamientos fenicios de importancia se situaron en la costa, pero también comienza a serlo que su influencia se aprecia muy pronto, al menos por lo que se refiere al tema de metales, en tierras del interior. Un ejemplo es el poblado de El Calvari (El Molar, Tarragona) en el área metalífera de Molar-

MEDITERRÁNEO ORIENTAL	MEDITERRÁNEO OCCIDENTAL
Hornos de sangrado de escoria	No hay metalurgia del hierro
Escorias de sangrado	
Buenas técnicas de herrero	

Cuadro 4. Metalurgia del hierro. Rasgos tecnológicos comparativos hacia el año 1000 AC.



Figura 3. Monteras rojas residuales en las Minas de Riotinto (Huelva).

Bellmunt-Falset, fechado en los siglos VIII-VII AC, indígena con fuerte impronta fenicia. De allí son las evidencias más antiguas que hasta ahora tenemos de metalurgia del plomo en territorio indígena, documentada por las escorias y chorrotones encontrados en este pequeño asentamiento casi a pie de mina (GENER *et al.* 2007).

3.1. Los recursos minerales de la Península para plomo-plata

Es de sobra conocida la abundancia y variedad de minerales metalíferos de la Península Ibérica, una de las regiones más singulares del mundo en este sentido. Y también peculiar. Parece lógico pensar que de los contactos con los nativos pronto surgió el interés por esos recursos. No debemos olvidar que los metalúrgicos del Bronce Final estaban explotando con excelentes resultados la parte de esos recursos necesaria para alimentar una boyante metalurgia del cobre y del bronce. Iberia no era, entonces, un país virgen y su bronceística podía competir sin complejos con la de cualquier otro de su entorno, como bien reflejan la panoplia armamentística, el instrumental y los objetos de adorno. Bien fuera por el empuje propio, bien fuera por el interés de los nuevos colonos o por ambos efectos sumados (de nuevo la incógnita del “factor fenicio” planea sobre estas reflexiones), lo cierto es que en el siglo VIII AC, coincidiendo con los asentamientos fenicios más antiguos hasta ahora investigados, apreciamos un incremento de la producción metalúrgica y, más importante sin duda, la explotación de nuevos recursos encaminados a la producción de plata. Es este último metal el que requerirá mayor atención por nuestra parte.

La Faja Pirítica Ibérica, que se extiende desde la parte occidental de la provincia de Sevilla hasta el sur de Portugal cruzando toda Huelva, contenía depósitos importantes de minerales argentíferos. Los minerales primarios de plata son

sulfuros, sulfoarseniuros y sulfoantimoniuros que se encuentran embebidos en muy pequeña proporción en los sulfuros masivos de hierro y cobre de la Faja. En las monteras de esos filones, producidas por la acción de los agentes atmosféricos sobre sus cabeceras afloradas o cercanas a la superficie (Fig. 3), se encuentra también el metal precioso.

En la Faja Pirítica había dos tipos de mineralizaciones superficiales asequibles a los mineros prehistóricos: la jarosita argentífera y el gossan cupro-argentífero. La jarosita es un mineral definido como un sulfato hidratado de potasio y hierro. En este caso procedería de la meteorización de pirritas. Las jarositas del suroeste se caracterizan por su complejo polimetallismo, acompañando a los elementos básicos pequeñas cantidades de minerales de cobre, plomo, arsénico, antimonio, bismuto, oro y plata. Suelen formar acumulaciones amarillentas de argentojarosita en el gossan ferruginoso. El gossan cupro-argentífero, por su parte, es también una mineralización compleja en la que predominan los óxidos e hidróxidos de hierro (de ahí su color rojizo o pardo) acompañados del mismo cortejo de minerales metalíferos que la jarosita. Procedería de la meteorización de calcopirritas. No es aquí la ocasión de entrar con mayor detalle en el complicado quimismo de las monteras, remitiendo a la persona interesada a consultar obras específicas como por ejemplo el libro de MARTÍN GONZÁLEZ (1981) o el resumen elaborado por PÉREZ MACÍAS (1996: 15-20). Basta con decir, para hacernos una idea aproximada, que ambas mineralizaciones aparecen conjuntamente formando ciertas monteras de la Faja, predominando una u otra dependiendo de la composición de los sulfuros masivos de los que son cabecera.

Según CRADDOCK *et al.* (1985: 207), el contenido de plata oscila entre 160 ppm y 3.110 ppm (partes por millón o 0,016-0,311%). Caen dentro de ese rango algunos de los valores de las muestras publicadas por PÉREZ MACÍAS (1996), aunque este autor recoge también análisis de minerales más pobres.

¿Qué experiencia podría tener un metalurgo fenicio en el aprovechamiento de estas monteras argentíferas? Muy probablemente ninguna. Ya hemos hablado anteriormente del caso de Laurion, que sería generalizable a las monteras de cerusita de los depósitos de galena de los territorios del Mediterráneo oriental y sus anejos. La metalotectónica de aquellas regiones es diferente de la peninsular..., con al menos una excepción conocida: las minas de la isla de Sifnos (la *Siphnos* clásica), en las Cícladas griegas. La más importante es Agios Sostis, donde se explotó una montera ferruginosa compuesta básicamente por óxidos de hierro y manganeso y pequeñas cantidades de otros minerales secundarios como malaquita, azurita, cerusita, anglesita, galena parcialmente oxidada y jarosita, parecida a algunos gossans ferruginosos

de la Faja. Los análisis de los minerales de plomo dieron hasta un 0,5 % de plata (VAVELIDIS *et al.* 1985: 69, tab. 2). Hay evidencias antiguas de la explotación de este gossan para extraer plomo-plata (escorias, litargirio), pero desgraciadamente sin ninguna indicación cronológica segura al respecto a pesar de las meticulosas exploraciones llevadas a cabo en las décadas de 1960 y 1970 (GALE 1979: 44-49). Tampoco las escorias de esta mina son como las de la Faja, así que, dadas las circunstancias concurrentes, parece dudoso que Agios Sostis diera lugar a avances tecnológicos que llegaran a oídos de los fenicios. En realidad lo que allí se benefició fueron las galenas argentíferas meteorizadas del gossan, seleccionadas en la propia mina, resultado de lo cual son los muros y diques interiores edificados con los materiales desechados (GALE 1979: 47). Todo esto nos aboca a un punto crucial de nuestro discurso: la necesidad de desarrollar *in situ*, en Iberia, nuevas tecnologías para extraer la plata de la Faja Píritica.

Aunque ha habido voces reivindicando la producción de plata en el Suroeste desde el Bronce Pleno, la reciente revisión de esta problemática efectuada por CRADDOCK (2013) justifica la opinión más consensuada de que la minería y la metalurgia argéntea debutan con los contactos orientales en época tartésica. Dos nuevos restos metalúrgicos desconocidos antes lo atestiguan: las escorias plomo-plata que, además, en este caso tienen una morfología peculiar que no se conoce en ninguna otra parte del mundo antiguo, las llamadas escorias de sílice libre o de turrón de guirlache (Fig. 4), y el litargirio, resultado evidente del empleo de la copelación para desplatar el plomo argentífero.

La copelación, ya lo hemos dicho antes, era un viejo método bien conocido en las tierras del Mediterráneo oriental. Pero, ¿cómo se llegó al conocimiento de que en los gossans



Figura 4. Fragmento de escoria plomo-plata de sílice libre. Escala en cm. (Foto M. Hunt).

de la Faja había plata? No tenían ninguna experiencia previa en la que apoyarse. Además, la jarosita es un mineral que, aunque de colores llamativos que van del amarillo al rojizo, su densidad es relativamente baja en comparación con la de otros minerales metalíferos bien reconocidos como la malaquita, la azurita o la cerusita. Especulando podemos suponer que el hallazgo fue fruto de la experimentación, de la búsqueda empírica del conocimiento. Desde época calcolítica se explotaban mineralizaciones cupríferas de la Faja dentro o cerca del gossan. Es decir, que la idea del aprovechamiento metalúrgico de las coberteras rojas venía de mucho antes. Con los fenicios se dio un paso adelante más.

La reducción del gossan no presenta problemas, en teoría. Pero en la práctica hay dos requerimientos importantes: se necesitaba un horno metalúrgico, artilugio que hasta donde sabemos desconocían los nativos del Bronce Final tartésico, y un captador para la plata pues de lo contrario la ínfima proporción de metal noble contenida en el gossan se dispersaría en la escoria. De ambas cosas podían saber los fenicios, pues venían de tierras donde la metalurgia de la plata contaba con milenios de desarrollo usando como captador el plomo. La metalurgia que ellos conocían no requería la adición del captador pues obtenían la plata reduciendo cerusita y/o anglesita argentíferas, es decir, que el propio mineral ya llevaba el captador incorporado. Aquí había que añadirlo a la carga del horno, bien como plomo metálico, bien en forma de litargirio, reaprovechando así el subproducto de copelaciones anteriores. La Faja Píritica es pobre en minerales de plomo (aunque hay algo de jarosita plumbífera), así que pronto hubo necesidad de importar este metal de otras latitudes y es quizás en ese momento cuando se puso en marcha la minería para beneficiar plomo en los metalotectos de Sierra Morena, Almería, Murcia y de otras regiones más alejadas.

Hay algunas piezas del rompecabezas que encajan con cierta dificultad. Una parte de nuestros razonamientos se basan en evidencias más o menos constatadas de que la metalurgia plomo-plata en el oriente mediterráneo no procesaba los sulfuros, la galena en particular, hasta que en siglo VIII AC comenzó la gran producción de Laurion que inundó de plata Grecia y los países de su entorno, según se dice. Esta nueva tecnología de fundición debió ser conocida por los fenicios o por los metalúrgicos que llegaron con ellos porque en asentamientos antiguos como La Fonteta (Guardamar, Alicante), cuyos niveles fundacionales son del siglo VIII, ya hay galena y chorretones de metal desde el primer momento de su existencia (RENZI 2012: 220-223). Más o menos de esta misma época es El Calvari, en la provincia de Tarragona, donde también se han encontrado fragmentos de galena, escorias y gotas de plomo (GENER *et al.* 2007, 156-159). Así pues, para encajar el inicio de la metalurgia de la galena en el rompecabezas de la Península sin dificultad debemos antes



Figura 5. Fragmento de "litargirio" cobre-plomo de La Fonteta, todavía adherido a la copela. Escala en divisiones milimétricas.

admitir que con los primeros colonos orientales llegaron también los conocimientos necesarios para su aprovechamiento, desarrollados por entonces, según el estado actual de la investigación, en Laurion. ¿Fue también en ese momento, siglo VIII AC, cuando comenzó la extracción de plata de las galeas argentíferas del sureste? Probablemente sí, pues en yacimientos como La Fonteta las evidencias de copelación, aunque escasas, ya se registran desde la fase antigua del yacimiento (RENZI 2012: 224-229 y tab. 5.6).

No será esa la única novedad que nos depara el asentamiento fenicio de La Fonteta en relación con la implantación y desarrollo de nuevas tecnologías para obtener plata de los minerales argentíferos de la Península. En un momento dado de la investigación en el laboratorio de los residuos metalúrgicos del sitio nos sorprendió encontrar varios fragmentos de una especie de "litargirio" en cuya composición, además de los esperables óxidos-hidróxidos de plomo había también óxidos y carbonatos de cobre (Fig. 5). Era evidente que el metal copelado no fue sólo plomo argentífero sino una aleación cobre-plomo portadora de plata. La sorpresa fue en aumento tras comprobar que no existían en la literatura científica paralelos para este material en la banda cronológica en la que nos estamos moviendo. El registro arqueológico proporcionaba también escorias cobre-plomo, con lo cual tenemos los elementos clave para pensar en un nuevo método de obtener plata a partir de minerales de cobre argentífero que, de momento sólo se documenta en Iberia. Materiales complementarios de la misma cadena operativa se han encontrado en otros yacimientos contemporáneos todavía en estudio como La Rebanadilla y el Cerro del Villar, en la provincia de Málaga. El tema fue desarrollado con detalle desde su base analítica por RENZI (2012: 237-246).

La obtención de plata a partir de minerales de cobre argentífero se conoce actualmente con el nombre de licuación desde que Vanoccio Biringuccio lo describiera en su *Pirotechnia* en 1540 y sabemos que se empleaba ya en época me-

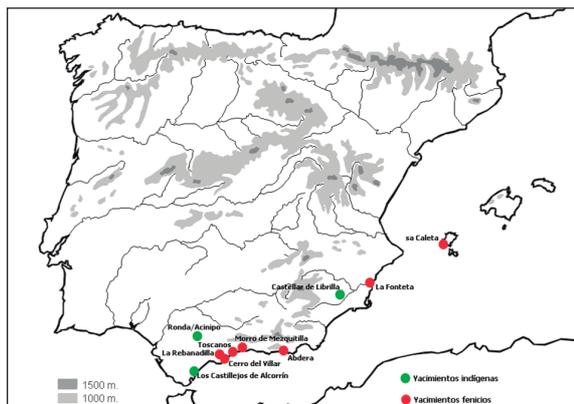


Figura 6. Yacimientos fenicios con evidencias siderúrgicas.

dieval e incluso antes. De lo que no teníamos pruebas hasta ahora es del uso de una técnica similar para desplatear cobre en una época tan temprana como la de los fenicios en Iberia.

3.2. La primera siderurgia.

Los primeros pasos de la metalurgia del hierro están plagados de incógnitas. Algo de ello se ha dicho más arriba, extraído en parte de un trabajo más extenso sobre el tema (RENZI *et al.* 2013). La única noticia fidedigna por ahora de una metalurgia desarrollada que empleaba hornos de sangrado de escoria, en Oriente, es el sitio antes mencionado de Tel Hammeh en Jordania, de comienzos del I milenio AC. Parece lógico pensar que si no sabemos de más sitios de la época puede deberse a esos vacíos inevitables de la investigación arqueológica, tan sujeta al azar, aunque no dejaba de intrigarnos que una industria supuestamente tan boyante y diseminada como la del hierro no hubiera dejado residuos más numerosos de su existencia en aquellas tierras.

La Península Ibérica, de nuevo, se presenta como un lugar particularmente interesante para la investigación de este capítulo de la Arqueometalurgia. La introducción de la tecnología del hierro en la Península parece seguir dos caminos diferentes: por un lado, grandes territorios del centro y norte se conectarían con el área céltica ultrapirenaica; por otro, los territorios costeros mediterráneos serían permeables a las influencias llegadas de Oriente. En esta ocasión nos fijaremos solamente en lo que sucedió en los segundos. Vaya por delante que los primeros restos de actividades relacionadas con el hierro se encuentran en los yacimientos fenicios antiguos y en alguno indígena situado en su proximidad. El mapa de la figura 6 señala los asentamientos meridionales con evidencias de dicha actividad. La revisión efectuada por RENZI *et*

al. (2013: 180-181) de las publicaciones de Morro de Mezquitilla, Toscanos, Cerro del Villar y Castellar de Librilla concluye que sus escorias y estructuras pirometalúrgicas se relacionan con actividades de trabajo del hierro, no con la obtención de dicho metal. Efectivamente, en ninguno de esos sitios se han encontrado las escorias de sangrado que permitirían conectar inmediatamente con la metalurgia primaria. Tampoco las hay en La Fonteta ni en ningún otro yacimiento fenicio antiguo estudiado recientemente, lo cual debería ser preocupante si consideráramos que la tecnología de Tel Hammech no es un *unicum* sino que representa la punta del iceberg, y que, en buena lógica, debería haber viajado con los fenicios hasta Iberia. ¿Es que las fundiciones estaban aquí a pie de mina y los trabajos modernos las han destruido? Es una observación que no debemos echar en saco roto, por si acaso.

Las escorias son los documentos necesarios e imprescindibles para investigar la tecnología metalúrgica, como es bien sabido. Con excesiva ligereza se tiende a establecer puentes entre las tecnologías actuales y las antiguas, una actitud heredada de la influencia ejercida por las incursiones de geólogos y metalúrgicos modernos en el campo de la Arqueometalurgia. Esta actitud puede resumirse en: las reacciones implicadas en un proceso metalúrgico están regidas por leyes inmutables de la Física y la Química que no dependen de condicionamientos culturales; por lo tanto cabe esperar que las evidencias arqueológicas sean similares a las modernas. La primera parte del razonamiento es impecable; la segunda es discutible y las investigaciones de los últimos veinte años se han encargado de demostrar que hay distintos caminos para alcanzar un mismo fin, al menos por lo que se refiere a la metalurgia prehistórica del cobre, la mejor estu-

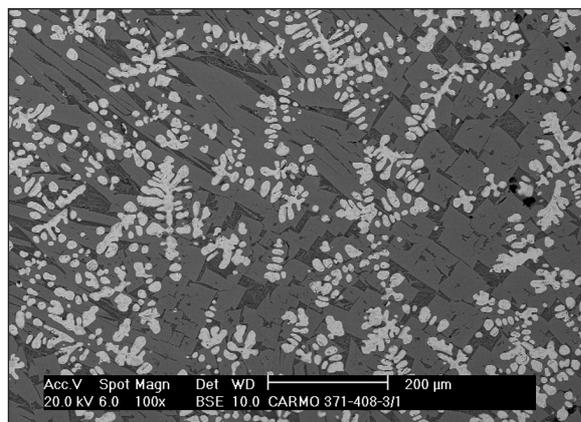


Figura 7. Escoria de hierro, de sangrado, del yacimiento orientalizante del Hierro I de Carmona (Sevilla). Placas y bastones grises de fayalita. Las formas blancas son dendritas de wüstita (óxido de hierro). Imagen tomada con el microscopio electrónico de barrido en modo electrones retrodispersados.

diada (HAUPTMANN 2007; ROVIRA y MONTERO 2013). Nada nos impide pensar que con el hierro pudiera suceder algo parecido. Los primeros metalúrgicos tuvieron acceso a mineralizaciones muy ricas cuya metalurgia es más sencilla en términos procesuales que con minerales de leyes más bajas. Pensemos, por ejemplo, que un metro cúbico de hematites pura (y todavía existen mineralizaciones actuales de alta pureza) contiene un 70% de hierro. Si la reducción fuera perfecta se obtendrían casi 29 toneladas de hierro, sin apenas escoria; con pérdidas del orden del 50% todavía serían más de 14 toneladas, una cifra francamente impresionante si la comparamos con el peso y volumen de los hallazgos arqueológicos de objetos de hierro de cronología más antigua, aunque probablemente muchos de ellos habrán desaparecido a los ojos del arqueólogo consumidos por la corrosión. Pero, no exageremos, tampoco serán tantos si tenemos en cuenta su estado de conservación en las necrópolis del Hierro pleno y que el hierro no era un metal reciclable.

De esta simple reflexión queremos subrayar dos aspectos: 1) que la minería inicial del hierro no implicaba necesariamente grandes movimientos de tierra; pocos metros de una buena veta aflorada eran capaces de suministrar muchas toneladas de metal, y 2) que la reducción directa de ese metal producía poca escoria. Desarrollaremos un poco más este segundo punto. La escoria de hierro es un subproducto de la metalurgia primaria que se forma a partir de la ganga que acompaña al mineral metalífero, a la que se suman reacciones químicas con las paredes arcillosas del contenedor dentro del cual tiene lugar la reducción (horno metalúrgico) y con la ceniza del carbón utilizado como combustible. El principal contribuyente para la formación de escoria es la ganga; si no hay ganga poca escoria se formará. Alguien podría sentirse incómodo ante estos razonamientos y podría preguntarnos: ¿Entonces, cómo es que existen grandes escoriales de hierro? La respuesta es sencilla: porque conforme disminuye la riqueza del mineral y aumenta consecuentemente la ganga, parte del óxido de hierro reacciona con dicha ganga (habitualmente silicato de la roca en la que encaja la mineralización) para formar un componente mineral habitual de las escorias de hierro, la fayalita (Fig. 7). Nótese que la formación de escoria se hace en detrimento del rendimiento global de la reducción, pues consume óxido de hierro. Este “sacrificio” es inevitable y dudosamente intencionado si hay ganga, hasta el punto de que existe un límite cuando la ganga está en exceso, sobrepasado el cual no se obtendría hierro en el horno sino sólo escoria fayalítica. Ese límite, que indica si un mineral es beneficiable o no, es fácil de calcular actualmente pues sabemos que para formar un mol de fayalita se requieren un mol de sílice (60,08 g) y dos moles de óxido ferroso (143,6 g). Traducido al lenguaje común significa que si el peso de hierro total en el mineral no es generosamente más del doble que el

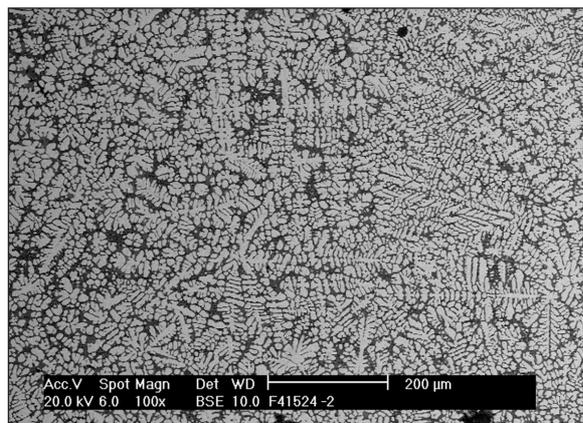


Figura 8. Escoria de hierro del yacimiento fenicio de La Fonteta. Gran concentración de wüstita dendrítica en una matriz escasa de vidrio de relleno (color gris oscuro). Imagen tomada con el microscopio electrónico de barrido en modo electrones retrodispersados.

de ganga, no se obtendrá hierro de forma rentable. Como los minerales de hierro más comunes (hematites-oligisto, magnetita, goethita, limonita, siderita), en estado puro, contienen entre un 60 y un 70% de hierro total, quiere decir que más de un 20% de ganga silícica hacia la fundición no rentable. Los metalúrgicos antiguos podían hacerse una idea aproximada de la riqueza comparando pesos (densidades) y sobre todo mediante ensayos de fundición a pie de mina.

Esta larga reflexión es importante para traer el agua a nuestro molino: en nuestra opinión, los hornos de sangrado de escoria y la escoria correspondiente no representan necesariamente la tecnología característica y diagnóstica de la metalurgia del hierro sino un caso particular de proceso productivo que se hace cada vez más frecuente conforme las necesidades del desarrollo social obligan a explotar mineralizaciones con más ganga. Dicho de otro modo, el beneficio de minerales puros producirá poca o ninguna escoria de horno, lo cual lo hace prácticamente invisible para el investigador que espera hallar en las escorias de sangrado la confirmación de su hipótesis. Una aplicación excesivamente al pie de la letra de conceptos de la siderurgia moderna a la antigua ha hecho que pasara desapercibida (por impensada) la posibilidad de obtener hierro desde un primer momento sin producción de escoria “típica”.

En un horno en el que se funde mineral sin ganga o con poca ganga no se obtendrá apenas escoria pero sí otros subproductos que pueden ponernos sobre la pista para suponer su formación en un proceso de metalurgia primaria. En ese sentido la Arqueometalurgia experimental es de gran ayuda, aunque no trataremos aquí el tema. El hecho es que en el yacimiento fenicio de La Fonteta se ha identificado material es-

coriáceo extraordinariamente rico en wüstita (óxido ferroso) (Fig. 8), claramente diferenciable de las escorias de forja o de post-reducción, que en su momento se sugirió que podría ser atribuido a operaciones de fundición de mineral (RENZI 2012: 265 y ss.). Estas escorias wüstíticas, halladas también en otros yacimientos fenicios antiguos, nos llevaron a proponer (tímidamente, todo hay que decirlo) la práctica de un procedimiento de obtención de hierro por reducción directa en instalaciones metalúrgicas muy sencillas: prácticamente un simple hoyo en el suelo (RENZI *et al.* 2013: 185). Las escorias wüstíticas se formarían porque no todo el mineral de la carga es reducido a metal, quedando nódulos de óxido afectados térmicamente que podrían ser reutilizados en las fundiciones siguientes. La idea no es nueva y fue debidamente argumentada nada menos que en 1912 por GOWLAND (1912: 276 y ss.) para explicar los inicios de la siderurgia. La pasión por la modernidad hace que a veces olvidemos a los viejos maestros...

Resumiendo, la “invisibilidad” de una metalurgia del hierro iniciada con la llegada de los fenicios es posiblemente consecuencia más bien de un problema de enfoque investigador equivocado que de una carencia arqueológica, y los hallazgos cada vez más numerosos de objetos de dicho metal se encargan de desmentir tal “invisibilidad”. Atribuir estos últimos a la importación de lingotes de hierro foráneo que serían trabajados en los poblados (donde, dicho sea de pasada, en todos hay vestigios de las labores del herrero a través de las escorias de forja y a veces de las propias fraguas) es escurrir el bulto y trasladar el problema a otras latitudes sin darle solución. La situación es exportable a las tierras de donde procedían los fenicios, donde todos esperábamos como agua de mayo las escorias de sangrado como solución de un enigma. Una vez más, desde la Península Ibérica, se hacen propuestas de innovación tecnológica basadas en la interpretación de restos metalúrgicos que, o no se han encontrado en otras latitudes, o se han echado al cajón de sastre de las escorias de forja.

4. Conclusiones.

Los inicios del I milenio AC fueron tiempos de cambio en aquellas regiones de la Península Ibérica permeables a influjos externos, siendo la fachada mediterránea una enorme puerta de entrada para ideas y contingentes venidos de Oriente. Con los fenicios antiguos, los del siglo VIII, llegaron nuevas ideas para desarrollar las metalurgias locales y también nuevos metales que se harían enormemente populares, como es el caso del hierro.

La idea de horno metalúrgico, que entre los nativos de Iberia estaba escasamente desarrollada porque no había necesidad de ello al existir una buena adaptación entre recursos,

necesidades y tecnología *ad hoc*, cobra ahora una nueva dimensión con la explotación intensiva de nuevos recursos. El beneficio de la plata sólo podía lograrse con verdaderos hornos de fundición, el uso de plomo como captador y los hornos de copelar, un bagaje tecnológico que sólo poseían los recién llegados. Pero el progreso de la metalurgia en el primer momento fue posible porque aquellos metalúrgicos supieron enfrentarse a nuevos retos para cuya solución no tenían experiencia previa, como son el beneficio de jarositas, gossans y cobres argentíferos. La invención de nuevas aplicaciones *in situ* es evidente.

La introducción de la siderurgia, otra novedad importante que hemos comenzado presentando plagada de incógnitas tecnológicas, encuentra una explicación lógica con la propuesta del beneficio de las numerosas mineralizaciones de gran calidad del suelo ibérico, sobradamente capaces de alimentar las necesidades de nuevo metal empleando sencillas instalaciones productivas. En este sentido conviene señalar el sentido práctico del metalúrgico de todos los tiempos, que optimiza su trabajo en función de los requerimientos (necesidades del mercado, diríamos ahora). Al principio las necesidades de objetos de hierro no debieron ser grandes y podían sobradamente satisfacerse con sencillos hornos de reducción como los hoyos de La Fonteta. Eso explica por qué en el Suroeste estaban en uso hornos de mayor capacidad para la plata y en cambio no se detectan (al menos por ahora) estructuras similares destinadas a la producción de hierro. En La Fonteta y otros yacimientos contemporáneos encontramos espacios metalúrgicos compartidos por metalarios del bronce y del hierro, lo cual invita a pensar que no había una clara separación o especialización derivada del metal en sí o, visto desde otro ángulo, que la siderurgia inicial no era una actividad económica tan importante que mereciera un ejercicio autónomo e independiente.

Resulta interesante, a falta de otras evidencias, especular sobre el papel del metalúrgico indígena en este contexto. Es muy probable que los excelentes bronceistas ibéricos asimilaran rápidamente los nuevos conocimientos, no tan complicados en el fondo, y se convirtieran en excelentes colaboradores e impulsores de los nuevos derroteros metalúrgicos. Incluso podríamos pensar que su colaboración debió ser imprescindible para conducir a los fenicios hasta los recursos minerales. La asimilación de conocimientos también debió ser inmediata y explicaría la eficaz y rápida difusión de la siderurgia por toda la Iberia orientalizante.

Este apresurado y sin duda incompleto recorrido por las tecnologías metalúrgicas que podemos reconocer en la Iberia conectada con la presencia fenicia debe servir para poner en valor la importancia de la investigación arqueológica en suelo ibérico, gracias a la cual se van encontrando piezas cru-

ciales para ir completando el panorama social y económico del rompecabezas fenicio.

Bibliografía.

AZTENI, C., MASSIDA, L. y SANNA, U. (2004): "1. Investigations and results". En: U. Sanna, R. Valera y F. Lo Schiavo (eds.), *Archaeometallurgy in Sardinia*. Cagliari, pp. 133-215.

BACHMANN, H.G. (1982): "Archäometallurgische untersuchungen zur antiken Silbergewinnung in Laurion. II. Charakterisierung von Bleiverhüttungsschlacken aus Laurion". *Erzmetall*, 35(5), pp. 246-251.

BARTELHEIM, M., NIEDERSHLAG, E., REHREN, Th. (1998): "Research into Prehistoric metallurgy in the Bohemian/Saxon Erzgebirge". En: B. Hänsel, *Mensch und Umwelt in der Bronzezeit Europas*. Kiel, pp. 225-229.

CIERNY, J. (2008): *Prähistorische Kupferproduktion in den südlichen Alpen*. Bochum.

CONOPHAGOS, C.E. (1982): "Smelting practice in Ancient Laurion". En: Th. A. Wertime y S.F. Wertime (eds.), *Early Pyrotechnology*. Washington, pp. 181-191.

CRADDOCK, P.T. (2013): "Local traditions and foreign contacts: innovation in Tartessian metallurgy". En: J.M. Campos y J. Alvar (eds.), *Tarteso. El Emporio del Metal*. Córdoba, pp.417-447.

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: P.T. Craddock y M.J. Hughes (eds.), *Furnaces and Smelting Technology in Antiquity*. London, pp. 199-218.

ELIYAHU-BEHAR, A., YAHALOM-MACK, N., SHILSTEIN, S., ZUKERMAN, A., SHAFER-HELLIOT, C., MAEIR, A.M., BOARETTO, E., FINKELSTEIN, I. y WEINER, S. (2011): "Iron and bronze production in Iron Age IIA Philistia: new evidence from Tell Es-Safi/Gath, Israel". *Journal of Archaeological Science*, 39, pp. 255-267.

GALE, N.H. (1979): "Some aspects of lead and silver mining in the Aegean". *Miscellanea Graeca. Fasciculus 2. Technological Studies 1979*. Gent, pp. 9-60.

GALILI, E., SHMUELI, N. y ARTZY, M. (1986): "Bronze Age ship's cargo of copper and tin". *International Journal of Nautical Archaeology*, 15(1), pp. 25-37.

GENER, M., ROVIRA, S., MONTERO, I., RENZI, M., RAFEL, N. y ARMADA, X.L. (2007): "Análisis de escorias

de plomo del poblado de la Edad del Hierro de El Calvari en El Molar (Priorat, Tarragona)". En J. Molera, J. Farjas, P. Roura y T. Pradell (eds.), *Avances en Arqueometría 2005. Actas del VI Congreso Ibérico de Arqueometría*. Girona, pp. 153-161.

GOWLAND, W. (1912): "Metals in Antiquity". *Journal of the Royal Anthropological Institute*, XLII, pp. 235-287.

HAUPTMANN, A. (2007): *The Archaeometallurgy of Copper*. Berlin-Heidelberg-New York.

HAUPTMANN, A., MADDIN, R. y PRANGE, M. (2002): "On the structure and composition of copper and tin ingots excavated from the shipwreck of Uluburum". *Bulletin of the American School of Oriental Research*, 328, pp. 1-30.

HESS, K., HAUPTMANN, A., WRIGHT, H. y WHALLON, R. (1998): "Evidence of fourth millennium BC silver production at Fatmali-Kalecik, East Anatolia". En: T. Rehren, A. Hauptmann y J.D. Muhly (eds.), *Metallurgica Antiqua. In Honour of Hans-Gert Bachmann and Robert Maddin*. Bochum, pp. 57-67.

HETHERINGTON, R. (1991): "Investigations into primitive lead smelting and its products". En: W.A. ODDY: *Aspects of Early Metallurgy*. London, pp. 27-40.

KAKAVOGIANNI, O., DOUNI, K. y NEZERI, F. (2008): "Silver metallurgical finds dating from the end of the Final Neolithic Period until the Middle Bronze Age in the area of Mesogeia". En: I. Tzachili (ed.), *Aegean Metallurgy in the Bronze Age. Proceedings of an International Symposium held at the University of Crete (Rethymnon, Greece, on November 19-21, 2004)*. Athens, pp. 45-57.

LO SCHIAVO, F. (2009): "Oxhide ingots in Nuragic Sardinia". En: F. Lo Schiavo, J.D. Muhly, R. Maddin y A. Giunliamair (eds.), *Oxhide Ingots in the Central Mediterranean*. Roma, pp. 225-234.

MARTÍN GONZÁLEZ, E. (1981): *Minería y génesis del Cerro Colorado (Riotinto)*. Madrid.

MEYERS, P. (2003): "Production of silver in Antiquity: ore types identified based upon elemental compositions of ancient silver artifacts". En: L.v. Elst (ed.), *Patterns and Process. A Festschrift in Honour of Dr. Edward V. Sayre*. Suitland, pp. 271-290.

MONTERO, I., ROVIRA, S. y GÓMEZ RAMOS, P. (1995): "Plata argárica". *Boletín de la Asociación Española de Amigos de la Arqueología. Homenaje a Hermanfrid Schubart*, 35, pp. 97-106.

PÉREZ MACÍAS, J.A. (1996): *Metalurgia extractiva prerromana en Huelva*. Huelva.

PERNICKA, E., REHREN, T. y SCHMITT-STRECKER, S. (1998): "Late Uruk silver production by cupellation at Habuba Kabira, Syria". En: T. Rehren, A. Hauptmann y J.D. Muhly (eds.), *Metallurgica Antiqua. In Honour of Hans-Gert Bachmann and Robert Maddin*. Bochum, pp. 123-134.

PRIMAS, M. (2003): "The use of tin and lead in Bronze Age metallurgy". En: A. Giunliamair y F. Lo Schivo (eds.), *Le problème de l'étain à l'origine de la métallurgie / The Problem of Early Tin*. Oxford, pp. 87-91.

RENZI, M. (2012): *La Fonteta (Guardamar del Segura, Alicante) y la Metalurgia fenicia de época arcaica en la Península Ibérica*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense. Madrid.

RENZI, M., ROVIRA, S., ROVIRA HORTALÀ, M.C. y MONTERO, I. (2013): "Questioning research of early iron in the Mediterranean". En: J. Humphris y T. Rehren (eds.), *The World of Iron*. London, pp. 178-187.

ROBERTS, B.W. y VEYSEY, C. (2011): "Trading places". *British Museum Magazine* 70, pp. 44-45.

ROVIRA, S. (1995): "De metalurgia tartésica". En: *Taressos 25 Años Después. 1968-1993. Jerez de la Frontera*. Jerez de la Frontera, pp. 475-506.

ROVIRA, S. (2005): "Tecnología metalúrgica y cambio cultural en la Prehistoria de la Península Ibérica". *Norba. Revista de Historia*, 17, pp. 9-40.

ROVIRA, S. (2007). "La producción de bronce en la Prehistoria". En: J. Molera, J. Farjas, P. Roura y T. Pradell (eds.), *Avances en Arqueometría 2005. Actas del VI Congreso Ibérico de Arqueometría*. Girona, pp. 21-31.

ROVIRA, S. y MONTERO, I. (2013): "Iberia: technological development of Prehistoric metallurgy". En: S. Burmeister, S. Hansen, M. Kunst y N. Müller-Scheeßel (eds.), *Metal Matters. Innovative Technologies and Social Change in Prehistory and Antiquity*. Rahden/Westf., pp. 231-239.

ROVIRA, S., MONTERO, I. y RENZI, M. (2009): "Experimental co-smelting to copper-tin alloys". En: T.L. Kienlin y B.W. Roberts (eds.), *Metals and Societies. Studies in Honour of Barbara S. Ottaway*. Bonn, pp. 407-414.

VAVELIDIS, M., BASSIAKOS, I., BEGEMANN, F., PARTRIARCHEAS, K., PERNICKA, E., SCHMITT-STRECKER y WAGNER, G.A. (1985): "Geologie und Erzvorkommen". En: G.A. Wagner y G. Weisgerber (eds.), *Silber, Blei und Gold auf Sifnos*. Bochum, pp. 59-80.

VELDHUIJZEN, H.A. (2013): "Early iron in the Near

East, a review of evidence”. En: J. Humphris y T. Rehren (eds.), *The World of Iron*. London, pp. 203-213.

VELDHUIJZEN, H.A. y REHREN, T. (2007): “Slags and the city: early iron production at Tell Hammeh, Jordan, and Tel Bet-Shemesh, Israel”. En: S. La Niece, D. Hook y P.T. Craddock (eds.), *Metals and Mines. Studies in Archaeometallurgy*. London, pp. 189-201.

VILAÇA, R. (2006): “Artefactos de ferro em contextos do Bronze Final do território português. Novos contributos e reavaliação dos dados”. *Complutum*, 17, pp. 81-101.

WALTER, Ph. (1989): “L’élaboration des alliages cuivreux à l’Age du Bronze”. *Antiquités Nationales*, 21, pp. 15-21.

