

CONIMBRIGA

VOLUME LVII • 2018

I
IMPRESA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA
COIMBRA UNIVERSITY PRESS
U

JUAN AURELIO PÉREZ MACÍAS
Departamento de Historia, Geografía y Antropología.
Facultad de Humanidades. Universidad de Huelva.
japerez@uhu.es

MIGUEL REGO
Câmara Municipal de Castro Verde
mirego@gmail.com

LA PRODUCCIÓN METÁLICA DE ÉPOCA ROMANA
EN MINA DE SÃO DOMINGOS (MÉRTOLA, PORTUGAL)

METAL PRODUCTION IN ROMAN TIMES
AT THE MINE OF SÃO DOMINGOS
(MÉRTOLA, PORTUGAL)
“Conimbriga” LVII (2018) p. 5-45

https://doi.org/10.14195/1647-8657_57_1

RESUMEN: En este trabajo se realiza un recorrido por la historia contemporánea de la explotación de la mina de São Domingos (Mértola, Portugal), momento en el que se descubrieron la mayor parte de las labores e ingenios romanos. Todos estos hallazgos arqueológicos confirman que esta mina fue uno de los principales cotos mineros del suroeste peninsular en época romana. Aunque la mayor parte de los yacimientos asociados a ella han sido destruidos por las labores mineras recientes, quedan aún los grandes escoriales romanos, que son el más fiel testimonio de la producción metálica de esta mina. Nuestro trabajo se ha centrado en determinar a qué metalurgia está dedicado cada uno de ellos. Los resultados de nuestras analíticas permiten asegurar que esta mina produjo plata y cobre en época romana, y que su período de máximo esplendor se desarrolló en la primera mitad del siglo I d.C.

PALABRAS CLAVE: Faja Pirítica Ibérica, São Domingos, mineração romana, escoriais.

ABSTRACT: In the present work we study the contemporary history of São Domingos mine exploitation (Mértola, Portugal), moment when most of Roman works were discovered. All these archaeological findings confirm this mine like one of the main mining preserves of the south west Iberian peninsula in Roman time. Although most of the archaeological remains associated with the mine have been destroyed due to recent mining work, there remain great Roman slag heaps, the most faithful testimony of this mine's metal production. Our work has focused on determining what metallurgy is dedicated to each of them. The results of the archaeo-metallurgical research allow us to ensure that this mine produced silver and copper in Roman times and their further development period was the first half of the first century AD.

KEYWORDS: Iberian Pyrite Belt, São Domingos, Roman mining, slags heaps.

RESUMO: Com este trabalho fazemos um périplo pela história contemporânea da exploração mineira em São Domingos (Mértola, Portugal), quando foram postos a descoberto a maioria dos trabalhos mineiros romanos e dos seus equipamentos de mineração. Todos estes achados arqueológicos confirmam que esta mina terá sido um dos principais coutos mineiros do sudoeste peninsular no período romano. Embora a maior parte dos vestígios a ela associados tenham sido destruídos pela actividade recente da mina, restam, no entanto, os grandes escoriais romanos que comprovam a produção de metais nesta mina. O nosso trabalho teve como objectivo definir a que tipo de metalurgia corresponde cada um daqueles escoriais. Os resultados das nossas análises confirmam que em época romana esta mina produziu prata e cobre, tendo ocorrido o seu período de maior actividade durante a primeira metade do séc. I d.C.

PALAVRAS-CHAVE: Faixa Piritosa Ibérica, São Domingos, mineração romana, escoriais.

LA PRODUCCIÓN METÁLICA DE ÉPOCA ROMANA EN MINA DE SÃO DOMINGOS (MÉRTOLA, PORTUGAL)

O Senhora Santa-Bárbara
Tenha dó dos barraneiros:
Trabalham d'baixo do chão
A luz dos seus candieiros

(Canción popular de Mértola)

Introducción

La mina de São Domingo forma parte de la Faja Pirítica Ibérica, uno de los distritos mineros más importantes del mundo antiguo (FIG. 1). Su explotación comenzó ya en la prehistoria reciente en algunas minas con carbonatos de cobre superficiales (NOCETE CALVO 2004), y aunque se ha apuntado que desde este momento se pudo explotar la mina de São Domingos (OLIVEIRA Y MATOS 2002), hasta ahora no contamos con ninguna evidencia directa.

Esta primitiva minera en la Faja Pirítica se desarrolló sobre todo en época Orientalizante, con la extracción de los minerales argentíferos. Como ocurriría en otros momentos, la demanda de materias primas metálicas fue el principal motor de la minería, y en esos siglos (X a VII a.C.) la plata se convirtió en un metal estratégico para los intercambios de las potencias orientales (AUBET SEMMLER 1987), hacia donde el comercio fenicio destinó el flujo de metales preciosos, oro, plata, cobre y estaño. La plata se obtenía principalmente en algunas minas de la Faja Pirítica, Riotinto, Tharsis y Aznalcóllar (PÉREZ MACÍAS 2013).

Hasta el momento las prospecciones arqueológicas desarrolladas en el entorno de la mina de São Domingos no han localizado asentamientos prerromanos que estuvieran involucrados directamente en la explotación minera, solo se han recogido cerámicas prerromanas en los

sitios de Gaimaitos y Serro do Tesouro (REGO 2004). El asentamiento más antiguo se encuentra en el Serro do Tesouro, de un momento de Bronce Final, que coincide con el período de esplendor de la minería prehistórica del cobre, relacionada con la industria del bronce, pero no existen huellas claras de explotación minera. En Gaimaitos se recogieron también algunas cerámicas de fabricación manual que se sitúan entre los siglos VIII-VII a.C., una cronología sumamente interesante por lo que estaba sucediendo en esos siglos en otras minas de la Faja Pirítica en relación con la metalurgia de la plata y el comercio fenicio, pero no se encontraron materiales metalúrgicos, con lo que una posible explotación de la mina de São Domingos en esta etapa tampoco está confirmada hasta el momento. Una excavación de estos dos asentamientos posiblemente ofreciera esas pruebas de minería o metalurgia de las que carecemos tras el análisis del registro arqueológico superficial, pues la escasa cantidad de escorias que dejan las fundiciones de esta época y el reducido tamaño de las mismas precisan de trabajos de excavación para documentarlas.

Con estos precedentes protohistóricos, la verdadera industrialización de la Faja Pirítica ibérica no llegaría hasta época romana. Durante este período, las nuevas técnicas de exploración y explotación minera se extendieron a todos los yacimientos, por pequeños que fueran, y la ingeniería fue capaz de alcanzar los minerales más ricos, los que se acumulaban en los niveles jarosíticos (plata) y los que precipitaron en el enriquecimiento secundario (cobre). Todo ello fue posible gracias al establecimiento de un sistema de gestión de la minería muy bien ordenado, que desde la propiedad pública de las minas facilitaba su explotación, en época republicana por sociedades o particulares (RICO 2010) y en época imperial por arrendatarios individuales (DOMERGUE 1983), un modelo que ha inspirado todas las formas de administración minera posterior. El cénit de esta producción se alcanzaría en la primera mitad del siglo II d.C., en época antonina, y comenzaría a declinar a fines del siglo II y principios del siglo III d.C. La crisis provocó un total abandono de las minas, que solo volverían a recuperarse tímidamente a comienzos del siglo IV d.C. En esta parálisis minera intervendrían factores externos, una fuerte descapitalización como consecuencia de la crisis económica y la pérdida de capacidad administrativa de la hacienda imperial por el convulso clima político de fines del siglo II y primera mitad del siglo III d.C. (CHIC GARCÍA 2005). Es evidente que los minerales no se agotaron, pues han seguido extrayéndose hasta nuestros días.

Las minas de la Faja Pirítica Ibérica alcanzaron fama por dos factores. Uno de ellos por la magnitud de sus mineralizaciones. Se trata de grandes masas polimetálicas con altos tonelajes, que se encuentran lejos de otras minas ibéricas, cuyo carácter filoniano impedía una explotación prolongada. Eran grandes depósitos minerales en los que en su mayor parte podían extraerse minerales tanto plata como cobre, lo que las hacía enormemente rentables. La minería romana fue quizás uno de los mejores campos en los que se pudo comprobar la eficacia de los avances conseguidos por la ciencia helenística, y la metalurgia romana supo desarrollarse con la experimentación hasta producir grandes cantidades de estos metales.

Un segundo factor, no menos importante, fue la enorme abundancia de yacimientos y la cercanía de unos a otros, de tal forma que se posibilitaba una cómoda fiscalización. Las minas se extienden desde las proximidades de Sevilla (Las Cruces, Gerena) hasta casi la desembocadura del Sado (Serra de Caveira, Grândola), formando una especie de banda, de donde proviene su denominación de Faja Pirítica Ibérica o Cinturón Ibérico de Piritas. El mayor número de yacimientos se encuentra en la provincia de Huelva, pero existen también minas importantes en la provincia de Sevilla (mina de Aznalcóllar) y en el distrito de Beja (minas de Aljustrel y São Domingos). En Huelva destacan las minas de Riotinto, Tharsis, Sotiel-Coronada, Cueva de la Mora, Los Silos de Calañas (La Zarza), Castillo de Buitrón, etc. Éstas son también las minas que alcanzaron mayor producción en época romana a juzgar por los escoriales, pero dentro de ellas cabe hacer una diferenciación: las minas que produjeron a la vez plata y cobre, entre las que se encuentran las de Riotinto, Tharsis y Sotiel-Coronada; las que solo tuvieron producción de plata, Castillo de Buitrón y Serra de Caveira entre otras; y aquéllas que destacaron por su producción de cobre, como Aljustrel.

Resulta complicado poder evaluar la categoría de cada una de estas minas, pues el elemento más fiable, el volumen de las escorias, a veces no responde simétricamente a una fase de producción, sino a la realización de ensayos para determinar la ley de los minerales extraídos. Por otro lado, carecemos de cubicaciones exactas de los escoriales y de un conocimiento preciso de las toneladas de escorias reaprovechadas, es decir las utilizadas en las vías férreas como balasto, en las fundiciones modernas como fundentes, etc. Tampoco la explotación a lo largo del tiempo fue igual en todas ellas, muchas se abandonan a mediados del siglo I d.C., las más importantes continua-

ron hasta fines del siglo II d.C. y solo algunas volvieron a alcanzar cierto relieve en el siglo IV d.C. (Riotinto y Aljustrel). Si puede señalarse que entre las minas que produjeron plata y cobre sobresale la de Riotinto y entre las que produjeron cobre destaca la de Aljustrel (PÉREZ Y DELGADO 2014).

La mina de São Domingos se encuentra en término de Mértola (MATOS 2004), en el territorio que delimitan el río Guadiana y la rívera de Chança (FIG. 1), muy cerca de la frontera con España, donde existe otro importante conjunto de minas en Paymogo (Vuelta Falsa y Romanera) y Puebla de Guzmán (Cabezas del Pasto y Cumbre de las Herrerías). Todas ellas tienen abundantes restos de explotación romana (PINEDO VARA 1963).

La producción metalúrgica de época romana en São Domingos

A lo largo de su laboreo reciente la mina de São Domingos fue catalogada como una mina de cobre, tanto en época antigua como en la contemporánea. Las altas leyes de sus minerales de cobre aparecen referenciadas incluso en los más reputados manuales de mineralurgia del cobre. En uno de estos manuales dedicados a la hidrometalurgia, Eissler la consideró una de las minas más importantes del suroeste ibérico por la calidad y cantidad de sus minerales, sulfuros de hierro con pequeñas cantidades de sulfuros de cobre, plomo y zinc, y aporta un plano de la planta de la masa y una sección longitudinal de la extracción al aire libre (corta), con indicación de los pisos y galerías que todavía permanecían en contramina (EISSLER 1902 53-54 FIG. 3 y 4). Sin embargo, como vamos a exponer a continuación, la realidad arqueo-metalúrgica de sus escoriales romanos es mucho más rica en matices.

En el informe que realizó de la mina Carlos Ribeiro en el año 1857 se subrayaba que el éxito de la explotación romana se veía reflejado en el volumen de escorias que se encontraban en los alrededores (CUSTÓDIO 1999). Eran tres las escombreras de escorias que se representaban en un plano adjunto: una en el Valle Romana, al Este de la Serra de S. Domingos, a lo largo del Arroyo de Pego da Sarna; otra más pequeña junto al Caminho de Corte do Pinto, al Oeste de la Serra de S. Domingos; y otra tercera al Sur, a lo largo del Valle de Chabocoes, que es la de mayores dimensiones (FIG. 2). Todos estos escoriales romanos se situa-

ron alrededor del afloramiento de gossan. Las escorias romanas se han utilizado en el relleno de diversas infraestructuras, ferrocarril, caminos, etc., y muchos de estos montículos de escorias no existen ya en toda su extensión original. Hoy día solo quedan dos pequeños sectores de estos escoriales junto a la Corta, Valle de Chabocaes al Este y Caminho de Corte do Pinto al Norte (Fig. 3).

Según E. Deligny (1864) estos escoriales se extendían sobre una superficie de unas 4,5 hectáreas y calculó que su volumen alcanzaba las 500.000 toneladas.

En el trabajo de J.C. Allan sobre la minería antigua en Portugal se incluye a São Domingos entre las minas de cobre, pero los análisis de escorias que presenta, que le ofreció L. U. Salkield, son de escorias de plata (ALLAN 1965). Toda su descripción de la mina utiliza los informes realizados por otros ingenieros de minas, E. Deligny, Mason, etc., y planteó que sobre el terreno quedaron unos 150.000 m³ de escorias, lo que equivaldría a unas 750.000 toneladas. Según sus noticias, a medida que se profundizaba en los escoriales aumentaba la cantidad de cobre en las escorias, lo que interpretó por la distinta naturaleza y ley de los minerales tratados y sobre todo por la mejora en las técnicas de reducción. Hoy día sabemos que este fenómeno se origina por la lixiviación del cobre remanente de las escorias y su precipitación sobre la base del escorial. Esta circunstancia ha podido ser estudiada en detalle en los escoriales romanos de la zona de Filón Norte en Riotinto gracias a los sondeos del Departamento de Exploración Minera de Rio Tinto Minera S.A. en la década de los años 80 del siglo XX (ROTHENBERG *et al.* 1990; GARCÍA PALOMERO 2004).

A São Domingos también dedicó una atención preferente F. de Almeida en su trabajo sobre la minería romana en Portugal (DE ALMEIDA 1970). Aunque se extiende sobre el contenido y comentarios de los bronceos de Aljustrel, subraya algunas de las características de la minería de las labores romanas de Aljustrel y São Domingos, los pozos cuadrados de un metro de lado, los lucernarios de las galerías, las norias de desagüe, los tornos y roldanas, los protectores de esparto, etc.

La metalurgia romana de São Domingos quedó mejor definida a partir de la publicación de los resultados de los análisis de L. Salkield sobre las escorias romanas del suroeste ibérico (SALKIELD 1970). Con sus muestreos en los escoriales de Riotinto pudo determinar que las escorias romanas de esta mina podían dividirse en dos grupos según la composición. Uno en el que predominaba el porcentaje de plomo,

siempre superior al 0,5%, y cobre inferior al 0,5%, que eran las que se encontraban en los montículos de escorias de Filón Norte, donde los estudios geológicos habían documentado que los minados romanos se concentraban en los niveles ricos en minerales de plata, y que en consecuencia definió como escoriales de plata. Y un segundo grupo con un porcentaje de plomo inferior al 0,5% y cobre siempre superior al 0,5%, que se encontraban en los escoriales de la margen del río Tinto, próximos a las masas de Filón Sur y Los Planes, muy ricas en minerales de cobre, y que por ello fueron consideradas como escorias de cobre. El muestreo sistemático de todas las escombreras de escorias romanas demostró que los minerales de plata habían sido los más explotados en época romana, y que también hubo importante producción de cobre con el minado de las masas más ricas en sulfuros secundarios de altas leyes, los llamados Negrillos, una mezcla de melaconita y calcosina.

El estudio no quedó reducido a los escoriales de Riotinto, Salkield se interesó además en comprobar si esos resultados y conclusiones eran válidos en otras minas del suroeste ibérico explotadas en época romana. Completó por ello su trabajo con las analíticas de las escorias romanas de Aljustrel, Cueva de la Mora, Sotiel-Coronada, Tharsis, S. Domingos y Serra de Caveira. Las escorias de São Domingos arrojaron una composición de 0,07% Cu, 30,1% Si, 40,2% Fe, 1,08% S, 0,73% Pb, 35.2 ppm Ag, y 0,1 ppm Au (SALKIELD 1970 88). Estos porcentajes correspondían a escorias de metalurgia argentífera, y desde el punto de vista de los minerales de partida eran ricos en plata y oro, aunque éste último no se encuentra en unos valores que pudieron beneficiarse con la tecnología mineralúrgica de esa época. Los depósitos de la Faja Píritica tienen bajos tenores de plomo, y Salkield propuso que el plomo para llevar a cabo la copelación se importaba del distrito minero de *Carthago Nova*, como indicaban los sellos de los lingotes de plomo encontrados en Riotinto, recientemente valorados (ROTHENHOEFER *et al.* 2016).

C. Domergue consideró según sus propios análisis que las escorias romanas de São Domingos serían de producción de cobre. Se seleccionaron y analizaron dos muestras (DOMERGUE 1987 577 n° 358 y 359), pero los porcentajes de cobre (0,03 y 0,01 % Cu) se encuentran muy por debajo de los característicos de las escorias romanas y modernas de cobre, superiores al 0,55 % Cu. El porcentaje de plomo (3,5 y 2,5% Pb) tiene unas proporciones que indican que ha sido añadido intencio-

nalmente para copelar plata. Son pues escorias de plata y no de cobre. C. Domergue alcanzó a recoger algunos materiales arqueológicos en la parte septentrional de la corta, entre los que destacan un fragmento de pátera de Sigillata Aretina, bordes de ánforas del grupo Dressel 7-11 y una embocadura de un ánfora de la forma Haltern 70, materiales que remiten claramente a época julio-claudia. En el escorial de la zona Este recogió un borde de Dressel 7-11, y asas de Dressel 7-11 y Haltern 70 en el escorial meridional de la corta. Estos materiales le llevan a concluir que no hay nada prerromano en los escoriales y que estos materiales remiten al siglo I d.C. Concluye que según las monedas aparecidas en la mina la producción se habría extendido desde el año 12 a.C. hasta el 397 d.C.

Como nota de interés, Domergue ((1987 504ss.) comenta la producción de oro conseguida en esta mina por vía húmeda en 1883, pero hay que tener presente que si bien se consiguió obtener oro, no era rentable desde el punto de vista de su producción. Las noticias del oro en los minerales de la Faja Pirítica tienen un largo recorrido historiográfico, arrancan de los estudios practicados por el metalurgo Alonso Barba con las escorias romanas, de las cuales extrajo oro y plata (GARCÍA FERNÁNDEZ 1977 89-90). Los análisis efectuados en otras minas del distrito, Tharsis y Riotinto, ya habían demostrado que los minerales de la cubierta gossanizada tenían valores de oro y plata, e incluso en ambas minas se explotaron algunas partidas de mineral entre 1937 y 1941 por cianuración (PINEDO VARA 1963 228; SALKIELD 1987 84). De manera industrial solo comenzó la producción de oro a partir del Proyecto Cerro Colorado en Riotinto (Rio Tinto Patiño S.A.).

Haciéndose eco de la opinión de Salkield, en una publicación posterior C. Domergue admite la posibilidad de que en São Domingos se produjera cobre y plata a la vez (DOMERGUE 1990 203).

A pesar de que los análisis no demostraban que la mina hubiera alcanzado a producir cobre en época antigua, en los estudios sobre la etapa romana en Portugal sigue predominando la opinión de que São Domingos fue una de las mayores minas de cobre de la Lusitania (ALARCÃO 1987 134). El problema que nos encontramos con la metalurgia romana de São Domingos es que no existe evidencia cierta de que esta mina produjo también cobre, pues los análisis presentados por Allan (1965) y Domergue (1987) no corresponden a escorias de cobre. Desconocemos incluso el contexto o escorial de donde proceden las muestras analizadas, pues no se hizo una recogida de muestras sectorizada.

Trabajos más recientes sobre las escorias inciden en sus aspectos ambientales y nos ofrecen datos más fiables de su cubicación. Gran interés reviste el levantamiento topográfico de los escoriales romanos de algunas minas de la Faja Pirítica en Portugal, entre los que se incluyen los de Aljustrel, São Domingos, Serra de Caveira y Portes (MATOS *et al.* 2011). Se calcula que en São Domingos ocupan una superficie de unos 28.173 m², y considerando una densidad media de las escorias de 3,1 gramos por cm³ y una potencia media del escorial de 3 m, el cubicaje sería considerable. Pero los análisis que se presentan de estas escorias no se realizan en los elementos que ayudarían a definir el origen de su proceso productivo. A través de esos análisis se comprueba que en su peso se encuentra un 20% de fayalita, 10-15% de Halloysita, 1 a 5% de magnetita, 5 a 10 % de sulfuro de cobre-hierro, 30% de cuarzo, 1.5% de goethita, 10-15% de hematites, y un 5-10% de jarosita (ALVÁREZ *et al.* 2008 tablas 2 y 3). Dentro de un conjunto más general de elementos metálicos presentes en las escombreras de escorias romanas se subraya la mayor proporción de plomo, 1,151 toneladas, frente a la de cobre, 0,658 toneladas, unos valores que encajan con los análisis anteriormente publicados por Salkield y Domergue.

En definitiva, todos los análisis de escorias publicados coinciden con la composición típica de las escorias de plata. No cabe duda por tanto de que la mina de São Domingos fue en época romana una mina de plata, pero cabe preguntarse si, dada la riqueza de sus minerales en cobre, no fue también en estos siglos una mina de cobre. Los análisis que vamos a presentar a continuación intentarán dar respuesta a esta pregunta. Para poder definir mejor las líneas de producción de época romana, hemos realizado una recogida selectiva en cada uno de los escoriales conservados, lo que ha permitido solventar las dudas planteadas. La selección ha sido aleatoria, pues no se han observado diferencias en las mismas ni estratigrafías de interés en los escoriales. A pesar de esto, los análisis nos detallan a qué metalurgia responde cada uno de los tres escoriales reseñados.

Nuestro estudio de la metalurgia romana en São Domingos se ha realizado a partir de tres muestras procedentes de un control arqueológico realizado en el Cerro del Hospital, en un contexto arqueometalúrgico en el que predominan las ánforas Haltern 70 (FIG. 4). La analítica se ha realizado en el departamento de Microscopía Electrónica (S.E.M.) de los Servicios Generales de Investigación de la Universidad de Huelva.

- Muestra 1 (FIG. 5,1).

Una de las muestras es de sangrado, de composición fayalítica, con cargas normalizadas de sílice y hierro, lo que asegura su origen metalúrgico. Se destaca además por el buen porcentaje de plomo y el bajo tenor del cobre, que se encuentra por debajo de la línea de detección del microscopio electrónico. Esta composición se corresponde con una escoria de tratamiento de minerales de plata mediante un proceso de copelación (plomo-plata), con la adición intencionada de plomo como colector de plata. El mineral de partida no era un mineral complejo, ya que ni el zinc, arsénico y antimonio tienen representación en porcentos (TABLA 1, 1).

Dentro de la muestra hemos detectado algunas fases de silicato de hierro muy ricas en plomo (TABLA 1, 2). Estas fases dominan en la muestra junto a las de ferrosilicatos (TABLA 1, 3), más limpias de otros elementos de la ganga.

Dentro de la mineralogía de la muestra se encuentran sulfuros de hierro con algo de cobre (TABLA 1, 4). También se documentan óxidos de plomo con algo de hierro y estaño (TABLA 1, 5). Procedería pues del tratamiento de un sulfuro muy pobre en cobre y en plata mediante copelación, pero la falta de fases metalúrgicas con plata o cobre reseñables, nos invita a considerarla una reducción fallida. La zona trabajada de la mineralización correspondería a los sulfuros primarios, y de ahí el escaso éxito productivo de la reducción. Quizás se estuviera atacando ya la zona más baja del nivel de cementación y el mineral dejara de ser rentable.

- Muestra 2 (FIG. 5,2).

La otra muestra de escoria es también de sangrado, una fayalita producto de una reducción metalúrgica por sus cargas equilibradas de óxido de hierro y sílice. Dentro de los elementos de su composición general solo se destaca la proporción del plomo, aunque como en la muestra anterior el cobre se encuentra por debajo del límite de detección del microscopio (TABLA 1, 6).

En su espectro predominan las fases de silicatos de hierro (TABLA 1, 7). También abundan los ferrosilicatos (TABLA 1, 8).

Dentro de los minerales remanentes aparecen sulfuros de hierro-plomo (TABLA 1, 9) y óxidos de plomo (TABLA 1, 10). La cantidad de plata nos indica el enriquecimiento en plata que tendría el régulo de plomo argentífero a lo largo del proceso de reducción (5.200 gramos a la tonelada).

- Muestra 3 (FIG. 5,3).

Otra escoria de una zona de combustión es también fayalítica. Su composición general sobresale por la alta cantidad de plomo (TABLA 1, 11), característica de una metalurgia argentífera por un proceso de plomo-plata.

Está formada en su mayor parte por cristales de ferrosilicatos (TABLA 1, 12) y en algunas fases de fayalita el porcentaje de hierro es anómalamente bajo (TABLA 1, 13). Esa cantidad de silicato y la buena proporción de bario sugieren el uso de un fundente o un mineral procedente de la montera gossanizada.

Además de estas fases de olivino, la escoria contiene fases minerales ricas en plomo (TABLA 1, 14). Se trata de un sulfuro complejo, una galena muy rica en plomo y con valores igualmente reseñables de arsénico y plomo. Estos minerales de la escoria nos demuestran que la metalurgia está relacionada con el tratamiento de sulfuros complejos para la extracción de plata, aunque los porcentajes de ésta estén por debajo de los límites de detección. Otras fases minerales de sulfuros de plomo arrojan una composición diferente (TABLA 1, 15). El tratamiento de sulfuros de plomo se confirma también en el microanálisis de otros minerales presentes en la escoria (TABLA 1, 16), en los que llama la atención el valor del oro, superior a lo que es la media en los sulfuros masivos y gossan de la Faja Pirítica, y éste es el motivo por el que ya desde los primeros momentos de la explotación contemporánea se intentó la recuperación de oro. En fechas más recientes la empresa Rio Tinto Minera S. A. realizó un desmuestre del gossan de esta mina con la intención de procesar este oro mediante un proceso de cianuración (MALAVÉ y BEDIA1991). Dentro de los mineralotectos quedaron retenidos además sulfuros de hierro con algo de cobre (TABLA 1, 17).

En conclusión, todas las muestras de escorias romanas de S. Domingos analizadas por Salkield (1970), Domergue (1987) y nosotros coinciden en la baja rentabilidad del cobre de los minerales procesados, y el alto valor del plomo. A partir de estos análisis no parece que la minería romana estuviera destinada preferentemente a la producción de cobre.

Este tipo de minería concentrada en los minerales de plata es característica de otras minas de la Faja Pirítica, Riotinto, Tharsis, Sotiel-Coronada, Castillo de Bruitón, Cueva de la Mora, Serra de Caveira, Cabeza de los Pastos, Herrerías, Romanera, Vulcano, Prado Vicioso,

Almagrera, Lapilla, Campanario, Descamisada, Castillo de Buitrón, Poderosa, San Platón, San Miguel, San Telmo y La Zarza (PÉREZ MACÍAS, 1989). Esta realidad arqueo-metalúrgica es una consecuencia de la riqueza de cada una de las mineralizaciones explotadas, pues aunque todas ellas tienen grandes depósitos de sulfuros polimetálicos, con cobre, zinc, estaño, plomo, plata, oro, etc., la distinta proporción de estos metales en los sulfuros primarios de cada una de las masas generó diferentes posibilidades de aprovechamiento.

Para completar nuestro análisis de los escoriales de São Domingos, hemos analizado otras muestras de los escoriales reseñados, de los que se conservan todavía algunos mantos de escorias. Tanto las escorias de Pego de la Sarna como Camino de Corte do Pinto son escorias en las que destaca el porcentaje de plomo, es decir, se originaron en la reducción de minerales argentíferos, mientras las del Valle de Chabocaes son productos de la fundición de minerales de cobre.

Una de las muestras recogida en lo que fue el escorial de Pego de la Sarna ofrece una composición típica de las escorias de plata de São Domingos (FIG. 6,1). Tiene un porcentaje general característico de las fayalitas, pero hay que subrayar también el porcentaje de plomo (TABLA 1, 18). En la muestra predominan las fases de silicatos de hierro, pero existen asimismo algunas fases minerales. Una de ellas es un sulfuro de plomo, galena (TABLA 1, 19). Estos minerales de plomo se presentan en compañía de sulfuros de hierro (TABLA 1, 20). Se trataría por tanto de la reducción de una galena para la producción de plata, pues no existen rastros de minerales de cobre. Carecemos de datos fiables sobre la cronología de estos escoriales de plata, pero los materiales anfóricos que abundan en el escorial de Camino de Corte do Pinto, ánforas Haltern 70 y Dressel 7-11 (FIG. 7 y 8), nos llevan a plantear que la producción de plata se iniciaría desde época de Augusto.

Las escorias del Valle de Chabocaes si presentan la composición de las escorias de cobre (FIG. 9; FIG. 6,2). Predominan en ellas las fases de silicatos de hierro (TABLA 1, 21). Le siguen en importancia las fases de ferrosilicatos (TABLA 1, 22). Los minerales que han quedado retenidos en estas fases fayalíticas son sulfuros de cobre-hierro (TABLA 1, 23). Se trataría pues de una zona de tratamiento metalúrgico de minerales de cobre. Los materiales cerámicos que se encuentran en este escorial no permiten mayores precisiones que una cronología romana de época imperial.

La minería romana en São Domingos

La mejor forma de acercarnos a la minería romana en São Domingos es a través de los restos de labores mineras que fueron apareciendo en los trabajos de explotación contemporánea. Son, pues, fundamentales los comentarios de directores, geólogos e ingenieros. En sus escritos se recogen noticias de sumo interés sobre la minería romana y los minerales a los que iba dirigida su extracción. Dada la abundante bibliografía sobre esta mina, en los párrafos siguientes vamos a recoger toda la información sobre esos restos romanos. Con ello no pretendemos realizar un análisis historiográfico, muy completo y bien resuelto por otros autores (ALVES 1997b; CUSTÓDIO 2013), pues esto desbordaría los límites de este trabajo, referido en exclusiva a la explotación de época romana. Solo en determinados casos trataremos sobre aspectos que pueden interesar para entender la minería romana, como los datos geológicos de la mineralización, la producción de oro, etc.

Sus reservas convirtieron a São Domingos en una de las minas más importantes de Portugal en los siglos XIX y XX. A partir de 1826 se incrementaron los denuncios y registros de minas en todo el distrito minero del suroeste ibérico, en el momento en el que el cobre adquirió importancia industrial gracias a la extensión de la electrificación. El interés por las minas de Portugal se debió despertar después de que J. M. Leitão publicara en 1850 un trabajo en el que alababa la riqueza minera de otros yacimientos minerales portugueses que pertenecían a ese distrito minero recientemente puesto en valor, un informe que resumía el trabajo de exploración realizado en los años 1846 y 1847. Se trataba de las minas de Vuelta Falsa (Serro do Ouro, Mértola), São Domingos (Mértola), São João do Deserto (Aljustrel) y Serra de Caveira (Grândola). Sobre la mina de São Domingos nos indica que “en el centro de la Sierra de Santo Domingo hay una excavación grande en forma de cráter y los trabajos antiguos son tal vez tan considerables como en Rio-Tinto”. Nos aclara además que en 1846 ya existían en la mina “algunas excavaciones de poca importancia y que nos parecieron de corta duración”, y daba a entender que la mina estaba formada por varias masas, aunque la principal era la Sierra de Santo Domingo, “junto a la cual se encuentran montañas cónicas aisladas, donde asoman los mismos criaderos” (LEITÃO 1950 55).

Sin embargo, los primeros datos de su explotación contemporánea se inician con los trabajos desarrollados en las minas de la Faja Pirítica

por el ingeniero francés Ernest Deligny (BORDES 2010). Una de ellas, la de San Miguel (Almonaster la Real, Huelva), comenzaba a reportar beneficios y fue ofrecida en venta a Louis Decazes, Duque de Glücksberg y embajador de Francia en la Corte española, quien para la evaluación de esta mina comisionó a E. Deligny.

Deligny, nacido en París, se había formado en la *École d'Arts et Métiers* en la especialidad de Metalurgia, donde se diplomó en 1842 (BORDES 2010). Entre los años 1842 a 1850 trabajó en la industria de los ferrocarriles (Dijon-Besançon, San Germain-Versalles y Langreo-Gijón). El golpe de estado de Luis Napoleón Bonaparte en 1851 quizás le decidiera a seguir en España, donde había asumido la dirección de la mina de hulla de Langreo en 1850. Después de documentarse sobre todo este distrito minero a través de las publicaciones sobre Riotinto, en 1853 realizó un primer viaje de exploración, tras el cual registró en Huelva numerosas minas, Tharsis, Herrerías, Cueva de la Mora, Poyatos, Vicaría, etc. (ALDANA 1873 247), y concentró sus esfuerzos en Tharsis (DELIGNY 1863). La primera sociedad creada en 1853 para explotar las minas de Tharsis fracasó debido a las fuertes inversiones realizadas en el trazado de un socavón general (Galería Sabina), que por errores de cálculo no llegó a cortar las masas reconocidas en superficie. Los trabajos pudieron continuar al ser rescatada por una nueva sociedad, la *Compagnie des Mines de Cuivre de Huelva*, creada en 1854.

A partir de 1854 Deligny continuó también con la exploración al otro lado del Guadiana. Para inspeccionar esta zona Deligny envió desde Tharsis a dos de sus capataces, al italiano Nicolau Biaba y a Juan de Malbuisson (RAMOS PINHEIRO DA SILVA 2012 278). N. Biaba registró en la *Câmara de Mértola* cuatro minas en la zona próxima a la Ermita de Serra de Sancto Domingos, dos en la misma Serra de São Domingos, una tercera en Bicada y la cuarta en Serro do Ouro, y en 1955 transfirió los derechos de estas minas a Deligny. A partir de estos años empieza a conocerse la realidad antigua de esta mina. Durante los años 1855 y 1857 los trabajos de Deligny en São Domingos se centraron en desatorar y desaguar las galerías romanas para reconocer las características de la mineralización. Se desescombraron pozos romanos hasta el encuentro de una galería de desagüe con la masa de sulfuros, a una profundidad de unos 30 a 33 m. Las labores romanas no bajaban de esta cota, que coincidía con el barranco de Pego da Sarna, en el cual se realizaría el desagüe por medio de la galería.

Mucha información sobre la explotación antigua de la mina de São Domingos procede del “relatório” de esta etapa de explotación, realizado el 2 de agosto de 1857 por el geólogo Carlos Ribeiro, capitán de Artillería, para el Ministério de Obras Públicas y Minas (FIG. 2). Sus informes sobre las minas, elaborados para el gobierno portugués, habían comenzado en 1854, en el momento en el que se estaban realizando constantes peticiones auspiciadas por los descubrimientos de E. Deligny en la provincia de Huelva y en algunas minas portuguesas del Guadiana. En las minas de São Domingos se describen los vestigios antiguos, antes de que se iniciara la etapa de su explotación industrial (CUSTÓDIO 1999).

Según el informe de C. Ribeiro el yacimiento estaba formado por tres masas paralelas, separada la central de la septentrional entre 10 a 35 m y la meridional de la central entre 30 y 35 m. Las referencias más interesantes sobre la explotación antigua se refieren a las labores romanas que aún se veían sobre el terreno. Calculó que eran unos 50 pozos los dejados por la explotación romana en la Serra de São Domingos, casi todos ellos llevados a cabo en la masa septentrional. Atravesaban el crestón ferruginoso, hasta alcanzar profundidades de unos 10 m. Generalmente tenían unas dimensiones de un metro cuadrado, abiertos tanto a lo largo de la masa como en los costados, en la zona de contacto con las rocas de caja, y en ocasiones eran pozos gemelos, separados apenas 1 o 2 m. Las modernas operaciones de interior también descubrieron que la explotación romana se efectuó a la misma profundidad, sin formar pisos, con galerías y pilares de sustentación, y en algunas de ellas se constató el relleno de los huecos con tierras traídas del exterior, lo que explicaba la existencia de pequeñas cortas o canteras sobre el afloramiento de la masa, cuya finalidad sería el relleno de interior. Se comprobó también que en época romana quedaron sin explotar algunas zonas del yacimiento, que se definieron como proporcionalmente muy ricas. Este comentario nos parece importante, ya que indicaría que el abandono de los trabajos no se ocasionó por la falta de minerales, sino por circunstancias ajenas a la riqueza de la mineralización.

Después de esos primeros trabajos de exploración, Deligny inicia la fase de explotación. Para poder desarrollarla contó con el apoyo financiero de L. Ducazes y E. Duclerc, y se creó la Compañía Minera La Sabina, reconocida por el gobierno portugués en 1858. Esta compañía arrendó enseguida los trabajos de extracción por cincuenta años a Ja-

mes Mason (CUSTÓDIO 1996b), pero la dirección continuó en manos de L. Decazes y E. Deligny (DECAZES y DELIGNY 1864).

James Mason era un enérgico y emprendedor ingeniero inglés (Oxfordshire, 1824-1903). Había estudiado en la *École Nationale Supérieure des Mines de Paris*, y debido a la revolución de 1848 se trasladó a España, donde dirigió varias minas británicas de cobre y plomo en la zona de Bilbao. Allí conocería a su suegro, Francis Tress Barry, cónsul británico en Vizcaya, con quien se asoció en 1857 para crear Barry and Co., una sociedad que se dedicaba a la importación de maquinaria industrial británica. La crisis en las minas vizcaínas le obligó a trasladarse al Sur de Portugal, y en 1858 Mason firmó un contrato con la Compañía Minera La Sabina para explotar por cincuenta años la mina de São Domingos (CUSTÓDIO 1996b).

El sistema de explotación de Mason siguió el derrotero de los trabajos antiguos, abriendo nuevas galerías y pozos para realizar la extracción por pisos, de los que partían galerías longitudinales y transversales para plantear un trabajo más racional al realizado en los primeros años (1855-1858). Los trabajos romanos se localizaron en el nivel más superficial y los trabajos contemporáneos se concentraron a mayores profundidades, donde la gran masa de sulfuros masivos estaba intacta (CUSTÓDIO 1996a). En estos primeros años de explotación se estimó que la masa mineral tenía unos 600 m de longitud y 100 de anchura, pero lo más importante fue que los sulfuros masivos (sulfuros primarios) comenzaban a aparecer a los 30 m de profundidad. Se calculó que la masa original de mineral contenía 25 millones de toneladas de sulfuros polimetálicos, entre los que destacaban los minerales de cobre. El depósito tenía una disposición vertical, una orientación Este-Oeste, y unas leyes medias en las que sobresalían el porcentaje de sulfuro (45-48% S) junto a los contenidos de cobre (1,25% Cu) y zinc (2-3% Zn). Los minerales se exportaron por primera vez a través del puerto de Pomarão en 1858 (GARCÍA 1996). El mineral llegaba al Guadiana en recuas de acémilas. En el año 1859 se construyó una línea de ferrocarril con tiro de animales. La mina estaba adquiriendo tal importancia económica que el rey Pedro V la visitó en octubre de 1860. En junio de 1862 se inauguró una nueva línea férrea con locomotoras (GARCÍA 1988; CUSTÓDIO 1996b). En esta explotación inicial comenzaron a descubrirse restos romanos, minados y herramientas mineras, norias de desagüe, restos del poblado, la necrópolis y otros materiales. Los hallazgos arqueológicos debieron ser frecuentes, y algunos de ellos fueron enviados por J. Mason a la

Exposición Universal de Porto, celebrada en el año 1865 en el Palacio de Cristal. Entre ellos se describen un lote de monedas romanas, tres de ellas clasificadas como árabes (¿monedas romanas con leyenda ibérica?), tres lucernas, tejas, maderas de las entibaciones romanas, un resto de cobre fundido procedente de un horno, un barrote terminado en cabeza de jabalí, una estatuilla de bronce, un anillo de bronce y una rueda hidráulica (MASON 1865). En el catálogo elaborado con motivo de la exposición también se mencionan las piezas llevadas por J. Mason y en su inventario se registran minerales de cobre, muestras geológicas, antigüedades halladas en la mina, cuadros y fotografías (ANÓNIMO 1865 6).

Entre los hallazgos romanos de estos años de explotación sobresale un sistema de drenaje formado por diez ruedas hidráulicas (POŠEPNY 1877), una de las cuales fue llevada al Musée de Arts et Métiers de Paris por E. Deligny, presentada en el Conservatorio Imperial de Artes y Oficios en 1864. Se extrajo por tanto en la época en la que Deligny formaba parte de la dirección de Compañía Minera La Sabina, es decir entre 1858 y 1864, año en el que realiza el último informe sobre la explotación de la mina. Aunque no hemos encontrado ningún documento en el que se indique la fecha exacta del hallazgo, nos inclinamos a considerar que el hallazgo se produjo en el año 1864 y que inmediatamente se llevó a Paris uno de los ejemplares en mejor estado de conservación. En nota publicada en la Academia de Ciencias Deligny (1864) se hace eco de su hallazgo en las minas de S. Domingos y describe la riqueza metalífera de esta región, donde también se encontraban los enormes depósitos de Tharsis y Riotinto. Aprovechando la descripción del hallazgo realiza un recorrido por la explotación romana de estas minas, en el que sigue la lectura de las obras de Rúa Figueroa (1859) y J. Gonzalo y Tarín (1888). Añade algunas singularidades de la explotación romana, de la que destaca que se realiza con regularidad y planificación, con desagüe por medio de galerías de longitud considerable, una extracción por medio de pozos que siguen líneas paralelas, separados entre unos 25 y 40 m unos de otros, y pozos gemelos cuando tenían que alcanzar grandes profundidades, a fin de asegurar la ventilación. Estos pozos eran de reducidas dimensiones, de 0,90 por 1 m y de 0,70 por 0,8 m. Explica el uso de medios mecánicos para la evacuación de las aguas cuando la roca era dura y resultaba difícil vencerla, y señala que esto es lo que ocurría en la mina de São Domingos, donde la naturaleza de las rocas no permitían trazar la galería de desagüe más que a una altura

y no podían explotarse más que 3 o 4 m de la potencia total de los minerales. Con el empleo de las norias de madera podía desaguar a más profundidad y continuar a esa cota las excavaciones. Sobre las norias recuperadas aclara que estaban en buen estado gracias a las sales de cobre y hierro, y que por esto una de ellas fue ofrecida al Conservatorio. Las norias se colocaron formando una escalera de bancos que tenía una altura de 20 m y una longitud de 65 m. El diámetro de las norias era de 6,60 m, pero dos eran, no obstante, de pequeño diámetro, de 3,80 m. Como excepción también, el eje de las norias de S. Domingos era de encina, mientras en las norias de Riotinto era de bronce. Los radios tenían unas dimensiones de 50 x 16,5 x 13 cm. Otras peculiaridades de las norias de S. Domingos era que no estaban colocadas en pares, funcionaba una sola en cada banco. Sobre la eficacia este tipo de máquinas también ofreció algunos cálculos, Deligny proponía que se podían desaguar con una noria unos 110 litros de agua por minuto y elevarla a una altura de unos 3,70 m. Finalmente, recalca que la mina fue puesta en explotación por él y que no se registraron trabajos mineros realizados después de época romana.

C. Domergue (1990, 445ss.) considera que las dimensiones de diámetro ofrecidas por E. Deligny para las norias (6,60 m) son erróneas, ya que la dimensión media del resto de norias romanas de la Faja Pirítica es de 4,28 a 4,63 m. Palmer anota unas dimensiones más acordes, 4,87 m (PALMER 1929).

La rueda de São Domingos que se encuentra en el Musée des Arts et Metiers de Paris ha sido estudiada por C. Domergue, Binet y Bordes (1999), quienes certifican que fue ofrecida al Conservatorio Nacional de Artes y Oficios en 1864. Aunque la rueda no estaba completa, conservaba quince radios y fragmentos de otros tres, y fue fijada a un panel triangular. Se encontraba expuesta sobre el muro de la capilla del Conservatorio y en la década de 1990 se trasladó a la zona de reserva. Además de los pormenores de estos fragmentos de rueda, es verdaderamente interesante la presentación de otros aspectos menos conocidos, como las inscripciones de numerales en los radios o en fragmentos de los radios, del I al XXVII. Uno de ellos, el XX, contiene también las letras Q. C., que podrían designar al fabricante del aparato: Q (uintus) C(). Teniendo en cuenta que estas máquinas debían ser reparadas frecuentemente, no es de extrañar que en esos restos conservados se distingan antiguas reparaciones, ya que el trabajo sobre un mismo patrón está implícito en las similitudes de concepción y fabricación entre esta rueda y las

procedentes de Riotinto que se encuentran en el British Museum (WEISGERBER, 1979; OLESON 1984) y en el Museo de Huelva (OJEDA CALVO 2006). Sólo ofrecen soluciones distintas en algunos detalles mínimos de construcción y en el empleo de ejes de bronce en las de Riotinto. Pero, sin duda, la cuestión más debatida es la del movimiento, sobre lo cual ya se había pronunciado E. Deligny (1864). Pošepny (1877) consideró que se moverían accionadas por cuerdas, y Weisgerber (1979) opina que por la fuerza ejercida por las manos sobre radios. Domergue, Binet y Bordes plantean que una persona ejerce su máxima carga y fuerza con los pies, y que por tanto el movimiento podría conseguirse con un operario que la accionara desde la parte superior con sus pies. Para facilitar el movimiento se colocaría en una posición de 45°, apoyándose en los tabloncillos exteriores de los cangilones, distantes de la rueda unos 60 cm, sobre los cuales se realizaría el esfuerzo ayudándose en unos travesaños, como los que aparecen en los dibujos de las ruedas de São Domingos y Filón Norte de Tharsis. Tienen en consideración que el peso de la noria sería de unos 178 kg y que el peso del agua transportada alcanzaría unos 65 kg (3,61 kg por cangilón), a lo que habría que añadir el peso de la persona que se encarga de ejercer el movimiento y la resistencia del agua acumulaba a ese movimiento, lo que supondría un total de 288 kg, que debían ser soportados por los radios. La capacidad de desagüe dependería de la velocidad de rotación, que estimada con relación al peso y diámetro exterior sería de unas 45 a 63 vueltas a la hora. De este modo serían entre 1218 a 1701 los cangilones evacuados, que restando el agua que se perdía en el movimiento alcanzaría una cantidad aproximada de 1,25 litros por segundo. Esta cantidad es ligeramente inferior a los 1,42 litros por segundo establecidos por Palmer (1929) y a los 1,84 litros por segundo calculados de Deligny (1864). En cualquier caso, una alta capacidad de desagüe que explica las ventajas del uso de este tipo de mecanismos, que se impusieron en época imperial a otros característicos de las explotaciones republicanas y tardo-republicanas, como los Tornillos de Arquímedes (LUZÓN NOGUÉ 1968).

Mientras las minas del suroeste ibérico empezaban este lento despegue en su explotación industrial, las compañías francesas entraron en crisis debido a la escasa rentabilidad del monocultivo del cobre. En Tharsis continuaron los problemas, y E. Deligny abandonaría la compañía en 1859. En 1864 tenía fijada ya su residencia en París. Solo su venta a una sociedad escocesa en 1866, Tharsis Sulphur and Copper Company, rentabilizaría las explotaciones con un doble aprovechamiento,

sulfuro y cobre, y con el abaratamiento del transporte del mineral por la construcción de una vía férrea a la Ría de Huelva, hacia donde antes se llevaba el mineral a lomos de costosos convoyes de arriería.

Sin embargo, en estos momentos se revolucionó la industria química. A partir del sulfuro se consiguió ácido sulfúrico para la producción de carbonatos de sodio y potasio por el proceso descubierto por Esnest Solvay, más rentable que el proceso anterior de Nicolas Leblanc (CHECKLAND 1967 87 y ss; AFTALION 1991 11-13). De este modo, se podían aprovechar dos productos de la mina, cobre y azufre, y la fuerte demanda de la industria química británica y el transporte por ferrocarril darían primacía a las compañías escocesas e inglesas. E. Deligny aún crearía otra empresa minera en 1883, la Sociedad de Minas de Cobre de Alosno para la explotación de la mina Lagunazo (DELIGNY 1883), donde se levantó un nuevo poblado y se inició la construcción de una línea de ferrocarril entre la mina y el Guadiana (CARRASCO MARTÍNEZ 2015 82-86). A pesar de ser recompensado con el título de Conde de Alosno, su proyecto no siguió adelante.

Idénticos problemas con la venta del cobre surgieron en São Domingos. Hasta el año 1867 la explotación se hizo por interior (contramina), pero a partir de ese momento Mason empezó la extracción a cielo abierto que ha dado forma a la corta actual. El trazado de la corta al aire libre para facilitar la extracción hizo preciso la retirada del “estéril” superpuesto a la masa, que tenía una potencia media de unos 32 m. Este estéril es el sombrero de hierro, la cubierta de gossan. La minería romana se situaba a 12 m de la superficie, donde se abrió la galería de desagüe, y alcanzaba hasta los 32 m de profundidad, una zona de explotación que coincide con la zona inferior de la montera de gossan y la zona de contacto con la masa de sulfuros masivos.

En 1873 Mason funda con su cuñado la compañía Mason and Barry para seguir con el arrendamiento de la explotación, y durante el desmonte del afloramiento de óxidos de hierro en la década de 1870 mandó producir oro y plata a partir de estos minerales. Obtuvo un lingote con 3 onzas de oro y otro con veinte onzas de plata, que se llevaron a la Exposición Universal de Philadelphia de 1876. Tal fue el éxito de sus trabajos de explotación que en reconocimiento el rey de Portugal otorgó a Mason los títulos de Barón de Pomarão (1866) y Vizconde de S. Domingos (1868), y Barry fue nombrado Comandante de la Orden de Cristo (MALHEIRO Y DA COSTA SEQUEIRA, 1876).

En estos años Malheiro y Sequeira realizaron una recopilación de

toda la historia de la mina de São Domingos en el Catálogo de la Exposición internacional de Philadelphia (MALHEIRO Y DA COSTA SEQUEIRA 1876). En esta publicación describen las minas de la región, las grandes masas polimetálicas de la Faja Pirítica, dentro de las cuales se encuentran las minas portuguesas de São Domingos, Aljustrel y Serra de Caveira, las miles de toneladas de escorias producto de la explotación romana y la gran cantidad de labores romanas que iban apareciendo a medida que continuaba la explotación contemporánea, unos comentarios directamente inspirados en las notas de E. Deligny. Se hace referencia a los restos del poblado, la necrópolis y los descubrimientos más señalados: “Parts of foundations and other debris of habitation are very abundant, capitals, sockels, and fragments of columns are also found, but in very small quantities and without artistic labor on them....they came across signs of cremation in cinerary urns: copper objects, such as wild-boar heads, and a statuette. Among the signs of ancient labors the more worthy of mention are without doubt the large wooden wheels that, as the Tharsis mine of Spain, were found in good state of preservation, and which were used to pump the water” (MALHEIRO Y DA COSTA SEQUEIRA 1876 69-70). A continuación se detienen en el análisis de las 10 norias de desagüe, 8 de 16 pies y 2 más pequeñas de 12, y en la galería de desagüe, alargada por los trabajos modernos, bajo la cual los trabajos romanos bajaron unos 20 m.

Los restos del poblado romano se encuentran entre el Cerro do Hospital y el Cemitério dos Ingleses (FIG. 3). No se conserva ningún material arqueológico de las excavaciones antiguas en el poblado y la necrópolis, salvo una inscripción funeraria que se depositó en el Museo Leite de Vasconcelos, publicada por S. Lambrino (1967 140 n° 58), también recogida por Domergue (1990, 340 y 344). Se trata de una pizarra basta de 0,36 m de longitud, 0,35 m de anchura y 0,07 de grosor, que transcribe como:

BOUTIU(S)/AP..EL/.....DUTUBI/AN(N)ORU(M)
XXV/HIC SITUS.

Malheiro y Da Costa Sequeira ponían de manifiesto la importancia que tenía la mina en la segunda mitad del siglo XIX y trataron además de otros aspectos de la minería, la calidad de los minerales, las enormes dimensiones de la masa (600 por 60 m), etc. También describen otros detalles de la explotación contemporánea, como el tratamiento del mineral mediante calcinación, lixiviación y precipitación. Se subraya la riqueza de cobre de la mina (2,46% Cu) y se aclara que como en otras mi-

nas del distrito la mineralización contiene ciertas cantidades de metales preciosos, entre 20 y 28 gramos de oro y plata por tonelada métrica, que podían ser extraídas mediante el proceso de Claudet y Philipps, cuya prueba eran los lingotes de los ensayos realizados por Mason, presentes en la propia exposición. Describen el método minuciosamente, y explican que se usa clorídrico de sodio a una temperatura natural, en la cual son insolubles los ioduros de plata. El proceso parte de una calcinación del mineral (plomo, cobre, zinc, oro, plata, etc.) con cloruro de sodio y su lavado con ácido clorídrico y ioduro de sodio, de lo que resultaría un residuo formado por sulfato de plomo y cloruro de plata y oro. De este compuesto se podía separar por lixiviación el cobre y el zinc, y obtener un concentrado rico en plata y oro (5,95% Ag, 0,06% Au, 62,28% Pb, 15,46% Zn y 0,60% Cu). Este ensayo se había realizado en una fábrica de Liverpool en 1981, y del tratamiento de 16,300 toneladas de mineral calcinado se obtuvieron 204 onzas de plata y 3 onzas de oro.

La minería romana que iba apareciendo en São Domingos a lo largo de estos trabajos de explotación es también objeto de comentario en otro trabajo posterior de Da Costa Sequeira (1883). Resumía las noticias que ya se aportaban en la descripción de la mina que se hizo para la Exposición Universal de Philadelphia de 1876, sin añadir ningún detalle nuevo, pero incorporaba un plano en el que incluía el elaborado por C. Ribeiro (FIG. 2), la planta de la mina en ese tiempo (Corta y Edificios) y un dibujo de la noria de desagüe pequeña (DA COSTA SEQUEIRA 1883 Estampa 7ª).

Ese mismo año en que se celebró la exposición James Mason sustituye a E. Duclerc en la dirección de la Compañía Minera Sabina (1876). Los problemas financieros en su sociedad, Mason and Barry, que tenía arrendaba la explotación a la compañía francesa, le obligan a ampliar el número de accionistas y en 1878 crea con Barry una nueva sociedad, Mason and Barry Limited, que adquiere finalmente la propiedad de la mina. Barry sería a partir de ahora su director comercial en Londres y el mercado británico de azufre y cobre revierte la situación. Como ocurrió en el caso de la mina de Tharsis, solo la industria británica rentabilizaría las explotaciones.

A J. Mason se adjudica una segunda descripción de la mina que completa los datos de E. Deligny. Se trata de un documento anónimo, escrito en São Domingos y publicado en Lisboa en 1876 (ANÓNIMO 1876). Es poco probable que su autor sea Mason, pues en ese año no estaba en São Domingos, se encontraba en Inglaterra, donde desde 1862

dirigía los asuntos de la mina por carta. En 1860 había sufrido un intento frustrado de atentado por “bandidos” de Corte do Pinto, y esto habría pesado en su deseo de volver a Inglaterra. Este documento será la base de todo el conocimiento de la explotación de la mina en estos años, y ha sido profusamente utilizado por autores posteriores. Esta noticia refleja un contacto directo con la realidad de la mina y de ahí su relevancia. Después de situar geográficamente la mina, de analizar la geología y mineralogía de sus mineralizaciones, de ofrecer las dimensiones de la masa (600 por 60 m) y de indicar su riqueza en cobre (2,5% Cu) y azufre (50% S), se detiene también en un apartado dedicado a la arqueología. Destaca la extensa explotación romana y la existencia, muy vaga, de restos fenicios y cartagineses. El periodo de explotación romana lo colige por las monedas encontradas, desde Augusto y Tiberio hasta Teodosio, por los restos del poblado romano y la necrópolis, con tumbas construidas con largas lanchas de pizarra local, urnas cinerarias y ungüentarios (*petites ampoules*). Cita la larga galería de desagüe de Pego de Sarna y el sistema de drenaje formado por las 10 norias, todas de 16 pies ingleses menos 2 más pequeñas, de 12 pies de diámetro. Según aclara, la galería de desagüe fue ensanchada por la explotación moderna, y explica también que los trabajos romanos no llegaron más allá de los 20 m de profundidad bajo la cota de esta galería. Esto le lleva concluir que buscaban el mineral más rico en cobre en la zona de enriquecimiento supergénico, y por ello cambiaban constantemente de cota, dando forma a una extracción muy irregular. Como nota curiosa refiere que en los trabajos de contramina a veces era necesario el trazado de galerías de grandes dimensiones debido a la aparición de trabajos antiguos, que se encontraban por todas partes, lo que obligaba a excavaciones de 7 por 8 m para englobarlas en una sola labor. En función de los huecos se estima que la explotación romana extrajo unos 150.000 metros cúbicos aproximadamente.

Tras una visita a las minas de Riotinto, Tharsis y S. Domingos, Louis de Launay realiza en 1889 una interesante memoria sobre estas minas (DE LAUNAY 1889). Después de entretenerse en los hallazgos prehistóricos en algunas minas ibéricas y en las citas bíblicas a las minas de Tharsis, resalta la explotación llevada a cabo en época romana, de la que destaca el hallazgo de las tablas de bronce de Aljustrel, los grandes montículos de escorias, las monedas, etc. Sobre São Domingos nos comenta que en 1867 tomó la iniciativa y revolucionó los sistemas de explotación, pasó de una explotación subterránea a una extracción

al aire libre (corta) que obligó a retirar la gigantesca capa de óxidos e hidróxidos de hierro que cubría la mineralización primaria, una técnica que se impondría después en Riotinto a partir de 1881. Sobre la riqueza de estas minas nos refiere que en São Domingos se extraían anualmente 350.000 toneladas de mineral, que producían unas 6.500 toneladas de cobre y 200.000 toneladas de concentrado que se exportaban a Inglaterra. Se detuvo también en describir la masa mineral, que se encontraba a 44 m de la superficie y tenía unas dimensiones de 600 por 60 m. Finalmente, describió los pisos de la explotación subterránea ya trazados por Mason y el procedimiento de cementación natural, la precipitación del cobre con hierro y la riqueza de la cascara de cobre resultante (91% Cu). Lo importante para nosotros es que en una de las láminas de su publicación se presenta un corte vertical de los trabajos romanos con la disposición del sistema de norias de desagüe (DE LAUNAY 1889 planche X figura 4).

De esa minería romana no quedan muchas evidencias, algunas galerías inventariadas por C. Domergue (1987, 504ss.), quien realizó una recopilación de las principales labores romanas que se conservan en la mina. En su trabajo de prospección catalogó los minados romanos que se conservan todavía en los bancos de la corta: en el segundo banco una larga galería de 0,97 m de anchura y 1,20 m de altura que conservaba numerosos lucernarios en sus paredes, colocados cada metro; pequeñas galerías de 0,80 m de profundidad en el tercer banco; y en el cuarto banco un pozo vertical y cuatro pequeñas galerías (FIG. 10).

A la muerte de Mason en 1903 la dirección de la empresa pasó a manos de su nieto. Gracias a su atinada dirección, São Domingos se había convertido en uno de los principales centros industriales de Portugal (ALVES 1997a), la mina donde primero se puso en práctica la minería a cielo abierto, un sistema de extracción que después se extendió a toda la Faja Pirítica Ibérica, y la mina a la que primero llegó la locomotora de vapor y la electricidad (ALVES 1997b; RAMOS PINHEIRO 2012; CUSTÓDIO 2013). Desde 1859 hasta su cierre en 1965 Mason and Barry Limited extrajo 25 millones de toneladas de mineral (CUSTÓDIO 1996). No extraña así que la memoria de la mina se encuentre reflejada en un sinnúmero de fotografías (PULIDO Y REGO 2004), y que el índice bibliométrico sobre esta mina solo sea superado por el de la mina de Riotinto.

Recapitulación

Contamos con suficientes elementos arqueológicos que indican la importancia que alcanzó en São Domingos la explotación de época romana, tanto por las labores mineras y los ingenios de desagüe, como por los tres escoriales recogidos en la documentación de la explotación contemporánea. A pesar de que los análisis metalúrgicos demostraban que fue una mina de plata, todos los investigadores, salvo Salkield, consideraron que esta mina produjo fundamentalmente cobre. En esta línea se encuentran los trabajos de Allan, de Almeida, Domergue y Alarcão.

Los análisis publicados no confirmaban, sin embargo, que hubiese producción de cobre. Y esto la alejaba del conjunto de las grandes minas de la Faja Pirítica Ibérica, como Riotinto, Tharsis, Sotiel-Coronada y Cueva de la Mora, minas en las que la ingeniería romana fue capaz de descubrir y alcanzar las mineralizaciones de plata de la base de la montera gossanizada y los sulfuros de cobre secundarios del enriquecimiento secundario. Nuestras analíticas permiten plantear que en São Domingos la minería romana estuvo destinada al tratamiento de minerales de plata, de cuyo procesamiento surgieron los escoriales de Pego da Sarna y Caminho de Corte do Pinto, y minerales de cobre, reducidos en la zona del escorial de Valle de Chabacoas. Por tanto, además de confirmar la producción de plata y cobre, hemos podido definir las zonas de fundición de los minerales de plata y los de cobre. Como es corriente en otras minas, se separan las zonas metalúrgicas de plata y cobre para una mejor fiscalización de los minerales extraídos, y la existencia de dos escoriales de plata debe ser consecuencia de que en la minería de la plata participaron distintos *conductores*, o responden más bien a dos zonas de extracción en puntos diferentes de la masa de sulfuros, ya que los escoriales suelen situarse generalmente a bocamina.

Desde el punto de vista de estas dos líneas de producción, dada la envergadura y potencia de los escoriales que se encuentran en Pego de la Sarna y Caminho de Corte do Pinto, cuyas secciones superan en algunos puntos los 3 m de potencia, es evidente que la plata ocupó el primer lugar entre las producciones metálicas de São Domingos. El escorial de cobre de Valle de Chabacoas es igualmente extenso, pero su potencia media no parece sobrepasar en ningún caso un metro de espesor.

Finalmente, pueden realizarse incluso algunas observaciones sobre la cronología y evolución de la explotación minera. Como en la mayor parte de las minas de la Faja Pirítica Ibérica, no hay testimonios de explotación en época republicana, que hasta el momento solo han aparecido en Riotinto. Todas estas minas se ponen en valor a partir de época tardo-republicana y, sobre todo, en época de Augusto. São Domingos no es en esto una excepción. Los materiales que más abundan en los escoriales y en el poblado son las ánforas Haltern 70 y Dressel 7-11, que definen en estas minas los niveles de producción augusto-tiberianos, como sucede en Riotinto, Tharsis, Castillo de Buitrón, y en la cercana mina de Vuelta Falsa en Paymogo (PÉREZ MACÍAS 2015). Faltan otros materiales más tardíos, de la segunda mitad del siglo I d.C. y del siglo II d. C. en adelante, y esto es también común a muchas minas de este distrito minero. La época dorada de la minería de la plata hubo de ser la primera mitad del siglo I d.C., y a partir de este momento la mina perdería peso económico, dedicada solo a la producción de cobre.

Las noticias que han llegado sobre los hallazgos numismáticos nos comentan que las monedas se extendían desde Augusto a Teodosio, pero estas generalizaciones arrancan de los escritos de E. Deligny, que en esto seguía la historia de Riotinto de Rúa Figueroa (1859), como ocurre cuando recoge su idea de dos niveles de escorias, el inferior de escorias fenicias y el superior de las romanas. No descartamos que hubiera una minería latente hasta fines del siglo IV d.C., pero es una minería muy silenciosa que no ha dejado ningún vestigio arqueológico.

Si hacemos caso a los materiales arqueológicos recogidos en los escoriales, la mina comenzaría produciendo plata y cobre en época de Augusto, y desde mediados del siglo I d.C. estaría dedicada solo a la producción de cobre. Sin embargo, desde el siglo II la producción se habría reducido tanto que no ha dejado rastros materiales. De haber continuado algún tipo de minería hasta el siglo IV d.C., sería rebuscando mineral en zonas ya explotadas (método de hurto), a un nivel tan bajo de producción que no ha dejado residuos metalúrgicos que puedan diferenciarse. La ausencia de cerámicas africanas y ánforas lusitanas y béticas de este momento es nuestro mejor argumento para demostrar el aislamiento de la mina en estos siglos.

BIBLIOGRAFÍA

- AFTALION, Fred (1991), *A History of the International Chemical Industry*, Philadelphia.
- ALARCÃO, Jorge (1987), *Portugal Romano*, 4ª edição, Lisboa.
- ALDANA, Lucas (1875), *Las minas de Rio-Tinto en el transcurso de siglo y medio*, Madrid.
- ALLAN, John Clarence (1965), A mineração em Portugal na antiguidade, *Boletín de Minas*, 2/3, 139-175.
- ÁLVAREZ, Antonio Miguel, PÉREZ, Rafael, MATOS, João Xavier, CAPITÁN, María Ángeles, NIETO, José Miguel, SÁEZ, Reinaldo, y CARABALLO, Manuel Antonio (2008), Potential Environmental impact at São Domingos mining district (Iberian Pyrite Belt, SW Iberian Península): evidence from a chemical and mineralogical characterization, *Environmetal Geology*, 55, 1197-1809.
- ALVES, Helena (1997a), Mina de S. Domingos. Um caso de tipologia industrial minera, *Arquivo de Beja*, IV/série III, 7-17.
- (1997b), *Mina de S. Domingos: Génese, formação operária e identidade mineira*, Mértola.
- ANÓNIMO (1865), Portugal: minas, pedreiras, e mineraes, *Catálogo Oficial da Exposição Internacional do Porto*, Porto.
- ANÓNIMO (1876), *Notice sur la mine de pyrite cuivreuse de S. Domingos*, Lisboa.
- AUBET SEMMLER, María Eugenia (1987), *Tiro y las colonias fenicias de Occidente*, Barcelona.
- BORDES, Jean-Louis (2010), Ernest Deligny (1842). Une vie d'ingénieur au XIXe siècle 1820-1898, *Centraliens*, 684, 60-63.
- CHEKCLAND, Sydney George (1967), *The Mines of Tharsis. Roman, French and British enterprise in Spain*, London.
- CHIC GARCÍA, Genaro (2005), Marco Aurelio y Cómodo. El hundimiento de un sistema económico, *La Hispania de los Antoninos (98-180)*, L. Hernández Guerra (Ed.), Valladolid, 567-586
- CUSTÓDIO, Jorge,
 (1996a), Sistemas de Lavra na Mina de São Domingos (1854-1966), *Mineração no Baixo Alentejo*, Castro Verde, 174-185.
 (1996b), James Manson e a construção da imagen da Mina de São Domingos, *Mineração no Baixo Alentejo*, Castro Verde, 198-229.
 (1999), Documentos para a História da mina de S. Domingos-O relatório do geólogo Carlos Ribeiro, *Arqueología Medieval*, 6, 225-265.
 (2013), *Mina de S. Domingos: territorio, história e património mineiro*, Lisboa.
- DA COSTA SEQUEIRA, Pedro Victor (1883), Notícia sobre o estabelecimento minero de S. Domingos, *Revista das obras Públicas e Minas*, 14, 185-284.
- DE ALMEIDA, Fernando (1970), Mineração romana em Portugal, *La Minería Hispana e iberoamericana*, León, 195-220.
- DE LAUNAY, Louis (1889), Mémoire sur l'industrie du cuivre dans la region d'Huelva (Rio-Tinto, San Domingos, etc.), *Annales des Mines*, 8ª/16, 427-515.

- DECARCES, Louis y DELIGNY, Ernest (1864), Resultados de la exploración de la mina cobriza de Santo Domingo en Portugal, referente al año 1863, *Revista Minera*, XV, 435-441.
- DELIGNY, Ernest (1863), Apuntes históricos sobre las minas cobrizas de la Sierra de Tharsis (Tharsis Baetica), *Revista Minera*, XIV, 111-121.
- (1864), Notice sur l'origine d' une roue ancienne employe pour l'épuisement des mines et présentée au Conservatoire Imperial des Arts et Métiers, *Comptes Rendus hebdomadaire des séances. Académie des Sciences*, 58, 899-902.
- (1883), *Sociedad de Minas de Cobre de Alosno. Apuntes sobre su constitución y estado actual*, Madrid.
- DOMERGUE, Claude (1983), *La mine antique d'Aljustrel (Portugal) et les tables de bronze de Vipasca*, Diffusion de Boccard, Paris.
- (1987), *Catalogue des mines et des fonderies antiques de la Péninsule Iberique*, Madrid.
- (1990), *Les mines de la Peninsule Ibérique dans l'antiquité romaine*, Collection de l'École Française de Roma 127, Roma.
- DOMERGUE, Claude, BINET, Christian y BORDES, Jean-Louis (1999), La roue de São Domingos, *La Revue, Musée des Arts et Métiers*, 27, 49-59.
- EISSLER, Manuel (1902), *The Hydro-Metallurgy of Copper*, London.
- GARCÍA, João Carlos (1988), Portuguese copper and the sea trade in the western Mediterranean from 1895 to 1909, *Revista da Faculdade de Letras*, I Série, Vol. IV, 291-297.
- (1996), *A navegação no baixo Guadiana durante o ciclo do minério (1857-1917)*, Porto.
- GARCÍA FERNÁNDEZ, María Rosa (1977), *Encuentro con Álvaro Alonso Barba*, Huelva.
- GARCÍA PALOMERO, Félix (2004), Los yacimientos de la Faja Pirítica Ibérica (F.P.I.), *Metallum. La minería Suribérica*, E. Romero y J.A. Pérez (Eds.), Huelva, 13-28.
- GONZALO Y TARÍN, Joaquín (1888), *Descripción física, geológica y minera de la provincia de Huelva*, Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España, Madrid.
- LAMBRINO, Scarlat (1967), Catalogue des inscriptions latines du Musée Leite de Vasconcelos, *O Arqueólogo Português*, III Série, vol. I, 123-127.
- LEITÃO, João María (1850), Noticia sobre una formación metalífera de la provincia de Huelva, *Revista Minera*, I, 53-56.
- LUZÓN NOGUÉ, José María (1968), Sistemas de desagüe en las minas romanas del suroeste peninsular, *Archivo Español de Arqueología*, 41, 101-120.
- MALAVÉ, Juan y BEDIA, José Luis (1991), *Relatório Final Area São Domingos*, Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, Lisboa.
- MALHEIRO, Lourenço y DA COSTA SEQUEIRA, Pedro Victor (1876), Portuguese Special Catalogue. Departament I. Mining and Metallurgy. Descriptive Catalogue, *International Exhibition at Philadelphia*, Philidelphia.
- <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=mdp.39015063944832;view=1up;seq=7>

- MASON, James (1865), *Catálogo dos objectos pertencentes a Mina de S. Domingos exhibidos na Exposição Internacional de Porto*, Lisboa.
- MASON, Michael (1866), Biographical note of James Mason by his grandson Michael Mason, *Museum of England Rural Life, Eynsham Hall Archive*, University of Teading, OXF 22/15/31.
- MATEUS, António, PINTO, Álvaro, ALVES, Luís, MATOS, João Xavier, FIGUERAS, Jorge y NENG, Nuno da Rosa (2011), Roman and modern slags at S. Domingos mine (IPB, Portugal): compositional features and implications for their long-term and potential re-use, *International Journal of Environmentt and Waste Management*, 8-1/2, 133-159.
- MATOS, João Xavier (2004), *Carta geológico-mineira de São Domingos*, Instituto Geológico e Mineiro, Lisboa.
- MATOS, João Xavier, MARTINS, Artur, REGO, Miguel, MATEUS, António, PINTO, Álvaro, FIGUERAS, Jorge, y SILVA, Eduardo (2011), Roman slags distribution in the portuguese sector of the Iberian Pyrite Belt, *Actas del V Congreso Internacional sobre Minería y Metalurgia Históricas en el Suroeste Europeo*, Homenaje a Claude Domergue, Lérida, 563-572.
- NOCETE CALVO, Francisco -Ed.- (2004), *Odiel. Proyecto de Investigación Arqueológica para el Análisis del Origen de la Desigualdad Social en el Suroeste de la Península Ibérica*, Arqueología Monografías, Sevilla.
- OJEDA CALVO, Reyes (2006), La Rota del Museo de Huelva: apuntes sobre el origen, adscripción, uso y funcionalidad de una rueda para evacuación de agua hallada en Minas de Riotinto, *La rueda elevadora de agua de las minas de Riotinto: memoria de intervención*, PH Cuadernos, 18, 10-39.
- OLESON, John Peter (1984), *Greek and Roman Mechanical Water-Lifting Devices: The History of a Technology*, Toronto.
- OLIVEIRA, María da Luz y MATOS, João Xavier (2002), The exploitation of copper ores and the settlements of Extremadura and South of Portugal during the Calcolithic, *Revista Ciências Históricas*, 17, 123-138.
- PALMER, Robert (1929), Notes on some ancient mining equipments and system, *Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy*, 35, 299-336.
- PÉREZ MACÍAS, Juan Aurelio (1998), *Las minas de Huelva en la Antigüedad*, Huelva.
- (2013), Las minas de Tarteso, *Tarteso. El emporio del metal*, J. Alvar y J.M. Campos (Eds.), Córdoba, 449-472.
- (2015), Augusto y los distrito mineros del suroeste ibérico, *La Bética en tiempos de Augusto. Aspectos históricos y arqueológicos*, C. Márquez y E. Melchor (Coords.), Córdoba, 283-316.
- PÉREZ, Juan Aurelio y DELGADO, Aquilino (2014), La minería romana en el suroeste ibérico, *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada*, 24, 239-265.
- PINEDO VARA, Isidro (1963), *Piritas de Huelva. Su historia, minería y aprovechamiento*, Madrid.

- POŠEPNY, Franz (1877), Römischen Schöpfrad aus der Grube S. Domingos in Portugal, *Oesterreichische z.f. Berg-und Hüttenwesen*, 25, 391-393.
- PULIDO, Jorge y REGO, Miguel (2004), *Mina de S. Domingos 150 anos de História. Fotogramas da Memória*, Câmara Municipal de Mértola.
- RAMOS PINHEIRO DA SILVA, Maria João (2010), A Faixa Piritosa Ibérica e a revolução industrial britânica: proposta de uma ruta turística Rio Tinto-Tharsis-S. Domingos, *Una visión pluridisciplinar del Patrimonio geológico y Minero*, P. Florido e I. Rábano (Eds.), Cuadernos del Museo Geominero, 12, 499-510.
- (2012), *Mason and Barry e a construção da Mina de S. Domingos. Indústria, Turismo, Globalização*, Universidade de Lisboa, Faculdade de Letras.
- REGO, Miguel (2004), *Mina de S. Domingos*, Cadernos de Mértola, 2, Câmara Municipal de Mértola.
- RICO, Christian (2010), Sociétés et entrepreneurs miniers italiques en Hispanie à la fin de l'époque républicaine: une comparaison entre les districts de Carthagène et de Sierra Morena, *Pallas*, 82, 395-416.
- ROTHENBERG, Beno, GARCÍA, Félix, BACHMANN, Hans- Gert y GOETHE, Johann Wolfgang (1990), The Río Tinto enigma, *Minería y Metalurgia en las antiguas civilizaciones mediterráneas y europeas*, I, Madrid, 57-71.
- ROTHENHOEFER, Peter, BODE, Michael y HANEL, Norbert (2016), Old Finds-New Insights: remarks on two Roman lead ingots from Minas de Riotnto (Huelva, España), *Onoba*, 4, 127-133.
- RÚA FIGUEROA, Ramón (1859), *Ensayo sobre las minas de Riotinto*, Madrid.
- SALKIELD, Leonard Unthank (1970), Ancient slags in the south west of the Iberian península, *La minería Hispana e Iberoamericana. Contribución a su estudio*, León, 85-99.
- (1987), *A technical history of the Rio Tinto mines: som notes on explotation from the phoenician times to the 1950s*, London.
- WEISGERBER, Gerd (1979), Das römische Wasserheberad aus Rio Tinto in Spanien im British Museum London, *Der Anschnitt*, 31, 62-80.



FIG. 1 – Situación de Minas de S. Domingos.

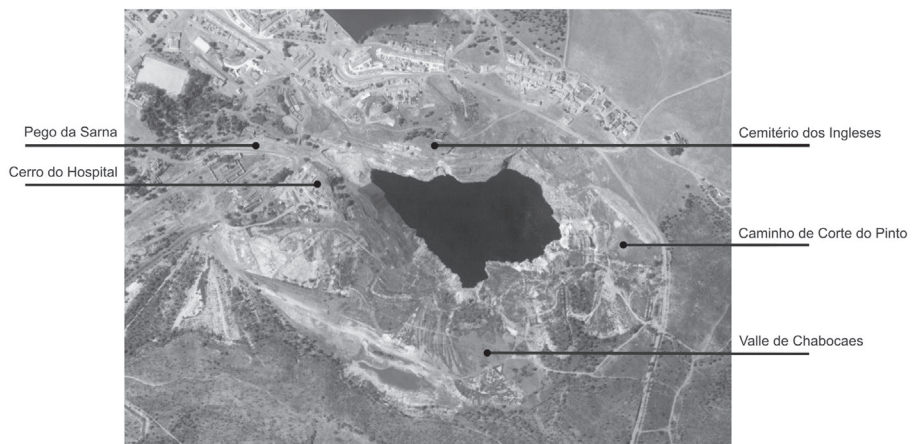


FIG. 3 – Plano de los sitios citados en el texto.

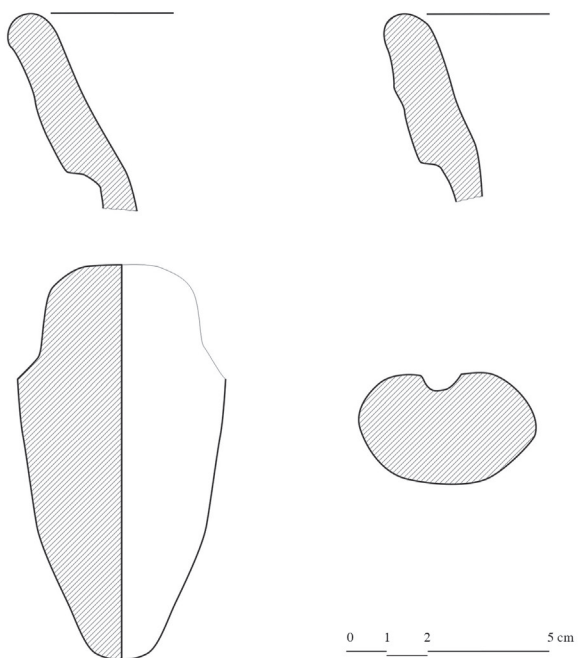


FIG. 4 – Ánforas del contexto metalúrgico de Cerro do Hospital.

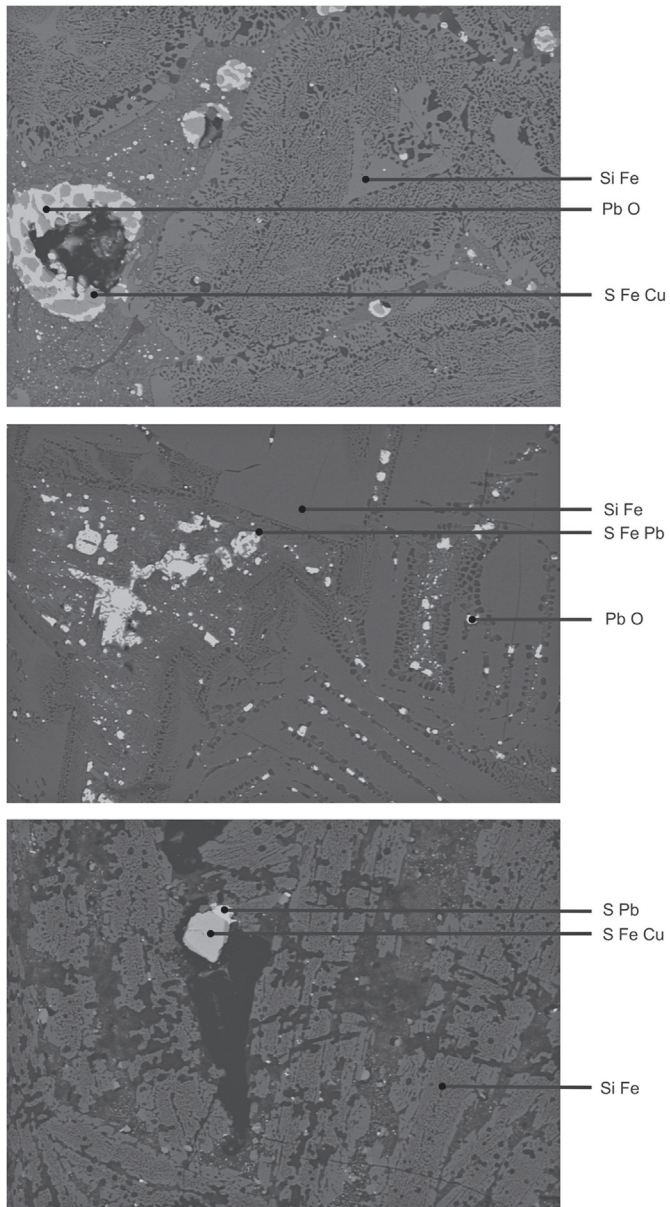


FIG. 5 – Imágenes microscópicas de las escorias de Cerro do Hospital.

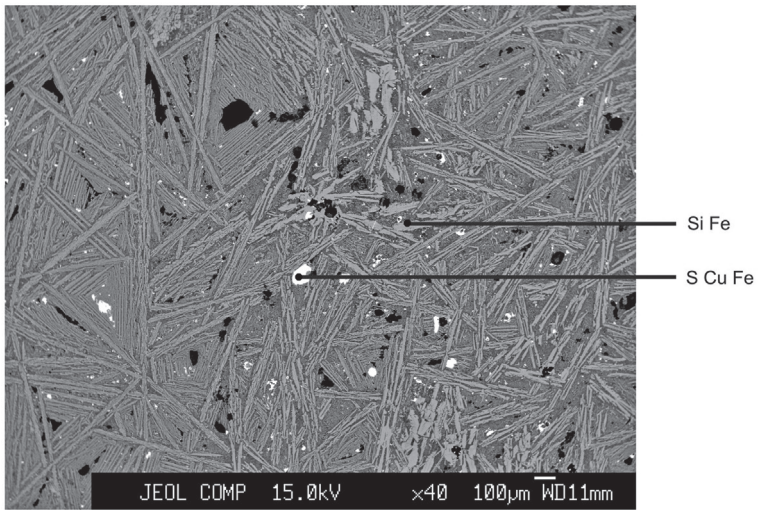
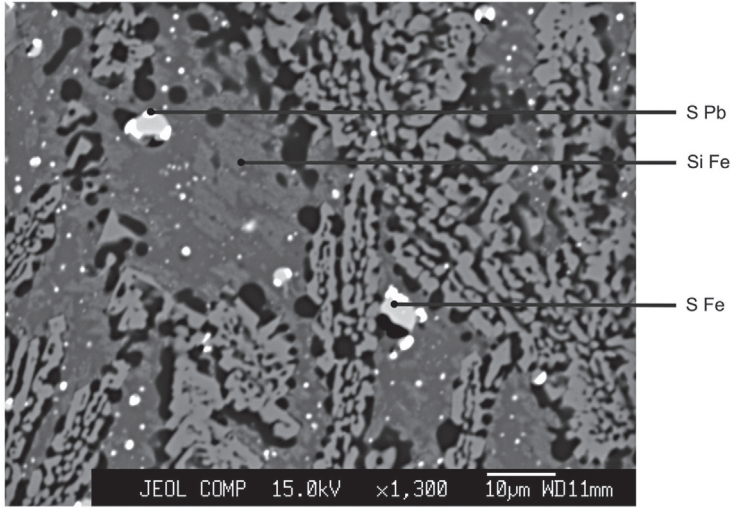


FIG. 6 – Imágenes microscópicas de las escorias de Pego da Sarna y Valle de Chabocaes.



FIG. 7 – *Escorial de Caminho de Corte do Pinto.*

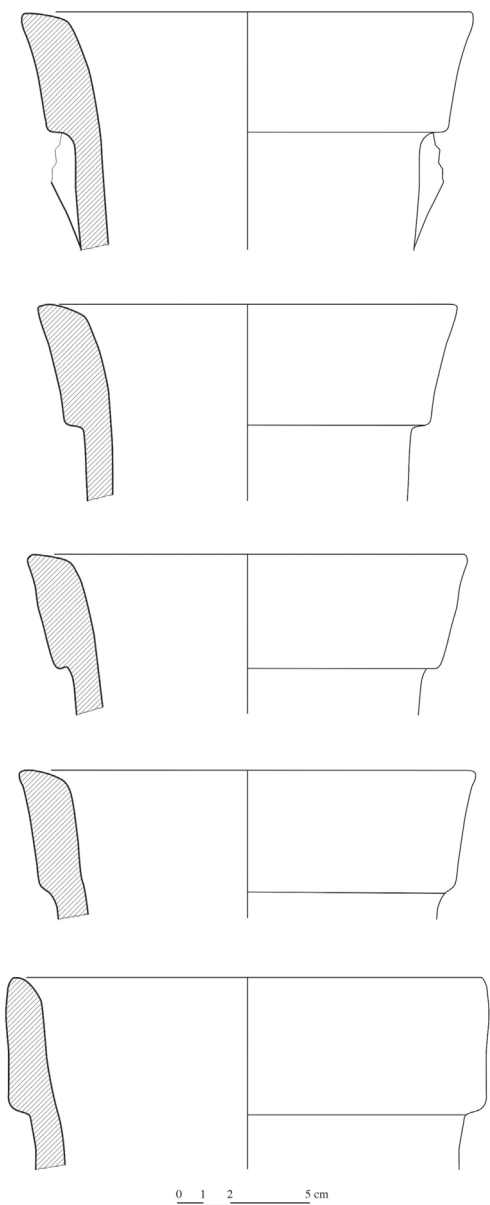


FIG. 8 – *Ánforas del escorial de Caminho de Corte do Pinto.*



FIG. 9 – *Escorial de Valle de Chabocaes.*



FIG. 10 – *Minados romanos en la corta de Minas de S. Domingos.*

	Na ₂ O	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	S O ₃	K ₂ O	Ca O	Ti O ₂	Mn O	Ba O	Fe ₂ O ₃	Cu O	Zn O	As ₂ O ₃	Ag	Sn O ₂	Sb ₂ O ₃	Pb O	Au
1	0,34	2,53	38,26	0,31	3,30	0,52	1,01	0,61			48,46					0,71		3,40	
2	0,91		9,56			4,95	0,51	0,38			5,56					1,26		2,25	
3			32,23						0,27		68,52								
4					37,71						47,62	0,38						2,25	
5										2,29			7,55					90,06	
6	0,49	2,81	30,02		2,10	0,63	0,28	0,38	0,21		53,94					0,92	0,41	6,4	
7	0,79	9,30	56,71			3,55	0,69				24,46					1,64		6,99	
8			32,00						0,35		67,27								
9			36,80								26,69							22,48	
10															0,52	3,5		90,00	
11		2,43	35,68		2,63	0,91	0,95		0,18		51,27			1,44		0,90		3,69	
12		0,43	35,75		3,69	0,91	0,95	0,18	0,18	0,59	51,48					0,90		2,49	
13	0,56	5,81	54,03		0,69	3,62	0,59			0,39	5,31					0,78		2,49	
14					13,32						2,11			2,90		5,88		71,66	
15					25,31						0,88							78,01	
16					11,91						1,21					4,39		81,72	
17					34,85						61,90	0,47							
18		3,89	21,07		0,5		9,6		0,017		15,52		0,02	0,01	0,01	1,4	0,06		2,63
19		0,01	0,05		13,1						3,9	0,12	0,08		0,12		0,25		78,4
20		0,07	0,37		32,7		0,1				61,05	0,46	0,02	0,11		0,02	0,02		
21		9,4	21,7								13,6	0,1					0,25		0,1
22		0,1	13,3				0,1		0,01		50,03	0,06	0,02						0,02
23		0,1	0,1		24,20						17,64	50,2		1,07				0,94	

TABLA I