

EL CERQUILLO (CERRO DE ANDÉVALO, HUELVA)  
Y LA PRODUCCIÓN METALÚRGICA PRERROMANA  
EN EL SUROESTE IBÉRICO

JUAN A. PÉREZ MACÍAS  
OLGA GUERRERO CHAMERO  
LEONARDO SERRANO PICHARDO  
*UNIVERSIDAD DE HUELVA*

---

Fecha de recepción: Septiembre 2004

Fecha de aceptación: Diciembre 2004

---

**RESUMEN**

En este trabajo se dan a conocer los resultados analíticos de las escorias metalúrgicas del asentamiento prerromano de El Cerquillo (Cerro de Andévalo, Huelva), que demuestran la producción de plata, cobre y hierro por el laboreo de minerales complejos de los depósitos de piritas de Suroeste Ibérico, y la continuidad de las técnicas metalúrgicas de la Edad del Bronce.

**PALABRAS CLAVE**

Suroeste ibérico, prerromano, metalurgia de plata y cobre.

**ABSTRACT**

In this work it give the results of the analytical study of the preromans slags from El Cerquillo (Cerro de Andévalo, Huelva, SW Spain), that demonstrates the silver, copper and iron production by the exploitation of complex ore at the pyrite deposits of the Iberian Southwest, and the metallurgiques techniques continuity of the Bronze Age.

**KEY WORDS**

SW Spain, prerroman, silver and copper metallurgy.

---

Una de las líneas de investigación de la que puede esperarse grandes novedades es el estudio de la producción metalúrgica prerromana en Huelva. En términos generales la investigación arqueometalúrgica se ha centrado casi exclusivamente en el importante centro minero-metalúrgico de Riotinto, que ha ofrecido unas pautas de producción metálica que se han extrapolado con demasiada ligereza a todos los distritos mineros del suroeste<sup>1</sup>. Conviene aclarar que en el mismo Riotinto la actividad arqueológica ha ido siempre a remolque de la minería actual, y en muchas ocasiones las intervenciones no

<sup>1</sup> Como ya es suficientemente conocido en el Suroeste Ibérico se encuentra el grupo de mineralizaciones más importante de la Península Ibérica, el Cinturón Ibérico de Piritas, así denominado porque se extiende en una ancha franja desde la provincia de Sevilla (mina de Aznalcóllar) hasta Portugal (Mina de Sierra Caveira), y en él destacan las mineralizaciones de Riotinto, Cueva de la Mora, Buitrón, Sotiel Coronada, Tharsis, Santo Domingos, y Aljustrel.

han podido realizarse con la sistematización que se requería. Esto ha provocado que algunas cuestiones se plantearan desde la óptica de una primera presentación a contrastar, pero la desaparición de los asentamientos ha impedido futuras revisiones, como ha ocurrido, por ejemplo, con la metalúrgica protohistórica de Cerro Salomón. Tampoco el yacimiento minero de Riotinto puede servir de modelo para fijar una evolución del proceso histórico de la producción metálica en el suroeste, pues cualquier yacimiento geológico está condicionado en principio por el volumen de las mineralizaciones, y cuanto éstas se agotan, el proceso puede trasladarse a otro coto minero donde las mineralizaciones que se estaban trabajando en ese momento estuvieran virtualmente intactas o conservaran todavía reservas para permitir que continuara la producción<sup>2</sup>.

A grandes rasgos, las investigaciones en Riotinto han ido perfilando a lo largo del tiempo una evolución de la producción de plata que arranca desde mediados del II milenio a.C. en el asentamiento de Tres Águilas<sup>3</sup>, en el que se ha detectado por primera vez la escoria de sílice libre, un fósil metalúrgico muy característico que se distingue fácilmente porque dentro de la matriz fayalítica presenta de manera visible mucha sílice sin fundir<sup>4</sup>. Este tipo de metalurgia aparece extendida a otras zonas del suroeste a partir del Bronce

<sup>2</sup> Hay que considerar, como tendremos oportunidad de desarrollar a lo largo de este trabajo, que una mineralización, ya sea en masa o en filón, contiene diferentes mineralotectos que dependen de la propia génesis y de fenómenos de lixiviación y cementación de las distintas especies minerales en profundidad. No todos los minerales estuvieron al alcance de la tecnología minera de cada momento; así puede explicarse que yacimientos que se consideraran agotados en el período Orientalizante, volvieron a explotarse en época romana, cuando se descubrieron nuevas mineralizaciones que no habían sido descubiertas ni trabajadas por la tecnología minera protohistórica.

<sup>3</sup> El asentamiento de Tres Águilas en J.A. PÉREZ MACÍAS, *Metalurgia extractiva prerromana en Huelva*, Huelva, 1996.

<sup>4</sup> La escoria de sílice libre se documentó en primer lugar en las excavaciones en la ciudad de Huelva, y fueron consideradas con relación a la metalurgia de la plata por el técnico metalúrgico de Riotinto L.V. SALKIELD, "Ancient slags of the Southwest of Iberian Peninsula", *La minería Hispana e Ibero-Americana*, pp. 85-99, León, 1970. Posteriormente serían valoradas en los contextos protohistóricos de Huelva, Tejada la Vieja, Monte Romero, y Riotinto por A. BLANCO y B. ROTHENBERG, *Exploración Arqueometalúrgica de la provincia de Huelva*, Barcelona, 1981. Análisis complementarios de las mismas en los asentamientos de Huelva, Tejada la Vieja, y San Bartolomé han sido publicados por J. FERNÁNDEZ JURADO, "Economía tartésica, minería y metalurgia", *Huelva en su Historia*, 1, pp. 149-171, 1986. Su relación con el proceso metalúrgico de la plata parte de su composición, en la que destaca su porcentaje de plomo, indicio de un proceso de plomo-plata (copelación). Aunque en un principio fueran consideradas escorias defectuosas por la sílice sin fundir, L.V. Salkield ofreció una explicación más científica, es imposible que un mineral en forma de sulfuro, como aparece en las mineralizaciones, pase a la forma de óxido, en la que se forma el metal; la sílice es así una solución de paso intermedio, ya que la adición de sílice convierte el sulfuro en silicato, y desde éste puede formarse el régulo con el añadido de óxido de hierro. Esto explica que todas las escorias metalúrgicas sean de composición fayalítica (silicatos de hierro o ferrosilicatos), pues esos elementos han permitido que el sulfuro se convirtiera en silicato y éste en óxido.

Final y período Orientalizante, en el asentamiento de Cerro Salomón (Riotinto)<sup>5</sup>, Monte Romero (Almonaster la Real)<sup>6</sup>, Castrejones (Aznalcóllar)<sup>7</sup>, y Pico del Oro (Tharsis)<sup>8</sup>.

La demanda fenicia, centralizada en el emporio de Huelva, favoreció también que mucho mineral saliera de la zona minera sin tratar y llegara a los establecimientos tartésicos de la campiña, pues en todos los asentamientos conocidos son frecuentes las escorias de sílice libre, como ocurre, entre otros, en San Bartolomé<sup>9</sup>, Niebla<sup>10</sup>, Tejada la Vieja<sup>11</sup>, Pozancón<sup>12</sup>, Peñalosa<sup>13</sup>, y la propia Huelva<sup>14</sup>. La aparición de estas escorias de plata en estos asentamientos se ha explicado con relación a rutas de comercio, Huelva y Castillo de Doña Blanca (Cádiz), pero la existencia de estas escorias en

<sup>5</sup> Sobre las excavaciones y la metalurgia de la plata en Cerro Salomón A. BLANCO, J. M<sup>a</sup>. LUZÓN, y D. RUIZ, *Excavaciones Arqueológicas en Cerro Salomón (Riotinto, Huelva)*, Sevilla, 1970. La extensión del poblamiento protohistórico de Cerro Salomón hacia Quebrantahuesos en M. PELLICER CATALÁN, "El yacimiento protohistórico de Quebrantahuesos (Riotinto, Huelva)", *Noticiario Arqueológico Hispano*, 15. pp. 59-91, 1983. Estos asentamientos se establecieron sobre las zonas más altas de las mineralizaciones, en la Sierra del Mineral, formada por Cerro Quebrantahuesos, Cerro Salomón y Cerro Colorado.

<sup>6</sup> Las labores antiguas en Monte Romero eran ya conocidas desde el siglo XIX por algunos geólogos e ingenieros de minas, como Recaredo de Garay y Andagua, que habían recogido en la mina muchos martillos de minero con surco central de enmangue. La ocupación protohistórica fue dada a conocer por A. BLANCO y B. ROTHENBERG, *op. cit.* nota 3. Más tarde se desarrollaría una campaña de excavación que aportó un registro cerámico del siglo VII a.C., escorias de sílice libre, litargirio (óxido de plomo), y copelas, pruebas de una metalurgia de la plata por un proceso de plomo-plata. Los resultados de estas excavaciones en J.A. PÉREZ MACÍAS, "La fundición protohistórica de Monte Romero en Almonaster la Real, Huelva", *Cuadernos del Suroeste*, 2, pp. 99-131, 1990; y V. KASSIANIDOU, "The production of silver in Monte Romero, a 7th century B.C. workshop in Huelva. Spain", *Papers from Institute of Archaeology*, pp. 37-47 4, 1993.

M. HUNT ORTIZ, "El foco metalúrgico de Aznalcóllar, Sevilla. Técnicas analíticas aplicadas a la arqueometalurgia del suroeste de la Península Ibérica", *Tartessos, 25 años después*, pp. 447-475, Jerez de la Frontera, 1995.

<sup>8</sup> J.A. PÉREZ MACÍAS, "Contraargumentos sobre la crisis metalúrgica tartésica. Pico del Oro (Tharsis, Huelva)", *Arx*, 2-3, pp. 93-106, 1997.

<sup>9</sup> D. RUIZ y J. FERNÁNDEZ, *El yacimiento metalúrgico de época tartésica de San Bartolomé de Almonte (Huelva)*, Huelva Arqueológica, VIII, 1987.

<sup>10</sup> La escoria de sílice libre es uno de los elementos más abundantes en los niveles protohistóricos de Niebla, cif. M<sup>a</sup>. BELÉN, "El yacimiento tartésico de Niebla (Huelva)", *Tartessos, 25 años después*, pp. 359-381, Jerez de la Frontera, 1995; M<sup>a</sup>. J. BEDIA y J.A. PÉREZ, *Excavaciones Arqueológicas en la muralla tartésica de Niebla. Los cortes II/III/92*, Cuaderno Temático del Museo de Huelva, 6, 1993; y J.A. PÉREZ, J.M. CAMPOS, y F. GÓMEZ, "Niebla, de oppidum a madina", *Anales de Arqueología Cordobesa*, 11, pp. 91-122, 2000.

<sup>11</sup> A. BLANCO y B. ROTHENBERG, *op. cit.* nota 3; y J. FERNÁNDEZ JURADO, *Tejada la Vieja, ciudad protohistórica*, Huelva Arqueológica, IX, 1989.

<sup>12</sup> F. GÓMEZ y J.A. PÉREZ, "El Pozancón (Trigueros, Huelva), un poblado de Bronce Final Tartésico en la campiña de Huelva", *Cuadernos del Suroeste*, 2, pp. 131-147, 1990.

<sup>13</sup> J. FERNÁNDEZ, C. GARCÍA, y P. RUFETE, "Prospección con sondeo en Peñalosa (Escacena, Huelva)", *Anuario Arqueológico de Andalucía/1990, II*, pp. 185-190, 1992.

<sup>14</sup> J. FERNÁNDEZ JURADO, *Tartessos y Huelva*, Huelva Arqueológica, X-XI, 1990.

todos los conocidos diversifica el comercio de mineral a toda la campiña<sup>15</sup>, y sólo puede entenderse por la importancia del factor plata en el intercambio comercial fenicio-tartésico, suficientemente documentado en las fuentes y por la arqueología<sup>16</sup>.

Es bien evidente que la producción de plata en el periodo Orientalizante estuvo auspiciada por la fuerte demanda desde el mundo colonial fenicio. La ruptura de las rutas comerciales con Oriente a lo largo de la primera mitad del siglo VI a.C. tras la caída de Tiro, trajo consecuencias para la producción tartésica remediadas en parte por la aparición del comercio focense en Huelva, que suplanta al intermediario semita en la comercialización del producto metalúrgico en la primera mitad del siglo VI a.C.<sup>17</sup>.

Esta recuperación del comercio de la plata en la segunda mitad del siglo VI a.C. se vería finalmente frenada por la puesta en explotación de la zona minera de Laurium en el Ática a fines del s. VI a.C.<sup>18</sup>, que quizás pueda relacionarse en segunda instancia con los problemas del comercio griego en Occidente tras los enfrentamientos con el emergente poder ultramarino de Cartago y sus aliados<sup>19</sup>. El siglo V a.C. se nos muestra así como el inicio de un nuevo periodo en el que la economía del suroeste ibérico comenzó a diversificarse hacia nuevos horizontes, en los que la minería y la metalurgia de la plata perdieron totalmente su antiguo protagonismo<sup>20</sup>.

<sup>15</sup> J.A. PÉREZ MACÍAS, "Comercio de minerales y producción de plata en Tartessos", *II Congreso Internacional sobre las relaciones Oriente-Occidente*, Cádiz, 2000, en prensa.

<sup>16</sup> El incremento de las relaciones entre fenicios y tartesios en la zona onubense por la producción de plata es un hecho asumido por la bibliografía, Las líneas generales de este comercio en J. M. BLÁZQUEZ MARTÍNEZ, *Tartessos y los orígenes de la colonización fenicia en Occidente*, Salamanca, 1975; M.E. AUBET SEMLER, *Tiro y las colonias fenicias de Occidente*, Barcelona, 1987; F. GÓMEZ TOSCANO, *El final de la Edad del Bronce entre el Guadiana y el Guadalquivir, Huelva*, 1998; M<sup>a</sup> L. RUIZ GÁLVEZ, *La Europa atlántica en la Edad del Bronce. Un viaje a las raíces de la Europa occidental*, Madrid, 1998; J. ALVAR, *De Argantonio a los romanos. La Iberia protohistórica*, Madrid, 1995; C. ARANEGUI, (Edit.), *Argantonios, rey de los tartesios*, Sevilla, 2000; y M. BENDALA GALÁN, *Tartesios, Iberos, y Celtas. Pueblos, culturas y colonizadores en la Hispania antigua*, Madrid, 2000.

<sup>17</sup> Así se comprende la masiva aparición de cerámica griega en Huelva, que corroboraría las amistosas relaciones de Argantonios y los focenses relatadas por Herodoto. Las cerámicas griegas en Huelva y su significación han sido tratadas por P. Cabrera Bonet en varios trabajos, *vide* entre otros "Comercio foceo en Huelva: cronología y fisionomía", *Huelva Arqueológica*, X-XI, III, pp. 41-100, 1990. Otras aportaciones sobre este comercio en J. FERNÁNDEZ JURADO, "Fenicios y griegos en Huelva", *Homenaje a L. Siret*, pp. 562-574, Sevilla, 1986; y R. OLMOS ROMERA, "Los griegos en Tarteso. Replanteamiento arqueológico-histórico del problema", *Homenaje a L. Siret*, pp. 584-601, Sevilla, 1986.

<sup>18</sup> C. CONOPHOGOS, *Le Laurium antique et la technique grecque de la production de l'argent*, Athenes, 1990.

<sup>19</sup> Esta pugna entre griegos y cartagineses en J.M. BLÁZQUEZ, J. ALVAR, y C. GONZÁLEZ, *Fenicios y Cartagineses en el Mediterráneo*, Madrid, 1999; G. DE FRUTOS, *Cartago y la política colonial*, Écija, 1991; y E. FERRER, *La España cartaginesa*, Sevilla, 1996.

<sup>20</sup> Así lo ha postulado J. FERNÁNDEZ JURADO, "El poblamiento ibérico en Huelva", *Iberos. Actas de las I Jornadas sobre el Mundo Ibérico*, pp. 315-327, Jaén, 1987, especialmente en

Si bien esto es cierto, el panorama no es general. Es enorme el contraste con la época precedente, pero la investigación en otros asentamientos, como Tharsis, demuestra que esta situación no estaba generalizada<sup>21</sup>. Signos de poblamiento y producción metalúrgica se encuentran en otras minas. En Riotinto desde las excavaciones en Cerro Salomón y Quebrantahuesos se demostró que el lugar estuvo ocupado hasta el siglo IV a.C. y hasta ellos llegaron los productos griegos de barniz negro (copas Cástulo). La desaparición de estos asentamientos impide conocer qué tipo de metalurgia desarrollaron, pero las escorias localizadas sólo eran de la especie de sílice libre, lo que estaría indicando una continuidad de las técnicas y de los aprovechamientos<sup>22</sup>. En Aznalcóllar, otro de los centros mineros importantes, se detecta el abandono del Cerro de los Castrejos, pero permanece habitado el Cerro del Castillo, donde, como en Tharsis, abundan las ánforas gaditanas del Círculo del Estrecho<sup>23</sup>. Únicamente se despobló el centro minero-metalúrgico de Monte Romero, debido probablemente a su carácter filoniano, que contrasta con las mineralizaciones en masa de Riotinto, Tharsis, y Aznalcóllar.

Antes de entrar a comentar la metalurgia prerromana de El Cerquillo, que avala nuestro comentario, es oportuno que describamos brevemente la producción protohistórica de cobre, pues ofrece también algunas claves para comprender la metalurgia prerromana. La excavación del poblado y la mina de Chinflón en Zalamea la Real permitió conocer la minería del cobre durante el Bronce Final<sup>24</sup>. La minería se había centrado sobre un pequeño filón de sulfuros de cobre para extraer los carbonatos superficiales. Era un tipo de minería en rafa que ya se practicaba desde la Edad del Cobre<sup>25</sup>.

---

los asentamientos de Huelva y Tejada la Vieja, en los que desaparecen los indicadores metalúrgicos en los niveles turdetanos. Esta opinión es compartida por M. BELÉN y J. L. ESCACENA en "Economía y sociedad turdetana de los siglos V-IV a.C.", *Andalucía Ibero-Turdetana (siglos VI-IV a.C.)*, Huelva Arqueológica, XIV, pp. 137-161, 1997; y O. GUERRERO, J.M. CAMPOS, y J.A. PÉREZ en "La ocupación turdetana de la Tierra Llana de Huelva", *II Congreso de Arqueología Peninsular*, pp. 467-477, Zamora, 1999.

<sup>21</sup> J.A. PÉREZ MACÍAS, *op. cit.* nota 7.

<sup>22</sup> A partir del siglo VI a.C. las operaciones de fundición se trasladaron a la zona de Corta del Lago, en cuya estratigrafía se han encontrado pruebas de producción metalúrgica de estos momentos en niveles de escorias con ánforas gaditanas, *cif.* F. AMORES CARREDANO, "El yacimiento arqueológico de Cortalagos (Riotinto, Huelva). Datos para una síntesis", *I Congreso Internacional Cuenca Minera de Riotinto*, pp. 741-753, Nerva, 1988.

<sup>23</sup> J.A. PÉREZ MACÍAS, "Poblados, centros mineros y actividades metalúrgicas en el Cinturón Ibérico de Piritas durante el Bronce Final", *Tartessos, 25 años después*, pp. 417-446, Jerez de la Frontera, 1995.

<sup>24</sup> La mina de Chinflón en B. ROTHENBERG y A. BLANCO, *Ancient mining and smelting at Chinflón (Huelva, SW Spain)*, British Museum Occasional Paper, 20, 1980. El poblado en M. PELLICER y V. HURTADO, *El poblado metalúrgico de Chinflón (Zalamea la Real, Huelva)*, Sevilla, 1980.

<sup>25</sup> Los minerales tratados en la Edad del Cobre en I. MONTERO RUIZ, *El origen de la metalurgia en el Sureste Peninsular*, Almería, 1994; y P. GÓMEZ RAMOS, *Obtención de metales en la prehistoria de la Península Ibérica*, BAR International Series, 735, Oxford, 1999.

Posteriormente se han incrementado el número de localizaciones con materiales del Bronce Final en pequeños campos filonianos con evidencias de minería superficial sobre afloramientos de carbonatos de cobre (malaquita)<sup>26</sup>. Un hecho a subrayar de la evolución de esta minería es que en aquellas minas activas durante el Bronce Final no se han detectado hasta el momento señales de laboreo durante el periodo Orientalizante, y así cabe deducirlo porque en esos asentamientos mineros no aparecen las cerámicas a torno de este momento (Gris de Occidente, pintadas, barniz rojo, etc). Esto nos ha llevado a considerar que el comercio fenicio se interesó exclusivamente en los asentamientos productores de plata, ocasionando este relanzamiento de la producción de plata en época Orientalizante el abandono de la minería del cobre. En primera instancia esta explicación necesita conocer cuáles fueron a partir de este momento los centros abastecedores de cobre, un metal necesario para la elaboración de bronce, que adquiere en época tartésica unas cualidades alabadas por las fuentes<sup>27</sup>. Si el comercio fenicio no se interesó por las minas tartésicas de aprovisionamiento de cobre es porque el suministro de cobre estaba asegurado en otros lugares del comercio fenicio, como la isla de Chipre, famosa en la antigüedad por sus minas de cobre, en la que la colonia de Kition marca el comienzo de la expansión ultramarina de la empresa comercial fenicia hacia Occidente.

Cabe, sin embargo, otra posibilidad de tipo tecnológico para encontrar una explicación al abandono de las minas en campos filonianos de cobre en época Orientalizante. Hasta ese momento los únicos minerales empleados en la producción de cobre eran los carbonatos superficiales de pequeños yacimientos filonianos de sulfuros de cobre. En las masas y grandes depósitos de piritas (bisulfuros de hierro-cobre), Riotinto, Tharsis, Aznalcóllar, etc, no se habían explotado las mineralizaciones de cobre por la falta de minerales carbonatos en superficie, donde domina el óxido e hidróxido de hierro (gossan) por la meteorización de los sulfuros primarios. La zona de enriquecimiento de cobre, el enriquecimiento secundario, con sulfuros de cobre como la covelina, calcosina o bornita, se encontraba bajo la montera de gossan, en muchas ocasiones a más de ochenta metros de profundidad, sin posibilidades de beneficio por el instrumental minero de la época, los martillos de piedra con surco central de enmangue.

<sup>26</sup> Estas minas pueden encontrarse en A. BLANCO y B. ROTHENBERG, *op. cit.* nota 3, y J. A. PÉREZ MACÍAS, *op. cit.* nota 3.

<sup>27</sup> La fama del bronce tartésico fue subrayada por A. García Bellido a propósito de un pasaje de Pausanias poco valorado, *cif.* A. GARCÍA BELLIDO, "El Tartessiós Chalkós y las relaciones del SO con el NO de la Península Ibérica en época tartésica", *La Minería Hispana e Ibero-Americana*, pp. 31-47, León, 1970.

Las excavaciones en la calle Puerto de Huelva han detectado, no obstante, la presencia de sulfuros de cobre<sup>28</sup>, lo que estaría indicando que a partir de estos momentos se descubrieron las posibilidades metalúrgicas de estos minerales cobre, de fundición más compleja pero mucho más abundantes. Esto motivaría el abandono de los afloramientos de carbonatos de cobre, ya muy esquilados por su minado desde la Edad del Cobre. Sin embargo, faltan todavía muestreos extensos de los escoriales de época Orientalizante de las minas de piritas y, aunque hasta ahora no se hayan encontrado escorias de cobre que corroboren este beneficio de sulfuros de cobre, no puede desecharse que nuevos análisis permitan constatarlo. Esta circunstancia impide también definir si ese avance de la minería del cobre en época Orientalizante, que permitió la metalurgia de nuevas mineralizaciones más complicadas desde el punto de vista metalúrgico (sulfuros), es una deuda fenicia o se produce por un desarrollo autóctono.

De todas formas, si nos parece probado el comienzo de la explotación de los sulfuros y el abandono de la minería de los carbonatos. Es incluso probable que el comienzo de la explotación de estas mineralizaciones haya que colocarlo antes, en etapas preliminares al establecimiento colonial fenicio (s. IX a.C.), pues no puede comprenderse la verdadera envergadura de la industria metalúrgica que está detrás del Depósito de bronce de la Ría de Huelva con relación a una pobre minería sobre carbonatos de cobre<sup>29</sup>. De ser local la producción de estos bronce, como se ha propuesto, significaría un tipo de minería muy distinta a la detectada en Chinflón y otras minas con laboreo de carbonatos. Las posibilidades de investigar una minería de los sulfuros en las masas de piritas son reducidas; estas mineralizaciones sólo pudieron atacarse desde los costados, evitando de esta forma un trabajo a profundidad imposible para la época, y estas zonas fueron totalmente destruidas a comienzos de siglo por la apertura de grandes cortas a cielo abierto (opencast). Un análisis más minucioso de los registros metalúrgicos del Bronce Final y Periodo Orientalizante en Huelva puede aportar datos que nos aclaren todas estas cuestiones de la producción metalúrgica tartésica, en la que abundan objetos de bronce y se desconoce la minería del cobre, y en la que son abundantes los restos de metalurgia de plata y son escasos los objetos de plata conservados.

<sup>28</sup> S. ROVIRA LLORENS, "Los restos metalúrgicos", *El hábitat antiguo de Huelva (Períodos Orientalizante y Arcaico)*. La primera excavación arqueológica en la calle del Puerto, Excavaciones Arqueológicas en España, 171, pp. 207-223, Madrid, 1994.

<sup>29</sup> Todas estas cuestiones referentes al Depósito de la Ría de Huelva pueden encontrarse en M<sup>a</sup> L. RUIZ GÁLVEZ PRIEGO (Edit.), *Ritos de paso y puntos de paso. La Ría de Huelva en el mundo del Bronce Final europeo*, Complutum Extra, 5, Madrid, 1995; y S. ROVIRA, "De metalurgia tartésica". *Tartessos, 25 años después*, pp.475-507, Jerez de la Frontera, 1995.

Un aspecto poco valorado por la investigación metalúrgica, y de sumo interés para explicar los cambios tecnológicos de la minería protohistórica, es el estudio de las mineralizaciones trabajadas en las masas de piritas para la producción de plata. Desde comienzos de siglo los técnicos británicos de la compañía de Riotinto (Rio Tinto Company Limited) se preocuparon por investigar la producción metalúrgica que se había llevado a cabo en estas minas en la antigüedad. L.V. Salkield demostró que la mayor parte de las escorias eran producto de fundiciones argentíferas<sup>30</sup>, R. Palmer comprobó que los minados antiguos se encontraban por debajo de la montera de gossan<sup>31</sup>, y D. Williams estudió las mineralizaciones de esa zona, donde se habían acumulado por efectos de lixiviación y cementación minerales de plata en forma de tierras de variado colorido y poca potencia, las jarositas, cuyo análisis en laboratorio detectó una composición de cloruros de plata, sulfuros de plata-cobre, y sulfuros de hierro-plata (Jarosita, Plumbojarosita, Querargirita, Argentojarosita, Argentita, Estembergita, Estromeyerita, Proustita, y Plata Nativa)<sup>32</sup>. A partir de este momento se asumió que toda la producción de plata en Riotinto procedía de la minería y fundición de la jarosita. No se tuvo a consideración que los minados que se encontraban en esos niveles eran en su mayor parte de época romana, momento al que hay que asociar la minería de las jarositas, cuyo enriquecimiento en plata alcanzaba los 1400 gramos de plata a la tonelada de mineral.

Afortunadamente, una atención más minuciosa al registro arqueológico en las últimas excavaciones en asentamientos de la Edad del Bronce y Periodo Orientalizante en la provincia de Huelva, ha permitido el estudio y análisis de las mineralizaciones trabajadas en esos momentos. En todos los asentamientos metalúrgicos conocidos el mineral beneficiado es gossan, los minerales superficiales de montera oxidada<sup>33</sup>. Las muestras analizadas indican un buen tenor de plata, en ocasiones sensiblemente superior a las jarositas, así en la Parrita 4430 ppm (partes por millón), en Tres Águilas 990 ppm, en Huelva 2400 ppm, en San Bartolomé 2183 ppm, y en Tejada la Vieja 482 ppm<sup>34</sup>.

<sup>30</sup> L. V. SALKIELD, *op. cit.* nota 3.

<sup>31</sup> R. PALMER, "Notes on some ancient equipment and systems" *Transaction of Institute of Mining and Metallurgy*, 35, pp. 299-336, 1927.

<sup>32</sup> D. WILLIAMS, "The geology of the Rio Tinto", *Transaction of Institute of Mining and Metallurgy*, 43, pp. 593-678, 1934.

<sup>33</sup> Sobre el enriquecimiento en plata y plomo de esta zona J. A. PÉREZ, F. GÓMEZ, J. ÁLVAREZ, y E. FLORES, *Documentación de la minería antigua en las minas de Riotinto*, Huelva, 1991, en la que se presentan los porcentajes de hierro, plomo, plata, cobre, cinc, etc en el gossan.

<sup>34</sup> Estos porcentajes en J.A. PÉREZ MACÍAS, *op. cit.* nota 3, y J. FERNÁNDEZ JURADO, *op. cit.* nota 3.

Así pues, existe una continuidad de la tecnología minera y metalúrgica a lo largo de la Edad del Bronce y Periodo Orientalizante en la metalurgia de la plata, que quedaría definida por el tipo de mineral explotado, el gossan, y un residuo característico, la escoria e sílice libre. Sólo se asiste a un cambio profundo a partir del siglo III a.C., con verdaderas escorias de sangrado y, probablemente, con el inicio de la explotación de las jarositas<sup>35</sup>.

Esta continuidad se evidencia en la metalurgia del Cerquillo (Cerro de Andévalo, Huelva), muy próximo a las mineralizaciones de Tharsis, donde su población produce plata y cobre a lo largo del siglo IV a. C.<sup>36</sup>, con las mismas técnicas que en el Periodo Orientalizante, antes de que la revolución tecnológica de la segunda mitad del siglo III a. C. cambiara radicalmente las directrices de la minería y la metalurgia en el Suroeste Ibérico.

El asentamiento de El Cerquillo se encuentra junto a la pedanía de los Montes de San Benito, en el término municipal de Cerro de Andévalo (Huelva), a unos seis kilómetros de la minas de Tharsis (figura 1). Se descubrió en 1997<sup>37</sup> y los peligros de derrumbe de parte de su muralla motivaron la realización de dos campañas de excavaciones de urgencia que han permitido definir su cronología, su adscripción cultural y su economía.

<sup>35</sup> La estratigrafía de Corta del Lago, la zona industrial de las fundiciones de Riotinto, no contiene estratos uniformes de escorias de los siglos VI al III a.C., lo que denota un fuerte descenso de la producción en esos siglos, *cif.* J.A PÉREZ MACÍAS, *Las minas de Huelva en la Antigüedad*, Huelva, 1998. La vuelta a la producción industrial en la 2ª mitad del siglo III a.C. coincide en esos niveles de escorias con la presencia de ánforas gaditanas de época bárcida, y puede representar el inicio de la explotación de las jarositas. Estos minerales, su riqueza, y su posición ya se conocían en otras minas hispanas explotadas por Cartago, *cif.* J.L. AMOROS, R. LUNAR, y P. TAVIRA, "Jarosites: a silver bearing mineral of the gossan of Rio Tinto- and Unión- Cartagena -Spain", *Mineralium Deposita*, 16, pp. 205-213, 1981.

<sup>36</sup> Hasta hace unos años era muy poco lo conocido de la minería y la metalurgia ibéricas, véase por ejemplo el espacio que dedican a la producción metálica A. RUIZ y M. MOLINOS en *Iberos: análisis histórico de un proceso histórico*, Barcelona, 1992. Especialmente significativas han sido las aportaciones de los trabajos en el Oral (Alicante) y Punta de los Gavilanes (Murcia), y la puesta al día de este tipo de economía en *Ibers, Agricultors, Artesans i Comercians*, III Reunió sobre economía en el Món Iberic, Saguntum, Extra 3, Valencia, 1995, especialmente el trabajo de S. ROVIRA, "Continuismo e innovació en la metalurgia ibérica", pp. 209-229. La metalurgia de Oral y Punta de los Gavilanes en *Metalurgia en la Península Ibérica durante el primer milenio a.C. Estado actual de la investigación*, Murcia, 1993.

<sup>37</sup> El deterioro en el asentamiento fue denunciado por D. José Rico Romero, quien facilitó además los contactos con el Ayuntamiento de Cerro de Andévalo para que éste sufragara su excavación por el Área de Arqueología de la Universidad de Huelva. Desde aquí manifestamos nuestro agradecimiento a D. José Rico y al alcalde D. Juan Manuel González por su interés y entusiasmo en la investigación de este yacimiento. Una valoración preliminar de estas excavaciones en O. GUERRERO, F. GÓMEZ, y J. M. CAMPOS, "El límite meridional de la Beturia Céltica. Una hipótesis según las últimas investigaciones en El Cerquillo (Cerro de Andévalo/Huelva), XV Jornadas de Patrimonio de la Comarca de la Sierra, pp. 463-475, Huelva, 2001; y GUERRERO, O., GÓMEZ, F., CAMPOS, J.M., CASTILLA, E., y DE HARO, J.," Intervención arqueológica de urgencia en el yacimiento de El Cerquillo (Montes de San Benito, Cerro de Andévalo, Huelva). Campaña de 1999", *Anuario Arqueológico de Andalucía/1998*, III-1, p.p. 381-387, 2001.

Del resultado de los distintos cortes efectuados en ambas campañas se desprende que el poblado estuvo delimitado por una cerca perimetral que se adapta a la topografía original del sustrato, y rodea una superficie habitable de 2,5 hectáreas. En los cortes C y E de la campaña de 1999 se documentaron dos niveles superpuestos sobre los restos del momento inicial de fundación, que han permitido definir la evolución urbana del asentamiento, una primera fase de poblamiento abierto en las zonas más altas del cerro donde se asienta, y una segunda fase en la que la ocupación se extiende hacia las laderas medias y bajas y se fortalece su posición con la construcción de la muralla. Los cortes efectuados junto a la muralla muestran que parte del caserío se adosa a la línea interior del mismo con unidades de habitación donde dominan los habitáculos de planta rectangular, un esquema ya imperante tanto en el mundo turdetano de la campiña<sup>38</sup> como en los asentamientos conocidos de la Beturia Céltica de la Sierra de Huelva<sup>39</sup>.

La muralla perimetral parece responder a un esquema planificado. Se asienta directamente sobre la roca base, aunque a veces se observan pequeños preparos para conseguir la horizontalidad de la roca que le sirve de firme. Por lo general se crea una cimentación de grandes mampuestos sobre los que se disponen, de manera regular y ordenada, las tongadas de lajas de pizarra. El hecho de que las cimentaciones de las casas y de la muralla se realizaran sobre el sustrato indica que es una fundación *ex novo*, lo que confirma el registro cerámico, sin evidencias artefactuales de periodos precedentes.

El elenco cerámico que ha proporcionado la excavación ha sido abundante. Sobresalen por su mayoría porcentual las cerámicas a torno, sobre todo de cocción oxidante, lisas o decoradas con pintura, tanto monocromas como bícromas. Aparecen también entre estas cerámicas a torno algunas formas de cocción reductora, con pastas groseras, que corresponden a cerámicas de cocina de paredes ahumadas. El repertorio tipológico incluye platos, cuencos, copitas, ollas, urnas, lebrillos, morteros (figura 2), y ánforas de filiación gaditana (figura 3, 12 a 15). Un segundo grupo cerámico, menos numeroso, está formado por cerámicas a mano, de cocción reductora o irregular (figura 3, 17 a 22), en ocasiones con decoraciones incisas, estampilladas, e impresas sobre cordones o mamelones.

Debido al alto grado de erosión de la última fase de ocupación, los elementos que mejor definen la cronología del asentamiento proceden del relleno de la muralla y de las áreas de habitación de la fase II. Sus paralelos

<sup>38</sup> Como ocurre en el asentamiento de Tejada la Vieja, *cif.* J. FERNÁNDEZ JURADO, *op. cit.* nota 10. Una visión de conjunto en C. GARCÍA SANZ, "El urbanismo protohistórico en Huelva", *Huelva Arqueológica*, X-XI, pp. 143-176, 1989.

<sup>39</sup> Entre ellos El Castañuelo por su alta cronología, *cif.* M. DEL AMO Y DE LA HERA, "El Castañuelo. Un poblado céltico en la provincia de Huelva", *Huelva Arqueológica*, IV, pp. 299-340, 1978.

son abundantes en las poblaciones turdetanas de la Baja Andalucía entre fines del siglo V y el siglo IV a.C., especialmente las ánforas<sup>40</sup>. Esta datación está corroborada por la presencia de algunas copas áticas del pintor de Viena 116 (figura 3,6), características de los talleres áticos del siglo IV a.C.<sup>41</sup>. Las cerámicas a mano remiten a un ambiente propio de las poblaciones de la Beturia<sup>42</sup>, y nos marca una línea de contacto y aculturación con las poblaciones de la Turdetania a la altura del Andévalo<sup>43</sup>.

Tanto en la superficie del asentamiento como en los cortes arqueológicos realizados en las dos campañas de excavación, uno de los elementos que mejor nos definen la economía de esta población es la abundancia de mineral, escorias de sílice libre, pequeñas coladas de escorias de sangrado, y fragmentos de paredes de hornos metalúrgicos. No se observan, sin embargo, rastros de escoriales, lo que puede interpretarse en primera instancia como un tipo de producción metalúrgica doméstica, que no delimita, como sucede en los casos de Riotinto o Tharsis, áreas propias de fundición industrial.

El mineral que se ha recogido en la excavación es gossan (óxidos e hidróxidos de hierro), que procede de las monteras de las masas de piritas. Los depósitos más cercanos son los de Tharsis<sup>44</sup>, pues la mina más próxima, la concesión Nerón, es una formación filoniana de sulfuros de antimonio (estibina) que se extiende en varias pertenencias a lo largo de 6 a 7 kilómetros (Nerón, Esmeralda, Contigua, etc); arma entre pizarras silurianas arcillosas y no se presenta al exterior con crestones oxidados sino con afloramientos blandos de color amarillento<sup>45</sup>.

<sup>40</sup> Los paralelos de este tipo de ánforas ibero-púnicas en M. PELLICER CATALÁN, "Tipología de las ánforas prerromanas del Guadalquivir según Cerro Macareno", *Habis*, 9, pp. 365-400, 1978; y J. RAMÓN TORRES, *Las ánforas fenicio-púnicas del Mediterráneo Central y Occidental*, Barcelona, 1995.

<sup>41</sup> Estas importaciones en P. ROUILLARD, *Les grecs et la Péninsule Iberique du VIII<sup>e</sup> au I<sup>er</sup> siècle avant Jésus Christ*, Paris, 1991.

<sup>42</sup> Una visión de conjunto de la Beturia en L. BERROCAL RANGEL, *Los pueblos célticos del suroeste de la Península Ibérica*, Complutum Extra, 2, Madrid, 1992.

<sup>43</sup> En este sentido podría definirse al poblado como túrdulo, un lugar de frontera, de interacción cultural turdetano y céltico. Sobre este concepto A. RODRÍGUEZ DÍAZ, "Territorio y etnias prerromanas en el Guadiana Medio: aproximación a la arqueología de la Beturia Túrdula", *Celtas y Túrdulos: La Beturia*, Cuadernos Emeritensis, 9, pp. 205-255, 1995.

<sup>44</sup> La minería antigua en las monteras oxidadas de Tharsis en J.A. PÉREZ, F. GÓMEZ, G. ÁLVAREZ, E. FLORES, M<sup>a</sup>.L. ROMÁN, y J. BECK, "Excavaciones en Tharsis (Alosno, Huelva). Estudios sobre la minería y metalurgia antiguas", *Boletín de la Asociación Española de Amigos de la Arqueología*, 28, pp. 5-13, 1990. La minería en Tharsis en S.G. CHCKLAND, *The mines of Tharsis, roman, french and british enterprize in Spain*, London, 1967; y E. DELIGNY, *Historical notes on the cupreus mines of Sierra de Tharsis (Thartesis Boetica)*, Glasgow, 1945.

<sup>45</sup> Sobre esta mina I. PINEDO VARA, *Piritas de Huelva, su historia, su minería y aprovechamiento*, pp. 516-518, Madrid, 1963.

Los restos metalúrgicos se han analizado por Microscopía Electrónica (SEM) en los Servicios Centrales de Investigación de la Universidad de Huelva<sup>46</sup> con dos procedimientos, un barrido total para determinar una composición general y análíticas puntuales de cada una de las fases minerales y metalúrgicas presentes en la misma<sup>47</sup>. Los resultados han sido los siguientes:

a) Escoria de horno (lámina 1,1).

	Al	Si	S	Cl	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Ba	Pb	O	%
1.	5.61	17.83	0,03	0,11	0,37	0,20	74.34	0.05	0.04	-	-	-	0.01	-	-	-	-
2.	0.26	14.91	-	-	0.11	0.01	52.96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32.27
3.	0.36	0.18	-	-	0.09	0.01	75.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.34

La composición general (1) de la muestra es fayalita, escoria producto de fundiciones metalúrgicas con buena proporción de sílice (17.83 %) y hierro (74.34 %), un ferrosilicato. Presenta dos fases (lámina 1), una de tonos grises (2), de composición fayalítica, de ferrosilicato, con 14.91 % Si y 52.96 % Fe,

<sup>46</sup> Los análisis se han realizado con Micriscopio Electrónico de Barrido marca JEOL, modelo JSM 5410, dotado de detector de electrones secundarios del tipo E-T para imágenes topográficas, detector de electrones retrodispersados de estado sólido para imágenes composicionales, y detector de Rayos-X por Dispersión de Energía de Rayos-X para análisis elemental cualitativo y cuantitativo.

Las condiciones de trabajo se han mantenido a un potencial de aceleración de 20 KEV, y una corriente de sonda de  $3.7 \times 10$  Amp. La distancia de trabajo fue de 20 mm y el diámetro de sonda que resulta de estas condiciones es de 22 mm. La rutina de trabajo ha consistido en imágenes de composición (e-retrodipersados), tanto general como a aumentos bajos como de detalle a aumentos elevados, sobre tacos de muestras de superficies planas, pulidas y perpendiculares al haz, cubiertas con una fina capa de carbono de 20 a 30 nm para asegurar la conductividad eléctrica en superficie.

Se han efectuado análisis elemental cualitativo y cuantitativo general de la muestra, para lo que se adquiere un espectro representativo total moviendo la muestra bajo el haz, a bajos aumentos (100 X) y a velocidad constante, hasta barrer el total de la superficie de la misma durante un tiempo de 200 segundos. Como complemento se han añadido análíticas elemental cualitativas y cuantitativas puntuales de las diferentes fases observadas, adquiriendo un espectro puntual sobre un área de barrido de 9 micras a altos aumentos (50.000 X) durante un tiempo de 100 segundos.

La calibración del espectrómetro se realizó con la adquisición de un espectro de cobalto puro durante 100 segundos y una ratio de adquisición de 2000 cps (cuentas por segundo). Para el análisis cuantitativo se utilizaron patrones reales con las siguientes líneas espectrales: Na con Jadeita, Mg con Periclasa, Al con Corindón, Si con Wollastonita, Ca con Wollastonita, Mn con Manganeseo, Fe con Hierro, Cu con Cobre, Zn con Cinc, As con inAs, Ag con Plata, Sn con Estaño, Sb con Antimonio, Ba con BaFz, y Pb con PbTe.

<sup>47</sup> Para la interpretación de los análisis se han seguido las propuestas de L.V. SALKIELD, *op. cit.* nota 3; A. BLANCO y B. ROTHENBERG, *op. cit.* nota 3; y H.G. BACHMANN, *The Identification of slags from Archaeological Sites*, Institute of Archaeology, Occasional Publication, 6, London, 1982.

y otra primaria (3), de formación del metal, en forma de óxido ferroso, wüstita, de tonos blancos, muy abundante, dentro de la fase fayalítica, con 96.62 Fe O. Aunque la wüstita puede aparecer en escorias de plata o cobre, su abundancia en la muestra y la carencia de porcentajes significativo en cobre y plomo, permiten clasificar este horno como de fundición de hierro, donde se ha llevado a cabo la transformación del mineral en esponja de hierro. Su tratamiento en forja permitiría la incorporación de carbono<sup>48</sup>. Generalmente en esta fundición pueden aparecer pequeñas drusas de ferrita en las escorias que se forman por debajo de la línea de alimentación de oxígeno junto a las toberas. Su ausencia en esta muestra puede deberse a que el fragmento de escoria procede de la pared del horno, pues conservaba todavía parte de la arcilla refractaria que lo formaba<sup>49</sup>.

#### b) Escoria de Sangrado (lámina 1,2).

Escoria compacta y densa, con textura de vertido, pero sin formar grandes lupias plano-convexas o cónicas de época posteriores. Eran probablemente trituradas para obtener un beneficio secundario en metal.

	Al	Si	S	Cl	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Ba	Pb	O	%
1.	2.28	16.45	-	-	2.19	0.14	29.40	0.45	7.49	-	-	-	-	10.44	0.74	33.57	
2.	0.33	15.05	-	-	0.39	0.28	11.83	-	5.14	-	-	0.04	-	-	1.39	31.10	
3.	0.20	1.31	21.60	-	0.29	0.03	4.06	27.95	1.03	-	-	-	-	1.73	8.31		
4.	0.17	0.79	19.68	-	0.16	-	13.60	27.21	0.88	-	-	0.19	0.12	1.38	4.09		
5.	0.11	0.93	22.53	-	0.37	-	3.42	25.03	2.79	-	-	-	0.30	1.35	43.60		
6.	0.05	0.13	34.74	-	-	-	11.29	0.35	59.19	-	-	-	-	0.10	0.79		
7.	0.06	0.17	28.03	-	0.02	0.08	11.75	58.66	1.91	-	-	0.10	0.16	0.08	-		
8.	1.62	18.39	1.23	-	3.02	0.05	17.35	0.07	6.02	0.61	-	1.23	0.06	22.78	0.63		
9.	11.65	20.14	-	-	0.08	0.08	3.06	-	1.16	0.04	-	0.42	0.18	30.35	-		

La composición general de la escoria (1) mantiene unos porcentajes característicos de la metalurgia del cobre, con un por ciento de cobre significativo (0.45 %), aunque se destacan también los valores del plomo (0.74 %) y Cinc (7.49 %). Los elementos dominantes, sílice (16.45 %) y hierro (29.40 %) son comunes de las escorias metalúrgicas, fayalitas o ferrosilicatos. El alto contenido de plomo y cinc indica así mismo que el mineral beneficiado los tenía originalmente y debería ser un mineral complejo tipo fahlerz.

<sup>48</sup> Los aspectos relacionados con la siderurgia en R.F. TYCOLETE, *A History of Metallurgy*, London, 1984; J.P. MOHEN, *Metalurgia prehistórica. Introducción a la paleometalurgia*, Barcelona, 1992; R. PLEINER (Edit), *Archaeometallurgy of iron*, Praga, 1989; y S. ROVIRA, "La metalurgia de la Edad del Hierro en la Península Ibérica", *Metalurgia en la Península Ibérica durante el primer milenio a.C. Estado actual de la investigación*, pp. 19-45, Murcia, 1993.

<sup>49</sup> La tecnología del hierro en la protohistoria ibérica en P. GÓMEZ RAMOS, "Análisis de escorias férreas: nuevas aportaciones al conocimiento de la siderurgia prerromana en España", *Trabajos de Prehistoria*, 53-2, pp. 145-155, 1996.

Las dos principales fase metalúrgicas (2 y 9)) son silicato de hierro (15.05% Si y 41.43% Fe) y silicato de bario (20.14% Si y 30.15% Ba), fases de formación del mineral de sulfuro a silicato, desde el que puede formarse finalmente régulo (óxido) con óxido de hierro. La fase de silicato de bario debe originarse por el alto contenido de bario en la mineralización beneficiada.

La muestra es también rica en fases minerales en forma de pequeñas drusas blancas que no sobrepasan en ningún caso las dos micras, residuos del mineralotecto que ha quedado retenido sin transformar en las fases metalúrgicas de silicato de hierro y silicato de bario, y nos informan perfectamente de la composición originaria de los minerales empleados para la producción de cobre. Todos estos restos de mineral se distinguen por la preponderancia del sulfuro, que es una prueba de que sus valores originales no han sido alterados por la oxidación a lo largo del proceso de fundición. Son pues pequeñas drusas de mineral dentro de la masa de la escoria. Entre estos pueden distinguirse varias clases de sulfuros complejos, sulfuro de plomo-cobre (3), con 38.32% Pb, 27.95% Cu, y 21.60% S; sulfuro de plomo-cobre-hierro (4), con 34.09% Pb, 27.21% Cu, 13.60% Fe, y 19.68% S; sulfuro de plomo-cobre(5), con 43.90% Pb, 25.03% Cu, y 22.53% S; sulfuro de cinc-hierro (6), esfalerita, con 55.19% Zn, 11.29% Fe, y 33.74% S; y sulfuro de hierro-cobre (7), calcopirita, con 58.66% Cu, 11.75% Fe, y 28.03% S.

Estos minerales entran en la categoría de las llamadas piritas complejas, que a diferencia de las piritas normales (bisulfuros de hierro) muestran valores más altos en plomo (galena), cinc (blenda y esfalerita), y cobre (calcopirita). Dentro de esta mineralización se destacan también sulfuros y sulfatos de bario (baritina), que han favorecido la formación de la fase metalúrgica de silicato de hierro-bario (8), no muy frecuente en las escorias metalúrgicas del suroeste. Estas escorias son a veces ricas en bario, pero muy raramente precipitan en una fase de silicato de hierro. La presencia de silicato de bario en la escoria se explica porque el sulfuro de bario (baritina) se asocia generalmente a sulfuros de plomo (galena), y éstos eran abundantes en la mineralización según estos análisis.

c) Escoria de Sílice Libre (lámina 1,3).

Escoria poco compacta y densa, porosa y con granos de sílice sin fundir dentro de la matriz fayalítica. En su composición se han distinguido las siguientes fases:

Al	Si	S	Cl	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Ba	Pb	O	%
1.	2.47	12.21	0.11	-	4.89	0.11	45.57	0.11	-	-	-	-	-	1.46	2.21	33.67
2.	0.44	0.27	0.02	0.04	0.06	0.05	73.95	-	0.11	0.57	0.06	0.16	0.08	-	-	22.24
3.	-	0.93	0.62	0.83	-	-	27.56	0.12	0.13	0.31	39.31	0.63	2.02	-	6.80	17.02
4.	0.22	0.02	-	14.49	0.11	0.11	9.13	8.22	-	0.17	0.80	0.02	0.18	0.28	58.85	18.15
5.	0.15	0.06	-	12.26	0.11	-	6.11	0.48	-	1.74	0.19	0.74	1.02	-	65.42	17.89
6.	-	0.06	-	-	0.20	0.08	12.24	4.89	-	2.96	10.04	0.93	14.26	-	55.54	
7.	0.20	0.34	-	8.30	0.31	-	5.26	-	-	1.08	-	-	0.03	0.32	69.32	
8.	0.14	0.72	-	3.39	0.81	-	6.58	0.19	0.23	1.51	-	1.02	2.29	-	60.99	20.32

La composición general de la escoria (1) es ferrosilicato, con 45.57% Fe y 12.21% Si, pero destaca su porcentaje en plomo, 2.21% Pb, lo que la relaciona con la metalurgia de la plata por un proceso de plomo-plata. Dentro de este barrido general se distinguen dos fases metalúrgicas predominantes, ésta de ferrosilicato y otra de óxido ferroso(2), wüstita, con 73.95% Fe (95.14 Fe O), formada en el proceso de fundición por la reducción de óxidos de hierro. La mineralización debería ser en su mayoría de óxidos de hierro para que se formara esta fase de wüstita.

Dentro de la wüstita está presente una nueva fase en pequeñas drusas de unas diez micras, un óxido de hierro con enriquecimiento de plata y plomo (3), con 27.56 % Fe, 39.31% Ag, y 6.80% Pb, que interpretamos como restos del mineral originario parcialmente reducido, que ha quedado retenido en la fase de formación del óxido ferroso a partir de los óxidos de hierro del mineral. De esta forma el mineral sería un óxido de hierro con buenos tenores en plata y plomo.

En la fase de ferrosilicato se observan también formaciones de cloruros de plomo (4,5,7, y 8), con contenidos entre 3.39 y 14.49 % Cl, y 58.85 y 69.32% Pb. Estos cloruros son ricos en cobre, 8.22 y 4.89% Cu, y en antimonio, 14.26% Sb.

También están presentes algunas drusas de plomo argentífero (6), con 55.54%Pb, 10.04% Ag, 12.24% Fe, 4.49% Cu, y 14.26% Sb. Este plomo argentífero tendría unos valores en plata de aproximadamente 180 gramos por kilo de plomo, aunque tendría impurezas importantes de cobre, hierro, y antimonio, que no se eliminarían al completo en el proceso final de copelación. Estos tres elementos estarían asociados al plomo añadido a la fundición para favorecer la formación de plomo argentífero y la recuperación de plata retenida en el mineral, y puede ser un indicio de que este plomo procediera como subproducto de la fundición de cobre detallada en la escoria de sangrado.

## d) Gossan.

Todo el mineral recogido en el asentamiento es gossan (óxido e hidróxido de hierro). Su composición general es la de un óxido de hierro (70% Fe O) muy abundante en sílice (23.30% Si O<sub>2</sub>). Dentro de este mineral destaca el enriquecimiento en plomo, entre el 2.66 y 1.31 % Pb según las fases minerales, y el alto índice de plata en una fase rica en plomo, que alcanza los 1.100 ppm.

En resumen, El Cerquillo nos muestra una producción metálica muy diversificada, hierro, cobre, y plata. La producción de hierro estaba ya muy extendida en época prerromana y son raros los asentamientos que no contaban entre sus instalaciones con una herrería para la elaboración de útiles. La fundición de óxidos de hierro en el Cerquillo aportaría en primer lugar una esponja de hierro rica en ferrita y óxido ferroso (wüstita), que sería tratada en forja para la incorporación de carbono (Fe CO)

La metalurgia del cobre se realizaba a partir de sulfuros complejos, con valores altos en plomo, cobre, y cinc. Además de la producción de cobre, hemos señalado que de esta metalurgia pudo también obtenerse óxido de plomo, que se destinaría a la metalurgia de la plata. La riqueza en cobre y antimonio del plomo argentífero de la escoria de sílice libre puede explicarse de este modo.

La plata se obtendría de un óxido de hierro rico en plata y plomo, 6.000 gramos a la tonelada de mineral según el porcentaje presente en la fase de óxido ferroso (2), que debería ser muy similar en proporción de plata al original óxido de hierro. Para la recuperación de la plata se añadiría óxido de plomo rico en cinc, cobre y antimonio. Este plomo formaría plomo argentífero con 180 gramos de plata por kilo de plomo. De la oxidación del plomo argentífero (copelación) se separaría finalmente plata bruta.

En todas estas producciones hay una constante, el tratamiento de minerales complejos, cuya zona de cementación (enriquecimiento secundario) se minó para la producción de cobre. La montera de óxidos (gossan) de estos sulfuros complejos sería así un óxido de hierro rico en plata, pero además en plomo y cinc (gossan complejo), y su laboreo aportó el mineral para la producción de plata. Es decir, el tratamiento de una misma mineralización, aprovechando la zona de cementación para la producción de cobre y la de oxidación para la producción de plata y hierro.

En el suroeste existen formaciones filonianas de sulfuros complejos, Monte Romero, Río Corumbel, Sierrecilla, Angelita, Duquesa, etc<sup>50</sup>, pero en los depósitos de piritas, como en el de Tharsis, se presentan también zonas de la mineralización donde predomina la galena, blenda, y calcopirita, especialmente en el contacto de la pirita masiva y las rocas volcánicas (pórfidos).

<sup>50</sup> I. PINEDO VARA, *op. cit.* nota 43, p. 93.

Estos minerales complejos de las masas de piritas se han originado porque las primeras actividades fumarólicas que dieron lugar a la sedimentación de estos sulfuros en el lecho marino, fueron más ricas en estos minerales; sobre ellos se depositaría después la pirita masiva<sup>51</sup>.

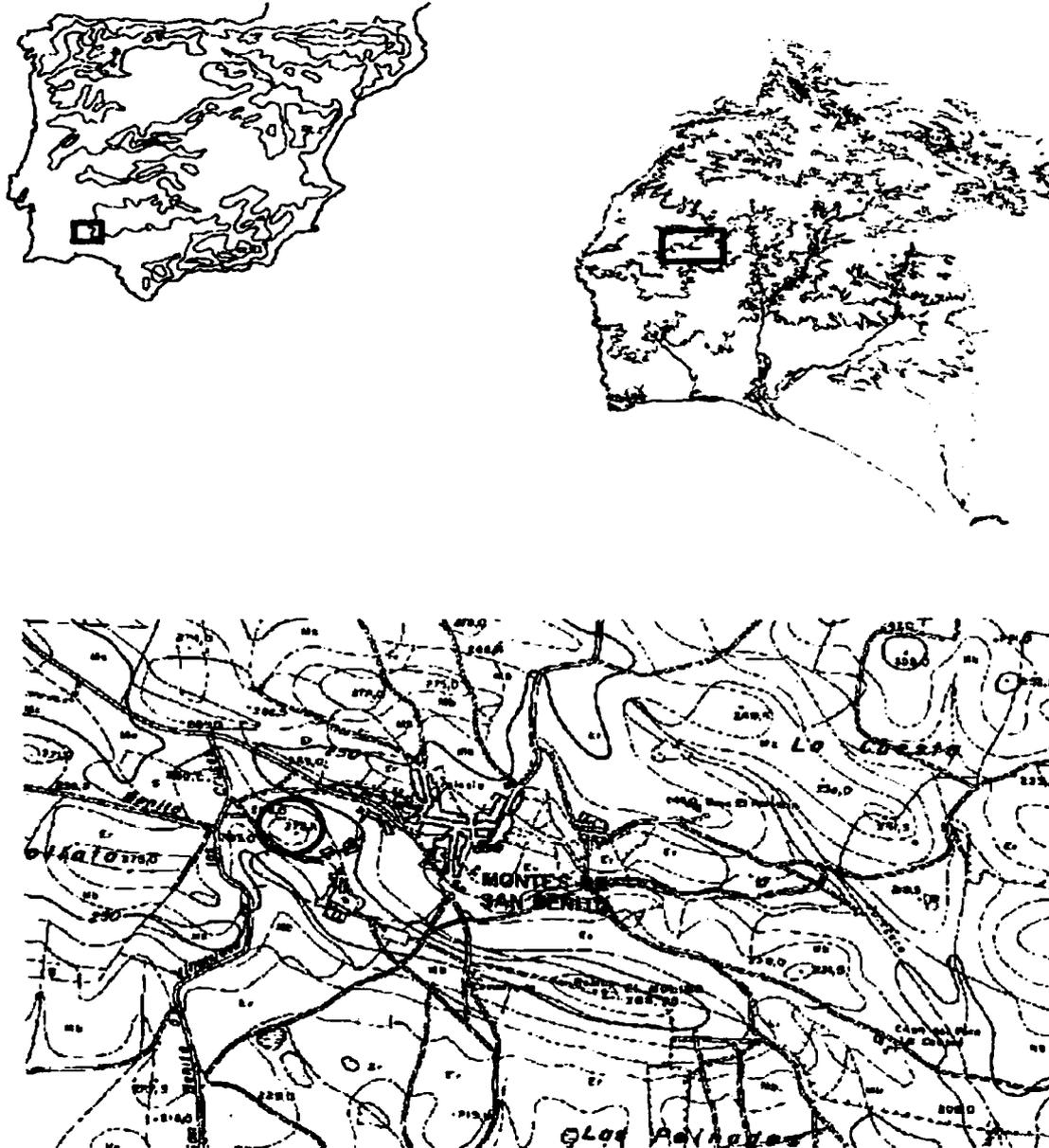


Figura 1. Situación de El Cerquillo.

<sup>51</sup> F. GARCÍA PALOMERO, *Caracteres geológicos y relaciones morfológicas y genéticas de los yacimientos del Anticlinal de Riotinto, Huelva*, 1980.

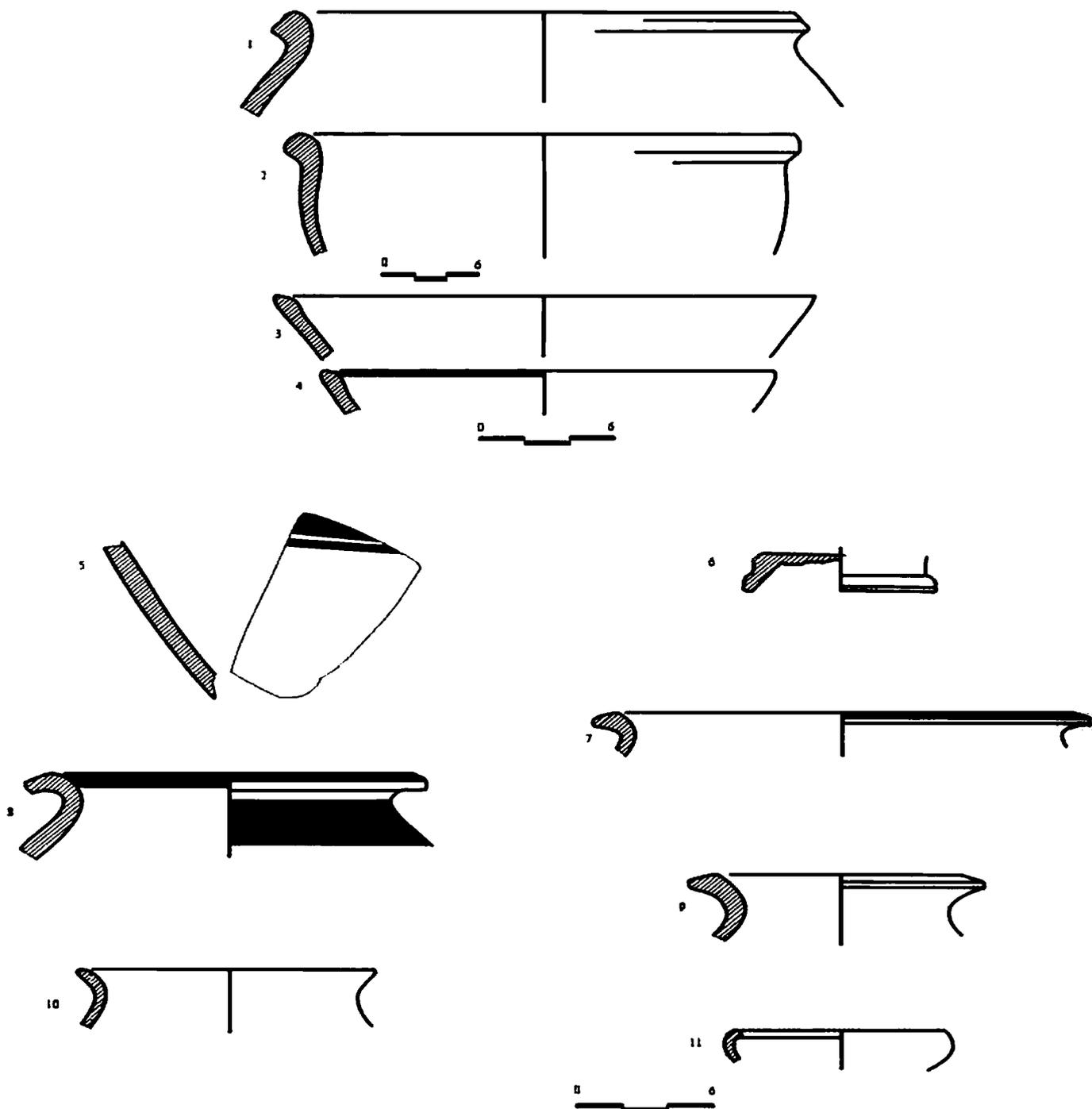


Figura 2. Cerámicas de El Cerquillo.

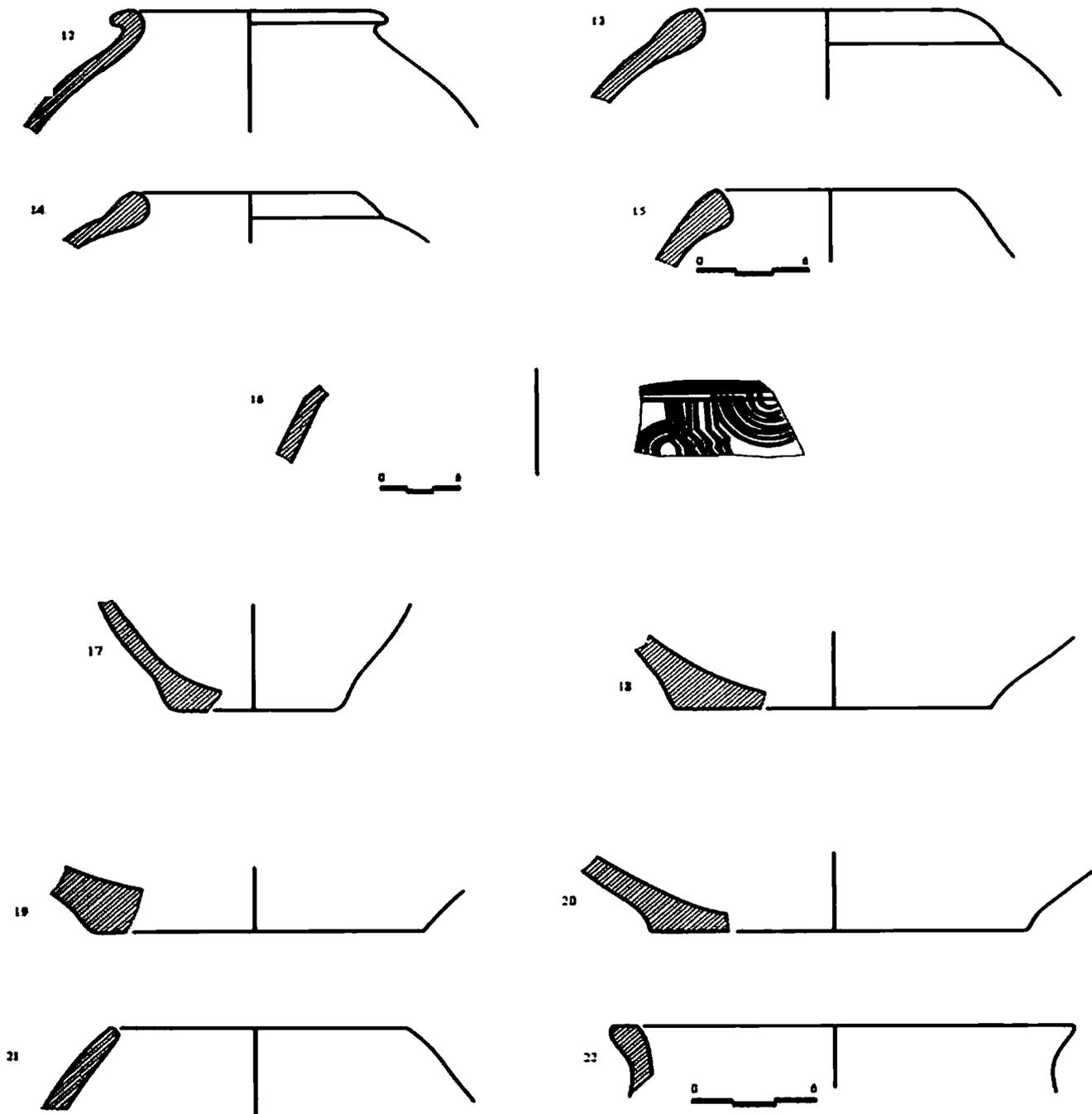
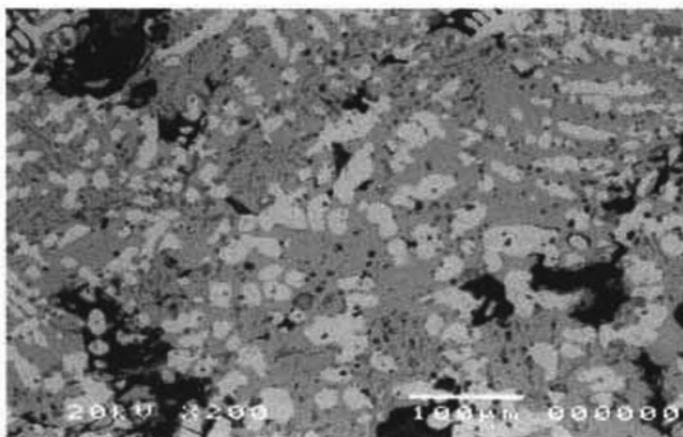
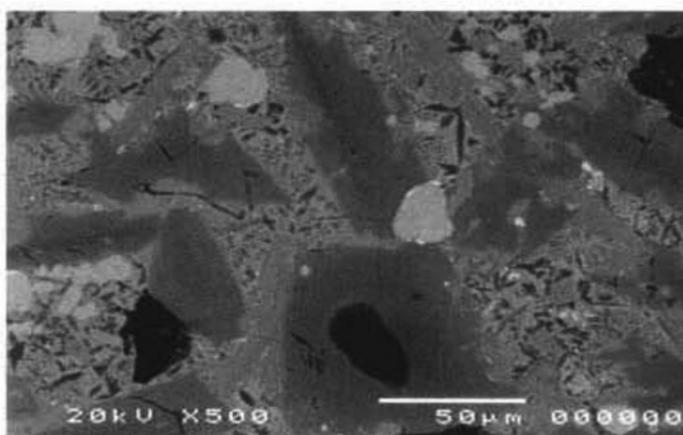


Figura 3. Cerámicas de El Cerquillo.

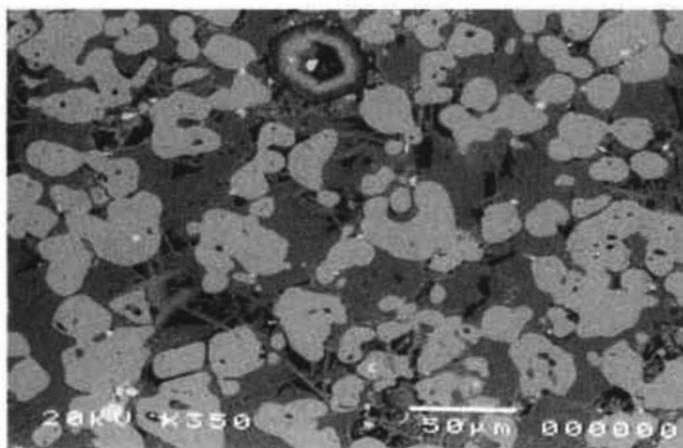
1



2



3



Láminas 1. Espectros microscópicos de las escorias de El Cerquillo.