

Poblamiento en el grupo minero Sultana-San Rafael (Cala, Huelva) en la Edad de Bronce

JUAN AURELIO PÉREZ MACÍAS
T. RIVERA JIMÉNEZ
Universidad de Huelva

RESUMEN

En este trabajo se dan a conocer los resultados de la prospección arqueo-metalúrgica en el entorno del distrito minero de Cala (Huelva). Del análisis de los elementos metalúrgicos y asentamientos de la Edad del Bronce se concluye que el proceso de producción de cobre se realiza por medio de crisoles-hornos y que el hábitat no está directamente relacionado con la explotación de las mineralizaciones, aunque la producción metálica supone un aporte importante a las economías de estas sociedades de la Edad del Bronce de Sierra Morena.

PALABRAS CLAVE: Suroeste Ibérico. Edad del Bronce. Metalurgia del Cobre. Poblados fortificados.

ABSTRACT

In this work they occur to know the results of an archaeometallurgical survey in the surrounding of the mining district of Cala (Huelva). The analysis of the metallurgical elements and settlement of the Bronze Age concludes that the process of copper production is made by means of crucibles-furnaces and that the habitat directly is not related to the exploitation of the mineralizations, although the metallic production supposes an important contribution to the economies of these societies of the Bronze Age of Sierra Morena.

KEYWORDS: SW Spain. Bronze Age. Metallurgy of copper. Fortified town.

En un trabajo anterior hemos incluido el análisis de una vasija-horno del asentamiento fortificado de Santa Marta II (Santa Olalla del Cala, Huelva) en un estudio de conjunto donde aportábamos pruebas sobre el uso de esta tecnología metalúrgica en el Bronce del Suroeste (PEREZ, RIVERA y ROMERO, e.p.), y nos ha parecido conveniente retomar la descripción de éste y otros asentamientos de la zona de Cala y Santa Olalla con relación a la explotación del importante grupo minero conocido como Sultana-San Rafael. Además de la vasija-horno que dábamos a conocer en esa ocasión, que evidenciaba el uso del procedimiento de fundición en vasijas-horno en los ejemplos conocidos de fundiciones en el suroeste peninsular, frente al sistema de hornos y escorias de sangrado que antes se proponía, la localización de otro asentamiento junto al Cerro de los Rehoyos, en la concesión San Rafael de este distrito minero, nos permite plantear otra serie de cuestiones relacionadas con la explotación de minerales durante la Edad del Bronce, algunas ya planteadas, aunque hasta ahora carentes de argumentos arqueológicos, y otras que se derivan del análisis microscópico de los elementos metalúrgicos.

En el conocimiento de la Edad del Bronce del Suroeste hemos

avanzado en varias etapas que han ido incrementando sustancialmente nuestro acercamiento, desde los datos exclusivamente funerarios que aportaban las publicaciones de M. del Amo (1975) y H. Schubart (1975) hasta la presentación de los primeros hábitats (HURTADO y GARCÍA, 1994). Lejos de ser satisfactorio, el sistema de poblamiento cuenta ya con unas primeras evidencias, parcialmente conocidas, que han permitido un primer ensayo comparativo sobre el patrón de asentamiento con el precedente de la Edad del Cobre (GARCÍA SANJUÁN, 1998).

A pesar de que se hayan realizado intentos de seriación cronológica con los ajueres de las cistas, y que se hayan determinado sobre la base de éstos tres momentos cronológicos, uno epicalcolítico, conocido como Horizonte Ferradeira, que marca el comienzo de las inhumaciones individuales frente a las colectivas dolménicas, que se ha establecido paralelo al Campaniforme, otro de máximo desarrollo, y uno final caracterizado por los ajueres de las cistas de Odivelas y Santa Vitoria, por el momento esta evolución no encuentra reflejo en la estratigrafía de los hábitats, aunque algunos de ellos confirman el modelo propuesto por H. Schubart en sus momentos finales, con botellas gallonadas y las primeras apariciones

de cerámicas incisas vinculadas al horizonte de las cerámicas de Cogotas I, como ha podido comprobarse en las secuencias de la Solana del Castillo de Alange en Badajoz (PAVÓN SOLDEVILLA, 1994, 1998a y 1998b), Mesa de Setefilla en Sevilla (AUBET, SERNA, ESCACENA, y RUIZ, 1978), Llanete de los Moros de Montoro (MARTÍN DE LA CRUZ, 1988) y Monturque (LÓPEZ PALOMO, 1993) en Córdoba, y Cerro Berrueco (ESCACENA y FRUTOS, 1985) y El Estanquillo (RAMOS, 1993) en Cádiz.

A partir del asentamiento de El Trastejón en Zufre (Huelva) se ha llegado a proponer una vinculación minera para estas poblaciones (GARCÍA, HUNT, HURTADO, MONDEJAR, y ROMERO, 1999). Aunque durante la Edad del Cobre se conocen ya poblados con evidencias de producción metalúrgica, como el Cabezo Juré (NOCETE, ORIHUELA, PERAMO, ESCALERA, LINARES, LIZCANO, OTERO, y ROMERO, 1997), que se ha relacionado con los depósitos de piritas de Tharsis, y algunos de los poblados de la margen izquierda del Guadiana (MONGE, ARAUJO y PEIXOTO, 1994), en la Edad del Bronce se asiste a la explotación sistemática de estos recursos. La explicación de este modelo, el de la producción de metales, es el que vamos a intentar definir a continuación, para sopesar el peso de estas producciones metálicas en la economía de estos asentamientos. Se ha insistido con ello en la existencia de verdaderas sociedades metalúrgicas, con una economía dependiente en gran medida de esa producción, pero el patrón de asentamiento reduce notablemente la importancia de esa producción, pues tanto para la Edad del Bronce como para la Edad del Cobre, esos poblados, el Cabezo Juré, El Trastejón y Cerro de las Tres Águilas entre otros, se encuentran en una posición no relacionada directamente con esa vocación minero-metalúrgica. En el primer caso, la posición del Cabezo Juré con respecto a los depósitos de Tharsis, que se encuentran a más de tres kilómetros de distancia, hace difícil esa relación, y en el segundo, El Trastejón también se encuentra alejado de las mineralizaciones más cercanas, los filones cupríferos de la concesión Dolores en las Minas de Cala. No queremos discutir que estas minas no sean los lugares de extracción de los minerales que llegan a estos asentamientos, sino sólo incidir en que las distancias que separan a las minas de estos asentamientos restan argumentos sobre su consideración de poblados minero-metalúrgicos. No negamos por ello que la situación de estos hábitats se deba en parte a estas mineralizaciones y sus posibilidades de explotación, pero sí que al no establecerse directamente sobre los depósitos y filones minerales, como sucede de forma clara durante el Bronce Final y Periodo Orientalizante en Cerro Salomón (BLANCO, LUZÓN y RUIZ, 1970) y Quebrantahuesos (PELLICER, 1983) en Riotinto, Chinflón en Zalamea la Real (PELLICER y HURTADO, 1980), Monte Romero en Almonaster la Real (KASSIANIDOU, 1993), Pico del Oro en Tharsis (PÉREZ MACÍAS, 1999), y Los Castrejones en Aznalcóllar (HUNT ORTIZ, 1995; GÓMEZ TOSCANO, 1998), la estrategia de poblamiento y las bases económicas tuvieron también otros intereses que los puramente mineros. Puede así plantearse la existencia de sociedades de prospectores de minerales, pero sin que se vincule directamente la economía y el sistema de poblamiento con la minería, pues este modelo sólo se encuentra reflejado en algunos asentamientos del Bronce Final y período Orientalizante.

Este esquema que acabamos de esbozar se ejemplifica también

en las explotaciones de la Edad del Bronce del grupo minero de Sultana-San Rafael (Cala), donde el grado de conocimiento del poblamiento confirma las propuestas que se han realizado para el asentamiento del El Trastejón (GARCÍA, HUNT, HURTADO, MONDEJAR, y ROMERO, 1999), en el que planteaba la posible existencia de un pequeño campamento minero en Minas de Cala, que sería el encargado de abastecer la demanda de mineral desde El Trastejón, que por su envergadura y situación sería el lugar central de todo ese territorio. Recientes estudios de isótopos de plomo confirman este planteamiento (HUNT ORTIZ, 2003). Sin embargo, las grandes escombreras de los siglos XIX y XX en Minas de Cala hacen imposible rastrear la existencia de ese campamento minero, y sólo la existencia de una necrópolis de cistas en la mina era un indicio seguro de estas poblaciones mineras dependiente de El Trastejón (PÉREZ y RUIZ, 1986).

En el grupo minero de Sultana-San Rafael hemos localizado ese campamento minero sobre la misma concesión de San Rafael, y las evidencias metalúrgicas en el asentamiento fortificado de Santa Marta II, bien comunicado con él, aguas debajo de la Rivera de Cala, ofrecen ya confirmación de esas relaciones entre algunos poblados fortificados de la zona y pequeños asentamientos mineros dependientes de ellos. La producción de metales sería así una más de las facetas de estos poblados fortificados, pero su situación dependía de otros factores, en especial de las vías de comunicación.

EL GRUPO MINERO SULTANA-SAN RAFAEL

El Grupo Minero Sultana-San Rafael se encuentra dentro de la zona geológica de Ossa Morena (ZOM), en la que predominan los pequeños yacimientos filonianos de sulfuros de cobre, muy distintos a los depósitos de la otra zona geológica del suroeste ibérico, la zona Sur-Portuguesa (ZSP), en la que se desarrolla el Cinturón Ibérico de Piritas, cuyas mineralizaciones forman grandes depósitos o masas de sulfuros masivos polimetálicos.

No se han llevado a cabo en esta zona explotaciones de envergadura, pero conocemos bien la configuración geológica de este distrito minero gracias a los trabajos de algunos ingenieros de minas (PALACIOS Y PRIETO, 1921; PRIETO, 1924), que realizaron un estudio detallado de cada una de las concesiones que comprende, y M. Fernández Balbuena (1922), que describió los trabajos mineros emprendidos en estas concesiones. El grupo minero Sultana-San Rafael comprende una serie de concesiones de una extensa formación filoniana que se extiende por los términos municipales de Cala (Huelva) y Calera de León (Badajoz). Destacan en él las concesiones Zarina, Sultana, San Rafael, Nuevo Cometa, Extremaña, y California, estas últimas ya en la provincia de Badajoz. Todas estas concesiones forman un largo filón, del que conocemos sus características por los trabajos de exploración moderna en ellos (figura 1). Las dos zonas donde se concentraron estos trabajos fueron las concesiones Sultana y San Rafael.

El terreno de estas concesiones es poco montañoso, y está surcado por pequeños valles de erosión que vierten aguas a la Rivera de Cala. La existencia de rocas graníticas ha precipitado fuertes sedimentos en las zonas de llanura, donde el suelo es fértil, poblado principalmente de encinas y alcornoques, que constituyen la principal riqueza de la zona. En menor cuantía existen tierras de

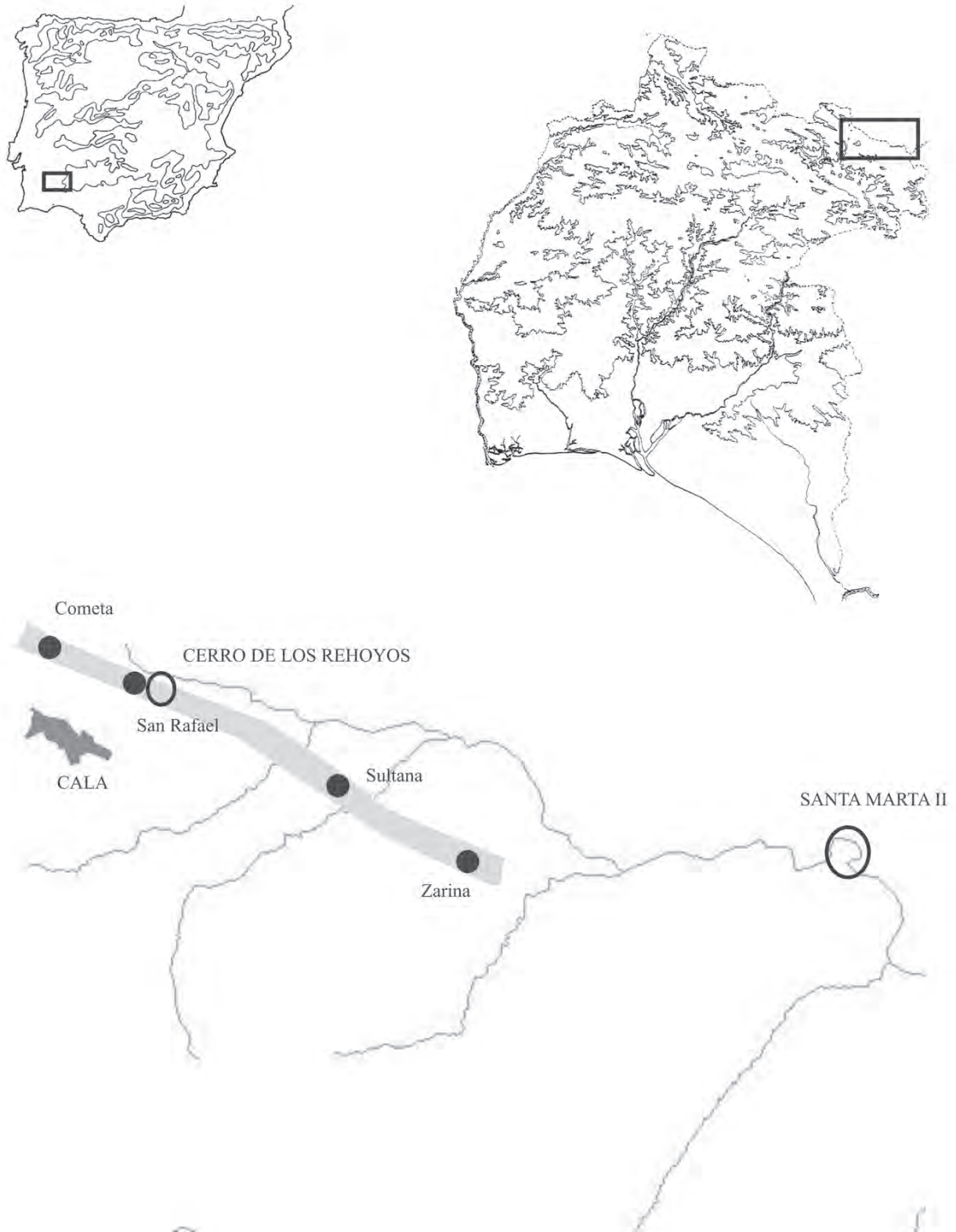


Figura 1. Situación del Filón Sultana-San Rafael, Cerro de los Rehoyos y Santa Marta.

labor y algunos olivares de corta extensión.

La geología de la comarca está formada por rocas cámblicas, constituidas en general por pizarras, calizas y areniscas. En las proximidades de esas concesiones domina una faja de roca granítica, que penetra desde Santa Olalla del Cala, desde el gran macizo granítico de esta localidad, y se acuña hacia el noroeste de la Rivera de Cala. En los costados del granito existen formaciones de cuarcitas, pizarras silíceas, pizarras arcillosas, y grauwacas. Por el noreste asoman pórfidos, que van adquiriendo mayor proporción hacia Arroyomolinos de León. El granito está muy descompuesto en las zonas superficiales, hasta la profundidad de 4 a 10 metros. Los minerales, principalmente pirita de hierro y calcopirita, se asocian a las bandas de cuarcitas debido a los cambios metamórficos de la gran actividad ígnea que dio lugar al batolito de granito. Los agentes mineralizadores se produjeron en la última fase de la actividad ígnea en forma de fumarolas, que acabaron rellenando las fracturas producidas por la actividad que hizo aflorar la roca granítica. Los minerales llenarían completamente la fisura filoniana, donde se fueron precipitando lentamente, contribuyendo a esto las ramificaciones que se observan en superficie, que favorecieron la disminución de la presión y temperatura.

El filón se ha reconocido superficialmente a lo largo de las concesiones en una longitud de 3000 metros, con una dirección de N 20 O, amoldándose al cambio que sufre la faja de roca granítica. La mineralización está formada por sulfuros de cobre, y una muestra de calcopirita de la concesión Sultana puede servir para conocer el enriquecimiento de esta estructura filoniana:

Cu	Fe	S	As	Sb	Ca	Si	%
27,51	32,38	36,40	0,07	0,04	1,60	1,20	

Las dos zonas mejor conocidas son la concesión Sultana, donde se han llevado a cabo los trabajos de explotación, y San Rafael, en la que sólo se realizaron trabajos de prospección. En la concesión Sultana se solicitó explotación por la presencia de trabajos antiguos en rafa superficial y por la abundancia de carbonatos de cobre que se presentaban en los vacíos de estas labores. Estos trabajos estaban alineados en una dirección fija, de lo que se dedujo que estos trabajos se habían realizado para explotar superficialmente un filón de cobre. La exploración del filón se realizó por medio de tres pozos con galerías traviesas, que a los 20 y 25 metros cortaron una mineralización con 0,50 metros de potencia media. El filón se presenta en forma de ramificaciones de pequeños filones de cuarzo de 0,05 metros con pintos de óxido de hierro, carbonatos de cobre (malaquita) y sulfuros de cobre (calcopirita). A profundidad estas ramificaciones tienden a unirse formando un solo filón de medio metro de potencia. La ganga del filón es siempre de cuarzo, aunque puede estar formada en algunos puntos por siderosa y algo de calcita. El mineral dominante es el sulfuro de cobre (calcopirita), pero existen otros minerales de cobre, como la erubescita y los cobres grises. También accidentalmente se presenta sulfuro de hierro (pirita), sulfuro de bismuto (bismutina), y oro nativo. En la zona de meteorización estos minerales han dado lugar a formas oxidadas, óxidos de hierro, carbonatos y sulfuros secundarios de cobre. La estructura de la mineralización es muy variable, unas veces el filón está mineralizado a techo, otras en el muro, en el centro, o emborrascado. Su riqueza es también poco constante, a veces estéril,

mientras en otras se pasa bruscamente a buenas mineralizaciones que en algunos puntos alcanzan potencias de 1,60 centímetros de calcopirita.

Estos trabajos de explotación moderna en esta zona del grupo minero, ha hecho creer que la explotación antigua se centró en ella. Sin embargo, no existen verdaderos escoriales en los alrededores de la concesión Sultana, que si aparecen, como describiremos a continuación, en el Cerro de los Rehoyos, donde se encuentra la concesión San Rafael, que debió ser la parte del filón donde se concentró todo el esfuerzo de la explotación antigua. No obstante, la explotación de esta zona en la Edad del Bronce está demostrada por la aparición de martillos de piedra con surco central de enmague en la concesión Sultana (QUIRING, 1935; HUNT ORTIZ, 2003), pero el hecho de que no sean numerosos es una muestra de que no hubo verdaderos trabajos de explotación, que dejan normalmente miles de estas piezas sobre la zona de explotación, tal como ocurre en otras minas de la Edad del Bronce de la comarca del Andévalo (BLANCO y ROTHENBERG, 1980).

Las labores en la concesión San Rafael se encuentran en las laderas del Cerro de Los Rehoyos, nombre que deriva seguramente de la gran cantidad de labores superficiales en forma de hoyos alargados. El Cerro de los Rehoyos está formado por un bandeado de cuarcita, en el que se encuentra la mineralización, encajado entre pórfidos y granito. Esta mina sería la más intensamente trabajada en época romana, que ha dejado como residuos de su explotación un importante escorial de más de un metro de espesor que se extiende desde la cima de cerro hasta la ladera noreste. Las escorias, con irisaciones verdes formadas por la lixiviación y precipitación del cobre remanente que todavía tienen, muestra la característica estructura de vertido y se presenta en forma de grandes lupias de sangrado, propias de la industria metalúrgica romana (HUNT ORTIZ, 2003). En los alrededores se encuentran algunos yacimientos romanos que deben estar relacionados a estas explotaciones (RIVERA JIMÉNEZ, 1999).

En sus filones también se han encontrado enriquecimiento en bismutina, aunque el mineral predominante es la calcopirita, de la cual se han señalado muestras con un enriquecimiento en cobre del 16 %. En los filones se han encontrado a veces muestras de oro nativo y los sulfuros de cobre son auríferos, con concentraciones que superan en algunas muestras los 50 gramos a la tonelada. En uno de los vacíos antiguos se encontró un trozo de cuarzo de más de un decímetro cúbico todo salpicado de oro y varias muestras más de cuarzo con pepitas de oro. Es por ello probable que la explotación antigua también fuera alentada por la existencia de oro nativo, lo que haría extremadamente rentable la principal producción de cobre. Algunos ensayos con bateo en la Rivera de Cala, que pasa a los pies del filón, siempre han recogido oro aluvial en las arenas del sedimento.

Los antiguos trabajos mineros que han dado nombre al lugar delatan un sistema de explotación que se adapta a las ramificaciones del filón y la extracción de las zonas superficiales de oxidación y cementación para el tratamiento de carbonatos y sulfuros secundarios de cobre. Como labor más extensa se cita una trinchera de 100 metros de largo, 50 de ancho y una profundidad de 15 metros.

EL ASENTAMIENTO DEL CERRO DE LOS REHOYOS

El primer hábitat que podemos relacionar con la explotación de estos filones se encuentra a los pies del Cerro de los Rehojos, junto a la concesión San Rafael, que como hemos comentado es la que presenta una más intensa explotación en época antigua (figura 1). El asentamiento fue descubierto casualmente al abrirse un zanja para la instalación de una línea de tendido eléctrico subterránea, que puso al descubierto el conjunto de cerámicas a mano que vamos a describir. Ignoramos la extensión de este hábitat, pero en la sección de la trinchera el relleno arqueológico era escaso, de menos de 20 centímetros, sin que se observara en ella una sedimentación más compleja y una prolongada ocupación del sitio. A falta de una excavación podría catalogarse como un pequeño poblado de carácter estacional o de corta ocupación, formado por cabañas de entramado vegetal y sin ningún tipo de obra de fortificación.

Aunque no hemos recuperado ningún elemento metalúrgico, no por ello debe desecharse una dedicación minero-metalúrgica, pues las características de las primitivas fundiciones en vasijas-hornos durante la Edad del Bronce (ROVIRA LLORENS, 1995; MONTERO RUIZ, 1994; GÓMEZ RAMOS, 1999), no forma depósitos de escorias, como sucede en los yacimientos protohistóricos y romanos (BLANCO y ROTHENBERG, 1981). Su situación junto a la estructura filoniana de San Rafael ha de ser valorado en su justa medida, más aún cuando, como se demuestra en otros yacimientos cercanos, hay constancia segura de que el Grupo minero de Sultana-San Rafael comenzó a explotarse en la Edad del Bronce (QUIRING, 1935; HUNT ORTIZ, 2003).

El registro cerámico no es abundante, pero reitera una serie de tipos y forma un conjunto homogéneo. Todas las cerámicas son de factura manual, con desgrasantes de feldespato, ortosa y mica dorada, procedentes de las arcillas que se producen por la descomposición del granito. Las pastas son de cochura irregular, con tonos que oscilan entre el castaño y el gris, en general sin tratamiento, aunque en algunos fragmentos se conservan todavía restos de alisado fino y espatulado. Más raro resulta la presencia de un fragmento con engobe rojizo de almagre.

Dentro de las formas predominan los cuencos en diversas variantes:

- Cuencos en forma ovoide con el borde ligeramente saliente. Pastas de cocción reductora. Es un vaso de pequeñas dimensiones, de unos 16 centímetros de diámetro y paredes regulares que no sobrepasan los 0,5 centímetros (figura 2: 1 a 5).

- Cuencos de cuerpo peraltado de tendencia tronco-cónica invertida y borde saliente. Cocciones oxidantes con pastas de tonos sienas o castaños. Sus dimensiones son similares al tipo anterior, pero de paredes más gruesas y robustas que alcanzan en algunos ejemplares el centímetro de grosor (figura 2: 6, 7 y 8).

- Cuenco hemisférico de borde saliente. Es un tipo de cuenco de mucho menos altura que los anteriores, pero, salvo un ejemplar (figura 2: 11), los diámetros son de dimensiones parecidas, alrededor de los 18 centímetros (figura 2: 9 y 10).

- Cuencos de tendencia tronco-cónica invertida, con el borde ligeramente biselado al interior. Sus diámetros oscilan entre los 20 y 22 centímetros, y el grosor de pared es menos uniforme, entre 0,5

y 1 centímetro, sin que esto suponga un mejor tratamiento en el acabado. Pastas grisáceas o castañas (figura 3: 1 a 3).

- Cuencos hemisféricos de borde entrante. Son los vasos de mayor diámetro, entre los 26 y 28 centímetros. Tienen así mismo un tratamiento exterior más cuidado, con alisado fino (figura 3: 4 a 6).

- Cuencos de tendencia cilíndrica, cuerpo más peraltado, y mamelones junto al borde. Pastas castañas. Sus diámetros alcanzan los 20 centímetros y las paredes el centímetro de grosor (figura 3: 7).

Además de estas formas existen también algunos fragmentos de pie moldurado (figura 3: 8), un cuenco con pitorro vertedor (figura 3: 9), un fragmento de plato de borde engrosado (figura 3: 10), un cuenco de forma ovoide y borde indicado al interior (figura 3: 11), y un pequeño vaso de cuerpo carenado y borde inclinado (figura 3: 12).

Todavía esté presente alguna forma de la Edad del Cobre, como los platos de borde engrosado, pero el predominio de las formas lisas en los tipos de cuencos de suave perfil en S, de cuerpo ovoide y borde saliente, y los hemisféricos de borde entrante, nos lleva a situar el asentamiento en el tránsito entre la Edad del Cobre y los comienzos de la Edad del Bronce. Carecemos, sin embargo, de contextos en la zona donde buscar paralelos, pues los poblados de la Edad del Bronce conocidos, como El Trastejón (HURTADO PÉREZ, 1991) y el Cerro de las Tres Águilas (PÉREZ MACÍAS, 1986), tienen ya un repertorio más evolucionado, propio del Bronce Pleno, bastante alejado de la tradición de formas de la Edad del Cobre. A este mismo momento podría corresponder la tumba de Horizonte Ferradeira del casco urbano de Zufre, que muestra como en nuestro caso formas inspiradas en los tipos campaniformes (RIVERO y VÁZQUEZ, 1988).

EL ASENTAMIENTO FORTIFICADO DE SANTA MARTA II

Las evidencias de producción metalúrgica proceden, no obstante, de un poblado cercano al que hemos denominado Santa Marta II, situado a unos 5 kilómetros de distancia aguas debajo de la Rivera de Cala, en término municipal de Santa Olalla del Cala, en el límite de las provincias de Huelva y Badajoz (figura 7).

Se encuentra enclavado en las estribaciones menores de la Sierra de Santa Marta y Santa María, en un lugar estratégico en la comunicación entre el Bajo Guadalquivir y la Sierra Sur extremeña, sobre el paso que en época romana tomaba la vía de la plata en la comunicación entre *Hispalis* y *Emerita Augusta* (HERNÁNDEZ JIMÉNEZ, 1961). La posición estratégica del poblado queda reforzada por la existencia de otros asentamientos en el lugar, el de Santa Marta I, un castillo califal-taifa en los límites de las coras de Sevilla y Mérida (ROMERO y RIVERA, 1999), y el de Santa Marta III, un pequeño castro prerromano, en el que algunos materiales romanos permiten situar su abandono en los comienzos del siglo I a.C.

Lo más destacado de este asentamiento de Santa Marta II es su perímetro amurallado y la extensión del área amurallada. Sin una limpieza superficial resulta difícil conocer fielmente el trazado de la muralla, pero se distinguen con facilidad la existencia de bastiones

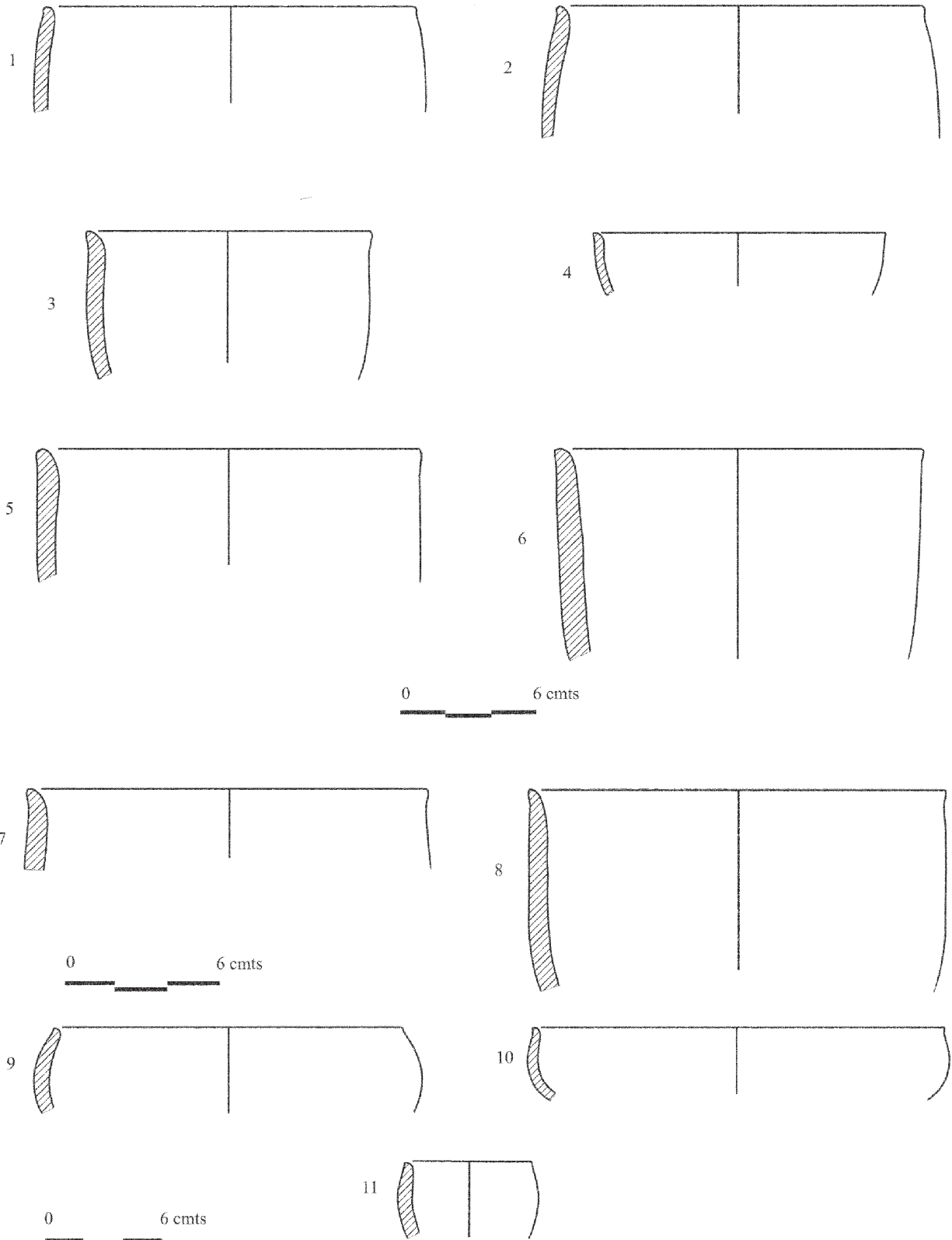


Figura 2. Cerámicas del Cerro de los Rehoyos.

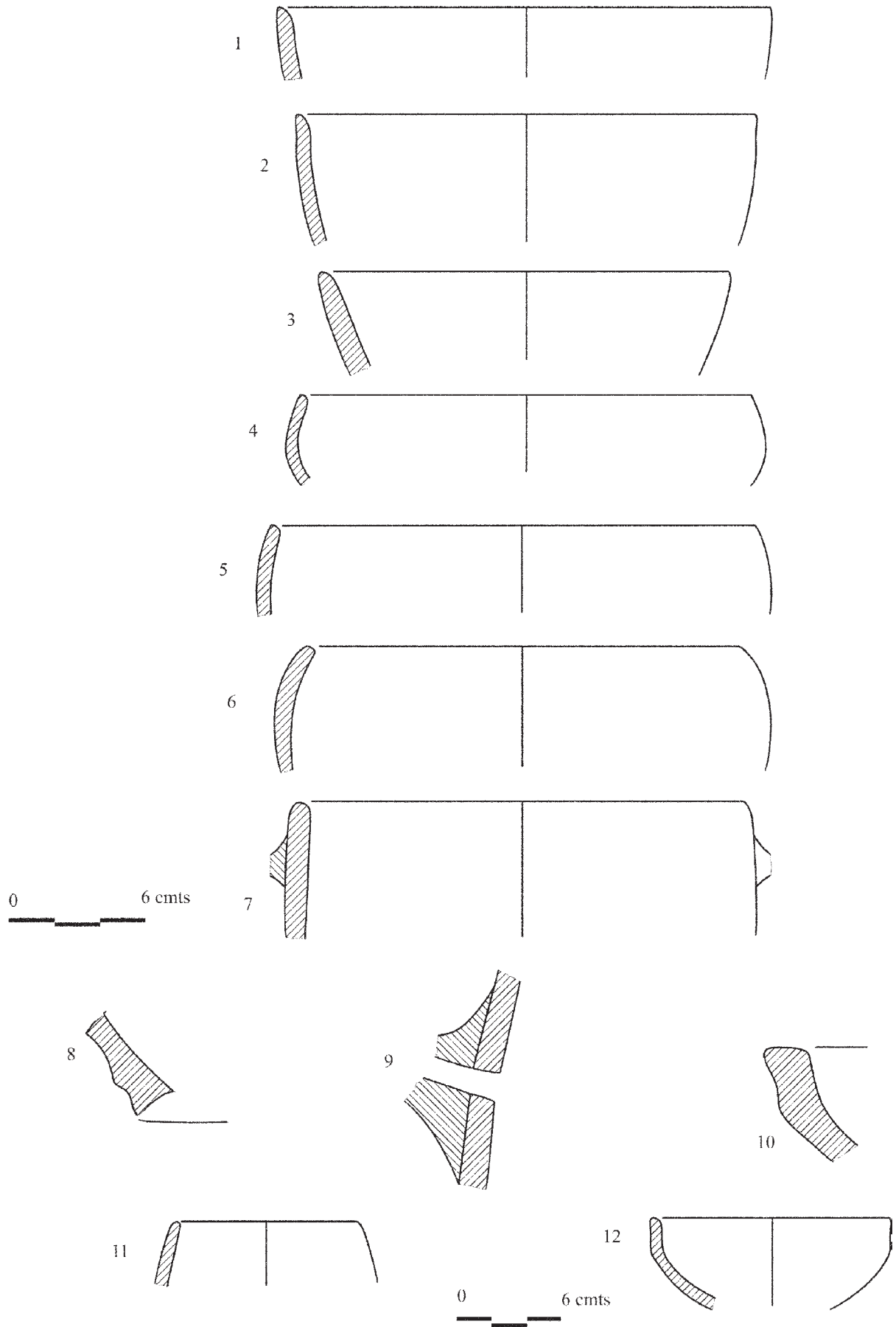


Figura 3. Cerámicas del Cerro de los Rehoyos.

de tendencia circular y muros en talud (figura 7).

La vocación metalúrgica del asentamiento está demostrada por la existencia de dos fragmentos de crisoles-hornos y dos pequeñas escorias de este tipo de fundiciones que hemos recogido en una prospección superficial del asentamiento. Los crisoles-hornos son vasos a mano con una capa de escorificación al interior, y han sido analizados en los Servicios Generales de Investigación de la Universidad de Huelva mediante barridos de Microscopio Electrónico (S.E.M.).

La escorificación del primer fragmento de crisol contiene todavía mucho cobre remanente (19,56 % Cu), junto a pequeñas cantidades de hierro, sulfuro, calcio, y porcentajes significativos de aluminio y sílice, que pueden proceder de la arcilla del vaso:

Al	Si	P	S	K	Ca	Ti	Fe	Cu	%
10.12	18.50	0.63	1.51	0.61	1.32	0.49	5.26	19.56	

Dentro de esta escorificación hemos detectado cobre metálico, cristales de fayalita, sulfuros de cobre, y sulfuros de cobre-hierro:

Si	S	Fe	Cu	As	Al	%
0.64	0.30	0.30	82.53	16.16	-	
14.27	-	55.40	-	-	-	
0.19	7.15	0.66	55.08	-	-	
0.17	7.32	0.50	57.87	-	-	
-	24.89	3.14	76.76	-	-	
-	17.53	11.47	70.25			

El segundo de los fragmentos de crisoles tiene en la escorificación pequeñas drusas de cobre metálico con la siguiente composición (figura 4):

Si	Fe	Cu	As	%
0.11	1.41	90.90	7.19	
1.83	0.94	70.52	4.63	

Dentro de la escorificación se distinguen también formaciones de Silicato de Aluminio, originadas por la vitrificación de la arcilla del vaso, y los minerales de partida, con composición de Carbonatos de Cobre:

Al	Si	Cl	K	Ca	Mn
Fe	Co	Cu	As	Ba	%
6.90	22.93	0.32	1.42	5.71	1.09
4.90	2.70	6.64	5.57	0.40	
6.93	16.04	0.24	1.09	4.15	0.78
9.52	4.51	4.91	4.75	0.44	
0.62	5.34	-	-	0.60	-
0.73	-	27.06	-	-	

Uno de los fragmentos de escoria recogida tiene la siguiente composición general:

Al	Si	P	S	K	Ca
Fe	Cu	Zn	Ba	Mn	%
6.49	23.38	0.13	0.20	1.01	0.57
0.30	16.48	-	-	0.30	

Dentro de esta composición se destacan los valores de la sílice y el hierro, que ha permitido la formación de silicato de hierro (fayalita) en la escorificación, y el cobre, que se encuentra en su mayor parte en forma de cobre metálico. El análisis de una de las abundantes drusas de cobre metálico ha arrojado la siguiente composición:

Cu	Si	%
99.75	0.25	

Este cobre metálico está rodeado por una corona de óxido cuproso, formada probablemente en el crisol en el proceso de reducción del mineral de cobre:

Si	Cu	%
0.14	88.70	

La formación de fayalita rodea en la matriz a este cobre metálico, y retiene la mayor parte de la ganga que acompañaba al mineral de cobre:

Al	Si	P	S	K	Ca
Fe	Cu	Zn	Ba	Mn	%
10.16	25.73	-	-	0.70	0.51
13.42	3.94	-	-	1.32	

La fayalita contiene además otras formaciones, pequeñas drusas en las que el proceso de reducción del mineral no se ha realizado al completo. Tienen una matriz interna de cobre metálico y cloruro de cobre, rodeada por una corona de óxido cuproso:

S	Cl	Cu	Fe	%
0.46	31.05	66.03		
-	-	85.76	0.73	

El segundo fragmento de escoria de crisol tiene una composición fayalítica, de ferrosilicato, pero tiene todavía mucho cobre remanente (figura 5):

Mg	Al	Si	K	Ca	Fe
Ni	Cu	As	%		
1.89	1.32	38.20	0.13	0.16	36.12
0.34	19.85	1.79			

Dentro del cuerpo de la escoria se distinguen drusas de cobre metálico, óxido de hierro con cobre, silicato de cobre, y mineral sin procesar con composición bastante limpia de carbonato de cobre:

Mg	Al	Si	Cl	K	Ca
Fe	Ni	Cu	As	%	
1.34	0.37	-	0.94	-	-
2.32	-	87.00	-		
0.32	0.62	0.10	-	-	-
69.77	0.61	3.38	-		
0.43	0.86	0.19	-	-	-
70.43	0.70	3.57	-		
-	4.12	35.13	-	1.61	0.32
5.02	-	10.99	3.29		
-	0.22	0.29	-	-	-
0.28	-	57.10	-		

Estos análisis puntuales nos permiten proponer el tratamiento de minerales de cobre de un cuerpo mineral donde también se encontraban óxidos de hierro y silicatos, minerales propios de la zona de oxidación. La gran cantidad de cobre metálico en la escoria, visible incluso a simple vista cuando la escoria fue seccionada y pulida para realizar su analítica, nos indicaría también que el proceso incluía la eliminación de parte de la escorificación que se va formando en el crisol, lo que forma estas pequeñas escorias, y su tratamiento mecánico permitía extraer el cobre metálico retenido en ellas. De su posterior fundición en crisol podría obtenerse un pequeño lingote de cobre.

En la carga del crisol para la fundición se ha utilizado, pues, un

mineral del tipo de los carbonatos de cobre, con un enriquecimiento de 57.10 % Cu. No creemos que el hierro y sílice presente se deba a una carga intencional como fundentes, pues en las dos escorias su composición es variable. El cobre y estos elementos han formado tres fases: una de cobre metálico, muy abundante, con un porcentaje de cobre en torno a los 87.58 Cu con algunas impurezas de hierro (2.32 %), magnesio (1.34 %), aluminio (0.37 %) y cloruro (0.94 %); una segunda de óxido de hierro (89.76 % Fe) con algo de cobre (4.24 % Cu); y otra de silicato (35.13 % Si) que ha retenido mayor cantidad de cobre (10.99 % Cu).

La existencia de sulfuros de cobre en la escorificación de uno de los crisoles-hornos plantea el problema del tratamiento de este tipo de minerales en la metalurgia prehistórica del cobre, pero las fundiciones experimentales en el yacimiento de Gorny demuestran que pueden formarse por la reacción del cobre y el azufre en el proceso de fundición de óxidos de cobre (CHERNYKH y ROVIRA, 1998; ROVIRA LLORENS, 1999). Tampoco puede descartarse la presencia de pequeñas cantidades de sulfuros en el cuerpo de los minerales tratados.

Estas reacciones secundarias en la fundición podrían ser también la causa de la formación de cloruro de cobre rodeando al cobre metálico, pues este tipo de minerales, de origen sedimentario, formados por reacciones hidroquímicas en medios arcillosos, son poco frecuentes en la zona. Entre los gases contaminantes de los hornos cerámicos son frecuentes el cloro, fluor y sulfuro, que se encuentran en el cuerpo de las arcillas y pasan en forma de gases a la atmósfera. Las cerámicas están compuestas por fases minerales con contenidos variables de Cl, procedentes de haluros (halita-NaCl), que a altas temperaturas pueden destruirse y liberar este elemento (GALÁN, GONZÁLEZ, MIRAS, CARRETERO, y APARICIO, 2000). Por ello en el propio proceso de fundición la arcilla del crisol podía aportar cloro para la formación de estos cloruros.

La composición general de la escoria demuestra, sin embargo, la poca pericia de este tipo de fundiciones prehistóricas en crisoles-hornos, en las que una gran parte de cobre quedaba atrapado en la masa de la escorificación (15.86 % Cu), muy superior a la tecnología de cobre en hornos de sangrado, en los el cobre de la escoria no sobrepasa el 0.5 % (SALKIELD, 1970). A este respecto puede compararse con el cobre retenido en las escorias cupríferas romanas, bien caracterizadas desde el punto de vista cuantitativo en el trabajo de la Exploración Arqueometalúrgica de Huelva (BLANCO y ROTHENBERG, 1980).

El mineral utilizado en las fundiciones de Santa Marta II debe proceder de las minas del Grupo Sultana-San Rafael, las mineralizaciones más próximas. Nos decantamos por la zona de San Rafael-Cerro de los Rehoyos porque, como hemos expuesto anteriormente, en la zona Sultana no existen evidencias de metalurgia prerromana y romana, salvo algunos martillos de minero aislados, que indican más labores de prospección que de extracción.

Recientemente se ha descubierto junto a Santa Marta II la mina de Aguablanca, una mineralización de Níquel-Cobre asociada a rocas ultramáficas, con pirrotina, petlantita y calcopirita (TORNOS, CASQUET, GALINDO, VELASCO, y CANALES, 2001), pero debe descartarse que los minerales procedan de esta zona por la baja representatividad del níquel en las muestras estudiadas.

Las cerámicas de Santa Marta II muestran tipos más evolucionados, propios del Bronce Pleno y de los comienzos del Bronce Final. Toda la cerámica es a mano, de cocciones irregulares, de pastas castañas o grisáceas, y con desgrasantes de feldespato, ortosa y mica dorada. Entre sus formas pueden señalarse las siguientes:

- Cuencos hemisféricos de borde entrante. Pastas castañas, con alisado en el exterior. El diámetro del borde oscila entre los 24 y 28 centímetros (figura 6: 11, 12 y 13).

- Cuencos en forma de casquete esférico. Pastas castañas. De tamaño similar a los cuencos hemisféricos de borde entrante, unos 28 centímetros (figura 6: 2 y 3).

- Cuencos ovoides de borde entrante. Pastas castañas, sin ningún tipo de tratamiento. Embocaduras entre 6 y 13 centímetros (figura 6: 1 y 7).

- Cuencos carenados. Carena media y borde inclinado al interior. Borde amplio de 14 centímetros de diámetro. Pasta grisácea sin tratamiento (figura 6: 8).

- Vasos de suave perfil en S, de cuerpo ovoide y borde saliente. Pasta castaña, alisada en la superficie exterior (figura 6: 6, 16 y 17).

- Cuencos de carena alta y borde saliente de sección almendrada. Pastas castañas (figura 6: 14).

A pesar de ser un conjunto escaso, la preponderancia de cuencos de borde entrante y los vasos de perfil en S nos llevan a situar la cronología del asentamiento en la Edad del Bronce. El fragmento de cazuela de carena alta y borde saliente de perfil almendrado es, sin embargo, más propio de ambientes cerámicos del Bronce Final, por lo que habría que asignarle una cronología de Bronce Pleno y comienzos del Bronce Final.

CONCLUSIONES

Queremos hacer hincapié finalmente en las relaciones entre estos asentamientos y la explotación minero-metalúrgica, pues no creemos apropiado ahondar en la descripción de la cerámica para establecer una cronología más ajustada, pues lo reducido del muestreo y la recogida aleatoria impiden mayores precisiones.

Una primera conclusión del estudio de los materiales estudiados es el uso de un procedimiento de fundición en vasijas-horno a lo largo del II milenio a.C., como ha quedado demostrado suficientemente en los crisoles y escorias de Santa Marta II (PÉREZ, RIVERA y ROMERO, e.p.), en los procedentes de otras cistas de la zona, como la de Valdegalaroz (GÓMEZ, MONTERO y ROVIRA, 1999), y en El Trastejón (HUNT ORTIZ, 2003).

Es precisamente éste el momento en el que se comienzan a detectar los primeros campamentos mineros en los alrededores de las estructuras filonianas de sulfuros de cobre, del que tenemos un buen ejemplo en el asentamiento del Cerro de los Rehoyos y la concesión San Rafael. Este modelo se había defendido para el caso del asentamiento de El Trastejón y la explotación de los filones de la concesión Dolores de Minas de Cala (GARCÍA, HUNT, HURTADO, MONÉJAR, y ROMERO, 1999; HUNT ORTIZ, 2003), pero aunque se encontró una necrópolis de cistas en la mina (PÉREZ y RUIZ, 1986), no ha aparecido todavía el hábitat, sepultado seguramente bajo los vacíos de estériles de Minas de Cala. Un buen ejemplo de estos pequeños campamentos minero-metalúrgicos es también la

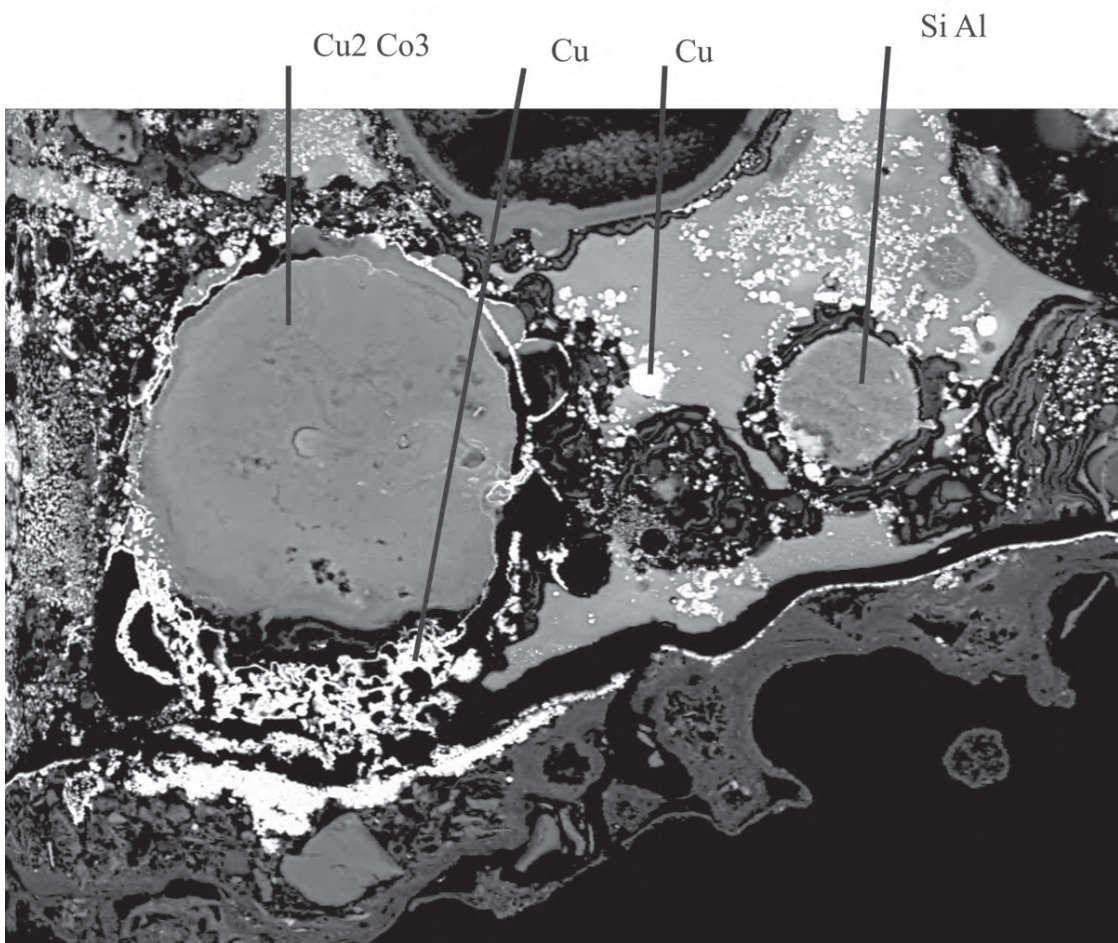


Figura 4. Crisol de Santa Marta y espectro de la escoriación.

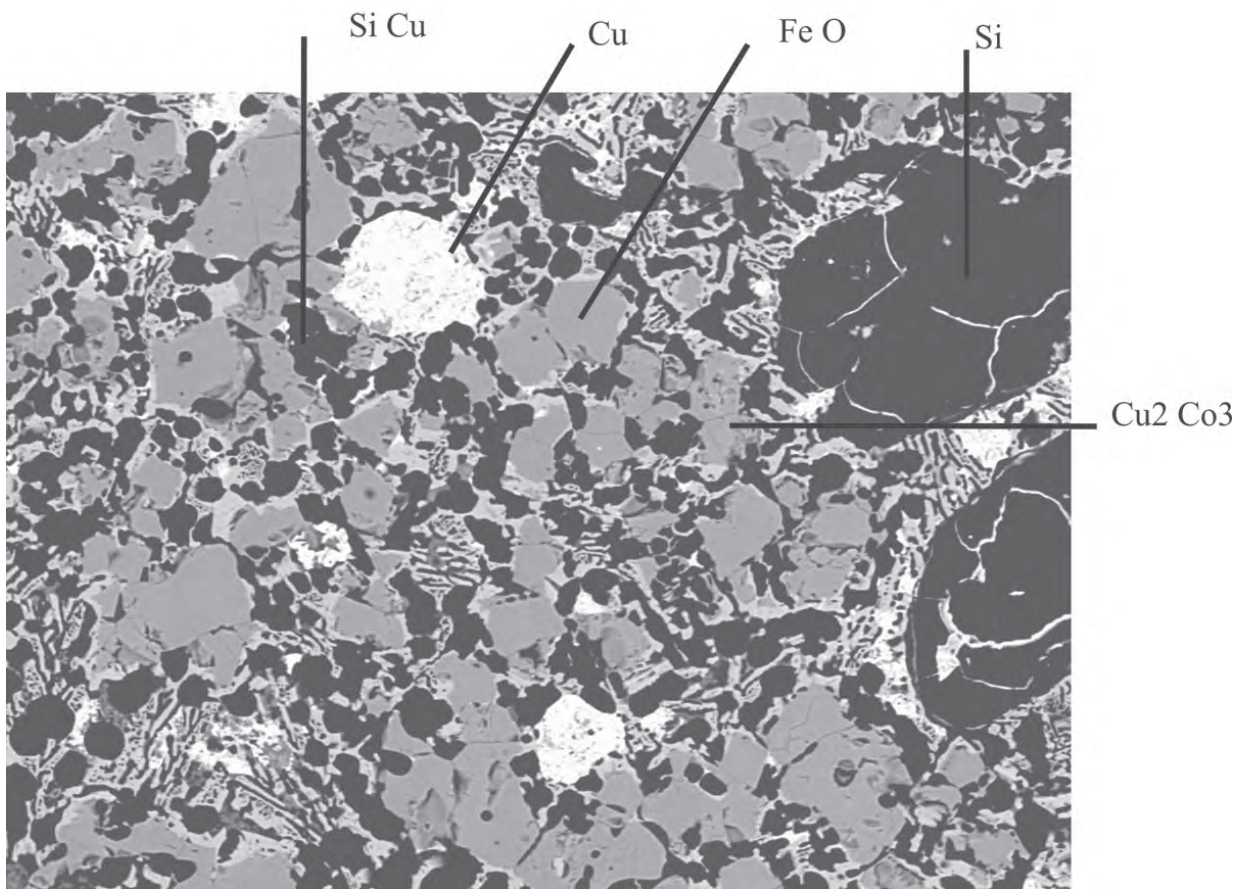


Figura 5. Escoria de Santa Marta y su espectro microscópico.

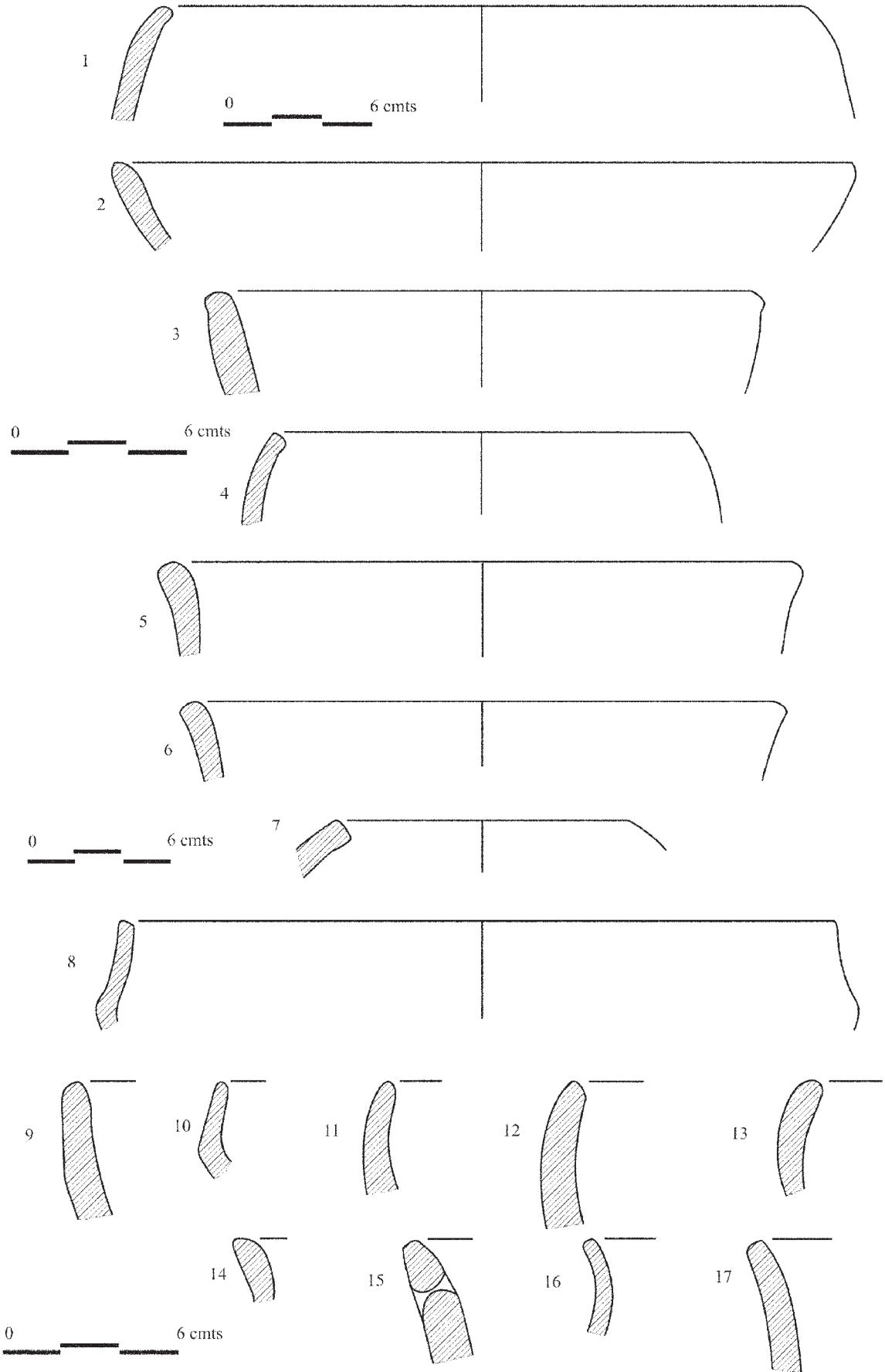


Figura 6. *Cerámicas de Santa Marta II.*



Figura 7. *Situación de Santa Marta y aspecto de un bastión.*

fundición del Puerto Moral, de la que procede la única vasija-horno completa que conocemos (PÉREZ MACÍAS, 1996).

Son probablemente asentamientos de carácter estacional, sin ningún tipo de defensas y sin largas ocupaciones que hubieran dado lugar a acumulaciones estratigráficas de interés. En ellos se evidencia el mayor peso que tiene la producción de metales en las sociedades prehistóricas a partir del Calcolítico Final y Bronce Antiguo, un horizonte que algunos autores denominan Epicalcolítico para definir el tránsito entre el III y II milenio a.C. (PAVÓN SOLDEVILLA, 1994), en el que el campaniforme tiene escasa presencia y en el que se conocen reutilizaciones de sepulcros dolménicos para la inhumación individual, ya que la generalización del enterramiento individual en cista sólo se produce a partir del Bronce Pleno.

Esta mayor vocación minero-metalúrgica se traduce sólo en la explotación sistemática de los recursos mineros de los territorios de los poblados de la Edad del Bronce a partir de pequeños establecimientos estacionales, que sirven para mantener el abastecimiento de mineral, pero el poblamiento gravita sobre otros intereses, en especial por su situación en los lugares de paso y con buena comunicación, como ocurre en El Trastejón con respecto a la Rivera de Huelva y Santa Marta II con la Rivera de Cala, relativamente alejados de las zonas mineras, en las salidas naturales hacia el Valle del Guadalquivir. Estos poblados fortificados, lugares centrales del territorio siguen, pues, otras coordenadas para su ubicación que las que se derivan de su mayor producción metalúrgica, y sus economías deberían estar compensadas con otras actividades, sin depender exclusivamente del monocultivo minero-metalúrgico.

Este esquema lo hemos podido documentar también en la Sierra Norte de Sevilla a partir de las prospecciones de la Rivera de Huéznar, enmarcadas dentro del proyecto Las Bases económicas de *Munigua*, que realizamos en colaboración con el Instituto Arqueológico Alemán. En esta zona hemos identificado una gran formación filoniana de sulfuros de cobre, denominada Manchallana-Piedra Resbaladiza, explotada desde el II milenio a.C., y los poblados fortificados de este momento, también con evidencias metalúrgicas, como ocurre entre otros en el hábitat de Piedra Resbaladiza, se sitúan junto a la Rivera de Hueznar, alejados de la zona de extracción, que se encontraba en la zona de Pilar de la Pepa (SCHATTNER, PÉREZ y OVEJERO, 2004).

En resumen, creemos que es exagerado plantear la existencia de "poblaciones de prospectores de metales" en la Edad del Bronce. No existe una preferencia por situar los lugares centrales del territorio en las cercanías de los filones de minerales, pues este sistema de poblamiento sigue otras pautas, y el abastecimiento minero se lleva a cabo por pequeños poblados estacionales. El control de los lugares de paso es lo que permitirá la comercialización de su producción metálica, en la que muchos poblados de la Edad del Bronce de Sierra Morena, rica en estructuras filonianas de sulfuros de cobre, estuvieron especializados para su comercio con las poblaciones del Valle del Guadalquivir, donde los suelos terciarios y cuaternarios, sin recursos mineros, no permitían este tipo de producción.

En Sierra Morena, donde se desarrolla la zona geológica de Ossa Morena, son numerosas las estructuras filonianas de sulfuros de cobre (VÁZQUEZ, ARTEAGA y SCHERMERHORN, 1980;

APELATEGUI, 2001), y durante la Edad del Bronce esto permitió el desarrollo de un sistema de poblamiento que rentabilizó la explotación de los filones de cobre por medio de pequeños campamentos mineros. Mientras tanto, en la otra zona geológica del Suroeste Ibérico, la zona geológica Sur-Portuguesa, el Cinturón Ibérico de Piritas (PINEDO VARA, 1963), asistimos también al comienzo de las explotaciones de los minerales de plata (PEREZ MACÍAS, 1986). Estas producciones de cobre y plata se enmarcarían dentro de un comercio regional con la Baja Andalucía.

Como sucede en Santa Marta II, todos estos poblados se abandonan durante el Bronce Final. Se especializaron en la extracción de minerales de la zona de oxidación de los pequeños filones de sulfuros de cobre, y las reservas de estas zonas superficiales deberían estar muy agotadas para satisfacer la fuerte demanda que se produciría en el periodo Orientalizante.

Esta mayor demanda del comercio regular con el mundo mediterráneo en el período Orientalizante marcará la aparición de los grandes poblados mineros en el Cinturón Ibérico de Piritas, como Cerro Salomón en Riotinto, Pico del Oro en Tharsis, y los Castrejones en Aznalcóllar, donde el carácter de las mineralizaciones en masa ofrecía unas mayores posibilidades de extracción de minerales de plata en las monteras oxidadas (gossan) y de cobre en la zona de enriquecimiento secundario (calcosina, covelina, bornita, etc).

BIBLIOGRAFÍA

- AUBET, M^a. E., SERNA, M^a R., ESCACENA, J. L., y RUIZ, M. M^a (1984), **La Mesa de Setefilla, Lora del Río (Sevilla), Campaña de 1979**, Excavaciones Arqueológicas en España, 122, Madrid.
- APALATEGUI, O. (2001), **Una visión actualizada de la geología de Ossa Morena**, Tierra y Tecnología, 23, Madrid.
- BLANCO, A., LUZÓN, J. M^a, y RUIZ, D. (1970), **Excavaciones Arqueológicas en el Cerro Salomón, Riotinto, Huelva**, Sevilla.
- BLANCO, A. y ROTHENBERG, B. (1980), **Exploración Arqueometalúrgica de Huelva**, Barcelona.
- CHERNYKH, E. N. y ROVIRA, S. (1998): "La metalurgia del cobre en Kalgari (Orengur, Rusia): informe preliminar", **Paléometallurgie des cuivres**, pp. 77 ss., Montagnac.
- DEL AMO Y DE LA HERA, M (1975): "Enterramientos en cista de la provincia de Huelva", **Huelva, Prehistoria y Antigüedad**, pp. 109 ss., Madrid.
- ESCACENA, J. L. y DE FRUTOS, G. (1985): "Estratigrafía de la Edad del Bronce en el Monte Berrueco (Medina Sidonia, Cádiz)", **Noticiario Arqueológico Hispano**, 24, pp. 9 ss.
- FERNÁNDEZ BALBUENA, M. (1922), **Grupo Minero Sultana, San Rafael y California (Cala, Huelva)**, Sevilla.
- GALÁN, E., GONZÁLEZ, I., MIRAS, A., CARRETERO, I., y APARICIO, P. (2003): "Fuentes de F, Cl y S en las arcillas utilizadas en la industria cerámica de Bailén, (Jaén)", **Integración ciencia-tecnología de las arcillas en el contexto tecnológico-social del nuevo milenio**, pp. 59 ss., Málaga.
- GARCÍA SANJUÁN, L. (1998.), **La Traviesa. Ritual funerario y jerarquización social en una comunidad de la Edad del Bronce de Sierra Morena Occidental**, Spal Monografías, 1, Sevilla.
- GARCÍA, L., HUNT, M., HURTADO, V., MONDEJAR, P., y ROMERO, E. (1999): "La ocupación humana en la comarca de la Sierra durante la Edad del Bronce", **XII Jornadas del Patrimonio de la Comarca de la Sierra**, Huelva, pp. 149 ss.
- GÓMEZ RAMOS, P. (1999), **Obtención de metales en la prehistoria de la Península Ibérica**, B.A.R., International Series, 735, Oxford.
- GÓMEZ, P., MONTERO, I. y ROVIRA, S. (1999): "La metalurgia prehistórica en la Sierra de Aracena", **XII Jornadas del Patrimonio de la Comarca de la Sierra**, pp. 237 ss.
- GÓMEZ TOSCANO, F. (1998), **El final de la Edad del Bronce entre el Guadiana y el Guadalquivir**, Huelva.

- HERNÁNDEZ JIMÉNEZ, F. (1961): "Ragwâl y el itinerario de Mûsà de Algeciras a Mérida", **Al-Andalus**, **XXVI**, pp. 43 ss.
- HUNT ORTIZ, M. (1995): "El foco metalúrgico de Aznalcôllar, Sevilla. Técnicas analíticas aplicadas a la arqueometalurgia del Suroeste e la Península Ibérica", **Tartessos 25 años después**, pp. 447 ss., Jerez de la Frontera.
- (2003), **Prehistoric Mining and Metallurgy in South West Iberian Peninsula**, BAR International Series, Oxford.
- HURTADO PÉREZ, V. (1991): "El yacimiento de El Trastejón (Zufre, Huelva). Estudio de materiales. Informe de la campaña de 1989", **Anuario Arqueológico de Andalucía/1989, II**, pp. 370 ss.
- HURTADO, V. y GARCÍA, L. (1994): "Áreas funcionales en el poblado de la Edad del Bronce de El Trastejón (Zufre, Huelva)", **Arqueología en el entorno del Bajo Guadiana**, pp. 239 ss, Sevilla.
- KASSIANIDOU, V. (1993): "The production of silver in Monte Romero, a 7th century B.C. workshop in Huelva, Spain", **Papers from the Institute of Archaeology**, 4, pp. 37 ss.
- LÓPEZ PALOMO, L. A. (1993), **Calcolítico y Edad del Bronce al Sur de Córdoba. Estratigrafía en Monturque**, Córdoba.
- MARTÍN DE LA CRUZ, J.C. (1988), **El Llanete de los Moros, Montoro, Córdoba**, Excavaciones Arqueológicas en España, 151, Madrid.
- MARTÍN DE LA CRUZ, J.C., SANZ, M^a P., y BERMÚDEZ, J. (2000), **La Edad del Cobre en el Llanete de los Moros (Montoso). El origen de los pueblos de la campiña cordobesa**, Revista de Prehistoria, 1, Córdoba.
- MONGE, A., ARAUJO, M. y PEIXOTO, J. (1994): "Vestigios da prática de metalurgia em povoados calcolíticos da bacia do Guadiana, entre o Ardila e o Chança", **Arqueología en el entorno del Bajo Guadiana**, pp. 165 ss, Huelva.
- MONTERO RUIZ, I. (1994), **El origen de la metalurgia en el Sureste Peninsular**, Almería.
- NOCETE, F., ORIHUELA, A., PERAMO, A., ESCALERA, P., LINARES, J.A., LIZCANO, R., OTERO, R. y ROMERO, J.C. (1997), **Cabezo Juré, 2.500 a.C., Alosno, Huelva**, Huelva, 1997.
- PALACIOS, R. y PRIETO, R. (1921): "Memoria sobre los criaderos minerales ricos en cobre y otros del término de Cala", **Boletín de Minas y Metalurgia**, 47, pp. 1 ss.
- PAVÓN SOLDEVILLA, I. (1994), **Aproximación al estudio de la Edad del Bronce en la cuenca media del Guadiana: La Solana del Castillo de Alange (1987)**, Cáceres.
- (1998a), **El Cerro del Castillo de Alange (Badajoz). Intervenciones arqueológicas (1993)**, Memorias de Arqueología Extremaña, 1, Mérida.
- (1998b), **El tránsito del II milenio a. C. en las cuencas medias del Tajo y Guadiana: La Edad del Bronce**, Cáceres.
- PELLICER CATALÁN, M. (1983): "El yacimiento protohistórico de Quebrantahuesos (Riotinto, Huelva)", **Noticiario Arqueológico Hispano**, 15, pp. 59 ss.
- PELLICER, M. y HURTADO, V. (1980), **El poblado metalúrgico de Chinfión (Zalamea la Real, Huelva)**, Sevilla.
- PÉREZ MACÍAS, J.A. (1996), **Metalurgia extractiva prerromana en Huelva**, Huelva.
- (1999): "El Pico del Oro (Tharsis, Huelva). Contraargumentos sobre la crisis metalúrgica tartésica", **Huelva en su Historia**, 7, pp. 71 ss.
- PÉREZ, J.A., RIVERA, T. y ROMERO, E. (e.p.): "Crisoles-Hornos en el Bronce del Suroeste", **XXVII Congreso Nacional de Arqueología**, Teruel, 2003.
- PÉREZ, J.A. y RUIZ, M.M^a. (1986): "Nuevas necrópolis de cistas en la provincia de Huelva", **Huelva en su Historia**, 1, pp. 67 ss.
- PINEDO VARA, I. (1963), **Piritas de Huelva, su historia, minería y aprovechamiento**, Madrid.
- PRIETO, R. (1924): "Estudio de Conjunto del Grupo Sultana", **Cobre**, 1924.
- QUIRING, H. (1935): "Vorgeschichtliche studies in berwerken Sudspaniens", **Seitschft f.d. Berg-Hutten und Salinenwesen im Deutschen Reich**, pp. 493 ss.
- SCHUBART, H. (1975), **Die Bronzezeit im Sudwestern der Iberischen Halbinsen**, Madrider Forschungen, 9, Berlín.
- RAMOS MUÑOZ, J. (1993), **El hábitat prehistórico de El Estanquillo (San Fernando, Cádiz)**, Cádiz.
- RIVERA JIMÉNEZ, T. (1999): "Explotaciones mineras de época romana en la Rivera de Cala: Sultana, San Rafael y California", **XII Jornadas del Patrimonio de la Comarca de la Sierra, Huelva**, 1999, pp. 311 ss.
- RIVERO, E. y VÁZQUEZ, M^a C. (1988): "Un enterramiento del horizonte Ferradeira en la provincia de Huelva", **II Jornadas del Patrimonio de la Sierra de Huelva**, pp. 215 ss, Huelva.
- ROMERO, E. y RIVERA, T. (1999): "El yacimiento andalusí del Cerro de Sta. María", **XII Jornadas del Patrimonio de la comarca de la Sierra**, pp. 329 ss., Huelva.
- ROVIRA LLORENS, S. (1995): "Industria metalúrgica", **El Calcolítico a debate, Reunión del Calcolítico de la Península Ibérica**, pp.166 ss., Sevilla.
- (1999): Una propuesta metodológica para el estudio de la metalurgia prehistórica: el caso de Gorny en la región de Kargaly (Orenburg, Rusia)", **Trabajos de Prehistoria**, 56-2, pp. 85 ss.
- SALKIELD, L.U. (1970): "Ancient slags in the south west of the Iberian peninsula", **La minería Hispana e Ibero-Americana, Contribución a su investigación Histórica**, pp. 85 ss., León.
- SCHATTNER, TH., OVEJERO, G. y PEREZ, J.A. (2004): "Prospección Arqueometalúrgica del territorio muniguense", **Anuario Arqueológico de Andalucía/2001, II**, pp. 201 ss.
- TORNOS, F., CASQUET, C., GALINDO, C., VELASCO, F., y CANALES, A. (2001): "The Aguablanca Ni-Cu orebody (Ossa Morena Zone, SW Spain). Geology and geochemical features", **Boletín de la sociedad Española de Mineralogía**, 25, pp. 39 ss.
- VÁZQUEZ, F., ARTEAGA, R. y SCHERMERHORN, J. (1980): "Depósitos minerales del suroeste de la Península Ibérica", **Boletín Geológico y Minero, XCI-II**, pp. 293 ss.