



# De tumbas de metalúrgico en el Nordeste peninsular. El Forat de la Tuta (Riner, Solsonès, Lleida)<sup>1</sup>

Este trabajo constituye una revisión crítica del emblemático yacimiento del Forat de la Tuta (Riner, Solsonès, Lleida), interpretado a día de hoy como una de las pocas minas prehistóricas de cobre del Nordeste de la Península Ibérica. Para ello se ha llevado a cabo un estudio interdisciplinar de las características del hallazgo y de los materiales recuperados (estudio antropológico, datación radiocarbónica, análisis composicional de minerales). Los resultados obtenidos permiten plantear una nueva interpretación: en lugar de una mina, nos encontramos frente a la tumba de un sujeto relacionado con la producción metalúrgica (tumba de metalúrgico), la única conocida hasta el momento en el área catalana. Tras la comparación con otros contextos similares, peninsulares y europeos, se presenta finalmente una valoración del yacimiento en relación a las características principales de la metalurgia del Bronce Inicial.

Palabras clave: tumba de metalúrgico, arqueometalurgia, ED-XRF, Edad del Bronce, Nordeste peninsular.

This work constitutes a critical review of the landmark site of Forat de la Tuta (Riner, Solsonès region, Lleida province), interpreted currently as one of the few prehistoric copper mines in North-Eastern Iberia. We have conducted an interdisciplinary study of the characteristics of the find and the materials recovered (anthropological study, radiocarbon dating, mineral composition analysis). The results obtained make possible to propose a new interpretation: instead of a mine, we are faced with the grave of an individual related to metal production (metalworker burial), the only known so far in the Catalan area. After comparison with other similar contexts, European and from mainland Iberia, we finally made a site assessment in relation to the main features of the Early Bronze Age metallurgy.

Key words: metalworker burial, archaeometallurgy, Bronze Age, ED-XRF, Northeast Iberian Peninsula.

## El Forat de la Tuta. Historia de un hallazgo

El yacimiento del Forat de la Tuta se sitúa dentro del término municipal de Riner, al sudeste de la comarca del Solsonès (provincia de Lleida) y a escasamente 200 m del Riu Negre por su parte norte (fig. 1). Sus coordenadas UTM son X=381.282, Y=4.644.802 (ED50 UTM 31 N). En concreto ocupa un promontorio elevado dentro de este montañoso municipio, a una altura cercana a 600 m s.n.m. y claramente visible desde los alrededores (fig. 2). Actualmente el yacimiento se encuentra totalmente destruido, restando poco más

1. Este artículo constituye un apartado, revisado y ampliado, de mi tesis doctoral recientemente defendida (véase Soriano 2010: 265-269).

que un hoyo de grandes dimensiones y morfología rectangular en la pendiente de la colina. Este ocupa una superficie aproximada de 30-40 m<sup>2</sup> y presenta unas paredes de cortes limpios, en los cuales no se observa resto alguno de estructura arqueológica.

Este célebre yacimiento fue dado a conocer por J. Serra Vilaró a inicios del siglo xx mediante diversas publicaciones (véase Serra Vilaró 1915-1920; 1920; 1924). En ellas, el famoso sacerdote y arqueólogo describió con sumo detalle las características del hallazgo que él mismo bautizó como una mina de cobre. De la información que expuso destacan dos hechos de gran interés, referentes a las características de la intervención arqueológica efectuada. En primer lugar, con anterioridad a la llegada del sacerdote el yacimiento ya había sido parcialmente excavado. Debido a un desprendimiento del terreno

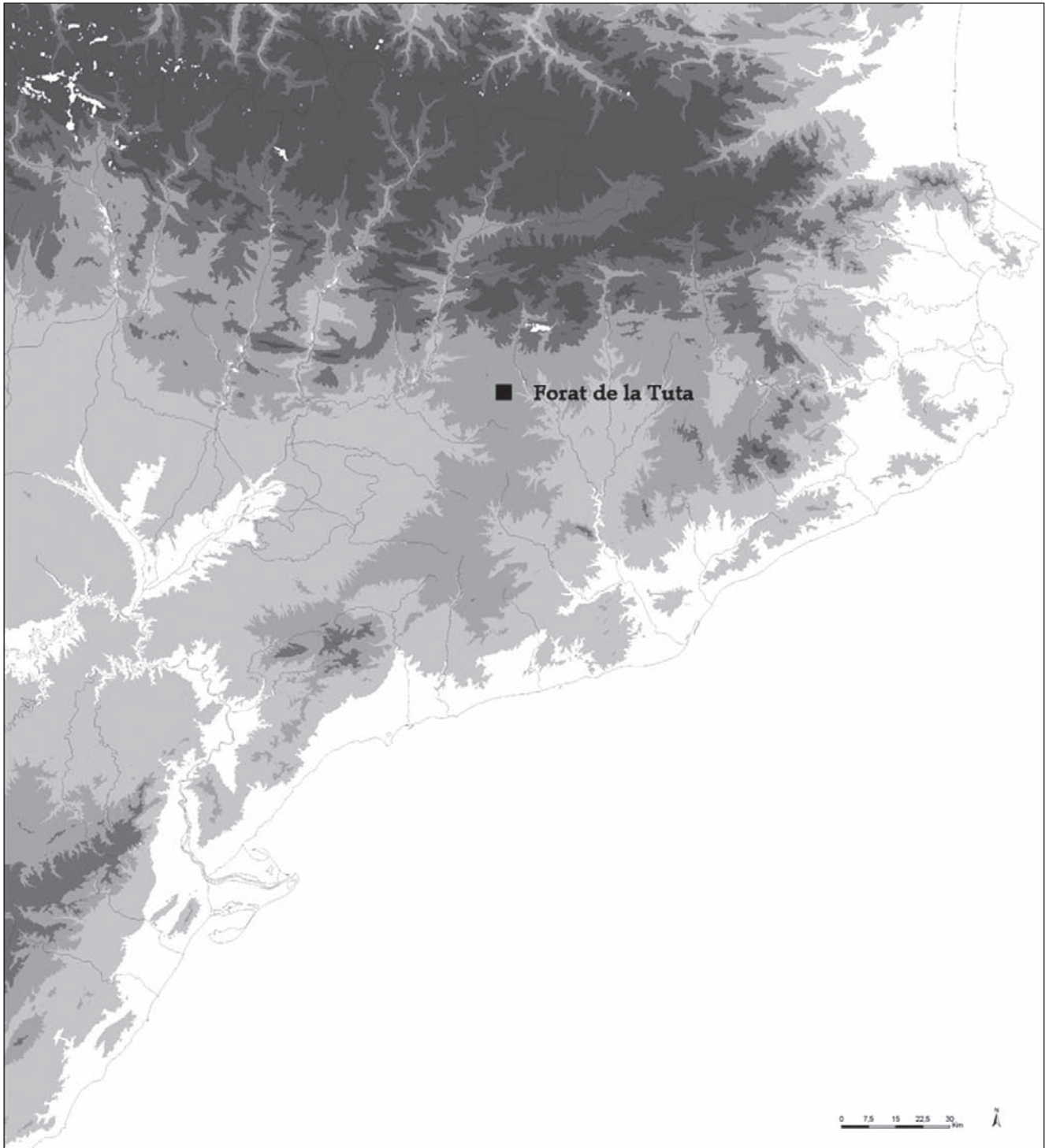


Figura 1. Localización geográfica del Forat de la Tuta en el Nordeste peninsular.

producido por la lluvia, unos buscadores de tesoros lo descubrieron por accidente y recogieron gran parte de los materiales. Poco tiempo después, estos fueron recuperados y depositados en el Museu Diocesà i Comarcal de Solsona, donde se encuentran en la actualidad. En segundo lugar, la intervención llevada a cabo por el propio J. Serra Vilaró no fue, ni mucho menos, sistemática. Él mismo así lo reconoce en una de sus publicaciones, afirmando que “La nostra excavació, per falta de mitjans, no fou tan extensa com judiquem que caldria” (Serra Vilaró 1924: 7).

Las circunstancias expuestas ponen de manifiesto la parcialidad de los datos disponibles en la actualidad para poder interpretar de forma ajustada el Forat de la Tuta. Por una parte, la naturaleza y características de las estructuras arqueológicas no pudieron ser documentadas. Por otra, es altamente probable que existieran otros materiales arqueológicos que nunca llegaron a ser recuperados. Finalmente no se debe perder de vista que carecemos totalmente de datos acerca de la ubicación espacial de los artefactos y/o de las relaciones existentes entre ellos.

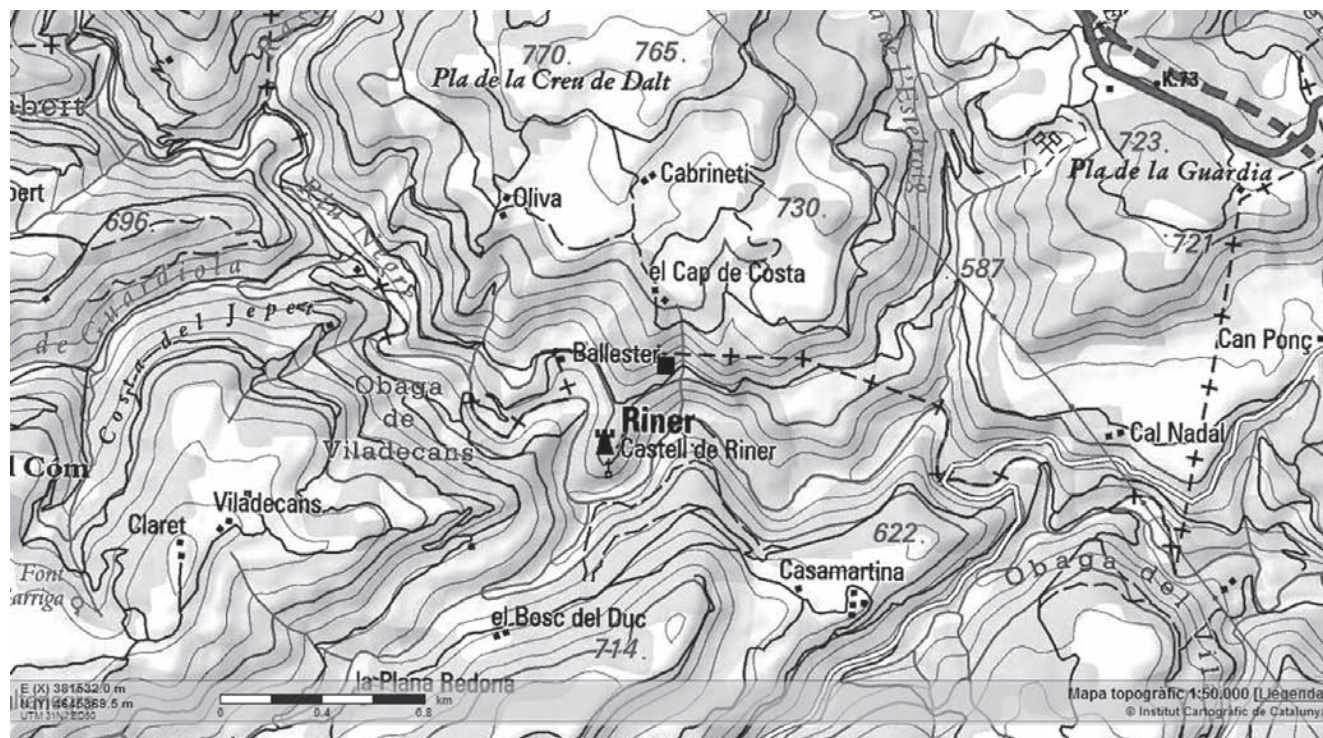


Figura 2. Localización geográfica en detalle (Institut Cartogràfic de Catalunya).

## Los materiales. Nuevas aportaciones cronológicas y arqueometalúrgicas

Ya se ha comentado que los materiales recuperados de este yacimiento se encuentran entre los fondos del Museu Diocesà i Comarcal de Solsona. Con el objetivo de estudiarlos y tomar las muestras necesarias para su análisis, se realizaron sucesivas visitas al citado museo. Los artefactos son mayoritariamente cerámicos y, en menor medida, líticos, óseos y mineralógicos. Todos ellos se encuentran descritos en las publicaciones de J. Serra Vilaró y recientemente ha sido presentado un trabajo que lleva a cabo una revisión tipológica de los mismos (véase Genera y Mata-Perelló e.p.). Debido a ello he considerado más oportuno señalar únicamente los nuevos datos obtenidos, referentes a la producción metalúrgica y a la cronología del yacimiento, realizando una somera síntesis de los restantes.

La cerámica es, sin ninguna duda, el elemento más abundante. Se han constatado un elevado número de restos, en todos los casos correspondientes a formas y decoraciones genéricas del Bronce Inicial siguiendo la propuesta de Petit (1986). Entre estos destacan vasos carenados; vasos troncocónicos lisos o con lengüetas opuestas; “queseras” o “coladores” troncocónicos; jarras troncovoides de grandes dimensiones, con cordón digitado en el cuello y digitaciones en el borde; así como grandes contenedores carenados con asas de cinta. También se ha documentado un fragmento de plato con borde biselado que podría corresponder a un momento posterior (Bronce Final). Sobre hueso se constata una punta de flecha con aletas y pedúnculo, y en sílex algunos restos de talla.

Los objetos líticos pulidos son los que presentan un mayor interés, debido a su vinculación con la

producción metalúrgica. Se trata de tres moldes, dos de ellos incompletos, de los denominados univalvos cerrados de alimentación vertical (fig. 3). Este tipo de moldes están formados por una única valva, en la que se encuentra tallada la matriz con la forma del objeto a obtener, y una tapa lisa que se ajusta a ella. La colocación de ambas piezas durante el vertido de la colada es vertical, de manera que la valva presenta un bebedero en la parte superior por el que el metal fundido fluye hasta la matriz. La existencia de una única matriz da como resultado artefactos metálicos que siempre son asimétricos y requieren, por lo tanto, de un importante trabajo de acabado (Fraile 2007: 16-20). El ejemplar conservado completo presenta dos matrices, una para hacha<sup>2</sup> y la otra para algún tipo de varilla. La tapa se encuentra ennegrecida debido al humo y vapores emanados durante la fundición y muestra claramente la silueta de ambas matrices. Los dos moldes restantes están constituidos por una valva para hacha y una tapa con la silueta de dos posibles varillas apuntadas u objetos afilados indeterminados.

Para lograr el sostenimiento vertical del molde así como el correcto acoplamiento entre valva y tapa se pudieron usar diferentes procedimientos. Algunos de los

2. Empleo el término genérico *hacha* para referirme a matrices el producto de las cuales puede ser tanto un hacha propiamente dicha como una azuela, una azada o incluso un cincel. Ello se debe a que solo de forma muy excepcional se han documentado en la prehistoria europea ejemplares metálicos enmangados o con improntas del mango, que proporcionen una pista de la orientación del filo (paralelo o perpendicular) respecto al mango. Asimismo y como ha sido constatado en otros moldes catalanes, el hacha obtenida podría ser tanto plana como de rebordes, siendo en el segundo caso necesario un martilleado de los costados para obtener los rebordes (véase Rauret 1976: 80; Soriano 2010: 323-325; 341).

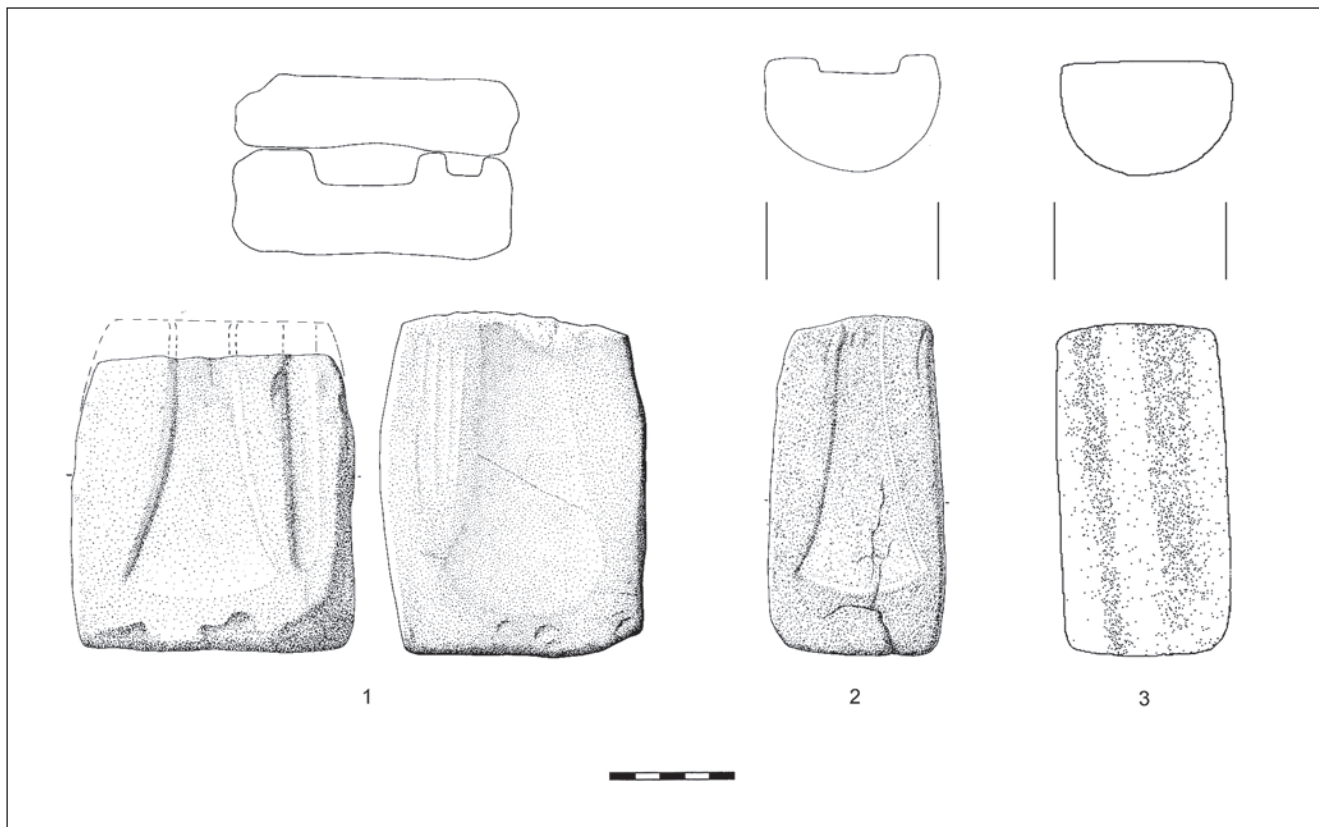


Figura 3. Moldes metalúrgicos del Forat de la Tuta. 1. Molde completo para hacha y varilla. 2. Valva de molde para hacha. 3. Tapa de molde para dos varillas apuntadas u objetos indeterminados. 1 y 2 según Monteagudo (1977: tafel 29 n° 566Aa, 30 n° 566Ab y 30 n° 566Ba). 3 realizado por E. Hinojo.

más conocidos son: la introducción dentro de orificios practicados en el terreno; la inmovilización mediante piedras y arena, o la fijación empleando ataduras o ligaduras, posiblemente de origen vegetal. Ninguno de ellos es excluyente de manera que podrían muy bien haberse utilizado de forma complementaria. El último método citado ha podido ser constatado en el molde completo del Forat de la Tuta. Tanto la valva como la tapa presentan en sus laterales ligeros rebajes tallados en la piedra. Estos son perpendiculares al eje de la pieza y se encuentran colocados simétricamente entre sí. Su función sería la de evitar el desplazamiento de las ataduras durante el vertido. Improntas muy similares han sido documentadas en moldes de arcilla de Peña Negra (Crevillente, Alicante) así como en otros ejemplares del área de París. Asimismo, posibles imitaciones de dichas ligaduras decoran el exterior de ejemplares europeos realizados en bronce (Fraile 2007: 15; Mohen 1973: 33; 1992: 128).

La materia prima empleada en los tres moldes es piedra arenisca. Este tipo de roca, relativamente blanda y abundante en la naturaleza, presenta unas excelentes condiciones de trabajo. Su grano fino permite un fácil labrado y la obtención de superficies lisas con acabados muy depurados. Es también un material mucho menos quebradizo que otras rocas como la pizarra o la caliza. A ello hay que sumar su gran resistencia al impacto térmico que, unido a su confección en bloques de importante grosor, genera moldes muy resistentes. Aunque presenta una alta velocidad de enfriamiento, esta puede verse reducida

mediante un correcto precaldeo del molde, asegurando así la producción de artefactos metálicos con buenas propiedades mecánicas (Ottaway y Wang 2004: 49-51; Staniaszek y Northover 1982: 263). Por último, se trata de moldes mucho más duraderos que los de arcilla, que permiten la consecución de sucesivos vertidos antes de su fractura (Mohen 1992: 122-124).

Las matrices documentadas en estos moldes aportan datos de gran interés sobre los objetos metálicos resultantes. En relación a las hachas (véase nota 2), la reciente clasificación morfométrica de los ejemplares del Nordeste ubica las dos matrices dentro del grupo 3 de hachas planas (Soriano 2010: 330). Se trata de ejemplares con los bordes cóncavos y una anchura del filo de entre dos y tres veces la anchura del talón (variantes 3B y 3A respectivamente). Esta morfología es el resultado de una evolución cronológica y tecnológica desde hachas de bordes convexos, pasando por los rectilíneos hasta llegar a los cóncavos, con el principal objetivo de acrecentar la superficie útil del artefacto (filo). Ello permite reducir la cantidad de metal fundido en el objeto manteniendo la misma longitud del filo e incluso incrementándola: las hachas obtenidas son más rentables en relación a la inversión de trabajo realizada. Con relación a las varillas, ninguna de ellas coincide con objeto metálico alguno presente en el área catalana. Las diferencias con el tipo más similar, los punzones, son tanto métricas como formales. Este hecho podría indicar que nos encontramos frente a preformas que, posteriormente, serían forjadas y recocidas de forma reiterada

Yacimiento	Localidad	Provincia	Obj. met. asociado	Código Lab	Valor BP	Desv. típica	Valor Cal ANE	Tipo muestra	Contexto	Referencia
Minferri	Juneda, Garrigues	Lleida	Valva para hacha y objeto ind. (¿varilla?)	UBAR-549	3510	60	1827	Carbón	SJ-53 UE-7007. Fosa/silo	GIP 2002: 18
Camp Cinzano	Vilafranca del Penedès, Alt Penedès	Barcelona	Valva para puñal de remaches	UBAR-1007	3505	40	1826	Hueso humano	E-18. Fosa/silo funerario individual	J. Amorós (com. per); Soriano 2010: 746
Can Roqueta II	Sabadell, Vallès Occidental	Barcelona	Valva para hacha	UBAR-800	3360	70	1641	Fauna	CR11-36, capa 4. Cámara con pozo de acceso con 2 ind.	Carlús <i>et al.</i> 2008: 119

Figura 4. Dataciones radiocarbónicas asociadas a moldes metalúrgicos en Nordeste Peninsular (programa empleado Calib 5.0). El valor calibrado es el resultado de la media de la datación calibrada a 1 sigma ponderada por cada uno de los rangos de valores probables existentes (véase Soriano 2010: 49-50).

hasta obtener otros objetos. Esta posibilidad ha sido defendida para otras áreas geográficas como el Levante (Simón 1998: 314) o el Suroeste (Hunt 2003: 379-380). Sin embargo, es igualmente posible que las matrices respondan a productos metálicos finales no localizados hasta ahora por razones diversas. De hecho otras matrices, como la de cincel/escoplo de algunos moldes de Minferri (Juneda, Garrigues, Lleida), tampoco se corresponden con objeto metálico alguno (véase Equip Minferri 1997: 188-190).

Los restantes moldes catalanes de la prehistoria reciente presentan, en general, unas características muy similares a las expuestas. Son moldes univalvos cerrados de alimentación vertical, se encuentran realizados sobre piedra arenisca y en sus matrices se obtendrían hachas o varillas indeterminadas, siendo minoritarios aquellos que presentan cinceles/escoplos y/o puñales de remaches (Soriano 2010: 255-256). Aquellos que tienen dataciones absolutas asociadas se sitúan invariablemente en la primera mitad del segundo milenio cal ANE (fig. 4). Es interesante remarcar que dentro de éstos las dos matrices para hacha corresponden a ejemplares de bordes cóncavos (grupo 3 de hachas planas y/o grupo 1 de hachas de rebordes), de forma idéntica a lo señalado para los moldes del Forat de la Tuta.

Entre los materiales procedentes del Forat de la Tuta se mencionan varios fragmentos de mineral cuprífero. Estos, analizados en dos ocasiones a principios del siglo xx, han sido citados en las diferentes publicaciones de forma dispar. En algunos casos se enumeran como trozos de mineral mientras que en otros se alude a ellos como granos de metal (véase Martí Jusmet 1969-1970: 148; Maya 2002: 96). La confusión tiene su origen en la incorrecta denominación que de los mismos hizo M. Baltà i Botta, miembro de la Societat Química de Catalunya y responsable de su primer análisis, refiriéndose a ellos como “fragmentos metálicos” (Serra Vilaró 1924: 8). Los resultados analíticos que obtuvo indicaban la existencia junto al cobre de cantidades relevantes de estaño de forma natural. Estos sorprendentes datos empujaron a J. Serra Vilaró a encargar un nuevo análisis, llevado a cabo por Müller y Hennecke en la Universidad de Heidelberg. En este caso no se detectó

rastro alguno de estaño, siendo estos los resultados que el reputado sacerdote consideró más ajustados. En la misma publicación en la que los da a conocer, J. Serra Vilaró explica la confusión de Baltà i Botta y recalca que en ambos casos se trataba de fragmentos de mineral cuprífero y no de restos metálicos<sup>3</sup> (Serra Vilaró 1924: 9).

A pesar de los resultados obtenidos en este segundo análisis, algunos investigadores han seguido valorando la presencia de estaño en los minerales del Forat de la Tuta (véase Rovira y Montero 2003: 16). Con el objetivo de resolver definitivamente esta cuestión, se efectuaron dos nuevos análisis composicionales sobre fragmentos de mineral todavía conservados en los fondos del museo. La técnica empleada fue la espectrometría de fluorescencia de rayos X (ED-XRF)<sup>4</sup> (fig. 5). Los resultados obtenidos ponen en evidencia que, sin ningún tipo de duda, se trata de carbonatos de cobre (malaquita y azurita) con total ausencia de estaño. Estos datos coinciden plenamente con las características geológicas de la zona de Riner (ver más adelante).

En último lugar, pero no por ello menos importante, se recuperaron en el Forat de la Tuta un conjunto de restos humanos. Dichos restos nunca fueron publicados en detalle y únicamente se citaron para apoyar la interpretación del yacimiento en tanto mina de cobre, dentro de la cual habría quedado sepultado el minero mientras laboreaba. Ante esta situación, se consideró de gran relevancia llevar a cabo una datación radiocarbónica AMS sobre el material óseo así como

3. La sobrerepresentación del estaño en los análisis composicionales de Baltà i Botta no se limita a las muestras del Forat de la Tuta. Otros objetos metálicos de la prehistoria reciente catalana, especialmente de cobre puro, muestran idéntica problemática. Por su parte, los artefactos de bronce pueden presentar valores de dicho elemento tanto mayores como menores de los realmente existentes. Recientemente se han podido comprobar estas discrepancias al comparar los análisis de Baltà i Botta con los efectuados dentro del Proyecto Arqueometalurgia de la Península Ibérica (Rovira *et al.* 1997). Los resultados obtenidos ponen totalmente en entredicho la validez de estos primeros análisis (véase Soriano 2010: 198).

4. Análisis realizados por Ignacio Montero empleando un espectrómetro Metorex X-MET 920 del Centro de Ciencias Humanas y Sociales del CSIC (Madrid).

Nº anal.	Artefacto	Cu	Fe	Ca	Co2	Si O2	Referencia					
I	Mineral cobre	48.83	9.75	2.54	8.65	10.87	Serra Vilaró 1924: 9					
II	Mineral cobre	47.38	9.60	2.50	8.65	10.97	Serra Vilaró 1924: 9					
Nº anal.	Artefacto	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Pb	Bi	Referencia
-	Mineral cobre	nd	--	87.9	--	--	--	12.8	--	nd	--	Serra Vilaró 1920: 35
-	Mineral cobre	8.5	--	41.3	--	--	--	4.7	--	nd	--	Serra Vilaró 1920: 35
PA14067	Mineral cobre	0.31	nd	29.1	nd	nd	nd	nd	0.007	0.21	nd	Inédito
PA14068	Mineral cobre	0.09	nd	16.7	nd	0.13	nd	nd	nd	0.22	nd	Inédito

Valores expresados en % en peso (nd = no detectado, -- = no incluido en el análisis)

Figura 5. Comparación de resultados entre los diferentes análisis composicionales de los minerales recuperados.

Yacimiento	Localidad	Provincia	Código LAB	Valor BP	Desv. típica	Valor Cal ANE	Tipo muestra
Forat de la Tuta	Riner, Solsonès	Lleida	LTL-4236A	3335	45	1615	Hueso humano (cúbito izq.)

Figura 6. Datación radiocarbónica del Forat de la Tuta (véase Figura 4).

un análisis antropológico de los restos humanos. La muestra seleccionada para la datación absoluta, un fragmento de cúbito izquierdo, fue enviada al laboratorio del Centro di Datazione e Diagnostica (CEDAD) de la Università del Salento. El resultado obtenido ubica los restos *c.* 1600 cal ANE (fig 6). Esta fecha, aunque cercana a las anteriormente citadas para el resto de moldes del área catalana, es la más tardía de todas. En el ámbito general del Bronce Inicial, cuyos límites cronológicos según las dataciones absolutas actualmente publicadas cabe situar entre *c.* 2350 – 1300/1200 cal ANE, se corresponde con un momento avanzado del periodo (Soriano 2010: 95).

El estudio antropológico,<sup>5</sup> aunque realizado sobre la totalidad de los restos humanos recuperados, incluye un número ciertamente limitado de huesos. Se han documentado tres fragmentos de huesos largos (fémur derecho, peroné derecho y cúbito izquierdo), una mandíbula parcialmente conservada y cinco piezas dentarias sueltas. Los datos indican que todos ellos pertenecían a un único individuo juvenil/adulto joven, mayor de 14-15 años según el estadio de formación del segundo molar inferior y menor de 18-25 años a partir de la agenesia del tercer molar. En relación al sexo, se trata probablemente de un sujeto masculino a tenor de la parábola descrita por los restos mandibulares conservados. A pesar de ello, el mal estado de conservación no permite asegurarlo con rotundidad. En el ámbito paleopatológico, se ha detectado una línea de hipoplasia del esmalte en una de las piezas dentarias aisladas. Esta patología indica la existencia de episodios de estrés sistémico en el desarrollo del cuerpo humano. Sin embargo, el origen de los mismos puede haber sido muy variado: desde malnutrición infantil, mala asimilación de alimentos o episodios febriles hasta enfermedades infecciosas o incluso

epidemias (Rihuete 2000: 359-360). Tampoco puede excluirse que exista cierta predisposición genética a la aparición de este tipo de patología. De cualquier modo, la parcialidad de la muestra antropológica impide valorar la representatividad de los resultados. Únicamente cabe señalar que los datos antropológicos de poblaciones del Bronce Inicial indican un incremento substancial de la presencia de hipoplasias del esmalte en relación a periodos anteriores (Alfonso *et al.* 2004; Armentano *et al.* 2007: 153; Chimenos 1990; Galbany *et al.* 2008; Oms y Anfruns 1995; Oms y Anfruns 2001; Subirà 2005: 42; VVAA 2003: 172).

Mezclados con los restos antropológicos han sido identificados tres elementos faunísticos. Se trata de dos diáfisis y un metápodo termoalterados de bóvido (*Bos taurus*) o de cérvido (*Cervus sp.*).<sup>6</sup> La parquedad de datos sobre los mismos impide interpretarlos con un mínimo de rigor. Ciertamente durante el Bronce Inicial se ha detectado la depositación de animales enteros o partes de estos en algunas tumbas de diferentes yacimientos. Entre estos pueden señalarse Minferri, Can Roqueta II, Pla del Serrador (Les Franqueses del Vallès, Vallès Oriental, Barcelona), Can Soldevila III o Florida Nord – Escola Bressol (ambos en Santa Perpètua de Mogoda, Vallès Occidental, Barcelona) (Equip Minferri 1997; Miró y Molist 2003; Montero y Saña 2003; Muñoz 2005; Vicente y Gutiérrez 2004). Las especies más comúnmente reseñadas son ovicápridos, cánidos, suidos y bóvidos, estando ausentes los cérvidos. Sin embargo estos restos no suelen presentar indicios de termoalteración (Soriano 2010: 77-79). Por otra parte algunos contextos funerarios múltiples como el nivel 9a de Can Sadurní (Begues, Baix Llobregat, Barcelona) o el nivel Ic de Cova de la Guineu (Font-Rubí, Alt Penedès, Barcelona) sí presentan restos de fauna quemada, aunque su ubi-

5. Análisis antropológico efectuado por Paz Balaguer (Grup de Recerca Arqueològica del Nord-est Peninsular – GRANEP).

6. Análisis arqueofaunístico realizado por Montse Piñero (ESTRATS, S.L.).

cación en el III milenio cal ANE los aleja del caso de estudio (Edo *et al.* 2001; 2004; Bartrolí *et al.* 2004). Por último, tampoco podemos excluir la posibilidad de que se trate de fauna consumida, dado que ambas especies están presentes en el registro arqueológico contemporáneo (Andúgar y Saña 2004: 219).

## El contexto arqueológico. ¿Mina o tumba?

El Forat de la Tuta ha sido citado de forma reiterada como uno de los escasos ejemplos de mina prehistórica de cobre existentes en el área catalana (véase Martín *et al.* 1999; Maya 2002; Serra Ràfols 1924; Vega 1974). Ello se debe a la interpretación que del yacimiento hizo su descubridor. Para J. Serra Vilaró la excavación practicada no dejaba lugar a dudas: se trataba de una galería minera dentro de la cual, tras un desprendimiento, quedó sepultado el desdichado minero que en ella trabajaba junto a sus enseres (Serra Vilaró 1924: 10). Esta afirmación estaba basada en la presencia de mineral cuprífero, de útiles relacionados con la metalurgia (moldes) así como de restos antropológicos. A pesar de su amplia aceptación, dicha interpretación presenta importantes problemas que ponen en duda su validez.

En primer lugar, entre las formas cerámicas recuperadas se documenta la existencia de grandes contenedores. Este tipo de vasijas muestran una difícil manipulación, especialmente cuando están llenas, constituyendo en algunos casos auténticos elementos inmóviles de almacenamiento. Ante ello cabe preguntarse qué sentido tendría su utilización en el interior de una mina, un espacio de reducidas dimensiones que se ve constantemente modificado mediante la abertura de nuevas galerías, el ciego de las antiguas, la extracción del estéril, etc. En este contexto cabría esperar otro tipo de recipientes, más pequeños y de cómodo manejo. Este hecho ha sido constatado en diferentes minas de cobre de la prehistoria europea, tanto subterráneas como beneficiadas mediante explotación a cielo abierto: Monte Loreto (Liguria, Italia), distrito de Cabrières-Péret (Hérault, Francia) y Saint-Véran (Hautes Alpes, Francia) (Ambert y Barge 1991; Ambert *et al.* 2009; Barge *et al.* 1998; Bouquet *et al.* 2006; Maggi y Pearce 2005). Un ejemplo de gran interés se encuentra en la explotación cuprífera de Rudna Glava (Madjanpek, Serbia), una de las más antiguas de Europa (mediados del VI milenio cal ANE). Dicha mina está compuesta por pozos poco profundos, los cuales siguen la disposición de las vetas de carbonatos de cobre. En el interior de los mismos se recuperó una gran cantidad de cerámicas de tipología variada, acumuladas en diferentes depósitos. Sin embargo, en ningún caso se trataba de grandes contenedores de dimensiones comparables a los existentes en el Forat de la Tuta (véase Bori 2009; Jovanovi 1980; Jovanovi y Ottaway 1976).

En segundo lugar, las características geológicas de la zona de Riner indican que las mineralizaciones de cobre potencialmente explotables serían de tipo superficial y muy escasa envergadura. Según Mata-Perelló (2002), los minerales de la zona son mayoritariamente carbonatos fruto de la oxidación

de los sulfuros originarios. Estas mineralizaciones se encuentran asociadas a niveles sedimentarios de areniscas rojas ("red beds") ubicadas en la base de paleocanales y con tonalidades ocreas como consecuencia de la presencia de hierro. Su formación es siempre terciaria y perteneciente al Oligoceno. Como denominador común de estos criaderos cabe destacar, por una parte, su carácter diseminado, estando los minerales distribuidos entre los poros de las rocas detríticas (areniscas o conglomerados). A ello cabe sumar su escasa potencia, que oscila entre pocos milímetros y un centímetro, a pesar de la gran vistosidad que siempre provocan los carbonatos de cobre. En estas circunstancias, el sistema de explotación a cielo abierto habría sido el más plausiblemente aplicado durante la prehistoria, llevando a cabo aberturas o trincheras de escasa profundidad. Es difícil imaginar que unas mineralizaciones de estas características generaran una minería subterránea de galerías y/o pozos, en el interior de las cuales pudiera quedar atrapado el supuesto minero. Los datos actuales sobre minería prehistórica en la Península Ibérica indican, además, que la gran mayoría de explotaciones metálicas del III y II milenio cal ANE, todas ellas sobre carbonatos, se habrían realizado a cielo abierto. Así lo atestiguan la Loma de la Tejería (Albarracín, Teruel), el Covacho de los Hombres Verdes (Urbiola, Navarra), Cuchillares (Campofrío, Huelva), Berrocal (Mérida, Badajoz) o Los Paredones (Almudena de la Plata, Sevilla) (Hunt 2003: 376-383; Martín-Bueno y Pérez Arrondo 1994: 168; Rodríguez de la Esperanza 2002; Montero y Rodríguez de la Esperanza 2008). La única excepción a esta norma está representada por las minas asturianas de El Milagro y El Aramo, explotadas de forma subterránea mediante intrincadas galerías y pozos. Entre los minerales explotados en ellas abundan los carbonatos y los óxidos (cuprita), aunque también están presentes algunos sulfatos y arseniatos (Blas Cortina 1996; 2005).

Por último y como aspecto más concluyente, no existen otros datos aparte de los ya citados que certifiquen de forma incuestionable la interpretación del yacimiento en tanto explotación minera. Los moldes metalúrgicos son útiles relacionados con la fundición de metal, no con la extracción o procesado de mineral. Por otra parte, el mineral desgajado indica la existencia de menas de cobre potencialmente explotables pero no su aprovechamiento probado. Junto a un minero cabría haber documentado otro tipo de útiles, como mazas o picos líticos, picos-palanca de cuerna de cérvido o cuñas y cinceles de hueso. Estos son los artefactos que se han recuperado en las principales minas prehistóricas de minerales metálicos (véase Ambert *et al.* 1984; 2009; Barge *et al.* 1998; Blas Cortina 1996; 2005; Chernykh 1978; Craddock 1995; Gale 1995; Jovanovic y Ottaway 1976; Maggi y Pearce 2005; Pascale 2003; Timberlake 2002; 2003). Otro buen ejemplo de este tipo de evidencias está representado en el conocido "Hombre de Cobre", un minero momificado encontrado a finales del s. XIX en el interior de una galería de la mina Restauradora (Chuquicamata, Chile). Junto a él fueron localizadas sus herramientas de trabajo perfectamente conservadas: mazas líticas enmangadas, cestos de mimbre,

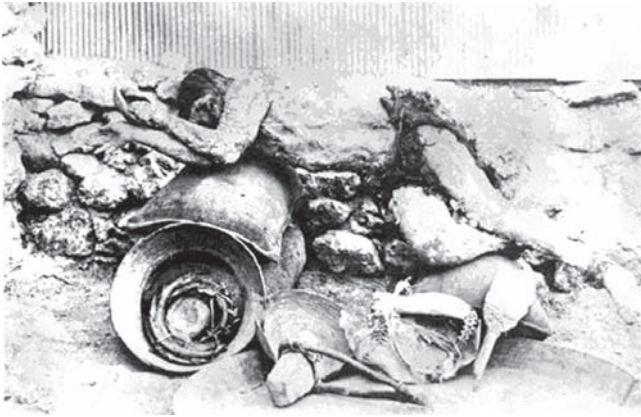


Figura. 7. Fotografía del “Hombre de Cobre”, mina Restauradora (Chuquicamata, Chile) (Bird 1979: 110).

palas de madera, bolsa de cuero, etc. Pero entre ellos estaban totalmente ausentes los útiles vinculados con la reducción de mineral y la fundición de metal (moldes, toberas, crisoles) (fig. 7) (Bird 1979: 115).

Las tragedias mineras como el ejemplo de Chile están documentadas solo de forma muy excepcional en la prehistoria europea. Uno de los pocos casos corroborados es el de la mina de La Preciosa (Peñaflores, Sevilla). En ella se descubrieron los esqueletos de dos mineros con mazas líticas con ranura para su empuje asociadas. Se encontraban en una cámara demasiado amplia al final de una galería que finalmente se hundió atrapándolos en su interior (Hunt 2005: 16). Por el contrario, son bastante más comunes las inhumaciones en el interior de las minas. Una de las explotaciones cupríferas más antiguas de Europa, Aibunar (Stara Zagora, Bulgaria), presenta varios casos fechados a inicios del V milenio cal ANE (Chernykh 1978). También se han publicado algunas inhumaciones procedentes de las minas de Can Tintorer (Gavà, Baix Llobregat, Barcelona), en este caso de variscita (finales del V – IV milenio cal ANE) (Villalba 1999). Asimismo, de la ya citada mina asturiana de cobre de El Aramo provienen entre veintidós y veintinueve inhumaciones de este tipo. Algunos de los restos humanos, localizados a finales del siglo XIX, fueron inicialmente interpretados como mineros atrapados mientras laboreaban. La revisión de los contextos y características de los hallazgos, fechados entre el III y II milenio cal ANE, ha demostrado que se trata de enterramientos de mineros y no de accidentes laborales (Blas Cortina 2005; 2010). La imagen de la “mina devoradora de hombres”, de la muerte violenta en plena explotación minera y del abandono de los cuerpos sepultados se gestó a lo largo del siglo XIX y primera mitad del XX. Su origen hay que buscarlo en los accidentes ocasionados por una minería de tipo industrial, sometida a un régimen de alta producción y, sobre todo, enfocada a la obtención del carbón, cuyas características específicas son inaplicables a otro tipo de minerías (Blas Cortina 2010: 138). Es precisamente esta preconcepción la que, posiblemente, jugó un importante papel en la interpretación del Forat de la Tuta.

A tenor de los datos expuestos, no es posible seguir defendiendo que este yacimiento constituye

una explotación minera de cobre. Las evidencias expuestas indican que no nos encontramos frente a una mina cuprífera sino ante un enterramiento con su correspondiente ajuar erróneamente identificado. Las circunstancias del hallazgo impiden el establecimiento de las características de la estructura funeraria. Únicamente a partir del conocimiento de los tipos y cronología de las tumbas empleadas a lo largo del Bronce Inicial es posible proponer que difícilmente se trataría de un sepulcro megalítico. Las dataciones actuales apuntan a que este tipo de evidencias funerarias se concentran a inicios del periodo (c. 2350 – 1850 cal ANE). Existen más posibilidades de que la inhumación se hubiera realizado originariamente en el interior de una cueva o abrigo, una fosa o silo o una cámara con pozo de acceso (Soriano 2010: 96-100). Sin poder distinguir entre estas posibilidades, sí puede afirmarse que se trata de una inhumación individual en la que destacan como elementos de ajuar la presencia de útiles metalúrgicos relacionados con la fundición. Pero ¿es este un tipo de práctica funeraria desconocida en la prehistoria europea?

## De tumbas de metalúrgico en la prehistoria reciente europea

A lo largo del III y II milenio cal ANE se detectan en diferentes grupos arqueológicos europeos contextos funerarios muy similares al Forat de la Tuta. La zona de mayor concentración de hallazgos se localiza en el centro y este de Europa así como en el sur de Rusia. Este tipo de sepulturas, denominadas comúnmente tumbas de metalúrgico, se caracterizan por los siguientes rasgos (Mohen 1991: 131-134):

- Se trata de tumbas mayoritariamente individuales aunque en casos esporádicos pueden ser dobles. En este último caso, los restos de los inhumados nunca se encuentran mezclados sino claramente individualizados y con ajuar asociado. Este hecho denota una evidente intencionalidad social en aislar a los sujetos enterrados.
- El estudio antropológico de los restos humanos indica que los individuos son siempre varones adultos.<sup>7</sup> Por desgracia todavía existe un número importante de tumbas que carecen de un análisis de estas características.
- Los artefactos metalúrgicos depositados se vinculan con actividades de fundición y tratamientos posteriores (conformado, forja, mantenimiento). En ningún caso se detectan útiles mineros o relacionados con el procesado y reducción del mineral. De esta manera, se observa una clara diferenciación entre la extracción y procesado del mineral (el minero) respecto a la fundición y conformado del metal en objeto (el metalúrgico).
- Geográficamente se distinguen dos grupos de tumbas (fig. 8). En Rusia y este de Europa predominan las inhumaciones con elementos vinculados

7. Las únicas excepciones de las que tengo constancia provienen de Europa del Este. Se trata de la tumba 5 del túmulo 3 de Aksay (Ucrania), con una mujer de entre 18-20 años, y la tumba 4 del túmulo 1 de Pershin (Rusia), la cual contenía un individuo masculino juvenil de entre 12-13,5 años (Bátora 2002: 219).



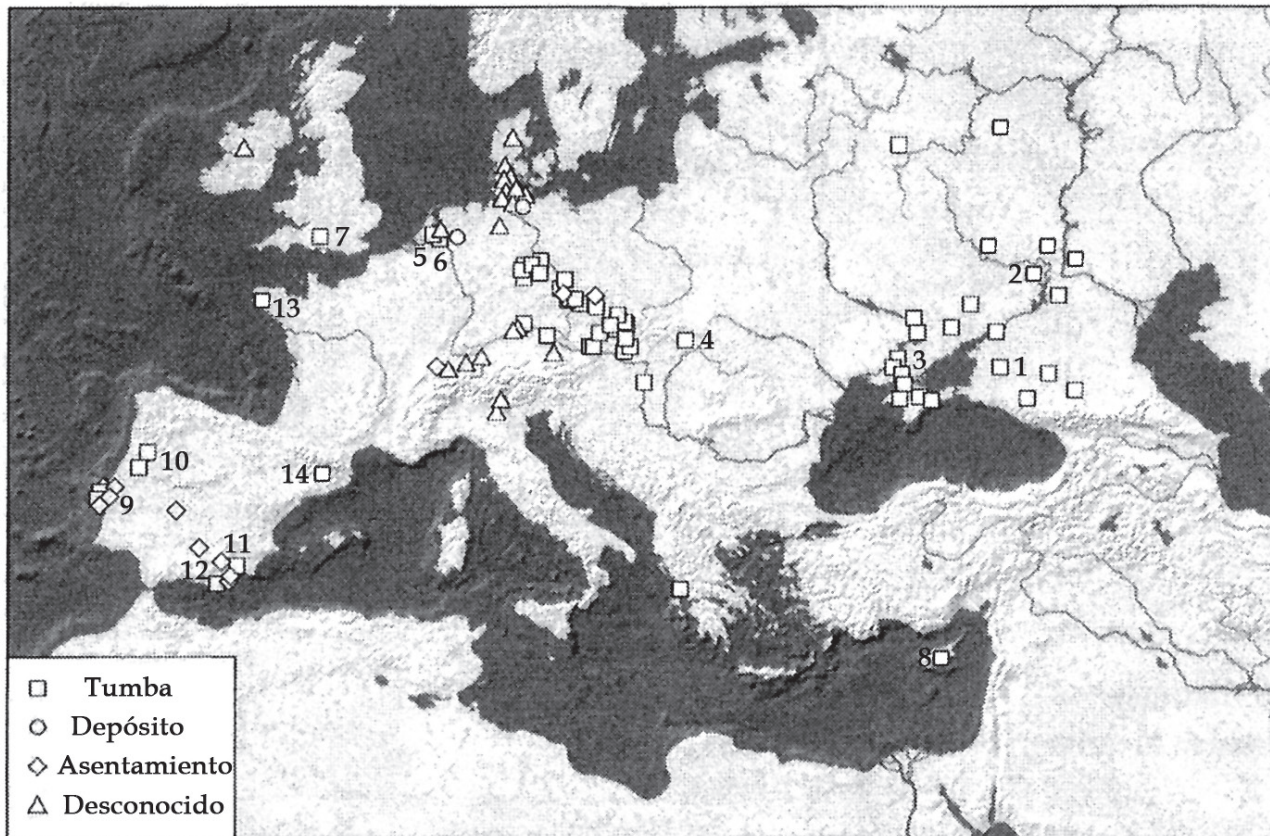


Figura 8. Distribución geográfica de las tumbas de metalúrgico así como de otros hallazgos de útiles metalúrgicos, según el tipo de yacimiento. Se indican las citadas en el texto. 1. Lebedi I (Kuban, Rusia). 2. Kalinovka (Volgograd, Rusia). 3. Malaya Ternovka (Zaporizka, Ucrania). 4. Nizna-Mysla (Eslovaquia). 5. Lunteren (Gelderland, Holanda). 6. Soesterberg (Utrecht, Holanda). 7. “Arquero de Amesbury” (Wiltshire, Inglaterra). 8. Pyrgos (Chipre). 9. São Pedro do Estoril (Cascais, Portugal). 10. Orca da Seixas (Moimenta da Beira, Portugal). 11. Los Cipreses (Lorca, Murcia). 12. El Argar (Antas, Almería). 13. Kervellerin C (Cléguer, Bretagne, Francia). 14. Forat de la Tuta (a partir de Bátorá 2002: 180 y Freudenberg 2010: 27).

a la fundición (moldes, toberas, crisoles). Por el contrario, las tumbas de la parte oeste y sur del continente se caracterizan por contener artefactos relacionados con los tratamientos postfundición: martillos, yunques, pulidores, afiladores.

Recientemente han sido revisadas algunas de estas tumbas de metalúrgico, debido a la presencia de contextos similares en el Sudeste de la Península Ibérica (véase Delgado y Risch 2006). A pesar de ello, y con el objetivo de mostrar las similitudes existentes con el yacimiento objeto de estudio, considero imprescindible exponer brevemente aquellas de mayor relevancia así como las dadas a conocer con posterioridad. Cronológicamente las inhumaciones más antiguas se localizan a lo largo del norte del Cáucaso, zona desde la que se habrían extendido hacia el occidente europeo. Uno de los primeros ejemplos se fecha a inicios del III milenio cal ANE y pertenece al grupo de los Kurganes. El sujeto de la tumba 10 del Kurgan 3 de la necrópolis de Lebedi I (Kuban, Rusia) iba acompañado de dos moldes bivalvos de arcilla para hachas tubulares, otro molde univalvo abierto del mismo material para hacha plana, dos crisoles con asa, otro crisol o lingotera y dos martillos o yunques de forja lítica (Chernykh 1992: 80-83). A mediados del III milenio cal ANE esta práctica se encuentra ampliamente extendida, documentándose más de una treintena de inhumaciones vinculadas a

los grupos de las Catacumbas, Fatyanovo-Balanovo, Poltavka y Comunidad Nordcaucásica (Bátorá 2002; Kaiser 2005). Dos de las más espectaculares son la tumba 42 del túmulo 8 de Kalinovka (Volgograd, Rusia) y la tumba 7 del túmulo 2 de Malaya Ternovka (Zaporizka, Ucrania) (figs. 9 y 10). La primera contenía tres moldes (dos de ellos bivalvos para hachas tubulares), cuatro toberas decoradas y dos crisoles con asa. En la segunda se recuperaron nueve moldes o lingoteras (uno de ellos con cuatro matrices), dos toberas decoradas y seis crisoles con asa de tamaños consecutivos, lo que permitía la fácil colocación de unos dentro de otros para su cómodo transporte (Mohen 1991: 137-141).

En Europa central se localizan un importante número de contextos entre la segunda mitad del III e inicios del II milenio cal ANE. Estos se sitúan fundamentalmente en Hungría, República Checa, Eslovaquia y Alemania, y se encuentran asociados a diversos grupos arqueológicos: Campaniforme, Otomani y Úntice (Bátorá 2002; Freudenberg 2010). La tumba 280 de la necrópolis de Nizna-Mysla (Eslovaquia) sobresale entre el resto (fig. 11). El individuo masculino enterrado iba acompañado de un molde bivalvo de arenisca para aguja de cabeza discoidal, una tobera, un yunque lítico y dos agujas de bronce, una de las cuales había sido obtenida en dicho molde. A ello cabe añadir adornos de diferentes materias, tres

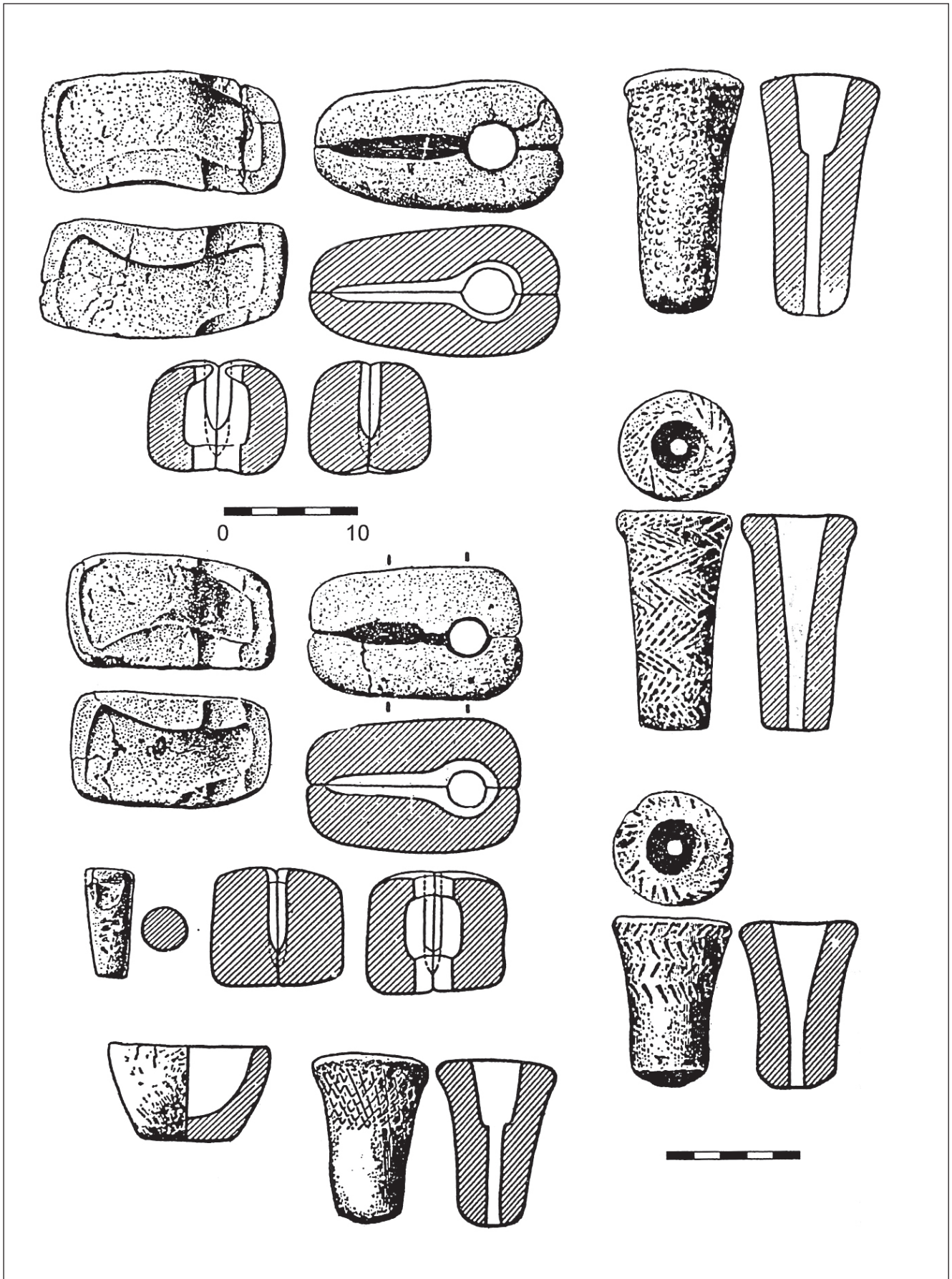


Figura 9. Objetos metalúrgicos de la tumba 42 del túmulo 8 de Kalinovka (Volgograd, Rusia) (Mohen 1991: 138).

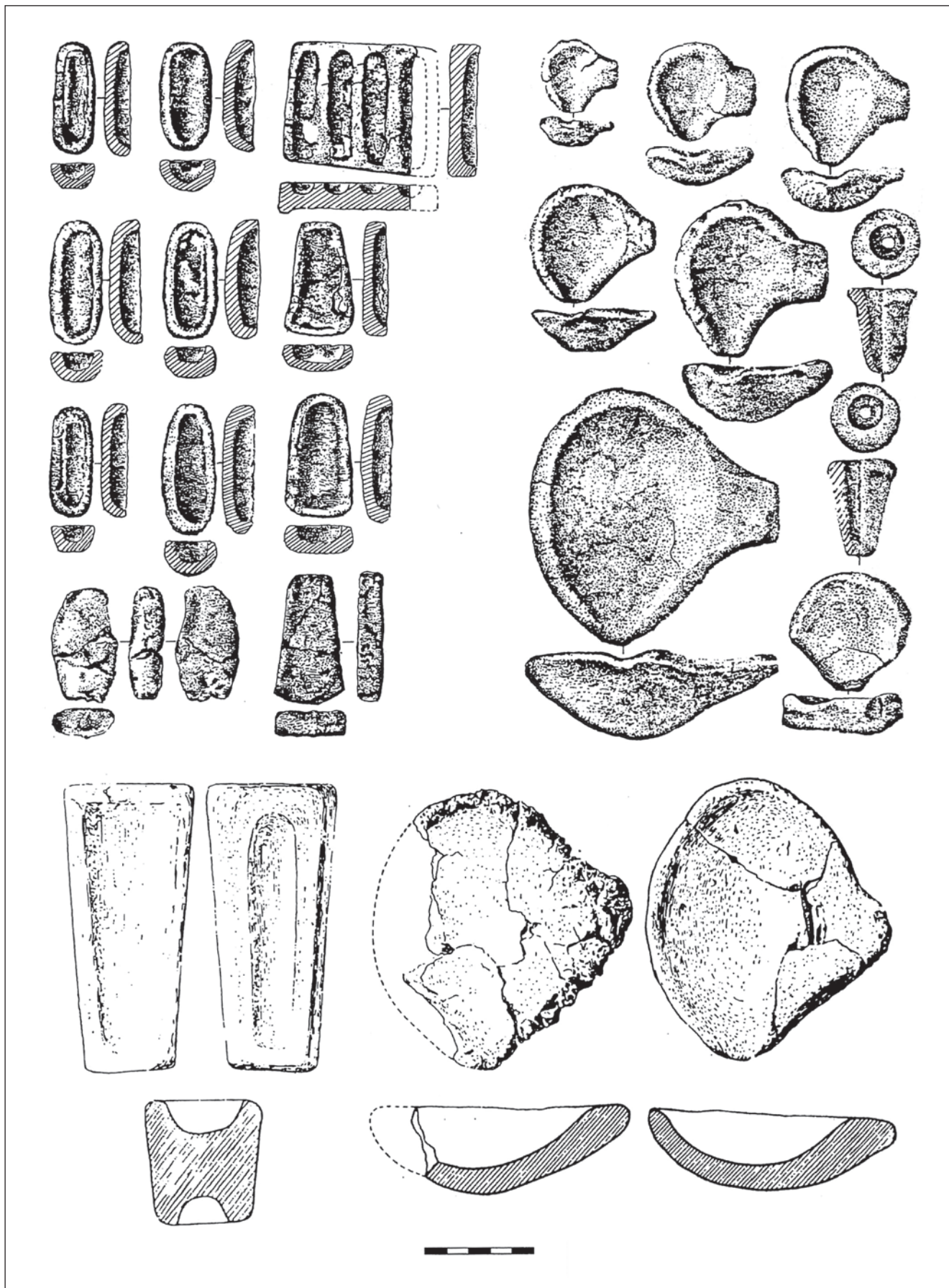


Figura 10. Objetos metalúrgicos de la tumba 7 del túmulo 2 de Malaya Ternovka (Zaporizka, Ucrania) (Mohen 1991: 139-140).

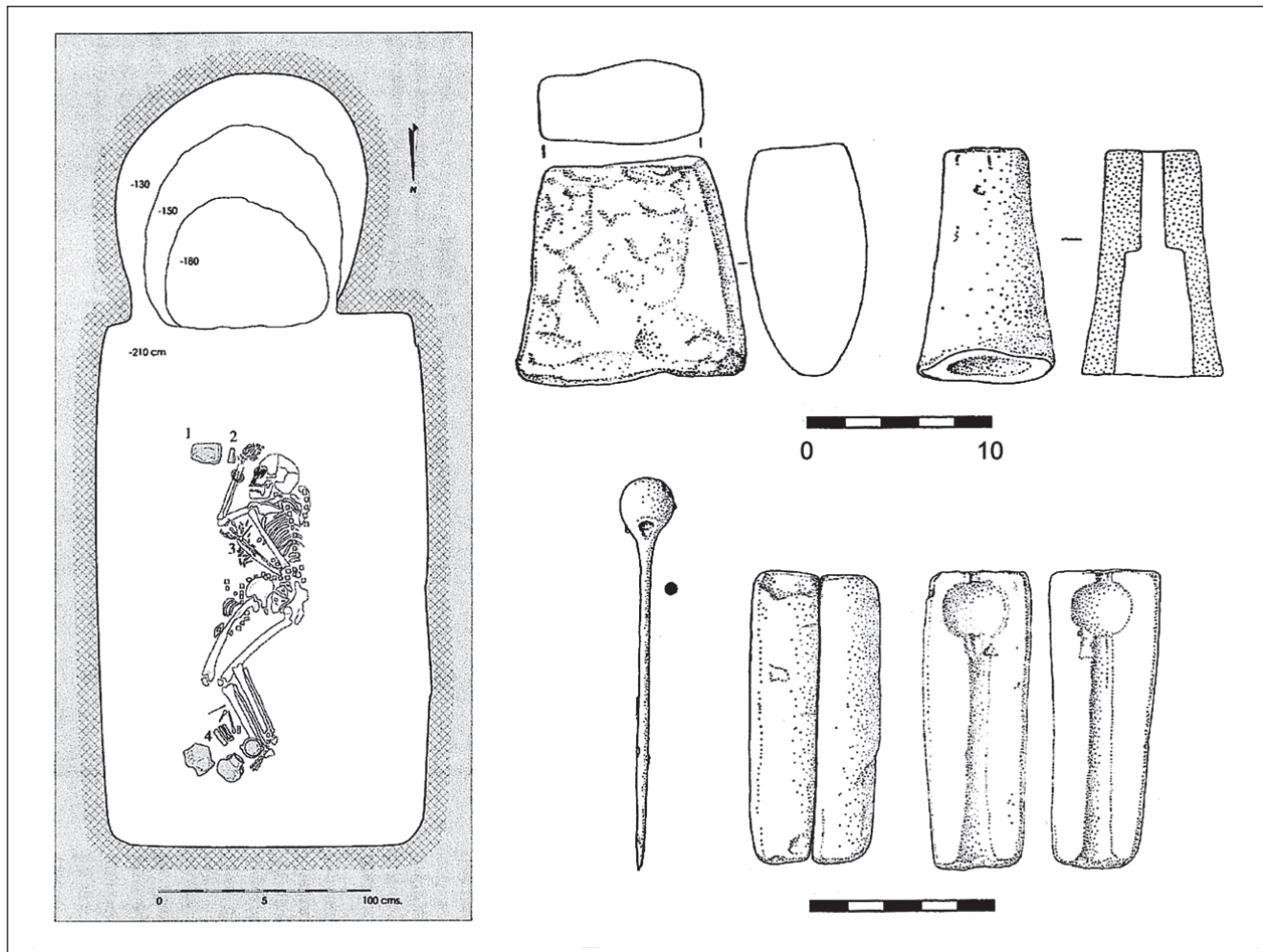


Figura 11. Objetos metalúrgicos de la tumba 280 de la necrópolis de Nizna-Mysla (Eslovaquia) (a partir de Delgado y Risch 2006: 40).

colmillos de jabalí, artefactos de obsidiana y vasijas cerámicas. Otras dos inhumaciones vinculadas al grupo Campaniforme (tipo Veluwe) se localizan en Europa del Norte. Se trata de la tumba 1 del túmulo de Lunteren (Gelderland) y la tumba de Soesterberg (Utrecht), ambas en Holanda. La primera contenía un enterramiento aparentemente doble acompañado de útiles líticos para el conformado de objetos metálicos: dos yunques, un martillo y una placa de afilar. Junto a estos se recuperaron un punzón de cobre, dos vasos campaniformes, parte de un brazal de arquero, un hacha y seis puntas de flecha de sílex de morfología variada. El enterramiento de Soesterberg mostraba útiles similares: yunque, dos martillos, brazal de arquero, vaso campaniforme y dos colmillos de jabalí (Butler y Van der Waals 1967-1968: 63-68). El célebre “Arquero de Amesbury” (Wiltshire, Inglaterra), también de contexto Campaniforme, constituye el ejemplo más al oeste de todos los conocidos. Dentro de su tumba se recuperaron más de cien objetos, entre los que destacan tres puñales de cobre, dos apliques de oro vinculados con el tocado y dieciséis puntas de flecha de sílex. Las herramientas metalúrgicas documentadas fueron un yunque y dos brazales de arquero. El sujeto enterrado era un varón de entre 35 y 45 años cuya infancia transcurrió cercana a los Alpes, según ha demostrado el análisis de isótopos de estroncio (Fitzpatrick 2009).

En el Mediterráneo uno de los escasos ejemplos conocidos corresponde a la tumba nº 21 de Pyrgos (Chipre) (finales del III – inicios del II milenio cal ANE). Se trata de la inhumación más rica de toda la necrópolis, conteniendo más de un centenar de objetos cerámicos, metálicos y líticos. Estos últimos se diferencian claramente de los localizados en el resto de la isla y se relacionan con el trabajo de conformado y mantenimiento de objetos metálicos. Se trata de cuatro piedras de afilar de tamaños diversos; dos losas de trabajo interpretadas como yunques, y cuatro mazas o cilindros perforados cuyo uso se vincula al conformado de láminas metálicas por presión. La localización de una fina diadema de metal en la misma tumba así parece atestiguarlo (Belgiorno 2002).

Finalmente dentro de la Península Ibérica los casos documentados, no demasiado abundantes, corresponden al grupo Campaniforme y a la esfera Argárica (mediados del III – primera mitad del II milenio cal ANE). En relación al primero, las tumbas se localizan en el área portuguesa y corresponden a sepulcros múltiples en los que se realizaron enterramientos individualizados. Por desgracia los contextos corresponden a excavaciones antiguas menos detalladas de lo que cabría desear. Junto a la entrada original del Hipogeo 1 de São Pedro do Estoril (Cascais, Lisboa), adyacente a los restos humanos de dos o tres individuos, se recuperaron dos yunques, dos martillos, dos

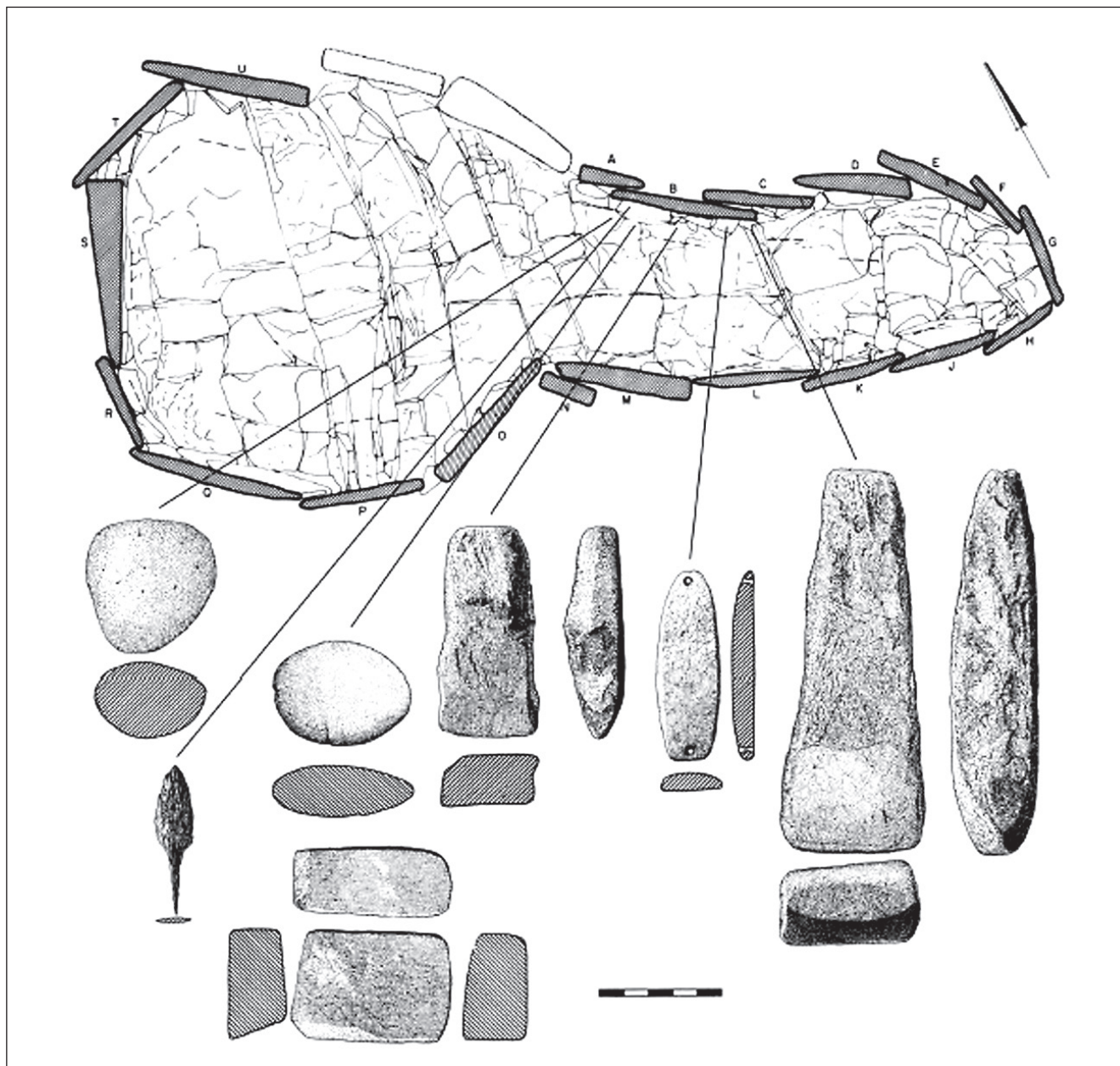


Figura 12. Objetos metalúrgicos del sepulcro megalítico de Orca da Seixas (Moimenta da Beira, Douro, Portugal) (a partir de Brandherm 2009: 175).

brazales de arquero y dos puñales de lengüeta, además de otros artefactos. Un caso similar se observa en el sepulcro megalítico de Orca da Seixas (Moimenta da Beira, Douro) (fig. 12). Dentro del corredor y cercanos a la entrada aparecieron, entre otros objetos, dos martillos, dos percutores esféricos, un brazal de arquero y una punta de Palmela. De la misma tumba procede un yunque cuya ubicación espacial no se documentó, pudiendo quizás vincularse con el resto de materiales citados (Brandherm 2009: 173).

En relación al grupo Argárico, recientemente ha sido publicado un contexto de gran relevancia: la tumba nº 3 de Los Cipreses (Lorca, Murcia). Se trata de una cista en la que se encontraba enterrado un individuo masculino de más de cincuenta años. Los útiles metalúrgicos depositados en calidad de ajuar, en todos los casos de tipo lítico, han sido analizados

mediante traceología. Los resultados atestiguan su uso en labores de acabado y mantenimiento de objetos metálicos, en calidad de yunques y martillos, afiladores (brazal de arquero) o pulidores (losa de trabajo). Junto a ellos se recuperaron varios objetos de cobre (alabarda, puñal, cuchillo), dos vasijas cerámicas y restos de ofrendas cárnicas. Los otros contextos conocidos con herramientas similares son las tumbas 580 y 597 de El Argar, ambas en urna. La primera contenía un individuo masculino de veinte-treinta años de edad junto a un yunque, una posible losa, un colgante de jabalí y varios objetos metálicos (cuchillo, hacha y adornos de plata y bronce). De la tumba 597 se desconoce el sexo y la edad del inhumado pero se sabe que también le acompañaba un yunque y una losa, además de un puñal, un vaso cerámico y diversos restos animales (Delgado y Risch 2006: 26-27).

La tumba del Forat de la Tuta, única en todo el Nordeste, se inserta dentro de esta tradición presente en gran parte de Europa. Su carácter individual, las características del sujeto inhumado (probable varón adulto) y el ajuar compuesto por herramientas metalúrgicas coinciden plenamente con los casos expuestos. Dentro de las dos tradiciones geográficamente diferenciadas, el yacimiento catalán muestra una mayor semejanza con las tumbas rusas y de Europa del Este: los útiles metalúrgicos se relacionan con la fundición y no con el conformado, forja o mantenimiento de artefactos metálicos. Este hecho no deja de ser sorprendente, dada la distancia cronológica y geográfica que separa ambas evidencias. Sin embargo cabe la posibilidad de que los actuales vacíos existentes respondan a carencias en la propia investigación y no a ausencias reales en el registro arqueológico. Tal y como ha quedado demostrado para otras áreas europeas, esta situación podría superarse mediante el re-estudio de antiguas excavaciones (Freudenberg 2010: 27-28). Asimismo, la localización de una tobera en el túmulo armoricano de Kervellerin C (Cléguer, Morbihan, Bretagne) plantea la duda razonable de la existencia de tumbas de metalúrgico también en Francia. Dicha tumba, de tipo individual y sin otros artefactos recuperados, cuenta con una datación absoluta plenamente coincidente con la obtenida en el Forat de la Tuta (Gif-1968 = 3550-120 BP, carbón) (Briard 1984: 96, 287).

## Conclusiones y valoración

Los nuevos datos obtenidos mediante la revisión del Forat de la Tuta han puesto en evidencia que este yacimiento difícilmente puede seguir siendo considerado una mina prehistórica de cobre. En lugar de una explotación cuprífera nos encontramos frente a una tumba individual, situada cronológicamente en torno al 1600 cal ANE. No es posible conocer las características de la estructura mortuoria ni la posición originaria que ocuparían el cadáver y el rico ajuar que le acompañaba. A pesar de ello algunos de los artefactos recuperados, vinculados a labores de fundición de metal, convierten a esta inhumación en el único caso de tumba de metalúrgico en el Nordeste peninsular en la actualidad.

La interpretación de este tipo de sepelios en la prehistoria europea ha seguido dos líneas opuestas (véase Bátor 2002: 219; Brandherm 2009: 176-177; Delgado y Risch 2006: 41-42; Fitzpatrick 2009: 182; Freudenberg 2010: 27). Algunos investigadores defienden que los sujetos enterrados con herramientas metalúrgicas habrían estado en vida implicados en la producción metalúrgica. Es decir, se trataría de artesanos metalúrgicos. Otros, en cambio, argumentan que dichos útiles representan el control político sobre la producción de metales ejercida por un sector de la sociedad. Su presencia sería un símbolo que denotaría la pertenencia del inhumado a dicho grupo. Los términos actuales en los que está planteada esta discusión no solo impiden su resolución sino que hacen que esta sea completamente estéril. Ello se debe, por una parte, a que no se incide en la necesidad de emplear técnicas independientes que

permitan corroborar o refutar tales afirmaciones, como podrían ser ciertos tipos de análisis químicos sobre restos antropológicos. Su aplicación ha permitido, en algunos casos, detectar la exposición del cuerpo humano a altas dosis de contaminación por metales pesados (cobre, plomo, zinc, arsénico). La liberación de dichos metales ocurre cuando el mineral o el metal son expuestos a altas temperaturas, es decir, fundamentalmente en labores metalúrgicas. Un ejemplo de este tipo de estudios se encuentra en la necrópolis medieval de Brandes-en-Oisans (Huez, Rhône-Alpes, Francia), cuya población especializada en la extracción de plomo mostraba evidencias de su contaminación (Bailly-Maître *et al.* 1996). De forma similar, en los cabellos del famoso "Hombre de los Hielos" se detectaron restos de arsénico y cobre, lo que indica su implicación en procesos metalúrgicos de algún tipo (Montero y Orejas 2000: 11). Por otra parte y salvo contadas excepciones (véase Delgado y Risch 2006), la interpretación de estas tumbas se ha realizado al margen del proceso metalúrgico del que forman parte. Es difícil, por no decir imposible, valorarlas correctamente sin considerar el resto de evidencias contemporáneas vinculadas con la producción, distribución y uso de objetos metálicos.

En relación al Nordeste peninsular, los datos actualmente disponibles indican que la organización de la producción metalúrgica durante el Bronce Inicial se encuentra claramente estructurada, segmentada e interrelacionada entre diferentes asentamientos o enclaves. La extracción de cobre, únicamente documentada en la Solana del Bepo (Ulldemolins, Priorat, Tarragona) con más de setenta útiles mineros, muestra evidencias de una importante envergadura y/o periodo de explotación continuado. La reducción de mineral se constata exclusivamente en cavidades muy cercanas a dicha mina como son Cova de l'Heura (Ulldemolins), Cova del Buldó y Balma del Duc (ambas en Montblanc, Conca de Barberà), siendo su funcionalidad más probable la de talleres especializados. Mientras que la fundición del metal se desarrolla en hábitats estables al aire libre como los ya citados Minferri o Can Roqueta II, a los que cabe sumar Camp Cinzano (Vilafranca del Penedès, Alt Penedès, Barcelona), a lo largo de un amplio lapso de tiempo y empleando por vez primera útiles especializados (moldes de piedra, crisoles con perforación para el enmangue). Extracción, reducción y fundición son actividades localizadas siempre en yacimientos distintos, geográficamente separados pero inevitablemente unidos por relaciones de interdependencia. Estas relaciones se extienden por todo el territorio y entran de lleno en el ámbito de la distribución, tal y como demuestra la coincidencia morfológica entre matrices de moldes y artefactos metálicos. Hachas planas, hachas de rebordes y puñales de remaches muestran una alta coincidencia con moldes recuperados en yacimientos distantes. Así ocurre con los moldes para hachas de Minferri CM-1 y SJ-53: en el primer caso en relación al hacha plana de Croscat (Santa Pau, Garrotxa, Girona) y al de rebordes de Plana d'Ancosa (Querol, Alt Camp, Tarragona); y en el segundo caso con el ejemplar de rebordes de Las Paules (Barbastro, Huesca). También el único molde para puñales documentado, procedente

de Camp Cinzano, muestra una elevada coincidencia con los puñales de remaches de Cova de les Grioterres (Vilanova de Sau, Osona, Barcelona) y Cova de Mas Vilà (Santa Maria de Miralles, Anoia, Barcelona). En relación al yacimiento que nos ocupa, esta correspondencia es visible entre el molde incompleto con matriz para hacha y el hacha plana depositada en el Museu d'Arqueologia de Catalunya – Girona (n° inv. 201.820) (fig. 13). Estos datos denotan la existencia de un extenso sistema de circulación y/o intercambio de productos acabados, que en algunos casos supera los 150 km de distancia. Finalmente y en relación al uso, los útiles metálicos de este periodo como son las hachas, puñales y punzones, incrementan substancialmente sus características funcionales respecto al pasado (mejora del sistema de empuje, desarrollo del filo, morfología más resistente). Ello los hace especialmente valiosos en la consecución de múltiples actividades diarias. Los ornamentos, por su parte, presentan tipos nuevos aunque lo más destacable es su amortización en tumbas individuales o individualizadas. Así se constata en el caso de yacimientos dentro de cavidades como Montanissell (Sallent, Alt Urgell, Lleida) y Roc de les Orenetes (Queralbs, Ripollès, Girona) pero también en cistas megalíticas como la tumba 2 de Riols I (Mequinzenza, Zaragoza) y la de Vielha (Vall d'Aran, Lleida) (véase Armentano *et al.* 2007; Díez-Coronel 1974; Gómez y Royo 1991; Gómez *et al.* 1992; Toledo 1990). Tanto unos como otros se realizan en bronce, siendo esta la aleación empleada a lo largo de todo el periodo (Soriano 2010: 518-525).

A tenor de los datos expuestos ¿cómo debe, entonces, interpretarse la tumba del Forat de la Tuta? Sin ninguna duda, como una evidencia más de la importancia social que la producción metalúrgica tenía en estas comunidades, un hecho hasta ahora nunca demostrado. El metal constituía una prioridad social en la que se realizó una importante inversión de trabajo en forma de fuerza de trabajo, medios de producción y productos (infraestructuras, combustible, alimentos, etc.). A ello hay que sumar la consolidación y mantenimiento de redes relacionales con otros grupos. Era también la tecnología más avanzada del momento, con la que se obtenían útiles indispensables para la vida diaria. Pero también ornamentos centrales que acababan siendo amortizados en unas prácticas funerarias cada vez más disimétricas. Por último suponía también, en el caso de la fundición/conformado y en continuidad con los grupos precedentes, una práctica restringida a unos pocos y con un elevado componente mágico-ritual.<sup>8</sup> En ella, el estaño se habría ahora sumado a la fundición

8. Etnográficamente las actividades metalúrgicas suelen estar restringidas y controladas por un grupo selecto de la sociedad. Este dispone de la preparación y/o conocimientos necesarios y, a la vez, se encarga de traspasar sus habilidades a determinados sujetos de su elección. Por otra parte, la concepción de la metalurgia como un hecho mágico-ritual tiene cierta lógica debido a las sorprendentes transformaciones físicas acontecidas entre el mineral (estado sólido) al metal (estado líquido) y terminando en el objeto (sólido de nuevo). La visión del proceso por primera vez podría haber sido concebida incluso como la creación de materia a partir de la nada. Ello hace que a menudo se rodee de rituales específicos, canciones e incluso tabúes (Budd y Taylor 1995: 138-139; Roberts 2008: 364).

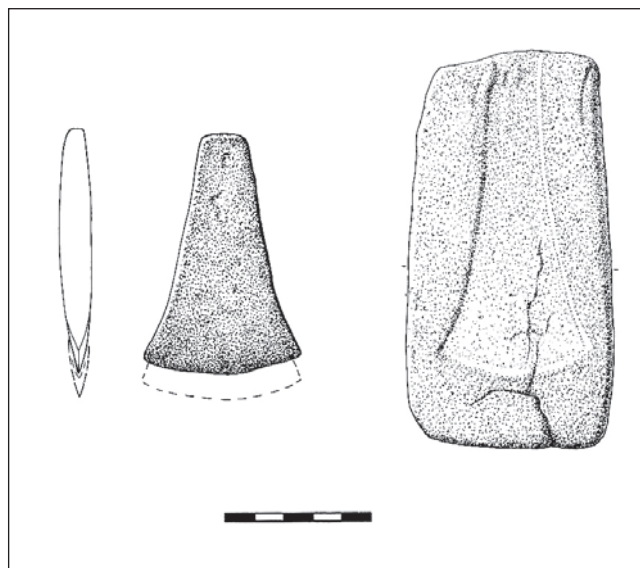


Figura 13. Coincidencia morfológica entre un molde del Forat de la Tuta y el hacha plana del MAC-Girona (n° inv. 201.820). Hacha según Monteagudo (1977: tafel 30 n° 566D).

como nuevo “ingrediente alquímico”, haciendo variar las propiedades físicas de la materia. Y de ella se dependería para usar, reparar y mantener en uso los artefactos metálicos de la comunidad a través de su conformado y manipulación (Soriano 2010: 525-529). Dentro de este contexto socioeconómico, el Forat de la Tuta es una innegable constatación de la elevada consideración social de que gozaría el grupo implicado en estas labores, el de los metalúrgicos. Sin embargo, tendrá que ser la investigación futura la que determine si se trataba o no de un sector especializado y en qué grado, así como qué tipo de relaciones mantenían con el resto de la comunidad dentro del proceso global de producción de la sociedad. Quedan todavía muchos aspectos inexplorados en la producción metalúrgica prehistórica del Nordeste peninsular.

## Agradecimientos

Quiero expresar mi agradecimiento al resto de miembros de GRANEP, Paz Balaguer, Emiliano Hinojo y Camila Oliart por la revisión y comentarios a este artículo. A Ignacio Montero (CCHS-CSIC) por su colaboración y soporte técnico en los análisis composicionales. A Jaume Bernades, director del Museu Diocesà i Comarcal de Solsona, así como a Montse Creus por todas las facilidades prestadas para el estudio de este yacimiento. Finalmente a los dos revisores anónimos cuyos comentarios han servido para mejorar el presente trabajo. Esta investigación ha sido posible gracias al soporte del CUR del Departament d'Innovació, Universitats i Empresa de la Generalitat de Catalunya y de la Fundación Juanelo Turriano.

Ignacio Soriano Llopis

Grup de Recerca Arqueològica del Nord-est Peninsular – GRANEP y Departamento de Prehistoria, Universidad Autónoma de Barcelona. Facultad de Filosofía y Letras, Edificio B, 08193 Bellaterra, Barcelona. nachsoriano@hotmail.com

## Bibliografía

- ALFONSO, J., SUBIRÀ, E. y MALGOSA, A. (2004). Estudi de les restes humanes del Mas d'en Boixos (Pacs, Alt Penedès). En: Genera, M. (ed.). *Actes de les Jornades d'Arqueologia i Paleontologia 2001. Comarques de Barcelona, vol. 1*. Direcció General de Patrimoni Cultural. Servei d'Arqueologia: 82-90.
- AMBERT, P. y BARGE, H. (1991). Les mines préhistoriques de Cabrières (Hérault). Leur importance pour la métallurgie chalcolithique languedocienne. En: MOHEN, J. P. y ÉLUÈRE, C. (eds.). *Découverte du métal*. Picard, Millénaire, 2: 259-277.
- AMBERT, P., BARGE, H., BOURHIS, J.-R. y ESPEROU, J.-L. (1984). Mines de cuivre préhistoriques de Cabrières (Hérault). Premiers résultats. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 81.3: 83-88.
- AMBERT, P., FIGUEROA-LARRE, V., GUENDON, J.-L., KLEMM, V., LAROCHE, M., ROVIRA, S. y STRAHM, CH. (2009). The Copper Mines of Cabrières (Hérault) in Southern France and the Chalcolithic Metallurgy. En: KIENLIN, T. L. y ROBERTS, B. W. (eds.). *Metals and Societies. Studies in honour of Barbara S. Ottaway*. Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie, Dr. Rudolf Habelt GmbH, Band 169. Bonn: 285-295.
- ANDÚGAR, L. y SAÑA, M. (2004). La gestió ramadera durant el segon mil·lenni. *Cypsela*, 15: 209-228.
- ARMENTANO, N., GALLART, J., JORDANA, X., LÓPEZ, J. B., MALGOSA, A. y RAFEL, N. (2007). La cova sepulcral de Montanissell (Sallent, Coll de Nargó, Alt Urgell): pràctiques funeràries singulars durant l'edat del bronze al Prepirineu. *Tribuna d'Arqueologia*, 2006: 141-167.
- BAILLY-MAÎTRE, M-CH., SIMONEL, B., BARRÉ, N. y BOULLE, E. L. (1996). Travail et milieu. Incidences sur une population au Moyen Âge. *L'identité des Populations Archéologiques. XVI<sup>e</sup> Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes*. APDCA, Sophia Antipolis: 211-243.
- BARGE, H., ANVEL, B., ROSTAN, P. y GUENDON, J. L. (1998). La mine des Clausis à Saint-Véran (Hautes-Alpes): exploitation et aire de réduction du minerai de cuivre d'époque préhistorique. En: MORDANT, C., PERNOT, M. y RYCHNER, V. (eds.). *L'Atelier du bronzier en Europe du xx<sup>e</sup> au viii<sup>e</sup> siècle avant notre ère. Tome II: Du minéral au métal, du métal à l'objet*. Actes du colloque international Bronze'96 (Neuchâtel y Dijon). CTHS. Paris: 71-81.
- BARTROLÍ, R. et al. (2004). *La cova de la Guineu: ocupacions i usos d'una cavitat de la serra de Font-rubí (Alt Penedès) del 9850 B.P. a l'època recent. Memòria de les campanyes realitzades en els anys 2000, 2001 i 2002*. Servei d'Arqueologia i Paleontologia. Generalitat de Catalunya.
- BÁTORA, J. (2002). Contribution to the problem of "craftsmen" graves at the end of Aeneolithic and in the Early Bronze Age in Central, Western and Eastern Europe. *Slovenská Archeológia*, 50.2: 179-228.
- BELGIORNO, M. R. (2002). Does tomb n° 21 at Pyrgos (Cyprus) belong to a blacksmith?. En: PROCOPIOU, H. y TREUIL, R. (dirs.). *Moudre et Broyer. L'interprétation fonctionnelle de l'outillage de mouture et de broyage dans la Préhistoire et l'Antiquité, vol. II*. CTHS. Paris: 73-80.
- BIRD, J. B. (1979). The "Copper Man": a prehistoric miner and his tools from northern Chile. En: BENSON, E. P. (ed.). *Pre-Columbian Metallurgy of South America. A Conference at Dumbarton Oaks (18-19 October 1975)*. Dumbarton Oaks. Washington D. C.: 105-132.
- BLAS CORTINA, M. A. DE (1996). La primera minería metálica del N. Peninsular. Las indicaciones del C14 y la cronología prehistórica de las explotaciones cupríferas de El Aramo y El Milagro. *Complutum Extra*, 6: 217-226.
- BLAS CORTINA, M. A. DE (2003). La mina como ámbito intraterreno y el cadáver como ofrenda ritual. A propósito de los esqueletos humanos hallados en las explotaciones cupríferas del Áramo. En: FERNÁNDEZ MANZANO, J. y HERRÁN MARTÍNEZ, J. I. (coords). *Mineros y fundidores en el inicio de la Edad de los Metales: el Midi francés y el norte de la Península Ibérica*. Caja España. León: 32-48.
- BLAS CORTINA, M. A. DE (2005). Un témoignage probant de l'exploitation préhistorique du cuivre dans le nord de la Péninsule Ibérique: le complexe minier d'El Aramo (Asturies). En: AMBERT, P. y VAQUER, J. (eds.). *La première métallurgie en France et dans les pays limitrophes*. Mémoire XXXVII de la Société Préhistorique Française: 195-205.
- BLAS CORTINA, M. A. DE (2010). El expolio del subsuelo y las prácticas rituales en la minería prehistórica: a propósito del hallazgo de esqueletos humanos en las explotaciones de cobre en Asturias. En: FERNÁNDEZ-TRESGUERRAS, J. A. (COORD). *Cobre y oro. Minería y metalurgia en la Asturias prehistórica y antigua*. Real Instituto de Estudios Asturianos. Oviedo: 127-169.



- BORIĆ, D. (2009). Absolute Dating of Metallurgical Innovations in the Vinča Culture of the Balkans. En: KIENLIN, T. L. y ROBERTS, B. W. (eds.). *Metals and Societies. Studies in honour of Barbara S. Ottaway*. Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie, Band 169. Bonn: 191-245.
- BOUQUET, L., FIGUEROA-LARRE, V., LAROCHE, M., GUENDON, J.-L. y AMBERT, P. (2006). Les Neuf-Bouches (district minier Cabrières-Péret), la plus ancienne exploitation minière de cuivre de France: travaux récents, conséquences. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 103.1: 143-159.
- BRANDHERM, D. (2009). The Social Context of Early Bronze Age Metalworking in Iberia: Evidence from the Burial Record. En: KIENLIN, T. L. y ROBERTS, B. W. (eds.). *Metals and Societies. Studies in Honour of Barbara S. Ottaway*. Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie, Dr. Rudolf Habelt GmbH, Band 169. Bonn: 172-179.
- BRIARD, J. (1984). *Les Tumulus d'Armorique. L'Âge du Bronze en France-3*. Picard. París.
- BUDD, P. y TAYLOR, T. (1995). The Faerie Smith Meets the Bronze Industry: Magic Versus Science in the Interpretation of Prehistoric Metal-Making. *World Archaeology*, 27.1: 133-143.
- BUTLER, J. J. y VAN DER WAALS, J. D. (1967-1968). Bell Beakers and Early Metal-Working in the Netherlands. *Palaeohistoria*, 12: 41-140.
- CARLÚS, X., LÓPEZ CACHERO, J., TERRATS, N., OLIVA, M., PALOMO, T. y RODRÍGUEZ, A. (2008). Diacronia durant la prehistòria recent a Can Roqueta (Sabadell-Barberà del Vallès, Vallès Occidental) entre el VI i el I mil·lenni cal ANE. *Cypsela*, 17: 115-142.
- CHERNYKH, E. N. (1978). Aibunar – a Balkan Copper Mine of the Fourth Millennium BC. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 44: 203-217.
- CHERNYKH, E. N. (1992). *Ancient Metallurgy in the USSR. The Early Metal Age*. Cambridge University Press. New Studies in Archaeology. Cambridge.
- CHIMENOS, E. (1990). *Estudio paleoestomatológico de las poblaciones prehistóricas de Catalunya*. Pórtico. Zaragoza.
- CRADDOCK, P. T. (1995). *Early Metal Mining and Production*. Edinburgh University Press. Edinburgh.
- DELGADO, S. y RISCH, R. (2006). La tumba nº 3 de Los Cipreses y la metalurgia argárica. *Alberca*, 4: 21-50.
- DIEZ-CORONEL, L. (1974). Una sepultura del Bronce en Viella (Lérida). En: RIPOLL, E. (ed.). *Miscelánea Arqueológica. XXV Aniversario de los Cursos Internacionales de Prehistoria y Arqueología en Ampurias (1947-1971), tomo I*. Diputación Provincial de Barcelona. Barcelona: 303-309.
- EDO, M., VILLALBA, M. J. y BLASCO, A. (2001). *Cova de Can Sadurní. Memòria d'Excavació Campanya 1997 i 1998*. Servei d'Arqueologia i Paleontologia. Generalitat de Catalunya.
- EDO, M., VILLALBA, M. J. y BLASCO, A. (2004). *Cova de Can Sadurní. Memòria d'Excavació Campanya 2001*. Servei d'Arqueologia i Paleontologia. Generalitat de Catalunya.
- EQUIP MINFERRI (1997). Noves dades per a la caracterització dels assentaments a l'aire lliure durant la primera meitat del II mil·lenni cal. BC: primers resultats de les excavacions en el jaciment de Minferri (Juneda, les Garrigues). *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 7: 161-211.
- FITZPATRICK, A. (2009). In his Hands and in his Head: The Amesbury Archer as a Metalworker. En: CLARK, P. (ed.). *Bronze Age Connections. Cultural Contact in Prehistoric Europe*. Oxbow Books. Oxford and Oakville: 176-188.
- FRAILE, A. (2007). *Moldes de fundición de la Edad del Bronce en la Península Ibérica: Ensayo tipológico y cartográfico*. Trabajo de Investigación de Tercer Ciclo, Universidad de Valladolid. Valladolid [inédito].
- FREUDENBERG, M. (2010). Stone Age or Bronze Age? Cushion Stones and other Stone Tools Used for Early Metalworking in Schleswing-Holstein. En: VALENTIN, B. (ed.). *Lithic Technology in Metal Using Societies. Proceedings of a UISPP Workshop* (Lisbon, 09/2006). Jutland Archaeological Society Publications vol. 67, Højbjerg: 9-22.
- GALBANY, J., GARRIGA, N., MAJORAL, M., SALICHS, M., COLL, R. y FLUXÀ, J. (2008). Microdesgaste y patología dental en la población de la Edad del Bronce de "Mar i Muntanya" (Alella, Barcelona). *Revista Española de Antropología Física*, 28: 25-36.
- GALE, D. (1995). A Comparative Study of the Earliest European Copper Mining Tools. En: JOVANOVIĆ, B. (ed.). *Ancient Mining and Metallurgy in Southeast Europe. International Symposium*. Archaeological Institute. Belgrade: 47-53.
- GENERA, M. y MATA-PERELLÓ, J. M. (e.p.). Una visión actualizada acerca de la mina de cobre de Riner (Solsonès, Catalunya). *X Congreso Internacional sobre Patrimonio Geológico y Minero* (Cória, 24-27/11/2009). Instituto Geológico y Minero de España.
- GIP (2002). *Els colors de la Terra. La vida i la mort en una aldea d'ara fa 4000 anys. Minferri, Juneda*. Quaderns de la Sala d'Arqueologia, 1. Lleida.
- GÓMEZ, F. y ROYO, J. I. (1991). El poblado neolítico de Riols I (Mequinenza, Zaragoza). 3ª campaña 1988. *Arqueología Aragonesa*, 1988-1989: 55-60.
- GÓMEZ, F., REY, J. y ROYO, J. I. (1992). Estudio de materiales del poblado neolítico de Riols I (Mequinenza, Zaragoza). Campaña de 1990. *Arqueología Aragonesa*, 1990: 47-53.

- HUNT, M. A. (2003). *Prehistoric Mining and Metallurgy in the SW Iberian Peninsula*. BAR International Series, 1188. Oxford.
- HUNT, M. A. (2005). La explotación de los recursos minerales en Europa y la Península Ibérica durante la Prehistoria. *Bocamina. Patrimonio Minero de la Región de Murcia*, 3-18.
- JOVANOVIĆ, B. (1980). Los orígenes de la minería del cobre en Europa. *Investigación y Ciencia*, 46: 94-101.
- JOVANOVIĆ, B. y OTTAWAY, B. S. (1976). Copper Mining and Metallurgy in the Vinca Group. *Antiquity*, 50: 104-113.
- KAISER, E. (2005). Frühbronzezeitliche Gräber von Metallhandwerkern mit Gußformen für Schaftlochäxte im osteuropäischen Steppenraum. En: HOREJS, B., JUNG, R., KAISER, E. y TERŽAN, B. (eds.). *Interpretationsraum Bronzezeit. Bernhard Hänsel von seinen Schülern gewidmet*. Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie, Dr. Rudolf Habelt GmbH, Band 121. Bonn: 265-291.
- MAGGI, R. y PEARCE, M. (2005). Mid Fourth-Millennium Copper Mining in Liguria, North-West Italy: the Earliest Known Copper Mines in Western Europe. *Antiquity*, 79: 66-77.
- MARTÍ JUSMET, F. (1969-1970). Las hachas de bronce en Cataluña. *Ampurias*, 31-32: 105-151.
- MARTÍN, A., GALLART, J., ROVIRA HORTALÀ, M<sup>a</sup>. C. y MATA-PERELLÓ, J. M. (1999). Nordeste. En: DELIBES, G. y MONTERO, I. (coords.). *Las primeras etapas metalúrgicas de la Península Ibérica, II. Estudios regionales*. Instituto Universitario Ortega y Gasset. Madrid: 115-177.
- MARTÍN-BUENO, M. y PÉREZ ARRONDO, C. L. (1994). Protometalurgia y metalogénesis en la cuenca del Ebro. En: DOMERGUE, C. (coord.). *Minería y metalurgia en las civilizaciones mediterráneas y europeas, I*. Ministerio de Cultura. Madrid: 167-185.
- MATA-PERELLÓ, J. M. (2002). La geología y la mineralogía del yacimiento cuprífero de Riner (Solsonès, Catalunya Central, Depresión Geológica del Ebro). En: MATA-PERELLÓ, J. M. y GONZÁLEZ, J. R. (coords.). *Primer Simposio sobre la Minería y la Metalurgia Antigua en el SW Europeo (Serós, 5-7/05/2000)*. Centre d'Arqueologia d'Avinganya: 133-136.
- MAYA, J. L. (2002). La minería del cobre durante el Calcolítico y el Bronce Final en la Península Ibérica. En: MATA-PERELLÓ, J. M. y GONZÁLEZ, J. R. (coords.). *Primer Simposio sobre la Minería y la Metalurgia Antigua en el SW Europeo (Serós, 5-7/05/2000)*. Centre d'Arqueologia d'Avinganya: 87-115.
- MIRÓ, C. y MOLIST, N. (1982). Estudi de la fauna de Can Soldevila III. *Fulls d'Arqueologia i Història de Santa Perpètua de Mogoda*: 55-60.
- MOHEN, J. P. (1973). Les moules en terre cuite des bronziers protohistoriques. *Antiquités Nationales*, 5: 33-44.
- MOHEN, J. P. (1991). Les sépultures de métallurgistes du début des âges des métaux en Europe. En: MOHEN, J. P. y ELUÈRE, C. (eds.). *Découverte du métal*. Picard, Millénares, 2. Paris: 131-142.
- MOHEN, J. P. (1992). *Metalurgia prehistórica. Introducción a la paleometalurgia*. Masson. Barcelona.
- MONTEAGUDO, L. (1977). *Die Beile auf der Iberischen Halbinsel*. Prähistorische Bronzefunde Abteindung IX - Band 6. München.
- MONTERO, I. y OREJAS, A. (2000). Contaminación medioambiental en la antigüedad. Actividades minero-metalúrgicas. *Revista de Arqueología*, 236: 6-15.
- MONTERO, I. y RODRÍGUEZ DE LA ESPERANZA, M. J. (2008). Un pequeño campamento minero de la Edad del Bronce: la Loma de la Tejería (Albarracín, Teruel). *Trabajos de Prehistoria*, 65.1: 155-168.
- MONTERO, M. y SAÑA, M<sup>a</sup>. (2003). Anàlisi arqueozoològica dels conjunts de restes de fauna recuperats al jaciment de "Can Roqueta II" (Vallès Occidental). En: RODRÍGUEZ, A. y PALOMO, A. *Memòria dels treballs arqueològics desenvolupats a Can Roqueta II (Sabadell, Vallès Occidental) 1999/2000*. Servei d'Arqueologia i Paleontologia. Generalitat de Catalunya.
- MUÑOZ, V. (2005). *Memòria científica de la intervenció arqueològica preventiva Ronda Nord de Granollers – Tram 1 (Les Franqueses del Vallès-Granollers). Excavació del Jaciment Arqueològic del Pla del Serrador (Les Franqueses del Vallès, Vallès Oriental)*. 4 vols. Servei d'Arqueologia i Paleontologia. Generalitat de Catalunya.
- OMS, J. I. y ANFRUNS, J. (1995). La Cabana de Perauba. Estudi antropològic i odontològic. *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 5: 143-146.
- OMS, J. I. y ANFRUNS, J. (2001). Paleopatologia i antropologia dentària. En: CLOP, X. y FAURA, J. M. *El Sepulcre megalític de les Maioles (Rubió, Anoia). Pràctiques funeràries i societat a l'altiplà de Catalunya 2000-1600 cal ANE*. *Estrat*, 7: 105-110.
- OTTAWAY, B. S. y WANG, Q. (2004). *Casting Experiments and Microstructure of Archaeological Relevant Bronzes*. BAR International Series, 1331. Oxford.
- PASCALE, A. DE (2003). Hammerstones from Early Copper Mines: sintesi dei ritrovamenti nell'Europa e nel Mediterraneo orientale e prime considerazioni sui mazzuoli di Monte Loreto (IV Millennio BC – Liguria). *Revista di Studi Liguri*, 64: 5-42.
- PETIT, M<sup>a</sup>. A. (1986). *Contribució al estudio de la Edad del Bronce en Cataluña (comarcas de El Moianès, Vallès Oriental, Vallès Occidental, Barcelonès, Maresme y Baix Llobregat)*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona [inédito].

- RAURET, A. M.<sup>a</sup> (1976). *La metalurgia del bronce en la Península Ibérica durante la Edad del Hierro*. Instituto de Arqueología y Prehistoria. Universidad de Barcelona. Barcelona.
- RIHUETE, C. (2000). *Dimensiones bio-arqueológicas de los contextos funerarios. Estudio de los restos humanos de la necrópolis prehistórica de La Cova des Càrritx (Cutadella, Menorca)*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. <<http://www.thesesenxarxa.net/TDX-0125102-111847/>>.
- ROBERTS, B. W. (2008). Creating Traditions and Shaping Technologies: Understanding the Earliest Metal Objects and Metal Production in Western Europe. *World Archaeology*, 40.3: 354-372.
- RODRÍGUEZ DE LA ESPERANZA, M.<sup>a</sup> J. (2002). Afloramientos aislados de cobre como puntos de abastecimiento en el Calcolítico y Edad del Bronce: La mina de la Loma de la Tejería (Albarracín, Teruel). En: MATA-PERELLÓ, J. M. y GONZÁLEZ, J. R. (coords.). *Primer Simposio sobre la Minería y la Metalurgia Antigua en el SW Europeo (Serós, 5-7/05/2000)*. Centre d'Arqueologia d'Avinganya: 137-145.
- ROVIRA, S. y MONTERO, I. (2003). Natural Tin-Bronze Alloy in Iberian Peninsula Metallurgy: Potentiality and Reality. En: GIUMLIA-MAIR, A. y LO SCHIAVO, F. (eds.). *Le problème de l'étain à l'origine de la métallurgie. The Problem of Early Tin*. BAR International Series, 1199. Oxford: 15-22.
- ROVIRA, S., MONTERO, I. y CONSUEGRA, S. (1997). *Las primeras etapas metalúrgicas de la Península Ibérica, I. Análisis de materiales*. Instituto Universitario Ortega y Gasset. Madrid.
- SERRA RÀFOLS, J. DE C. (1924). Els començos de la mineria i la metal·lúrgia del coure a la Península Ibèrica. *Butlletí de l'Associació Catalana d'Antropologia, Etnologia i Prehistòria*, 3: 147-186.
- SERRA VILARÓ, J. (1915-1920). Mina i fundició d'aram del primer període de l'Edat del bronze de Riner. *Anuari de l'Institut d'Estudis Catalans*, VI: 535-538.
- SERRA VILARÓ, J. (1920). Mina i fundició d'aram del primer període de l'Edat del Bronze. *Butlletí del Centre Excursionista de Catalunya*, 301: 33-39.
- SERRA VILARÓ, J. (1924). *De Metal·lúrgia Prehistòrica a Catalunya*. Musaeum Archaeologicum Dioecesanum. Solsona.
- SIMÓN, J. L. (1998). *La metalurgia prehistórica valenciana*. Servicio de Investigación Prehistórica. Serie de Trabajos Varios, 93. Valencia.
- SORIANO, I. (2010). *Producción metalúrgica prehistórica en el nordeste de la Península Ibérica (mediados del IV – II milenio cal ANE)*. Aportaciones cronoculturales, tecnológicas y funcionales. Tesis doctoral, 2 vols. Universidad Autónoma de Barcelona [inédito].
- STANIASZEK, B. E. P. y NORTHOVER, J. P. (1983). The Properties of Leaded Bronze Alloys. *Proceedings of the 22<sup>nd</sup> Symposium on Archaeometry (30-3/03-04/1982)*. University of Bradford: 262-272.
- SUBIRÀ, E. (2005). *Informe antropològic de les inhumacions del jaciment de Mas d'en Boixos (Pacs, Alt Penedès)*. Campaña 2001-2002. Servei d'Arqueologia i Paleontologia. Generalitat de Catalunya.
- TIMBERLAKE, S. (2002). Ancient Prospection for Metals and Modern Prospection for Ancient Mines – The Evidence for Bronze Age Mining Within the British Isles. En: BARTELHEIM, M., PERNICKA, E. y KRAUSE, R. (eds.). *The Beginnings of Metallurgy in the Old World*. Verlag Marie Leidorf. Radhen: 327-357.
- TIMBERLAKE, S. (2003). Early Mining Research in Britain: The Developments of the Last Ten Years. En: CRADDOCK, P. y LANG, J. (eds.). *Mining and Metal Production Through the Ages*. British Museum Press. Londres: 21-42.
- TOLEDO, A. (1990). *La utilització de les coves des del Calcolític fins al Bronze Final al N.E. de Catalunya (2200-650 ac)*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona [inédita].
- VEGA, J. DE LA (1974). La difusión de la minería y la metalurgia del bronce en Cataluña en relación a la ausencia de este metal en sus yacimientos. *Mediterrania*, 8.
- VICENTE, J. M.<sup>a</sup> y GUTIÉRREZ, D. (2004). *Memòria de la intervenció a l'Escola Bressol de la Florida Nord (Sta. Perpètua de la Mogoda, Vallès Occidental)*. Servei d'Arqueologia i Paleontologia. Generalitat de Catalunya.
- VILLALBA, M.<sup>a</sup> J. (1999). Las sepulturas neolíticas del complejo minero de Can Tintorer y el modelo social de la población minera. *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 9: 41-73.
- VVAA (2003). *La Costa de can Martorell (Dosrius, El Maresme)*. Mort i violència en una comunitat del litoral català durant el tercer mil·lenni aC. *Laietània*, 14. Museu de Mataró. Mataró.