

Uso y manipulación del metal en el asentamiento protohistórico de Els Vilars (Arbeca, Lleida): los materiales de cobre y bronce

Las intervenciones arqueológicas efectuadas en el asentamiento de Els Vilars (Arbeca, Lleida) han aportado un conjunto de materiales metálicos de entre los s. VII y IV a.C. En este trabajo presentamos el estudio de las piezas de base cobre, correspondientes básicamente a objetos de carácter ornamental y a algunos restos de fundición. La clasificación tipológica se completa con una caracterización mediante técnicas arqueometalúrgicas (metalografía óptica y espectrografía —fluorescencia de rayos X—). Esto permite identificar las distintas composiciones y los procedimientos utilizados para producirlos y extraer conclusiones de tipo socio-económico sobre el uso y producción del cobre y sus aleaciones en el nordeste de la Península Ibérica durante la edad del hierro.

Palabras clave: Arqueometalurgia, cobre, bronce, edad del hierro,

Archaeological diggings in the protohistoric settlement of Els Vilars (Arbeca, Lleida - Spain) bring an ensemble of metallic items, between the 7th and 4th centuries B.C. Most of them are non-ferrous ornamental objects and only a few are smelting remains. Their typological classification is completed by an archaeometallurgical characterisation (optical metallography and spectrography X rays fluorescence methods) which allows the identification of different compositions and techniques used to produce them. The final issue of this paper is contributing to the knowledge of copper and bronze use and their production in the northern Iberian Peninsula during the Iron Age.

Key words: Archaeometallurgy, copper, bronze, Iron Age, Northern Spain.

1. Enfoque metodológico

El poblado fortificado de Els Vilars, descubierto en 1985 en el municipio de Arbeca, comarca de Les Garrigues (Lleida) (fig. 1), se ha convertido en el foco de un proyecto de investigación dirigido desde la Unitat d'Arqueologia, Prehistòria i Història Antiga de la Universitat de Lleida («Primera edad del hierro y época ibérica en la Cataluña occidental. Territorio y urbanismo», subvencionado por la DGICYT PS 92-0148), entre cuyas prioridades se cuentan la reconstrucción paleoambiental y paleoeconómica. El marco general de la investigación, la metodología aplicada por el equipo interdisciplinar que lo desarrolla, así como los resultados aportados hasta el momento pueden consultarse

en las síntesis publicadas por GARCÉS et al. (1993) y ALONSO et al. (1994-1996).

Una de las líneas de trabajo, la arqueometalúrgica, aborda el estudio de un conjunto de materiales formado por objetos metálicos, desechos, así como estructuras de combustión que nos permite obtener una visión global del uso de los diferentes metales y de las actividades de producción del asentamiento (Rovira Hortalà 1996 - inédito). Aquí daremos a conocer algunos de sus resultados centrándonos en el caso de los materiales no-férricos.

En primer lugar se ha realizado una fase de clasificación morfológica y contextualización de los materiales exhumados, que ha sido completada por los datos tecnológicos aportados por las pruebas efectuadas sobre un muestreo de los casos más significativos y

siempre que el estado de conservación de dichos materiales lo ha permitido, ya que este factor ha limitado a menudo nuestro radio de acción. El trabajo arqueométrico ha comportado así, dos vías: la de los análisis microestructurales, efectuados mediante observación microscópica de preparaciones metalográficas bajo microscopio óptico, y la de los análisis de composición efectuados con procedimientos espectroscópicos (fluorescencia de rayos X).



Fig. 1. Situación geográfica del yacimiento de Els Vilars.

Nuestro objetivo primordial es pues caracterizar al máximo la identidad de los materiales, no sólo a partir de sus rasgos tipológicos, sino además en relación con el tipo de composición y las técnicas aplicadas para manufacturarlos.

2. Estudio tipológico

Las distintas intervenciones arqueológicas llevadas a cabo en el yacimiento de Els Vilars han aportado un interesante conjunto de materiales metálicos elaborados en cobre o bronce que abarcan toda su secuencia estratigráfica:

* Fase 0

El horizonte conocido como Vilars 0, que corresponde al momento de fundación del poblado, se ha reconocido en una área aún reducida del mismo pero ya se identifica con un urbanismo complejo bien estructurado. Su inicio se ha fechado a finales del s. VIII o principios del VII aC, gracias a los análisis radiométricos (C14) y perdurará hasta el 650 ó 625 aC. En esta primera fase los materiales metalúrgicos, de cobre o bronce (e incluso hierro) aparecen raramente, como pequeños fragmentos indeterminados o filiformes.

* Fase I

La fase siguiente, establecida entre los años 650/625 - 550/525 aC, va asociada a una primera reestructura-

ción del espacio ocupado y al predominio absoluto de cerámicas hechas a mano, acanaladas o con decoración en relieve, típicas de la cultura de los Campos de Urnas de la edad del hierro. El material del ámbito metalúrgico está representado de manera exclusiva por los objetos no-férricos. Entre ellos destacan un par de fragmentos de varillas, una fíbula de doble resorte incompleta y tres botones.

Los botones hemiesféricos macizos (u.e. 4211; fig. 2,1) con enganche de anilla responden a una evolución de modelos centroeuropeos del bronce final (ROUDIL 1972, 191) mientras que en el caso de la fíbula de doble resorte se trata de un tipo que aparece en el extremo nordoriental peninsular, avanzado el s. VII aC, a consecuencia del contacto con el mundo semita (ARGENTE 1994, 52-53). La pieza (u.e. 4238) es una variedad morfológicamente antigua según la clasificación de Navarro (1970) donde se consideran los ejemplares con arco de sección circular, como éste, anteriores a los de sección cuadrangular. Ejemplos paralelizables serían entre otros los de las necrópolis del Coll del Moro de Gandesa (RAFEL 1991, 61, 127), Mas de Mussols (MALUQUER 1984, 18 y 48), el Molà (MALUQUER 1944, 118) y Can Canyís (VILASECA et al. 1963), así como los del poblado el Coll del Moro de la Serra d'Almors (MUNILLA 1991, 145), todos ellos en el Bajo Ebro y una cronología entorno al s. VI aC que los sitúa en un momento precoz de difusión de este objeto en Catalunya. Existen, no obstante, también piezas de este tipo en el norte de Cataluña, en Agullana (MALUQUER 1945-1946, 168 y 177) y en el interior, en Anseresa (CURA, FERRAN 1976), Tossal del Molinet, La Pena y La Pedrera (PLENS 1986, 168-172, lám. XV).

* Fase II

El período se enmarca entre los años 550/525 - 425 aC y se define a partir de novedades urbanísticas junto a la aparición de la cerámica a torno, la ibérica pintada y la gris monocroma. A nivel cuantitativo se aprecia, a pesar de la habitual escasez de metal en el yacimiento un incremento substancial de su presencia, especialmente en el caso del bronce, aunque también se han documentado el cobre y el hierro, ya sea en forma de objetos o de restos metalúrgicos.

A nivel tipológico identificamos un amplio espectro de pequeños objetos ornamentales de cobre o bronce: una aguja de cabeza arrollada (fig. 2,6), brazaletes lisos —de sección rectangular/ovalada (fig. 2,11) y en un caso con esferas terminales (fig. 2,10)—, una fíbula de resorte bilateral, colgantes —anulares con apéndice esferoidal (fig. 2,3), de doble espiral (fig. 2,8), cónicos, en forma de ocho (fig. 2,4) y de cesto (fig. 2,5)— que ocasionalmente se conservan unidos a fragmentos de cadenilla, así como un enganche de hebilla de cinturón, anillas (fig. 2,2), y fragmentos de varillas.

Las agujas de cabeza enrollada a pesar de ser un objeto originario del bronce medio centroeuropeo, no llegan a Cataluña hasta muy a finales de este periodo (RUIZ ZAPATERO 1985, 942-945), junto a las fíbulas de doble resorte y serán características de principios de la edad del hierro, con muestras como las de Agullana (MALUQUER 1944, 115-116; 1945-1946, 167). La variante de sección circular constante aparece además de en nuestro yacimiento también

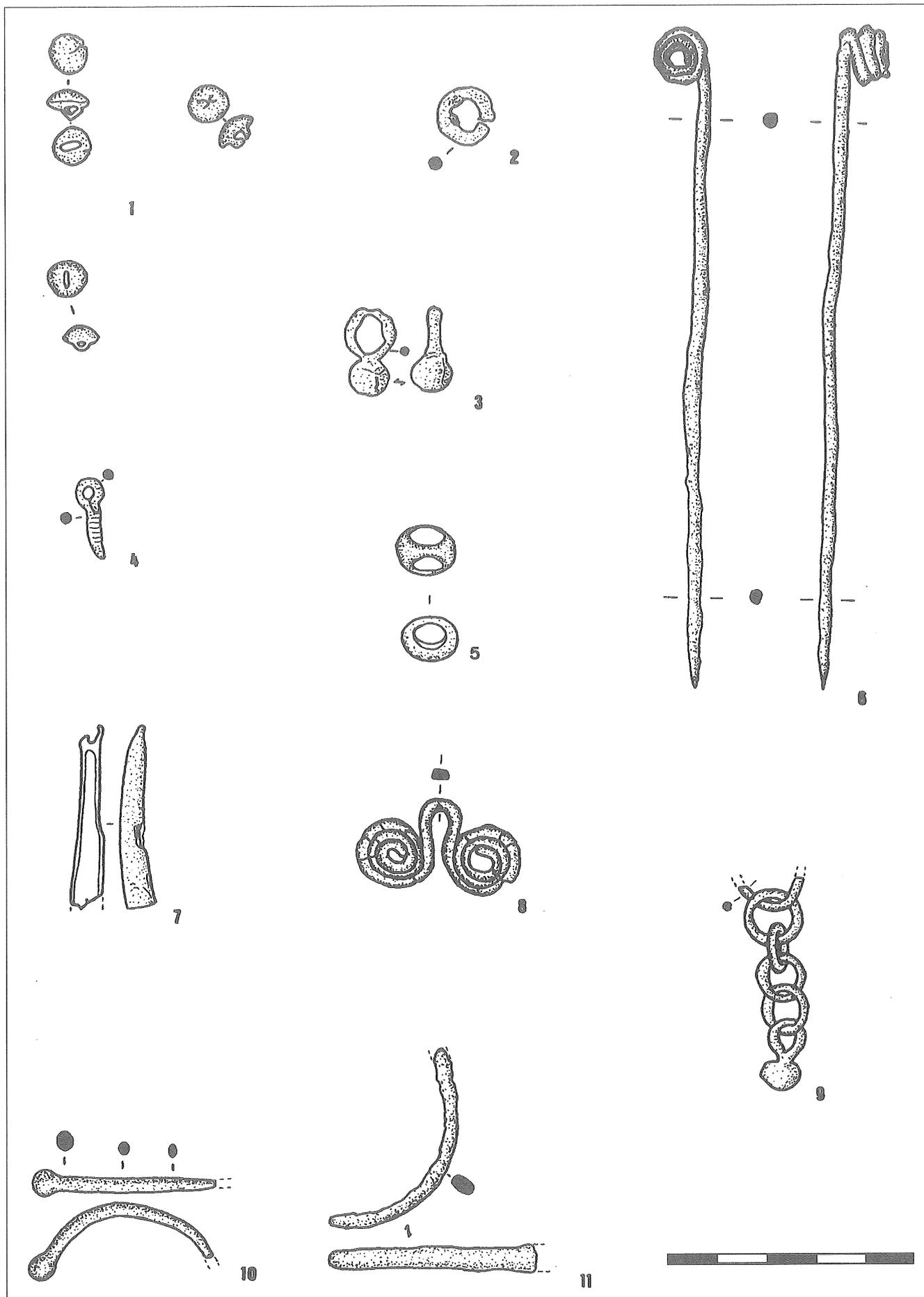


Fig. 2. Bronce: 1 (u.e. 4211/ fase I); 2 (u.e. 13001/ fase II); 3 (u.e. 7015/ fase II); 4 (u.e.13012/ fase II); 5 (u.e. 10004/ fase II); 6 (u.e. 5106/ fase II); 7 (1024 /superficial); 8 (u.e. 6011/ fase II); 9 (u.e. 1020/ superficial); 11 (u.e. 2171/ fase II). Cobre: 10 (u.e. 4224/ fase II).

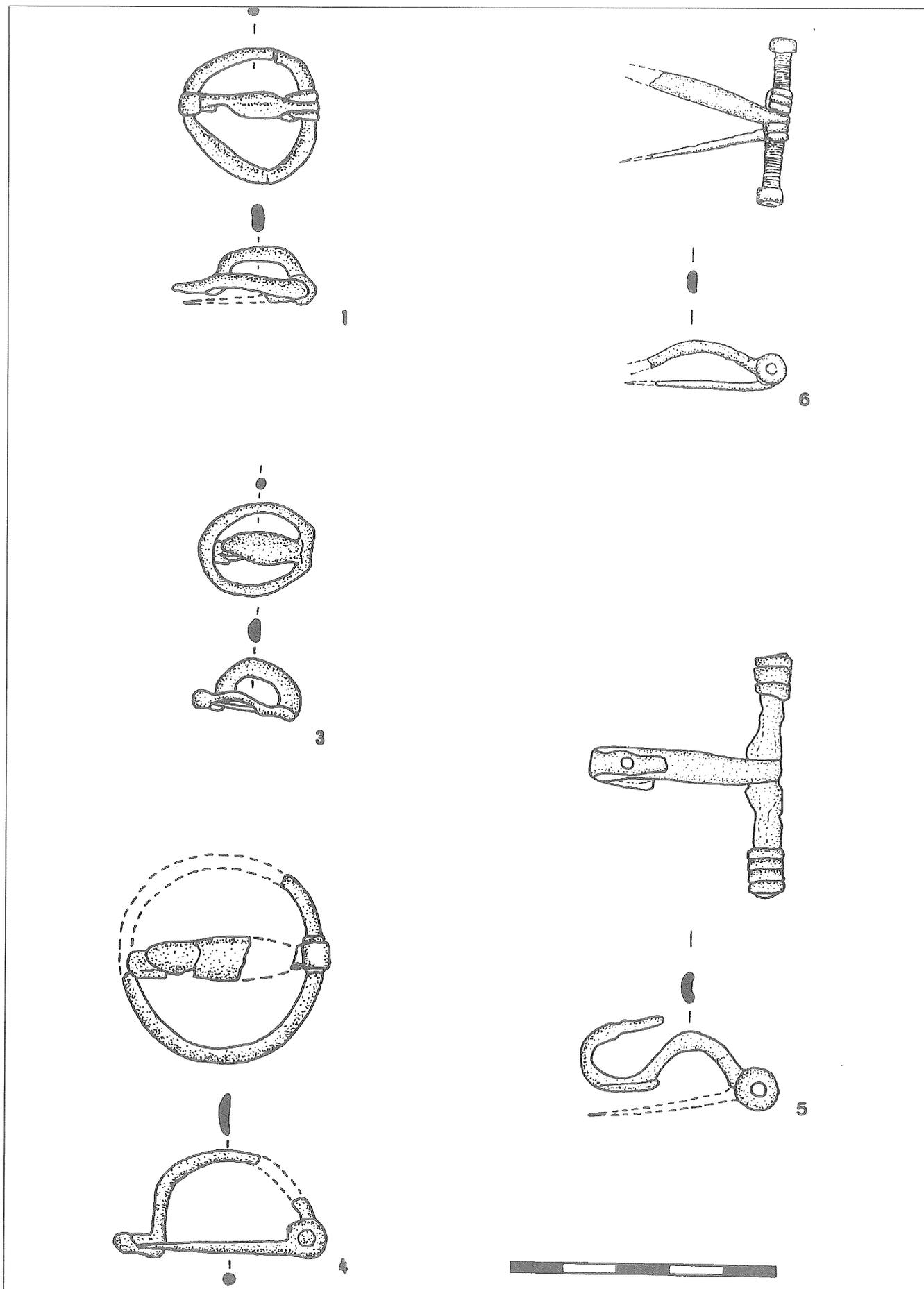


Fig. 3. Fibulas de bronce: 1 (u.e. 86/ fase IV); 2 (u.e. 7003/ fase III); 3 (u.e. 7002/ fase III); 4 (u.e. 7002/ fase III); 5 (u.e. 7/ fase III).

por ejemplo en la Cova de Bora Tuna (Llorà, Girona) (NAVARRO 1970, 22).

Las anillas formarían parte de cadenillas unidas a fibulas, torques o placas de cinturón y se remataban a su vez con distintos elementos en suspensión, formando conjuntos que se encuentran desde el bronce final en las necrópolis del sur de Francia como Les Fados, Mailhac, Gran Bassin II y Saint Julien de Pézenas y en el extremo septentrional peninsular (Agullana), siendo características de toda la edad del hierro. Su difusión por la Cataluña meridional entre finales del s. VII y mediados del VI aC se muestra en las necrópolis de Coll del Moro de Gandesa (RAFEL 1991, 129), Molà y Mas de Mussols (MALUQUER 1984, 19).

Las diferentes modalidades de colgante documentadas en Els Vilars aparecen ya en esta fase. Los anulares con apéndice esferoidal (u.e. 6011, 7015), cuyos precedentes más antiguos se hallan en Sicilia, representan uno de los tipos más difundidos en el nordeste peninsular con una larga perduración, desde su aparición en el s. VI aC hasta los siglos IV y III aC. Son frecuentes en las necrópolis del Bajo Ebro como la del Coll del Moro de Gandesa (RAFEL 1991, 78, 92, 98 y 129), Mas de Mussols y Mianes (MALUQUER 1987, 37 y 38) (MUNILLA 1991, 123-127), las de Girona (Anglès y Muralla NE de Ampurias) y otros numerosos puntos del Valle del Ebro, el sur de Francia y la costa mediterránea. El tipo cónico (u.e. 10010) presenta así mismo paralelos en las necrópolis meridionales como las de Can Canyís (VILASECA 1963), Mas de Mussols (MALUQUER 1984, 18, 48, 54 y 61) y Coll del Moro de la Serra d'Almors (MUNILLA 1991, 163).

Comentario aparte merece el tipo en forma de doble espiral que responde a una tipología propia del área de la cultura de Golasecca y de la centro-alpina de Luco-Meluno, con una cronología de entre finales del s. VIII y principios del VII aC (BOCQUET 1991, 117-118). En la Península este motivo decorativo se concentra en Guadalajara y Soria, pero en un ámbito más cercano al nuestro se ha documentado también puntualmente en Puibolea (Huesca), junto a una placa de cinturón que se fecha entre los años 625 y 525 aC, asociación que se repite en Aguilar de Anguita (MAYA 1986, 34).

Los colgantes hechos con hilo metálico arrollado en torno a un pequeño eje central que desarrollan dos extremos anulares y que pueden denominarse «en forma de ocho», también presentan precedentes itálicos. Aparecen en el área de Golasecca entre finales del s. VIII y principios del VII aC (BOCQUET 1991, 117-118) y en un ámbito relativamente cercano a Els Vilars se hallan así mismo en las necrópolis de Coll del Moro de Gandesa (RAFEL 1991, 129), Mas de Mussols (MALUQUER 1984, 54, 60-61) y Coll del Moro de la Serra d'Almors (MUNILLA 1991, 163). Finalmente citaremos los colgantes en forma de cesta, conocidos en Italia septentrional (cultura d'Este) a finales del s. VI aC, desde donde se extendieron a Suiza y a Francia, con muchas variantes evolucionadas de imitación local (DUNNING 1991, 372) (BOCQUET 1991, 117), como serían los dos nuestros (u.e. 6046 y 10004).

En cuanto a los brazaletes documentados, son siempre lisos y se conservan sólo parcialmente. Algunos fragmentos (u.e. 23) presentan una sección rectangular, de grosor variable y los bordes redondeados,

mientras que en otros (u.e. 6011, 2171 y 4224) es ovalada y por tanto pueden encuadrarse en el tipo b de Ruiz Zapatero (1985, 963-967), con numerosos ejemplos paralelizables y una amplia cronología pues son habituales de toda la edad del hierro. En el caso del fragmento correspondiente a una pieza abierta, de sección ovalada o rectangular según las zonas y que presenta los extremos rematados por apéndices esferoidales, es un tipo característico de las necrópolis languedocianas occidentales del horizonte Gran Bassin I (PY 1984) que se conoce también ampliamente tanto en el valle del Ebro como en áreas cercanas durante la edad del hierro (GALLART, LÓPEZ 1991), por ejemplo en las necrópolis de La Pedrera (PLENS 1986 inédito, 161, fig.64), La Pena (GALLART 1988, lám. VI.e.1), El Coll del Moro de Gandesa (RAFEL 1991, 62 y 126) Can Canyís (VILASECA et al. 1963, 38, lam. XIX) y Mas de Mussols (MALUQUER 1984, 20, 24, 26 y 56-57) entre mediados del s. VII y el s. VI aC. Estos elementos de adorno perduran y en algunos lugares, como la Peña del Moro de Sant Just Desvern, alcanzan los s. V y IV aC (BARBERA, SANMARTÍ 1982, 28).

* Fase III

Los niveles de esta fase (que al igual que los de la posterior, sólo se conservan en una estrecha franja debido al arrasamiento provocado por los trabajos agrícolas modernos) se encuadran entre los años 425 - 390/375 aC, es decir en plena cultura ibérica. Junto a una importante refacción arquitectónica se constata un incremento de la presencia de la cerámica a torno y la llegada de importaciones áticas (tipos "delicate class" y de figuras rojas) al tiempo que se detecta una buena proporción de materiales metálicos: entre los bronces reseñamos como los más interesantes una fíbula anular de arco naviforme (fig. 3,3), una fíbula de resorte bilateral largo (fig. 3,2), fragmentos de un recipiente laminar, de un brazaletes acintado liso, de varillas, un colgante cónico, una lámina perforada y una gota de fundición de bronce. En un caso se combina el bronce y el hierro en una misma pieza, concretamente una fíbula del tipo de La Tène I, zoomorfa con incrustación (fig. 3,5).

Para la fíbula de pie alto con resorte-eje bilateral largo recubierto totalmente con espiras (aunque sólo la parte central actúa como verdadero muelle) y rematado por botones discoidales (u.e. 7003, fig. 3.2) conocemos paralelos en las necrópolis de Mianes y Mas de Mussols (MALUQUER 1984, 77, 154-155), La Palma (NAVARRO 1970, 67-69) y El Coll del Moro de Gandesa (RAFEL 1991, 17) aunque en esta última se combina el bronce con el hierro en su realización.

La fíbula anular hispánica, un modelo que aparece a nivel general a finales del s. VII aC y a pesar de un proceso de génesis ampliamente discutido (ARGENTE 1994), se convertirá en uno de los elementos característicos de la panoplia metálica de la segunda edad del hierro peninsular y la más numerosa en Els Vilars. Su gran gran difusión geográfica permitiría citar un gran número de paralelos para nuestros ejemplares, pero para ceñirnos a un ámbito relativamente próximo, sólo resaltaremos los ejemplos de las necrópolis de El Coll del Moro de Gandesa (RAFEL 1991, 127) y de La Pena (GALLART 1988) y los de los poblados de La Pedrera y

El Molí de l'Espígol (NAVARRO 1970).

Los dos ejemplares de la 7002 representan variantes tipológicas distintas: en una de ellas (fig. 3,3) el arco y la anilla forman un mismo cuerpo al haberse fundido juntas y el puente es parecido al que Daugas y Tixier denominan de *navecilla* y fechan en el s. IV aC (1978, 131-133). Es una pieza de tamaño reducido, a diferencia de las de otras áreas peninsulares, factor que autores como NAVARRO (1970) relacionan con el clima y el grosor de los ropajes empleados. Se podría encuadrar así mismo en los subtipos 6C y 6D de ARGENTE (1994, 68-69) como miniatura. La otra pieza (fig. 3,4) presenta un tamaño mayor, el puente es laminar y se une a la anilla enrollándose a ella.

Por otra parte el uso de la fíbula de La Tène I con apéndice zoomorfo y combinación de bronce y hierro (u.e. 7; fig. 3,5), que en el ámbito ibérico se sitúa a finales del s. V y el III aC representa una evolución de los ejemplares con el pie levantado y botón terminal, de los que también se documenta algún fragmento contemporáneo en el yacimiento. Por otro lado, el remate en forma de cabeza de pato o de serpiente se considera un elemento de raíz orientalizante, que junto con la incrustación de coral suponen aportaciones centroeuropeas. Esta tipología se difunde enormemente por el Sur de Francia (TENDILLE 1978, 93) y Cataluña, con hallazgos costeros remarcables en Ullastret, La Creueta o la necrópolis Martí de Ampurias (NAVARRO 1970) y en el interior, como los de Anseresa y El Cogulló (CURA, FERRAN 1976), o el de Roques de Sant Formatge de Seròs (JUNYENT 1973, 369, fig. 22).

* Fase IV

La última fase de ocupación del yacimiento, muy destruida, se sitúa entre los años 390 - 375/350 aC. A nivel de cultura material, las producciones cerámicas a torno se imponen, llegan importaciones de barniz negro campaniense y ocasionalmente las ánforas ibero-púnicas, mientras que entre las manufacturas metálicas no-férricas sólo aparecen una fíbula anular de arco laminar (u.e. 86; fig. 3,1) que presenta la aguja enrollada a la anilla formando un resorte de muelle y el puente de *navecilla*, una plaqueta trapezoidal perforada y restos de una posible anilla.

Por otro lado en los niveles más superficiales también aparecen distintos restos metálicos entre los que cabe destacar fragmentos de un recipiente laminar, una punta de aguja, varillas, parte de una fíbula anular, un colgante anular con apéndice esferoidal y cadena (fig. 1,9), un colgante cónico (fig. 1,7) y una gota de fundición.

En conclusión, podemos decir que los elementos ornamentales personales de cobre o bronce son mayoritarios entre las piezas metálicas de Els Vilars. Desgraciadamente su también habitual estado de conservación alterado por la corrosión y la desmembración, nos impide extraer un gran volumen de información de ellos, y en general sólo podemos identificarlos como informes, varillas o láminas. En los casos en que su atribución tipológica es posible, como ya hemos detallado, vemos por un lado que la secuencia cronológica que representan es muy amplia, abarcando toda la edad del hierro y que en algunos casos, como el de la aguja de cabeza enrollada o los

botones siguen incluso modelos anteriores. A lo largo de la secuencia del establecimiento se usaron así por ejemplo indistintamente varias modalidades de colgantes como remate de cadenas, que podrían haber formado conjuntos más complejos y en algunos casos son tipos mediterráneos habituales en las necrópolis paleoibéricas del bajo Ebro desde mediados del s. VII aC, desde donde se habría iniciado su difusión hacia el interior del territorio. Su amplia generalización tanto por el valle del Ebro, como por el levante peninsular e incluso al otro lado de los Pirineos, vinculada a otras manufacturas metálicas como las fíbulas de doble resorte se relaciona con el comercio colonial (MALUQUER 1984). Otros pequeños colgantes son en cambio de origen itálico y permiten establecer paralelismos por un lado con las redes de influencia cultural y comercial del entorno continental y por otro, del centro-mediterráneo. En cuanto a las fíbulas, las más antiguas se relacionan con el mundo semita, mientras que el resto enlazan con el mundo céltico centroeuropeo y en el caso de las anulares parecen tener un origen en la misma Península Ibérica.

3. Estudio tecnológico

Hemos seleccionado una muestra de los materiales no-férricos, representativos de las distintas tipologías reconocidas en el yacimiento, susceptibles de ser analizados mediante espectrometría (fluorescencia de rayos X), a partir de su contenido metálico. En concreto, las pruebas han sido aplicadas a 19 objetos o fragmentos. Queremos destacar que se trata de una técnica no destructiva y que tampoco requiere la extracción de muestra, a la vez que proporciona un gran volumen de información cualitativa con precisión cuantitativa, por lo que es idónea para este tipo de estudios arqueometalúrgicos.

El equipo utilizado es el espectrómetro multicanal KeveX Model 7000 que funciona en sistema Quantex, con una fuente de 241 Am, instalado en la sede del I.C.R.B.C. de Madrid, actuando como operador el Dr. I. Montero. Los resultados se han procesado mediante un ordenador KeveX Unispec 7000 de Digital Sistem LSI 11/03 y forman parte del «Programa de Arqueometalurgia de la Península Ibérica».

Paralelamente seleccionamos otro grupo de materiales, en buena parte coincidentes con los que acabamos de citar para estudiarlos también metalográficamente, con el objetivo de documentar las principales técnicas antiguas de elaboración del cobre y el bronce. Una vez preparado el muestreo mediante micropulidos (a veces en varias zonas de las piezas) y ataques químicos observamos las piezas bajo el microscopio óptico Nikon-Optifot del Laboratori del Patrimoni Cultural d'Andorra y fotografiamos los detalles más significativos, algunos de los cuales se presentan en las figuras 5-10.

3.1. Composiciones

Los análisis de composición nos permiten distinguir diferentes agrupaciones de los materiales de base cobre, es decir, por un lado, aquellos donde el metal

se presenta en estado puro y por otro, sus distintas aleaciones (fig. 4).

Fase	UE	Muestra	Identificación	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Pb
I	4162	PA7785	Varilla	0,611	nd	91,3	nd	nd	nd	7,256	0,007	0,827
I	4211	PA7766	Botón	nd	nd	89,75	nd	nd	0,005	10,22	0,017	nd
I	4168	PA7786	Fíbula (doble resorte)	0,089	nd	90,06	nd	nd	0,008	9,84	nd	nd
II	2171	PA7783	Brazalete	0,456	0,109	82,5	nd	nd	0,028	6,751	0,043	10,1
II	4207	PA7761	Fíbula (resorte bilateral)	1,37	nd	94,23	nd	nd	0,033	4,311	0,012	nd
II	4224	PA7762	Brazalete (con esfera)	0,179	nd	99,53	nd	nd	nd	0,292	nd	nd
II	6011	PA7691	Brazalete	0,207	nd	89,71	nd	nd	nd	10,03	0,054	nd
II	6011	PA7787	Hebilla	0,08	nd	93,3	nd	nd	0,021	6,071	0,016	0,51
II	6046	PA7689	Aguja cabeza enrollada	0,156	nd	83,56	nd	nd	0,3	11,75	0,101	4,727
II	7015	PA7765	Colgante	nd	nd	96,51	nd	nd	nd	3,459	0,037	nd
II	10004	PA7788	Colgante	0,588	nd	85,09	nd	nd	nd	13,12	0,065	1,165
II	5016	PA7767	Resto de fundición	0,149	nd	99,73	nd	nd	0,046	0,032	0,044	nd
II	6046	PA7764	Colgante	0,221	0,158	86,51	nd	nd	nd	6,784	0,027	6,305
III	7	PA7690	Fíbula La Tène	0,18	nd	97,33	nd	nd	0,005	1,268	nd	1,222
III	23	PA7763	Varilla/brazalete	0,226	nd	88,99	nd	nd	0,011	9,583	0,046	1,145
III	7002	PA7760	Fíbula anular	0,059	nd	88,88	nd	nd	0,004	9,63	0,036	1,383
III	7002	PA7784	Resto de fundición	0,068	nd	87,32	nd	nd	0,021	12,59	nd	nd
III	7003	PA7781	Fíbula resorte-eje	0,176	nd	91,52	nd	nd	0,049	8,237	0,014	nd
IV	86	PA7782	Fíbula anular	0,107	nd	89,6	nd	nd	nd	9,95	0,021	0,322

Fig. 4. Tabla de resultados de los análisis de composición realizados mediante fluorescencia de rayos X. Valores expresados en % en peso (nd= elemento no detectado).

Cobre

El cobre es el componente exclusivo (99,5%) en un ejemplar de brazaletes con remate esférico, procedente de la u.e. 4224 (fase II; fig. 2,10). Como impurezas contiene un 0,292% de estaño y un 0,179% de hierro.

Otro objeto que cabría incluir aquí, aunque con matices, es el puente de una fíbula del tipo La Tène I (u.e. 7 / fase III; fig. 3,5), donde el cobre representa el 97,33% y como elementos secundarios tenemos estaño (1,268%) y el plomo (1,222%). El hierro (0,180%) y la plata (0,005%) aparecen en niveles mucho menores. Si bien técnicamente se trata de una manufactura de cobre, ya que ninguno de los demás elementos alcanza el 2%, pensamos que la presencia de estaño y plomo en bajas proporciones (inusuales en el resto de piezas estudiadas) podría interpretarse también como una consecuencia del reaprovechamiento de metal, refundiendo cobre y bronce, sin descartar que se deba al polimetallismo de las menas de cobre, tal como se ha documentado por ejemplo en algún material íbero-turdetano de Tejada la Vieja (s. v-iv aC) (ROVIRA LLORENS et al. 1987, 224).

A pesar de esta excepcionalidad que supone el cobre dentro del registro metálico de Els Vilars, también se ha podido identificar algún resto de fundición procedente de un nivel (5016), es decir, también de la fase II, sobre el cual trataremos más ampliamente en el apartado dedicado a las actividades metalúrgicas.

Bronce

La presencia y proporción con que aparecen combinados los diferentes elementos metálicos que se añaden al cobre nos han permitido identificar varios grupos de aleaciones, definidas genéricamente como bronce, que comentamos a continuación:

Bronce binario (Cu-Sn)

Englobamos aquí las manufacturas que tienen al cobre y al estaño como constituyentes principales. En un primer subapartado situamos las siguientes: entre las más antiguas, un botón (que forma parte de un conjunto de 3 ejemplares) (u.e. 4211; fig. 2,1) y un muelle de fíbula de doble resorte (u.e. 4168); en la fase II, un colgante anular con apéndice esférico (u.e. 7015; fig. 2,3), un resorte-eje largo de fíbula (u.e. 7003; fig. 3,5), un resorte de fíbula de pie alto (u.e. 4207) y un fragmento de brazaletes de sección rectangular (u.e. 6011). En todas ellas aparecen otros elementos metálicos acompañando al cobre (su valor medio es de 91,3%) y al estaño (8,38%) como el hierro (en el caso del brazaletes y del resorte las proporciones alcanzan el 0,2 y el 1,3%, mientras que en el resto se sitúa entre el 0,068% y el 0,176%) e impurezas (plata y antimonio) que adquieren unas proporciones medias del 0,023% y el 0,026% respectivamente. La proporción

del estaño indica que se trata de bronce bastante pobres o muy pobres.

Como en el caso del cobre, se trata de material manipulado en el mismo yacimiento ya que hemos identificado un residuo de fundición con el mismo tipo de composición en la u.e. 7002, que corresponde a un momento (fase III) más reciente que las piezas anteriormente citadas. Por tanto, es posible que se trate de un residuo de reciclaje.

En un segundo subapartado agrupamos los elementos de bronce binario, que presentan la particularidad de que a nivel de impurezas se incluye el plomo, aunque sin alcanzar la tasa del 2% que los convertiría en verdaderas aleaciones ternarias. El valor medio de los constituyentes base es el siguiente: cobre (89,52%) y estaño (9,26%), mientras que el plomo (0,892%) y el hierro juegan un papel secundario en la aleación, y por lo que respecta a este último observamos dos subgrupos: el de valores más elevados, superiores a 0,2% (con un máximo de 0,611%) y el de los inferiores (entre 0,05 y 0,1%). El antimonio aparece con un valor medio de sólo 0,031%, mientras que la plata, cuando aparece, es decir en dos casos, lo hace a nivel de trazas (0,004%), coincidiendo con los valores de hierro más bajos del grupo.

Los objetos incluidos en este apartado son: en la fase I, un fragmento de barrita (u.e. 4162); en la II, un resorte bilateral de fíbula (u.e. 4207), un colgante en forma de cesta (u.e. 10004; fig. 2,5), un enganche de placa de hebilla de cinturón (u.e. 6011); en la III, una fíbula anular (u.e. 7002; fig. 3,3) y en la fase IV, una fíbula anular (u.e. 86; fig. 3,1).

Entre todas las piezas destaca el colgante-cesta de la u.e. 10004 por su elevada proporción de estaño en relación al resto ya que es la única que alcanza el 13%. Otro rasgo discriminante dentro de este grupo es el hecho de que este mismo objeto y el resorte de la u.e. 4207 (ambos de la fase II) presentan una proporción excepcionalmente alta de hierro (por encima del 0,5%) en comparación con el conjunto.

Bronce ternario (Cu-Sn-Pb)

Los bronce compuestos de cobre, estaño y plomo como elementos metálicos principales son tres piezas de la fase II: una aguja de cabeza enrollada (u.e. 5016; fig. 2,6), un brazalete de sección rectangular / ovalada (u.e. 2171; fig. 2,11) y un colgante en forma de cesta (u.e. 6046).

Se trata igualmente de aleaciones pobres en estaño, no demasiado plumadas ya que el valor medio del cobre representa el 84,19%, el del estaño el 8,42% y el del plomo el 7,044%. En cuanto a la plata, cabe reseñar su excepcional proporción en la aguja, no sólo dentro de este grupo sino en relación a la totalidad de materiales estudiados, pues se sitúa en torno al 0,3%; fenómeno diferenciador, que se repite en el caso del antimonio (alcanza el 0,1%). Por contra, también observamos que su proporción de hierro se sitúa al entorno del 0,15%, siendo superada por las cantidades de los otros bronce ternarios.

Finalmente resaltaremos que únicamente aparece el níquel (0,1%), aunque precisamente a excepción de la aguja citada. De todo ello se deduce que esta pieza presenta una composición bastante diferente de los

demás bronce ternarios, así como del resto de los materiales analizados. Estas peculiaridades nos indicarían un origen distinto.

3.2. Técnicas de manufactura

Se ha procurado identificar en Els Vilars cualquier traza que pudiera indicar la producción y manipulación del metal «in situ». En el caso de la metalurgia no-férrica es una vía de trabajo que hasta ahora ha aportado pocos datos ya que no contamos con utillaje como pudieran ser los moldes o crisoles y sólo muy esporádicamente hemos localizado desechos metálicos ocasionados por las actividades productivas, ahondando en su naturaleza por vía analítica, tanto desde el punto de vista de la composición química como de su caracterización metalográfica, para en última instancia llegar a precisar a qué prácticas corresponden. Hemos estudiado los métodos de elaboración de los objetos metálicos con similar objetivo, y en la medida de lo posible, interrelacionado estos datos con los anteriores.

Restos de fundición

Esta metodología nos ha permitido identificar un resto de fundición de cobre en la u.e. 5016, que corresponde a la fase II (horizonte ibérico antiguo), compuesto básicamente por dicho elemento (99,73%), acompañado de hierro como elemento secundario (0,149%) y de impurezas tales como estaño (0,032%), antimonio (0,044%) y plata (0,046%).

A la fase siguiente (III, o de plena cultura ibérica) atribuimos otra gota de fundición, en este caso de bronce, de la u.e. 7002, es decir del relleno de la cisterna ubicada en el sector 1 de la zona 7, fechado entre los años 425/400 - 350 aC. Sus constituyentes son cobre (87,32%) y estaño (12,59%), acompañados de hierro y plata (0,068 y 0,021% respectivamente). Se trata pues de una aleación binaria. La imagen metalográfica (fig. 9) de la misma refleja la estructura de bruto de colada característica.

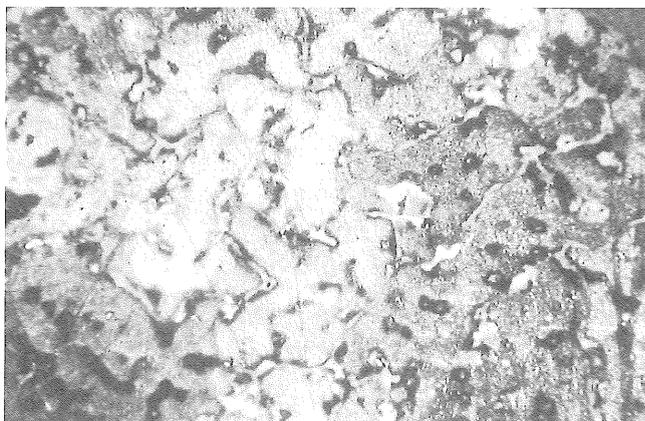


Fig. 9. Imagen metalográfica de una gota de fundición de bronce (u.e. 7002; fase III). Identificamos una colada bifásica con las dendritas poco desarrolladas. (X 200).

Ambas muestras son gotas de metal que se enfriaron solidificándose sin sufrir posteriores tratamientos. Pue-

den considerarse por tanto materiales residuales, resultado de la producción de materia prima (de la que desgraciadamente apenas hay otras evidencias en forma escoriácea) muy probablemente conseguida mediante la recuperación de metal.

Los objetos: tratamientos térmicos y mecánicos

Los objetos metalografiados forman un conjunto heterogéneo no muy numeroso, debido al general problemático estado de conservación de este tipo de materiales en Els Vilars, pero suficientemente representativo de los mismos. Su estudio permite identificar los rasgos principales de la elaboración de objetos de cobre y bronce usados en nuestra zona desde mediados de los s. VII-VI aC hasta finales del IV aC.

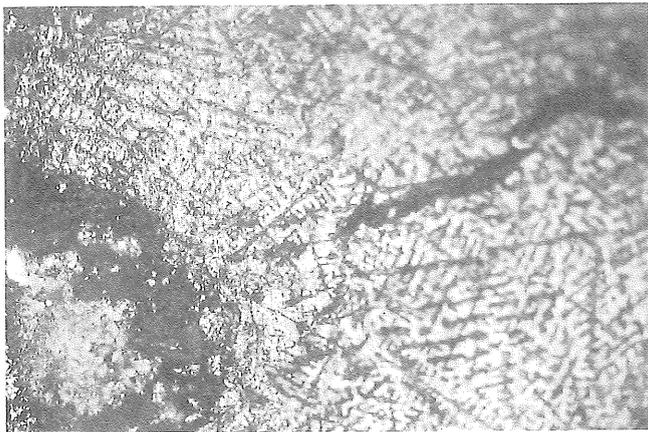


Fig. 5. Imagen metalográfica de uno de los botones hemiesféricos con anilla de bronce binario (u.e. 4211; fase I), tomada en la parte superior. La estructura dendrítica, bien desarrollada, indica que se trata de un producto de fundición. También se observan grietas en el metal y un foco de corrosión (cuprita i malaquita) en el ángulo superior derecho. (X 100).

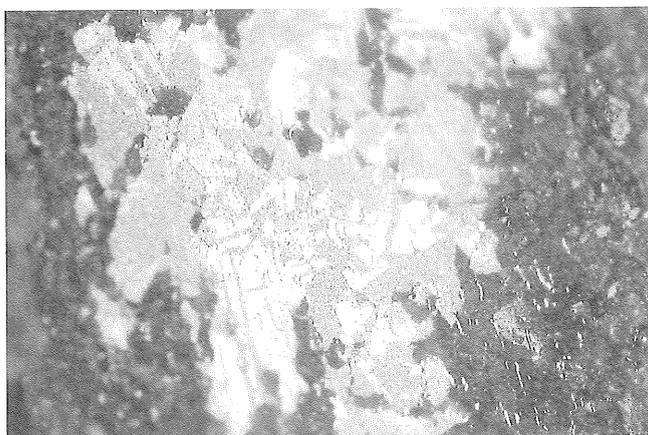


Fig. 6. Imagen metalográfica de un brazalete de cobre con remate esferoidal, tomada en la sección (u.e. 4224; fase II). El metal aparece rodeado por capas de corrosión y su microestructura se identifica como un conjunto de granos maclados, bastante deformados por el tratamiento de forja en caliente o de forja y recocido al que se sometió esta zona de la pieza para manufacturarla. (X 200).

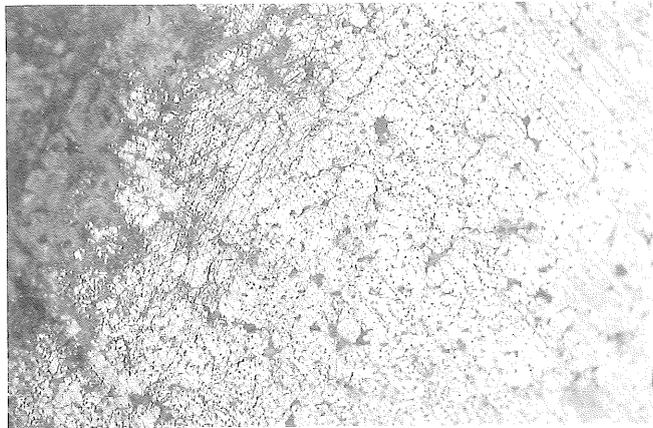


Fig. 7. Imagen metalográfica de un brazalete de sección rectangular/oval de bronce ternario (u.e. 2171; fase II). Se aprecia una estructura de granos equiaxiales, con numerosas líneas de deslizamiento y fracturas en el metal en la zona más externa, así como la progresión de la corrosión de tipo intergranular. Indican que la pieza recibió un acabado superficial de forja en frío. (X 200).

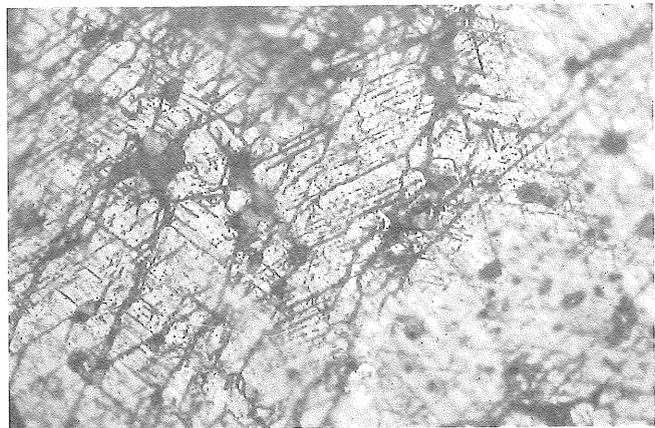


Fig. 8. Detalle de la pieza anterior en la zona más superficial, más afectada por el martilleo en frío. Aparecen los efectos de la corrosión, las finas líneas paralelas que resultan de la dislocación de los granos por el trabajo mecánico y manchas debidas a la segregación del plomo. (X 400).



Fig. 10. Detalle metalográfico de un colgante de anilla con apéndice esferoidal de bronce, tomado en este extremo (u.e. 7002; fase III). La presencia de dendritas bien desarrolladas, orientadas en diferentes direcciones permiten identificarlo como un elemento de fundición. (X 400).

Las microestructuras reconocidas son:

—La de bruto de colada, caracterizada por su morfología dendrítica, que corresponde a una fundición sin ulteriores manipulaciones y aparece representada en las tres primeras fases culturales de Els Vilars, en tipologías como los botones y los colgantes con apéndice esferoidal (figs. 5 y 10).

—La granular, con distintas variantes. En algunos casos, los cristales generados al recocer el metal (a más de 300°C para el cobre y por encima de 500°C en el caso del bronce) son de pequeño tamaño, heterogéneos en medida y orientación y se detectan en objetos filiformes de las fases I y II. En otros casos este tratamiento térmico, efectuado cuando se teme que su manipulación pueda fragilizarlo, deja granos mayores, regulares y poligonales, aunque las evidencias del trabajo mecánico permanecen en forma de amplias bandas que los atraviesan en diferentes sentidos. Esta microestructura se identifica por ejemplo en un fragmento de brazaletes con remate esferoidal, de la fase II (fig. 6). Los granos pueden presentar también finas líneas paralelas de deslizamiento. Corresponden a un metal que después de ser martilleado y recocido se ha vuelto a manipular en frío. Los ejemplos corresponden tanto a la fase II como la III. Una muestra de ello se manifiesta en una zona de un fragmento de brazaletes (figs. 7 y 8).

Las técnicas de producción van pues desde la simple fundición al martilleo en frío intercalado con el recocido o la forja en caliente, al objeto de superar la acritud del metal en el momento de darle forma manualmente. También nos ha sido posible comprobar que en algunas piezas, como las fíbulas anulares, aparecen distintas microestructuras, según las zonas, porque se han combinado distintos procedimientos de elaboración. En el caso de los colgantes, un grupo (los anulares con apéndice esférico o los de cesto) se producían por fundición, mientras que otros (los cónicos, o en forma de ocho) se manufacturaban a partir de elementos ligeramente más elaborados como la chapa o el hilo metálico. La ductilidad del metal permitía estirarlo hasta reducirlo a una fina lámina a la que después se le daba forma (doblándola y plegándola) o a un hilo que se enrollaba a conveniencia. Este tipo de elaboración permitía además economizar en gran manera el material pero la gran deformación a que se sometía a la materia ha provocado que en la actualidad se conserven de manera muy deficiente y sea prácticamente imposible analizarlos. El proceso final del trabajo consistía en unir estos sencillos elementos ornamentales formando objetos más vistosos. Por otro lado, las fíbulas son las piezas más elaboradas tanto en las técnicas utilizadas como en los acabados.

3.3. Conclusiones

Después de exponer detalladamente la caracterización arqueometalúrgica de los materiales de base cobre de Els Vilars, llegamos a las siguientes conclusiones generales:

El cobre, como metal puro, es usado minoritariamente y sólo en la fase II, es decir durante el horizonte ibérico antiguo, aunque al tiempo que otros

metales. Además, hay pruebas puntuales de que también se trata «in situ» fundiéndolo.

El bronce es el metal no-férrico utilizado por excelencia en este asentamiento, desde sus primeros estadios vitales y así se mantendrá hasta el final. Además se combina ya inicialmente el uso de aleaciones binarias (Cu-Sn), es decir la mayoría, con las ternarias (Cu-Sn-Pb), tratándose en todo caso de materiales bastante o muy pobres en estaño.

Hemos identificado también dos tipos de aleaciones binarias: aquella donde el plomo es absolutamente desconocido, incluso a nivel de trazas y otra donde sí aparece, pero en una proporción inferior al 2% y que por tanto no nos permite hablar de verdadero bronce ternario con lo que ello implica a nivel tecnológico y socio-económico. La explicación para esta constatación puede estar en el polimetallismo del cobre o bien en la coexistencia de diferentes vías de aprovisionamiento de metal como materia prima en bruto, nueva o procedente de la refundición de piezas amortizadas y/o en forma de objetos manufacturados. No parece que el hecho tenga una clave estrictamente cronológica aunque es cierto que los bronce binarios sin impurezas de plomo se concentran en una horquilla cronológica ubicada entre las fases I y II, es decir entre las más antiguas. El bronce binario con impurezas plumbíferas se usó paralelamente durante todos los estadios culturales.

Por lo que respecta a los bronce ternarios, no podemos extraer grandes generalizaciones de los resultados analíticos, pues sólo hemos identificado tres ejemplos. De cualquier modo incidiremos en que resultan ser exclusivos de la fase II. Uno de ellos se aleja de las composiciones tipo identificadas en el yacimiento y por tanto, también de los demás elementos ternarios de Els Vilars, tanto por su elevado índice de plata (0,3%) como por la ausencia de níquel (que precisamente sólo aparece en los otros dos bronce plomados). Por otro lado, en esta misma agrupación sobresale la proporción de plomo del brazaletes localizado en la u.e. 2171 (10,10%), que pudo facilitar su colada, pero que perjudicó sus cualidades mecánicas.

Parece claro pues que en general el índice de estaño detectado en el conjunto de bronce de Els Vilars es bastante limitado, por tanto no facilitaría excesivamente la colada del metal ni dificultaría demasiado la manufactura mediante el martilleo en frío, aunque trabajado en caliente sí mejoraría las propiedades mecánicas de la aleación y se laminaría fácilmente. En cuanto al plomo, ya hemos señalado su escasez general que tampoco tendría consecuencias en el comportamiento mecánico de las piezas, ni en la fluidez de las coladas, ni por supuesto tampoco a nivel económico como sustitutivo del estaño. Entre los componentes secundarios, el hierro se mantiene generalmente en proporciones muy bajas.

En definitiva, los objetos de cobre y bronce empleados en Els Vilars no tenían ni dureza ni resistencia notables tal como corresponde a elementos ornamentales, siendo sus cualidades mecánicas correctas. Su composición escasa en estaño está en sintonía con la de las producciones de otras áreas peninsulares (Meseta Sur, Levante y Andalucía) durante la edad del hierro (ROVIRA LLORENS 1993) pero se sitúan por debajo

de los índices de algunas series mediterráneas como las samnitas y etruscas (ROVIRA LLORENS et al. 1987, 224). Su proporción de plomo es algo baja dentro del mundo ibérico y los índices de hierro confirman el uso de una tecnología de reducción aún poco desarrollada.

En cualquier caso se constata la contemporaneidad de distintas técnicas de metalistería, apreciando que los habitantes de Els Vilars disponían desde prácticamente sus inicios de piezas sólo moldeadas y otras martilleadas y recocidas; exhibiendo éstas ya un pleno desarrollo técnico durante la fase II (horizonte ibérico antiguo).

En el extremo oriental de la Península Ibérica disponemos aún de pocos materiales metálicos del mismo horizonte cultural que los de Els Vilars estudiados a nivel arqueométrico para poder contrastar sus características técnicas en profundidad. En otros casos, su estudio a nivel semicuantitativo es insuficiente para poder establecer comparaciones. Esta situación podrá cambiar substancialmente en el momento en que salgan a la luz las aportaciones del Programa de Arqueometalurgia de la Península Ibérica, referentes a éste ámbito cultural, de los cuales se han presentado algunos avances (ROVIRA LLORENS 1993). Por ahora constatamos que la dualidad entre cobre y bronce binario, siendo el primero mucho más escaso, es un fenómeno que se da también por ejemplo en la necrópolis leridana de El Colomer de Pallerols (650-550 aC) (GALLART, LÓPEZ 1991) o en las piezas de plena época ibérica del poblado de l'Illa d'en Reixac - Ullastret (ROVIRA HORTALÀ 1993, e inéditas), materiales todos ellos estudiados con idéntica metodología y equipo técnico que los de Els Vilars.

Esta última serie es especialmente interesante ya que consta de una considerable amplitud numérica. Así pues, observamos que los bronces de Vilars son ligeramente más pobres en estaño que los de l'Illa y que en general se puede establecer la relación de tales objetos con una tecnología de reducción aún poco desarrollada si se compara con los resultados de otros contextos antiguos (CRADDOCK, MEEKS 1987, 190) (ROVIRA LLORENS et al. 1987, 225) y posiblemente también con dificultades para obtener estaño, a pesar de que en Cataluña existen depósitos polimetálicos que lo incluyen, como por ejemplo en Riner.

En el caso del plomo se coincide con Ullastret en el predominio de las combinaciones binarias sobre las ternarias. Los valores de estas aleaciones plomadas de ambos yacimientos (entre 7 y 8,8%) también son bastante similares y poco elevadas. En Ullastret empiezan a usarse desde principios del s. v aC y en Els Vilars desde la fase II (550/525 - 425/400 aC). Los bronces binarios y ternarios también convivían en el ámbito tartésico, siendo esta última aleación frecuente en todo el Mediterráneo entre los s. x y vi aC; por otro lado la pobreza manifestada en l'Illa i Els Vilars está en sintonía con algunas producciones ibéricas y de otras culturas mediterráneas del momento (ROVIRA LLORENS 1989, 223; 1993).

Entre los elementos menos representados en las composiciones está el níquel, que adquiere valores similares en un lugar y otro. En cambio observamos diferencias referentes al arsénico y al zinc pues sólo aparecen respectivamente y en muy escasa proporción, en Ullastret. En referencia a la plata, ya hemos

comentado que en els Vilars se presenta en cantidades variables; las proporciones de Ullastret se asemejan bastante al subgrupo de valores mayores. El índice de antimonio es claramente más elevado en este último lugar.

Quedan claras pues las diferencias entre los materiales de los dos lugares, que podemos correlacionar con el aprovechamiento de distintos metalotectos. Existe sin embargo una diferencia importante entre ambos poblados pues en l'Illa tenemos evidencias de la transformación de mineral en metal, mientras que el de Els Vilars sólo de refundición y manipulación de metal. La falta de acumulaciones mineralíferas de esta área de la llanura occidental catalana y en especial de la comarca de Les Garrigues, donde se halla el yacimiento, a tenor de los inventarios geológicos más actualizados (MATA 1990, 235-236) sería determinante en la limitación de las actividades broncísticas que apreciamos, lo que nos obliga a buscar las fuentes del hipotético aprovisionamiento metalífero, fuera de la inmediata zona de captación de recursos. No obstante éstos se hallan en un radio reducido, al norte, en las estribaciones meridionales del Montsec, en la comarca de La Noguera (MATA 1990, 236-244), mientras que más al sur, existen otros puntos con mineralizaciones destacables (MATA 1990, 147), explotadas desde la edad del bronce en las comarcas de El Priorat, La Conca de Barberà i El Baix Camp (PÉREZ ARRONDO, LÓPEZ DE CALLE 1986, 134-138; MARTÍN BUENO, PÉREZ ARRONDO 1989, 167-170).

Otra característica esencial de los objetos metálicos de Els Vilars es su sencillez. Están elaborados por fundición o por fundición de varillas y martilleo con recocido, hasta adquirir su forma definitiva. No presentan decoración a excepción de la incrustación, el repujado y la yuxtaposición de elementos en casos puntuales. En cuanto a estas técnicas de manufactura también pueden establecerse paralelismos con las piezas de l'Illa d'en Reixac ya que la realización de la forja en frío, recocido y nueva forja se ha documentado allí desde finales del s. v o principios del s. iv aC (ROVIRA HORTALÀ 1993, 114-115).

Por otro lado, observamos similitudes en el sistema de elaboración de ciertas piezas localizadas en nuestro territorio a lo largo del tiempo, como por ejemplo los botones, ya que los del depósito de Llavorsí (ocultados entre finales del s. viii y principios de vii aC, es decir, en el bronce final III) a pesar de corresponder a otra tipología también son productos de fundición; en el caso de los brazaletes del mismo lugar, se combinan igualmente los tratamientos termoquímicos (CONSUEGRA et al. 1991).

4. Síntesis general

Hemos presentado un estudio referente al uso de piezas metálicas de base cobre y a la aplicación de técnicas metalúrgicas en un yacimiento clave para comprender la evolución cultural de las poblaciones del extremo occidental de la región nordeste peninsular a lo largo de una dilatada secuencia histórica que se extiende entre finales del s. viii o principios del vii aC y el s. iv aC, es decir entre el período de campos de urnas tardíos y plena cultura ibérica.

La concepción del trabajo es interdisciplinaria ya que combina los datos procedentes del registro arqueológico con criterios morfológicos y los que aportan diversas especialidades científicas, no como una yuxtaposición de informaciones, sino de contraste y relación entre las mismas, con el objetivo fundamental de extraer conclusiones globales a nivel tecnológico, económico y cultural.

En este sentido, ha sido posible establecer que las evidencias de la actividad metalúrgica de base cobre son muy escasas, especialmente en plena época ibérica, a diferencia por ejemplo de otras áreas catalanas como el Empordà, durante el mismo período. No podemos obviar como factor determinante la distinta potencialidad metalífera de ambos contextos geográficos. Así, durante las primeras fases de Els Vilars no se registra ningún elemento que indique directamente la producción del metal, a pesar de la existencia de algún fragmento de varilla de bronce (incompleta y de sección rectangular), lo que permite suponer que la manufactura de pequeños objetos se podía hacer dando forma a tales productos semielaborados (probablemente importados), mediante procedimientos termomecánicos. Es en la fase II (550/525 - 425/400 aC) cuando las actividades metalúrgicas se documentan más ampliamente, mediante un resto de fundición de cobre, y pequeñas escorias, detectándose también un pequeño incremento del material metálico, si bien en el marco de la habitual escasez de del yacimiento. La fundición de bronce y la manipulación de varillas se continuará practicando puntualmente durante la etapa siguiente (425/400 - 375/350 aC), mientras que en la última fase o IV, de entre los años 375/350 y el 325 aC, sigue usándose el metal, pero no hay rastro de actividades metalúrgicas.

Por lo que se refiere al uso del metal en Els Vilars, observamos un predominio absoluto del material de base cobre (siendo mayoritario el bronce) sobre el hierro y el plomo; dedicado casi exclusivamente a la ornamentación personal, con una buena representación de las distintas tipologías que se suceden entre finales de la edad del bronce y la del hierro en el área catalana.

Gracias a los análisis de composición también hemos podido distinguir entre el metal puro y los diferentes tipos de aleaciones, estableciendo sus cualidades y inconvenientes. En este sentido cabe decir que el uso del bronce en este sector de la Depresión central tiene una larga tradición pues los hallazgos en el yacimiento de Minferri (Les Garrigues, Lleida)

indican no sólo su uso sino además la fundición *in situ* ya en el momento de tránsito entre el bronce antiguo y medio (ROVIRA 1996 en prensa), y por tanto en las primeras fases de introducción de esta aleación en la Península Ibérica (FERNÁNDEZ MIRANDA et al. 1995).

Por otro lado, basándonos en la combinación y proporción de elementos, además de las variedades de bronce principales identificadas, podemos hacer otras agrupaciones menores, que nos llevan a suponer el uso de distintas fuentes de aprovisionamiento de metal, tanto diacrónicamente como sincrónicamente. En cuanto a las técnicas de elaboración, identificadas metalográficamente, también hemos diferenciado dos grupos básicos: los elementos de fundición y los que incorporan procedimientos mecánicos y térmicos como el martilleo y el recocido.

Hemos de considerar pues en definitiva, las piezas estudiadas como una muestra del concimiento tecnológico de la edad del hierro en el extremo nororiental de la Península Ibérica. En Els Vilars no hay evidencias claras por ahora de que se hayan transformado minerales en metal de cobre o bronce, es decir de metalurgia extractiva. Las muestras de actividad metalúrgica provienen por tanto sólo del hallazgo de restos de desechos metálicos, concretamente gotas de fundición y de algunos restos escoriáceos muy puntuales. Por ello pensamos que se fundió metal en bruto de procedencia foránea y sobretodo piezas obsoletas, al objeto de recuperar el metal, que debía ser un elemento valioso, especialmente en esta zona carente de recursos minerales. Paralelamente, los análisis de composición a pesar de mostrar unos rasgos genéricos revelan la existencia de elementos con una personalidad propia que podría ser debida, bien al uso contemporáneo y reciclaje de material metálico procedente de metalotectos distintos y/o a la llegada de objetos de varias zonas. La inexistencia por ahora de instrumental como recipientes de reducción o vasijas-hornos, crisoles y moldes en este poblado, avalaría la opinión de que las actividades metalúrgicas no-férricas tendrían poco peso en su economía. A pesar de ello el metal en uso, bastante escaso, era tipológicamente variado y refleja la interacción entre distintas tradiciones culturales.

M. Carme Rovira

Parcerisas, 8

08014 Barcelona

e-mail: c.rovira@mail.sendanet.es

Bibliografia

ALMAGRO 1955

M. Almagro, *Las necrópolis de Ampurias*, Monografías Ampuritanas, III, 2 vols., Seix y Barral, Barcelona, 1955.

ALONSO et al. 1994-1996

N. Alonso, I. Garcés, E. Junyent, A. Lafuente, J. B. López, J. M. Miró, M. T. Ros y M. C. Rovira, «L'assentament de Els Vilars (Arbeca, Les Garrigues): territori, recursos i activitats productives», *Primera Taula Rodona d'Arqueologia «Models d'ocupació, transformació i explotació del territori entre el 1600 i el 500 a.n.e. a la Catalunya meridional i zones limítrofes de la Depressió de l'Ebre»* (Sant Feliu de Codines, 1994-1996), Gala, 3-5, 319-339.

ARGENTE 1994

J. L. Argente, *Las fibulas de la Edad del Hierro en la Meseta Oriental (Variación tipológica, cronológica y cultural)*, Excavaciones Arqueológicas en España, 168, Ministerio de Cultura, Madrid, 1994.

BARBERÀ, SANMARTÍ 1982

J. M. Barberà y E. Sanmartí, *Excavacions al poblat ibèric de la Penya del Moro de Sant Just Desvern 1974-1975-1977-1978*, Monografies Arqueològiques, Diputació de Barcelona / Institut de Prehistòria i Arqueologia, Barcelona, 1982.

BOCQUET 1991

A. Bocquet, «L'archéologie de l'âge du Fer dans les Alpes occidentales françaises», en Duval. A. (ed.) *Les Alpes à l'âge du Fer - Actes du Xème colloque sur l'Age du fer* (Yenne-Chambéry), *Revue Archéologie de Narbonnaise*, sup. 22, Eds. CNRS, Paris, 1991, 91-156.

CALVO 1972

F. A. Calvo, *Metalografía práctica*, Ed. Alhambra S.A., Madrid, 1972.

CONSUEGRA et al. 1991

S. Consuegra, I. Montero y S. Rovira Llorens, «Estudi arqueometal·lúrgic del dipòsit de Llavorsí» en Gallart, J. *El dipòsit de bronzes de Llavorsí*, Excavacions Arqueològiques a Catalunya, 10, Generalitat de Catalunya / Departament de Cultura, Barcelona, 1991, 187-200.

CRADDOCK, MEEKS 1987

P. T. Craddock, N. D. Meeks, «Iron in ancient copper», *Archaeometry*, 29-2, 187-204.

CURA, FERRAN 1974 -1976

M. Cura y A. M. Ferrán, «Les fibules de l'interior de Catalunya», *1er. Col·loqui d'Arqueologia de Puigcerdà (1974)*, *Cypsela*, 1976, 122-124.

DAUGAS, TIXIER 1976

J. P. Daugas y L. Tixier, «Essai de technologie et de typologie des fibules annulaires ibériques», *Cypsela*, II, 1976, 121-143.

DUNNING 1991

C. Dunning, «Parures italiqes sur le plateau suisse», en Duval, A. (ed.) *Les Alpes à l'Age du Fer - Actes du Xème colloque sur l'Age du fer*, (Yenne-Chambéry), *Revue Archéologie de Narbonnaise*, sup. 22, Eds. CNRS, Paris, 1991, 367-377.

FERNÁNDEZ MIRANDA et al. 1995

M. Fernández Miranda, I. Montero y S. Rovira Llorens, «Los primeros objetos de bronce en el occidente de Europa», *Trabajos de Prehistoria*, 52 -1, 1995, 57-69.

GALLART 1988

J. Gallart, *Avanç de l'estudi de la necròpolis d'incineració de La Pena (Torregrossa, el Pla d'Urgell)*, Quaderns d'Arqueologia del grup de Recerques de «La Femosa», 3, Artesa de Lleida, 1988.

GALLART, JUNYENT 1989

J. Gallart y E. Junyent, *Un nou tall estratigràfic a La Pedrera, Vallfogona de Balguer, Tèrmens, la Noguera, Lleida*, Col. Espai/Temps, Quaderns del Departament de Geografia i Història de l'Estudi General de Lleida, Lleida, 1989.

GALLART, LÓPEZ 1991

J. Gallart y J. López, «El Colomer de Pallerols: una necròpolis d'incineració, tipus camp d'urnes, a la conca de l'Ondara», *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 1, 1991, 189-207.

GARCÉS et al. 1993

I. Garcés, E. Junyent, A. Lafuente, J. B. López, «Els Vilars (Arbeca, les Garrigues): primera edat del ferro i època ibèrica a la plana occidental catalana», *Laietània*, 8, 1993, 43-59.

JUNYENT 1973

E. Junyent, «El primer corte estratigráfico realizado en Roques de Sant Formatge (Seròs, Lleida) y algunas cuestiones en torno a la formación de la cultura ilergeta», *Noticiario Arqueológico Hispánico, Prehistoria*, II, Madrid, 1973, 278-286.

MALUQUER 1944

J. Maluquer, «Avance de los hallazgos de la necròpolis de Agullana (Gerona). Los Bronces», *Ampurias*, VI, 1944, 112-126.

MALUQUER 1984

J. Maluquer, *La necròpolis paleoibèrica de «Mas de Mussols», Tortosa (Tarragona)*, Programa de Investigaciones Protohistòricas, VIII, CSIC / Universidad de Barcelona, Barcelona, 1984.

MALUQUER 1987

J. Maluquer, *La necròpolis paleoibèrica de Mianes en Santa Bàrbara (Tarragona)*, Programa de Investigaciones Protohistòricas, IX, CSIC / Universidad de Barcelona, Barcelona, 1987.

MARTÍN BUENO, PÉREZ ARRONDO 1989

M. Martín - Bueno y C. L. Pérez Arrondo «Proto-metalurgia y metalogénesis en la Cuenca del Ebro», en DOMERGUE, C. (coord.) *Minería y metalurgia en las antiguas civilizaciones mediterráneas y europeas*, I, Madrid, 1985, 167-185.

MATA 1990

J. M. Mata, *Els minerals de Catalunya*, Institut d'Estudis Catalans, Barcelona, 1990.

MAYA 1986

J. L. Maya, «El Bronce Final y la Primera Edad del Hierro en el sector oriental de la Península Ibérica», *Bajo Aragón Prehistoria*, IX-X, 1986, 7-50.

MUNILLA 1990-1991

G. Munilla, «Elementos de influencia etrusca en los ajuares de las necròpolis ibéricas», J. Remesal y O. Musso (coords.) *La presencia de material etrusco en la Península Ibérica (Actas de la Mesa Redonda La Presencia del material etrusco en el ámbito de la colonización arcaica en la península Ibérica)*, (Barcelona 1990), Universitat de Barcelona, Barcelona, 107-175.

NAVARRO 1970

R. Navarro, *Las fíbulas en Cataluña*, Universidad de Barcelona, Publicaciones Eventuales, 16, Barcelona, 1970.

PÉREZ ARRONDO, LÓPEZ DE CALLE 1986

C. L. Pérez Arrondo y C. López de Calle, *Aportaciones al estudio de las culturas eneolíticas en el Valle del Ebro, Los orígenes de la metalurgia*, II, Gobierno de la Rioja / Instituto de Estudios Riojanos, Logroño 1986.

PLENS 1986 - inédito

M. Plens, *La necròpoli de la Pedrera (Vallfogona de Balaguer-Tèrmens)*, Estudi General de Lleida, 1986, tesina inédita.

RAFEL 1991

N. Rafel, *La necròpolis del Coll del Moro de Gandesa. Els materials*, Publicacions de la Diputació de Tarragona, 1991.

ROUDIL 1972

J. L. Roudil, *L'Age du bronze en Languedoc oriental*, Mémoires de la Société Préhistorique Française, 10, Paris, 1972.

ROVIRA HORTALÀ 1993

M. C. Rovira Hortalà, «Estudi arqueometal·lúrgic de l'Illa d'en Reixac, Ullastret (Baix Empordà)», *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 3, 1993, 65-149.

ROVIRA HORTALÀ 1996 - en prensa

M. C. Rovira Hortalà, «Activités métallurgiques à l'extrême nord-est de la Péninsule Ibérique pendant l'Age du Bronze ancien-moyen. Le site de Minferri (Lleida)», *Colloque international Bronze'96 - L'atelier du bronzier: élaboration, transformation et consommation du bronze en Europe du xxe au viii siècle avant notre ère* (Neuchâtel - Dijon 6-9 /3/ 1996), en prensa.

ROVIRA HORTALÀ 1996 - inédito

M. C. Rovira Hortalà, «Metalurgia: uso y producción del metal en el yacimiento de Els Vilars - Arbeca (Lleida)», en Garcés et al. *Primera Edad del Hierro y época ibérica en la Cataluña occidental. Territorio y urbanismo (Memoria del proyecto DGICYT PS 92-0148)*, 1996 inédito.

ROVIRA LLORENS 1987

S. Rovira Llorens, «Algunos aspectos de la tecnología metalúrgica en el bronce final y la Edad del Hierro», *Boletín de la Asociación Española de Amigos de la Arqueología*, 23, Madrid, 1987, 53-57.

ROVIRA LLORENS 1989

S. Rovira Llorens, «Examen de laboratorio de la fuente

de El Gandul (Sevilla)», *Archivo Español de Arqueología*, 1989, 62, 219-223.

ROVIRA LLORENS 1993

S. Rovira Llorens, «La metalurgia de la Edad del Hierro en la Península Ibérica: una síntesis introductoria», R. ARANA et al. (eds.) *Metalurgia en la Península Ibérica durante el primer milenio a.C. Estado actual de la investigación*. Universidad de Murcia, Murcia, 1993, 45-70.

ROVIRA LLORENS 1995

S. Rovira Llorens, «La arqueometalurgia ibérica», en J. Blázquez (ed.) *El mundo ibérico: una nueva imagen en los albores del año 2000*, Albacete, 1995, 153-157.

ROVIRA LLORENS et al. 1987

S. Rovira Llorens, S. Consuegra y I. Montero, «Estudio arqueometalúrgico de materiales de Tejada la Vieja», *Huelva Arqueológica*, XI, 1987, 223-234.

RUIZ ZAPATERO 1985

G. Ruiz Zapatero, *Los Campos de Urnas del N.E. de la Península Ibérica*, 2 vols, Universidad Complutense, Madrid, 1985.

SCOTT 1991

D. A. Scott, *Metallography and microstructure of ancient and historic metals*, The J. Paul Getty Trust - Archetype Books, Singapore, 1991.

TENDILLE 1978

C. Tendille, «Fibules protohistoriques de la région nimoïse», *Documents d'Archéologie Méridionale*, 1, 1978, 77-112.

VILASECA et al. 1965

L. Vilaseca, I. M. Solé y R. Mañé «La necrópolis de Can Canyís (Banyeres, prov. de Tarragona)», *Trabajos de Prehistoria*, VIII, 1965, 55-74.