

ANUARIO ARQUEOLÓGICO DE ANDALUCÍA

2007

BORRADOR / DOCUMENTO PRE-PRINT

ESTUDIO DE MATERIALES DEL YACIMIENTO DE PEÑALOSA (BAÑOS DE LA ENCINA, JAÉN). 2006-2007*

Francisco CONTRERAS CORTÉS, Heber CORTÉS SANTIAGO, Juan Miguel RIVERA GROENNOU, Mark HUNT ORTIZ, Josefa CAPEL MARTÍNEZ, Auxilio MORENO ONORATO, Juan Antonio CÁMARA SERRANO, Eva ALARCÓN GARCÍA y Luis ARBOLEDAS MARTÍNEZ

Departamento de Prehistoria y Arqueología
Facultad de Filosofía y Letras
Universidad de Granada
Campus Universitario de Cartuja s/n
18071 Granada

Resumen

Se presenta aquí un estudio preliminar sobre determinados aspectos de la tecnología desarrollada en el poblado de la Edad del Bronce de Peñalosa. En primer lugar se han estudiado los restos constructivos del Complejo Estructural IXa para determinar la procedencia de las materias primas no pétreas utilizadas, demostrándose además su relación con el tipo de estructuras en las que fueron empleadas. En segundo lugar se han analizado las pastas de las cerámicas empleadas en las actividades metalúrgicas y se han señalado diferentes tipos tecnológicos relacionados con funciones específicas. Finalmente se han realizado análisis isotópicos sobre materiales metálicos y minerales recuperados en el yacimiento y en las minas de José Palacio y el Polígono para realizar una aproximación a las fuentes de aprovisionamiento que, en cualquier caso, fueron diversas.

Palabras clave

Alto Guadalquivir, Edad del Bronce, Cultura del Argar, Arqueometalurgia, Isótopos de plomo, Materiales de construcción

Abstract

A preliminary study about certain Bronze Age Peñalosa settlement technological aspects is presented here. Firstly constructive remains from Structural Complex IXa have been studied to define non-stone raw materials provenience. Relation between different types of raw materials and different types of structures has been shown. Secondly pottery vessels employed in metallurgical activities have been analyzed and different technological types have been defined in relation to different functions. Finally isotopic analysis have been made on metallic items and minerals coming from Peñalosa settlement and José Palacio and Polígono mines in order to get a preliminary view about prehistoric procurement sources that were numerous.

Key words

High Guadalquivir Valley, Bronze Age, Argaric Culture, Archaeometallurgy, Plumb Isotopes, Building materials

* Este trabajo se inserta dentro del Proyecto Peñalosa (Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía) y del Proyecto de Investigación I+D *Minería y Metalurgia en las comunidades del Bronce del Sur peninsular* (Ministerio de Educación y Ciencia, HUM2005-07508).

Introducción

El Proyecto Peñalosa en su segunda fase se inició en 2001. Tras dos campañas de excavación realizadas en 2001 y 2005-2006 (Contreras *et al.*, 2004; Contreras *et al.*, en prensa), una prospección arqueometalúrgica (Contreras *et al.*, 2005) y otra de recursos líticos y una fase estudios de materiales centrado en la cerámica (Cámara *et al.*, 2005), se ha completado esta primera parte del proyecto con un nuevo estudio de materiales, centrado ahora fundamentalmente en los elementos arqueometalúrgicos.

El segundo estudio de materiales de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén) resultaba necesario por tres razones fundamentales:

1. La excavación en profundidad de ciertos espacios, especialmente en la cumbre de la ladera norte (Grupo Estructural IX), implica la necesidad de estudiar los cambios formales, técnicos y funcionales en las diferentes industrias y los cambios en los patrones de consumo de los elementos subsistenciales y las diferentes materias primas.
2. La extensión de la excavación microespacial en los niveles de la fase IIIA del Grupo Estructural X, dada su buena conservación y su articulación con estructuras complejas (Contreras y Cámara, 2002; Contreras *et al.*, 2004, en prensa), obligaba a completar no sólo los estudios formales y espaciales sino a profundizar en los análisis técnicos y funcionales que habían quedado muy limitados por la muestra disponible y las limitaciones presupuestarias (Contreras *et al.*, en prensa).
3. La localización de nuevas sepulturas debe conducir a una reevaluación de las diferencias y las relaciones entre los contextos funerarios, especialmente porque la muestra de las fases antiguas, reducida anteriormente a la excavada en el Complejo Estructural VIIe (Contreras *et al.*, 1991, 1995, 2000), se ha visto sustancialmente aumentada gracias a los hallazgos de la parte superior de la ladera sur y especialmente a los procedentes del Complejo Estructural VIIg.

Objetivos y Planificación

1. Estudiar las técnicas constructivas en las viviendas (y sus estructuras internas) y los otros complejos determinados en Peñalosa. Para ello se ha abordado por primera vez dentro del Proyecto el estudio de los materiales utilizados para adobes, revocos de paredes y techumbres, suelos, etc, revisando y clasificando todos los restos constructivos, en el marco del desarrollo por parte de Juan Miguel Rivera de una Tesis Doctoral, dirigida por Francisco Contreras, Josefa Capel y Auxilio Moreno y sostenida por una Beca de Formación del Profesorado concedida por el Ministerio de Educación y Ciencia, centrada en el estudio de los materiales arcillosos utilizados en los contextos domésticos de Peñalosa.
2. Contrastar las materias primas y los instrumentos utilizados en las diversas actividades productivas y en cada una de sus fases, prestando especial atención a las actividades metalúrgicas, con los recursos existentes en el entorno.
 - a. En relación con el análisis de las materias primas utilizadas en la transformación metalúrgica se ha iniciado el estudio isotópico de los minerales y escorias hallados en los contextos de Peñalosa y en las minas localizadas en

los alrededores del poblado. Estos trabajos han sido llevados a cabo por Mark Hunt.

- b. En relación con los instrumentos utilizados en la elaboración de otros elementos, y las materias primas con las que se han realizado los primeros, se está procediendo al estudio sistemático de los elementos cerámicos implicados en el proceso metalúrgico. El plan de trabajo ha previsto en primer lugar analizar los crisoles implicados en la fundición, las vasijas hornos utilizadas en la reducción y los moldes de arcilla usados en la fase de acabado. Una vez catalogados y clasificados se ha pasado a la selección de muestras para la obtención de láminas delgadas para ver la petrología de las piezas y su estudio en el SEM (Scanning Electro Microscope). Esta tarea está siendo llevada a cabo por Heber Cortés bajo la dirección de Josefa Capel, Auxilio Moreno y Francisco Contreras.
3. Documentación gráfica de la cultura material. La excavación a nivel microespacial de los distintos espacios excavados ha producido un elevado número de elementos arqueológicos. Se ha procedido a su reconstrucción a través del remontaje de las piezas y posteriormente se está realizando el dibujo a lápiz de la todos aquellos elementos arqueológicos significativos, aproximadamente unas 1000 piezas arqueológicas. La labor de remontaje se está llevando a cabo por parte de alumnos de la licenciatura de Historia y el dibujo a lápiz del material está siendo realizado por Mercedes Fernández bajo la dirección de Francisco Contreras. También se ha realizado la documentación fotográfica de todo el conjunto de piedras de molino, labor realizada por Luis Arboledas y Eva Alarcón.
4. Informatización del registro arqueológico. Utilizando el SIA se está procediendo a la informatización de los datos de inventario y clasificación de materiales así como todo lo relativo a las unidades estratigráficas construidas y no construidas. Igualmente se está procediendo al escaneo de los dibujos de materiales, plantas y secciones y se están pasando a Autocad las plantas y secciones de las estructuras excavadas. Este trabajo está siendo llevado a cabo por Eva Alarcón, Margarita Sánchez, Juan Miguel Rivera, Ana Rivera, Carlos Garrido y Susana Carpintero.
5. Documentación digital de los dibujos arqueológicos realizados sobre el registro arqueológico de 2005. Se está escaneando y tratando con el programa informático Photoshop todos los dibujos realizados a lápiz de cara a su inclusión en la futura Memoria de la segunda fase del proyecto. Este trabajo está siendo realizado por Rachel Rocha

1. La arcilla y su utilización en las construcciones de Peñalosa

Se ha comenzado el estudio de los restos arqueológicos recuperados que están relacionados con las técnicas constructivas. Para ello se ha seleccionado el Complejo Estructural IXa (Fig. 1), cuya excavación ha finalizado en la campaña realizada en 2005. Debido a que las características intrínsecas de este tipo de material están directamente relacionadas con aquellas de los depósitos de los que fueron extraídos, la metodología propuesta está dirigida a conocer los aspectos texturales, geomineralógicos y geoquímicos de los materiales estudiados.

El objetivo primordial de este análisis, aparte de la creación de categorías y tipologías sistemáticas, es el de establecer la posible procedencia de la materia prima utilizada en la fabricación de los materiales de construcción utilizados, hecho que permitiría identificar el control, por parte de los grupos argáricos, de las propiedades físicas de los materiales

geológicos que forman su entorno.

El planteamiento analítico diseñado nos permitiría reconocer aquellas características consideradas por los habitantes argáricos como idóneas para sus propósitos constructivos. Esta última idea parte de la afirmación que la acumulación de experiencias lleva a los actores sociales al entendimiento del entorno físico y natural en el que se desenvuelven, y de ahí al reconocimiento de aquellas materias primas más útiles para sus fines.

En primer lugar se ha realizado un análisis textural para identificar las características físicas de la muestra. Los límites de separación utilizados para las diferentes fracciones han sido los standard para este tipo de estudios: grava (fracción superior a 2mm.) arena (2mm-0,2mm), limo (0,002mm.) y arcilla ($\leq 0,002$ mm.) (Capel, 1977; Capel, 1986; Rapp y Hill, 1998). Para la realización de este estudio se llevó a cabo la disgregación mecánica de las muestras para, posteriormente, proceder a separar las diferentes fracciones y cuantificación de las mismas mediante tamizado, pesada y separación de las fracciones por decantación.

El lecho rocoso provee los *materiales parentales* de los cuales se derivan los componentes mineralógicos que forman los sedimentos. Tanto rocas como sedimentos están compuestos por minerales cristalinos o amorfos que pueden estar sujetos a modificaciones, con ritmos diferentes, que dependerán tanto de su composición química y estructura cristalina, como de las condiciones fisico-químicas de los propios sedimentos. Igualmente, *minerales secundarios* son formados mediante la reestructuración de los elementos que componen aquellos *minerales primarios* a lo largo de los procesos de alteración (Limbrey, 1975). El agua es el medio fundamental por el cual estos cambios ocurren. Del mismo modo, los procesos antes mencionados de meteorización, tanto física como química, dan a lugar a tales reestructuraciones.



Fig. 1. Planta de la casa IX

Para caracterizar las fases minerales presentes, en las muestras estudiadas, se ha llevado a cabo su estudio mediante la técnica de *Difracción de Rayos X* sobre polvo total. En la identificación de las fases minerales se ha utilizado la base de datos elaborada por el *Joint Committee on Powder Diffraction Standards*.

Como resultado de la correlación entre forma y contexto – unidad sedimentaria –, tomando en consideración el registro estratigráfico general planteado para la Terraza Superior del poblado de Peñalosa, se han propuesto las siguientes posibles funcionalidades de los materiales recuperados:

- *Material de cimentación de los mampuestos*: estas muestras responden a aquellas documentadas en las unidades sedimentarias correspondientes al derrumbe de estructuras de piedra. Generalmente este material se presenta con formas irregulares. En cuanto a su matriz, es una sumamente compacta, bastante sólida, de consistencia dura y de tonalidad principalmente anaranjada.

- *Material para el revestimiento, revoco y/o enlucido de los paramentos*: estas muestras se ubican en los estratos correspondientes a los derrumbes de estructuras de piedra (en sus niveles inferiores), aunque, teniendo en cuenta el carácter descubierto que se plantea para una parte de la vivienda IXa, algunas se asocian a las unidades sedimentarias de suelo de ocupación, al caer directamente sobre éste. Muestran una matriz de color fundamentalmente anaranjado, compacta y sólida. Estas se han definido a partir de la observación de la clara intención de aplanar o alisar una de sus caras.

- *Material empleado para el revestimiento del techo*: dejándonos llevar por la estratigrafía general planteada para el yacimiento de Peñalosa, estas muestras se sitúan en aquellas unidades sedimentarias asociadas a los rellenos de ocupación o, en algunos casos, a los estratos referidos como derrumbes de estructuras de barro. Presentan matrices que varían entre tonalidades marrón rojizo y anaranjado, y una matriz poco compacta y no muy sólida en comparación con las muestras anteriormente descritas. Dentro de este conjunto se puede encontrar muestras que presentan caras aplanadas alisadas por un lado, y por otro, varios fragmentos en los se observan las impresiones de la disposición vegetal utilizada para la cubrición de las habitaciones y que conformaron el soporte de la capa impermeabilizante de barro.

- *Suelo o pavimento de barro*: Se refiere en nuestro caso a un estrato de nivelación y cubrición de una posible fosa (US.28.41) ubicada en el extremo occidental del complejo estructural IXa, posiblemente utilizada durante la fase IIIB. Se trata de fragmentos de tamaño grande que presentan una de sus caras aplanadas, la matriz de color marrón, se presenta como poco compacta.

- *Material para la cimentación de estructura de banco*: este material lo tenemos representado en la muestra 28703, cuyo método de recuperación fue puntual. Se trata de varios fragmentos pequeños y medianos, cuya matriz es de color marrón rojizo y poco compacta.

A nivel textural encontramos una clara diferenciación entre lo que sería la materia prima utilizada como material de cimentación de los mampuestos respecto al material empleado para la aplicación del revestimiento de los paramentos al igual que para aquellos utilizados en la construcción de las estructuras de techumbre, pavimento y la cimentación del banco. Esta diferencia se encuentra fundamentalmente en la cantidad de fracciones de tamaño arcilloso en comparación con las de tamaño arenoso.

Frente a los materiales empleados para la construcción de los muros de mampostería, de textura principalmente limo-arenosa, las demás estructuras se realizaron utilizando una

materia prima de carácter esencialmente limo-arcilloso. Este hecho se nos presenta como un primer indicio de una técnica constructiva diferenciada por tipo de estructura. La mayor concentración de áridos en la composición del material de cimentación-alzado de muros nos hablaría de un tipo de mortero que permitiría una mayor sujeción de los mampuestos, en comparación con la materia prima de carácter más arcilloso (Capel, 1977, 1986).

Una mayor concentración de arcilla en la composición de los materiales de cimentación no garantizaría la estabilidad de los muros, ya que se trata de un material muy plástico lo que incidiría en el derrumbe de estas estructuras (Capel, 1977, 1986). En este caso las fracciones de tamaño arenoso servirían como conglomerante, o sea, material capaz de adherirse a otros con el fin de dar cohesión al conjunto.

Sin embargo, los materiales más arcillosos, como por ejemplo los asociados al revestimiento de los paramentos así como al armazón de ramas y cañas que formarían la estructura del techo, constituirían un material, que, al humedecerse, se tornaría más plástico y moldeable, y con una capacidad de adherencia mayor tanto a las estructuras vegetales como a la superficie irregular de los paramentos de mampostería. Por otro lado la arcilla al secarse se vuelve un material firme, lo cual no solo le daría consistencia a las estructuras sino que conformaría una capa impermeable y aislante. .

En relación con el material empleado para la cimentación del banco, este mortero arcilloso supondría una base suficientemente estable que, junto a las lajas de pizarra dispuestas horizontalmente sobre éste, formaría una estructura bastante fuerte y firme.

El estudio mineralógico ha permitido establecer una correlación directa entre la composición mineralógica de las muestras y el tipo de sedimento escogido para los diferentes empleos constructivos definidos para el Complejo Estructural IXa del poblado de Peñalosa. Para la realización de este estudio se decidió agrupar las muestras por tipo de estructuras y siguiendo las consideraciones texturales definidas para cada tipo de material.

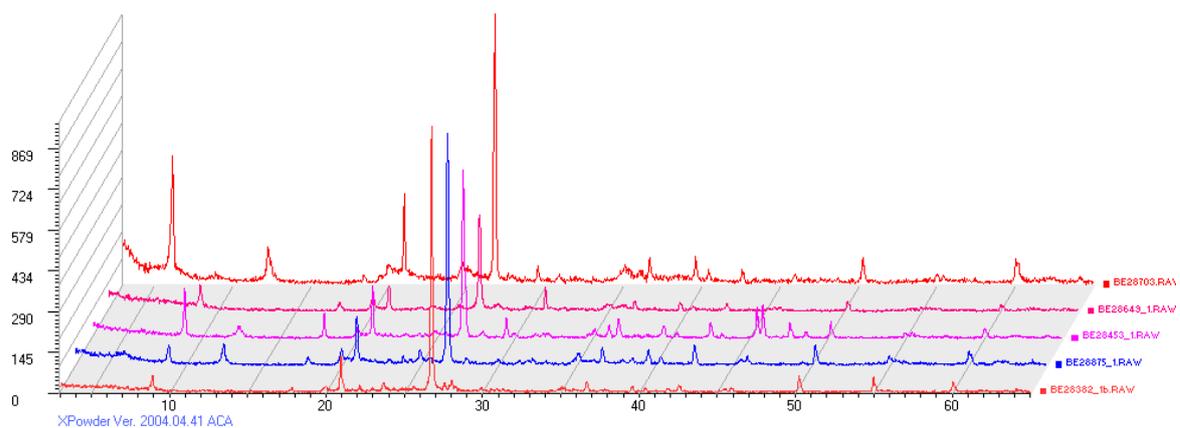


Fig. 2. Diagrama comparativo entre difractogramas de muestras de las distintas estructuras: Material de cimentación (28382_1b), revoco paramentos (28875_1), estructuras de barro (28453_1), revoco estructura de techumbre (28649_1) y material para la cimentación del banco (28703).

El estudio mineralógico por DRX (Fig. 2) ha puesto de manifiesto que el material original seleccionado para su uso en las diferentes elementos constructivos tiene un mismo origen. Sin embargo, la presencia de diferentes proporciones de los minerales presentes en las muestras analizadas induce a considerar que, partiendo de una misma materia prima, existe un tratamiento de selección en función del uso constructivo al que va a ser destinado.

En general, en todas las muestras se ha detectado la presencia de cuarzo, feldespatos y filosilicatos, como componentes mayoritarios; entre los filosilicatos presentes se encuentran ilita, clorita y caolinita. Esta composición característica del sedimento de partida se ve modificada para las diferentes estructuras. Así, los materiales asociados a la cimentación de los muros son los que presentan menor contenido en minerales de la arcilla (ilita y clorita) frente a la mayor abundancia de cuarzo y feldespatos. Estos datos validan la textura limo-arenoso de estas muestras.

Sin embargo, los resultados tanto para las muestras relacionadas con los revocos o enlucidos de los paramentos como para aquellas pertenecientes a los restos de estructuras de barro y que presentan improntas vegetales – siempre referidas al revestimiento de la estructura de techo – nos muestran una proporción de minerales de la arcilla mayor en comparación con los materiales de cementación. Estos datos, que justifican una textura limo-arcillosa, permiten considerar el marcado carácter intencional en la ejecución de estas estructuras al modificarse la materia prima en una selección mayor de materiales finos, asociados a la fracción arcilla, que permite una mayor adherencia de la materia vegetal al soporte al tiempo que le imprime a la estructura acabado una mayor impermeabilidad.

Interesante resulta el caso de la muestra correspondiente a la cimentación de la estructura de banco. La mayor presencia de clorita e ilita, en esta estructura, sería indicativo también del conocimiento “intuitivo” de cuál era el rendimiento de la materia prima y cómo se podía utilizar. Estas características conceden a este material unas propiedades mecánicas óptimas que garantizarían la firmeza y la solidez de esta estructura.

Más interesante resulta el estudio de los restos del suelo de barro. Estas muestras son las que presentan los cambios más significativos. El principal factor diferenciador es la presencia de interestratificados ilita-esmectita. La esmectita es una arcilla muy plástica debido a su capacidad de absorber moléculas de agua entre sus capas. La presencia de este interestratificado indica un proceso degradativo de la mica a favor de la formación de esmectita. La identificación del pico de esmectita en la banda que va entre 18,5Å y 21,5Å indica que contiene mayor cantidad de capas de agua. Su presencia en esta muestra indica que estos materiales han estado en contacto con el agua por un periodo extenso de tiempo.

A partir de este dato se podría pensar que este material procedería de alguna estructura de barro derrumbada y reutilizada para la nivelación de la superficie sobre la cual se desarrollaría algún tipo de actividad. Este material se ha asociado al empleado para la nivelación y cubrición de una fosa (US.28.41), para obtener una superficie de nuevo horizontal. Este hecho se vería contrastado a nivel estratigráfico, debido a la presencia de niveles superiores a éste con abundantes restos materiales (US.28.38 y 28.50) (Contreras *et al*, en prensa)

El carácter inicial de los estudios realizados hace que las argumentaciones aquí planteadas no sean concluyentes, sino sólo una caracterización general de los restos constructivos de carácter terroso utilizados para el levantamiento de las diferentes estructuras documentadas en el Complejo Estructural IXa del poblado argárico de Peñalosa. Entendemos que estudios

futuros, aportarán mucha más información lo que permitirá una mejor caracterización de los depósitos sedimentarios explotados para la extracción de esta materia prima y de los procesos de formación de la estratigrafía arqueológica de los contextos de Peñalosa.

Concluyendo podemos afirmar la clara utilización de materiales específicos para la construcción de las distintas estructuras que conforman los espacios de habitación en el poblado argárico de Peñalosa, aunque la materia prima proceda de los mismos depósitos sedimentarios, un contexto aluvial, posiblemente el propio río del Rumbero, de leve caudal o de caudal estacional, lo cual corroboraría los resultados de los estudios paleoambientales, que han asignado un clima termomediterráneo, no tan diferente al del presente, para el entorno natural en la zona del Alto Guadalquivir durante tiempos argáricos.

2. El papel de los elementos cerámicos en el proceso metalúrgico

Se ha analizado la importancia que la cerámica juega dentro de los procesos metalúrgicos a partir de la caracterización de las matrices y el estudio de las formas, intentando buscar una asociación entre tecnología, tipología y funcionalidad de los elementos cerámicos relacionados con la metalurgia. Para este estudio se han escogido los elementos cerámicos pertenecientes a la casa VI (Fig. 3). Una vez reunidos todos los elementos de la vivienda se pasó a continuación a extender todo el material de la vivienda por complejos estructurales y a seleccionar los elementos cerámicos relacionados directamente con las actividades metalúrgicas. El total de fragmentos encontrados, como cerámica metalúrgica en un principio ascendió a 76, de los cuales se han seleccionado 54 para el estudio, ya que se descartaron en esta primera selección aquellos fragmentos que no cumplían con los objetivos de la investigación, bien por desconocer si en realidad estaban implicados en actividades relacionadas con la metalurgia, sobre todo en el caso de los fragmentos que sólo presentaban manchas de óxido, pero no restos de escorias, o bien por tratarse de fragmentos que estaban asociados con cerámicas metalúrgicas dentro de las mismas unidades sedimentarias. Los fragmentos que se han seleccionado se encuentran adscritos a formas como crisoles de los distintos tipos, vasijas hornos y moldes.

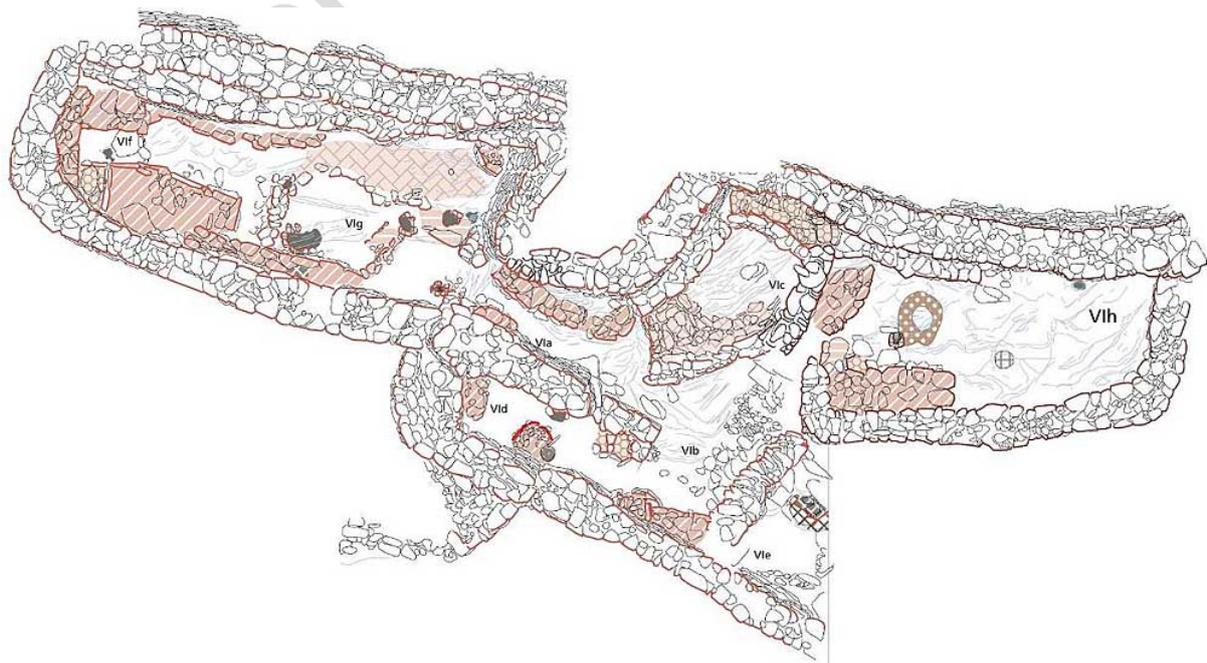


Fig. 3. Plano de la Casa VI de Peñalosa

Los elementos seleccionados han sido observados bajo la lupa binocular. En todos los fragmentos cerámicos se ha constatado el predominio de desgrasantes finos y medios, ya que aunque la presencia de desgrasantes gruesos es evidente en la mayoría de los fragmentos éstos se encuentran representados en menor proporción que los anteriores. En general, la textura de la pasta es arcillo-limosa y grosera, con poco tratamiento en las superficies. Los desgrasantes minerales más representativos son el cuarzo y la cuarcita, estando el primero presente en el 100% de las muestras. A estos se deben añadir, por su frecuencia, los esquistos y las micas. En general, en su mayoría los fragmentos estudiados presentan en la superficie interna una alteración térmica que puede ir de leve a muy intensa.

A partir de este estudio se han distinguido los siguientes tipos de pastas cerámicas:

- **Tipo 1:** matriz arcillo-limosa, mayormente grosera, porosa y con poco tratamiento en sus superficies, donde se incluyen como desgrasantes, fundamentalmente, cuarzo y cuarcita, aunque se han identificado otros minerales como feldespatos, micas y esquistos en menor proporción. El tamaño de los desgrasantes en la mayoría de los fragmentos es de tamaño medio y fino. La matriz aquí descrita destaca por ser heterométrica, es decir, se encuentra una gran variedad en el tamaño de los desgrasantes. El espesor de los fragmentos oscila entre 1.5 a 3 cm. Todos en su interior tienen una fuerte vitrificación que en muchas ocasiones puede penetrar 2 o 3 mm. en el interior de la matriz. La gran mayoría conserva en su superficie interna una capa de escoria uniforme que puede llegar a tener hasta 5 mm. de espesor, de un color pardo negruzco, donde quedan atrapados minerales parcialmente fundidos, abundantes óxidos de cobre y gotas de metal de cobre que pueden medir de 2 hasta 3 mm. de diámetro. De todos los fragmentos identificados en este grupo sólo uno presenta pico vertedero y no conserva escoria en su interior aunque es evidente que fue calentado. En cuanto a la tipología 8 de los 12 fragmentos pertenecen a crisoles planos.

Durante la observación bajo la lupa binocular se pudieron diferenciar dos variantes de esta matriz:

- Subtipo 1.1: presenta un aspecto muy compacto con una distribución homogénea de los desgrasantes y poca porosidad.
- Subtipo 1.2: matriz muchos más porosa, menos compacta y con menor tratamiento de la pasta.

- **Tipo 1A.** Entre las características que distinguen este conjunto destaca fundamentalmente el desgrasante de tamaño medio y fino, presentando homometría en las inclusiones, de tamaño más regular en todos los fragmentos, al contrario que el grupo anterior que presenta dentro de la misma matriz una mayor variabilidad en el tamaño de los desgrasantes. El carácter de los desgrasantes de las cuatro muestras adscritas a este grupo es mixto teniendo una cantidad considerable de desgrasantes con morfología angular (añadidos). Otro rasgo que se observa es la textura, mucho más compacta y poco porosa, teniendo una distribución más homogénea de los desgrasantes. La abundante presencia de micasquistos en estos fragmentos es una característica de esta matriz a diferencia del grupo anterior donde este mineral está representado en menor cantidad y no todas las piezas lo contienen. La zona interna presenta una fuerte vitrificación en todos los fragmentos de este tipo, que va acompañada de una escoria que se distribuye uniformemente por la superficie interna, en cuyo interior se conservan gotas de metal y óxidos de cobre.

- **Tipo 2.** Es completamente distinto a los anteriormente descritos ya que utiliza de forma intencionada material vegetal como desgrasante. Ello puede implicar una funcionalidad y tecnología distinta al resto de la cerámica metalúrgica, lo que viene avalado por el hecho de que la pasta tiene una textura más fina y arcillosa, con una distribución más homogénea de los desgrasantes. El desgrasante inorgánico es en la mayoría de los casos de 2 mm. o menor, no siendo muy común la presencia de desgrasantes gruesos, los cuales se alternan con la materia orgánica en algunas piezas. En este grupo el mineral más abundante utilizado como desgrasante es el cuarzo, estando presente en todas las muestras. Cabe señalar la presencia de abundante mica y esquistos rojos que, más que añadidos vienen como parte de la composición mineral de la arcilla. Este tipo de composición mineral rica en micas, micasquistos, esquistos rojos y diferentes tipos de cuarzos nos podría indicar que la arcilla utilizada para la fabricación de esta cerámica fue extraída en un lugar diferente o tiene otro tratamiento que la utilizada en las otras matrices hasta ahora vistas.

De la observación de la cerámica se puede establecer una asociación entre esta matriz y los crisoles hondos o vasijas horno de distintos tamaños, pues la mayor parte de los fragmentos adscritos a esa matriz presentan esta tipología morfométrica. Otra característica es el grosor de las paredes de los cuerpos que en su mayoría superan los 2 cm. De los fragmentos que presentan escoria en este grupo se pudo apreciar que la mayoría contienen una escoria de un color blanco/verdoso y sólo en 2 fragmentos se observa la escoria de color oscuro. Aunque esta escoria de un color blanco/verdoso no es exclusiva de este tipo de matriz, pues en otros tipos cerámicos existe, en este grupo es casi una norma, lo que nos puede llevar a pensar que los crisoles construidos con este tipo de matriz pudieron ser utilizados, en su mayoría, para fundir algún metal que dejara este tipo de escoria con pocas impurezas y de este color tan característico.

Otra de las características que se han observado es el color de la matriz con un tono anaranjado en su exterior que se vuelve gris con el efecto de las altas temperaturas en su interior. Las alteraciones producidas por el calor (vitrificación) en la superficie interna no son tan intensas como las presentes en los otros tipos, por lo que esta matriz o es más resistente a las altas temperaturas o bien fue sometida a menor temperatura que las otras. Además muestra en la superficie interna características únicas, pues en varios fragmentos era evidente la vitrificación en su interior pero no se observa escoria alguna, lo que no es lo normal en los otros tipos, pues la alteración térmica (vitrificación) del interior siempre está asociada con restos de escoria. Este tipo de matriz al igual que las antes discutidas, está presente en todos los ámbitos de la casa.

Durante la observación bajo la lupa binocular se pudo ver que existían unas diferencias evidentes dentro del mismo grupo. Estas diferencias consistían en las proporciones de desgrasante orgánico e inorgánico que contenían los fragmentos.

- Subtipo 2.1: predominio del desgrasante orgánico. El desgrasante inorgánico que se observa es de tamaño medio y fino, pero fundamentalmente fino, en algunos casos, casi imperceptible a simple vista. en su mayoría son cuarzos redondeados y abundante mica. Su mayor porosidad parece fomentada por la concentración de material orgánico, que una vez expuesto a las altas temperaturas, se transforma en grafito dejando el espacio que ocupó vacío. Presenta zonas de intensa vitrificación.
- Subtipo 2.2: son los desgrasantes inorgánicos los que predominan, aunque contiene material orgánico que, en algunos fragmentos se reduce a pequeños trazos. El desgrasante es de tamaño medio a fino apreciándose un incremento en la cantidad de desgrasante inorgánico, sobre todo medio en comparación con el subtipo 2.1. El

cuarzo y la cuarcita son los desgrasantes más abundantes y en menor proporción la mica y el esquisto. La textura de los fragmentos es más grosera y mucho más dura que el subtipo anterior.

- **Tipo 3.** La última matriz que se ha podido identificar se caracteriza por una mayor heterogeneidad de los minerales del desgrasante. Aunque el cuarzo siempre está presente, en ella se incluyen cantidades mayores de otros minerales como los feldespatos, micas y plagioclasas. Los desgrasantes en general son de tamaño medio y fino, aunque los gruesos tienen una mejor representación en algunos fragmentos. En general, las formas tipológicas que dominan en ésta son los crisoles planos y los moldes, no encontrando ningún crisol hondo. Dentro de esta matriz se han podido distinguir 2 subtipos diferentes en función de la cantidad de desgrasantes presentes y el contenido de arcilla que se puede observar en ella

- **Subtipo 3.1:** destaca por el predominio de la arcilla dentro de la matriz, estando el desgrasante menos representado dentro de ésta. Esta matriz es magra, heterométrica, el desgrasante es mixto en la mayor parte de los fragmentos, mezclando el desgrasante natural con el añadido en una proporción mas o menos equilibrada. El carácter de la matriz es poco poroso y compacto. En general, este grupo está dominado por los crisoles planos, aunque también existen dos fragmentos de molde.
- **Subtipo 3.2:** tiene un desgrasante de fino a medio, homométrico, que está ocupando toda la matriz. Ésta es compacta y poco porosa, estructuralmente mucho más resistente que el subtipo anterior. La totalidad de los fragmentos pertenecen crisoles planos.

El estudio de estas matrices se ha completado con un estudio estadístico basado fundamentalmente en el Análisis de Diagramas triangulares (Fig. 4) y en el Análisis Cluster. Por último, se ha realizado un estudio petrológico sobre las matrices cerámicas a partir del estudio de láminas delgadas. Estos análisis corroboran los tipos de matrices definidos mediante el estudio Macroscópico bajo la Lupa Binocular.

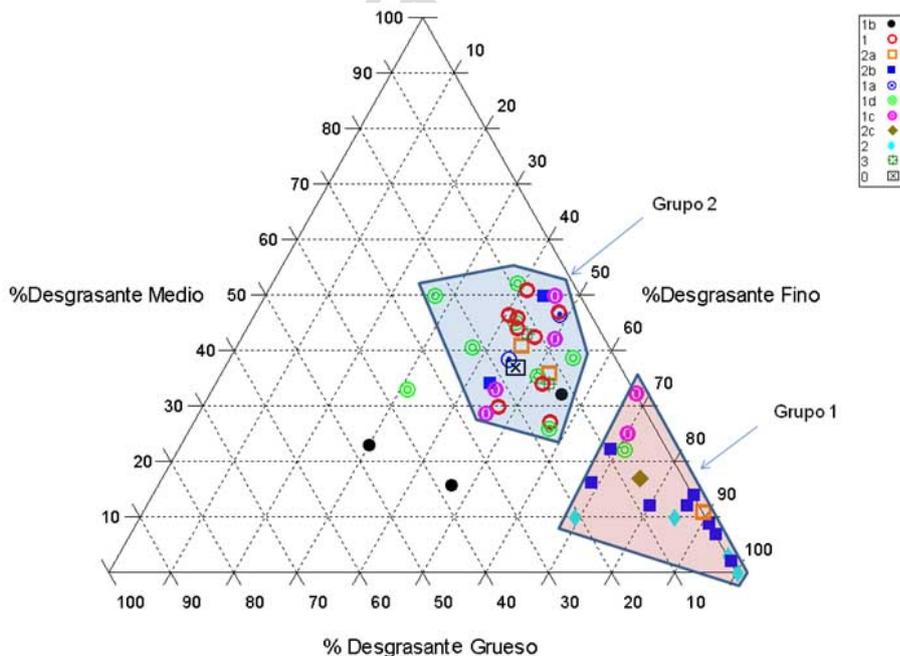


Fig. 4. Diagrama triangular, utilizando como variables formas tipológicas y porcentaje del desgrasante

En conclusión, el estudio de las matrices, a raíz de los estudios estadísticos realizados, nos hablan de la existencia de dos grupos:

- El primer grupo establecido se asocia con los crisoles hondos, con una matriz compuesta fundamentalmente por desgrasante fino y materia orgánica de tipo vegetal. La matriz está poco vitrificada, siendo la coloración de la zona escoriificada blanco/verdosa o amarillento/verdosa, en ocasiones poco adherida a las superficies interna de los crisoles. No fue sometida una temperatura tan intensa como la de los crisoles planos. En algunos ejemplares los análisis (SEM) muestran cantidades apreciables de plomo que podríamos poner en relación con el gran número de mineral de galena hallado en el asentamiento y que posiblemente se podría relacionar con la obtención de plata, pero también con la fundición de plomo, al menos para la elaboración de determinados implementos (sería el caso por ejemplo de remaches). Este metal necesita menor temperatura para licuarse, hecho que explicaría la escasa vitrificación de las matrices cerámicas, en las que la utilización de desgrasante vegetal indicaría que en el mismo instante de la concepción de la vasija cerámica estaría presente la función a la que irían destinadas.

- El segundo grupo está integrado por los crisoles planos. Se caracterizan por presentar una matriz grosera, muy vitrificada, compuesta por cuarzos y otros minerales refractarios, tales como feldespatos, cuarcitas, etc. Ahora bien, dentro de este grupo es significativo encontrar fragmentos que presentan escoriaciones de color pardo que, en muchas ocasiones, integran inclusiones de minerales parcialmente reducidos, óxidos de cobre y gotas de metal de cobre, junto con restos de carbón, y otros en los que se aprecian sólo nódulos de cobre metálico y oxidaciones de minerales de cobre. Ello revela el uso de vasijas, dentro de este grupo tipológico, exclusivamente para las tareas de reducción, que serían los primeros, y otras para las tareas de fundición, en el caso de los segundos. Estos últimos presentan pico vertedero y suelen ser los que se conservan completos.

Aunque a nivel tecnológico los moldes de arcilla que se hallaron en el asentamiento se engloban, por sus componentes mineralógicos fundamentalmente, dentro del grupo 2 (crisoles planos), debemos de considerarlos como un tipo aparte dada la compacidad de su matriz, donde predomina el desgrasante medio de carácter natural – es decir, de formas redondeadas, no angulosas-. A ello se debe añadir la funcionalidad específica de este tipo de vasijas como moldes, bien sea con la forma predeterminada que luego se le dará la forma final, bien sea como lingotes que requieren de un mayor tratamiento posterior para la elaboración final del elemento deseado. Por esta serie de razones se considera un grupo tecnológicamente independiente.

Concretando, podemos afirmar que en el yacimiento de Peñalosa se están llevando a cabo dos procesos metalúrgicos diferentes en cuanto al material que se procesa, pudiendo estar ambos interconectados a tenor de la distribución homogénea de unos grupos tipológicos con respecto a otros, no habiéndose documentado en ningún momento el agrupamiento aislado de cada uno de ellos. De ahí que se hallen dos tipos muy diferentes de vasijas metalúrgicas. Otro hecho significativo, en relación a los crisoles planos, es el hecho de que pudieron ser usados, unos para la reducción del mineral, y otros para la fundición.

3. Estudio isotópico de restos arqueometalúrgicos

Para este estudio mediante análisis de Isótopos de Plomo se han seleccionado muestras procedentes del yacimiento de la Edad del Bronce de Peñalosa y de dos mineralizaciones

concretas del área: Mina El Polígono y Mina José Martín Palacios, ambas, relativamente próximas al yacimiento y con evidencias de explotación prehistórica (Contreras *et al.*, 2005; Arboledas *et al.*, 2006).

El estudio se ha realizado por medio de Espectrómetro de Masas con fuente de ionización térmica (TIMS), fundamentalmente en la Universidad del País Vasco, aunque también fueron analizadas con anterioridad algunas muestras en el Isotracer Laboratory de la Universidad de Oxford.

El procedimiento analítico, los principios teóricos y, en general, la metodología respecto a la aplicación de la técnica de Isótopos de Plomo a la investigación arqueológica han sido publicados en detalle (por ejemplo, Hunt Ortiz, 2003; Rohl y Needham, 1998; Santos *et al.*, 2004).

Por otra parte, para la determinación de posibles procedencias de los elementos de carácter arqueometalúrgico de Peñalosa se han utilizado los datos isotópicos publicados en otros trabajos de investigación referidos a mineralizaciones del Sur de la Península Ibérica, tanto de carácter general (Hunt Ortiz, 2003), como de zonas geológicas concretas, como Ossa-Morena (Tornos y Chiaradia, 2004), Los Pedroches-Alcudia (Santos *et al.*, 2004) y el Sureste (Stos-Gale *et al.*, 1999).

En la representación en los gráficos bivariantes ($^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ vs. $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ y $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ vs. $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$) de los resultados de las muestras del yacimiento de Peñalosa (Fig. 4) se observan composiciones isotópicas que indican diversos orígenes de las muestras analizadas: la escoria BS-14 muestra una composición completamente diferenciada del resto de las muestras, las BS-15, BS-17, BS-22 y BS-30 presentan composiciones isotópicas similares, al igual que el conjunto formado por las muestras BS-18 y BS-27. Composiciones isotópicas algo diferenciadas del resto presentan las muestras BS-16 y la BS-21.

Por otra parte, se aprecia un conjunto muy homogéneo de composiciones isotópicas formado por las demás muestras de minerales (Fig. 5, sin numerar) incluyendo todas las galenas masivas (BS-19, BS-23, BS-24, BS-26, BS-28, BS-29, PZ1 y PZ2) y algún mineral de Cu (BS-20 y BS-25), además del lingote de cobre 4021.

La confrontación de los resultados de Peñalosa con los de las minas de Polígono y José Palacio (Fig. 5) evidencia que las muestras que conforman el grupo principal homogéneo de Peñalosa son perfectamente consistentes con las composiciones isotópicas de la mina Polígono (muestras señaladas con un círculo en fig. 6), con la cual también sería consistente el lingote de cobre 4021.

Por otra parte, la muestra mineral BS-16 y el lingote 17281, serían consistentes con el campo isotópico de la mina José Palacio.

Las demás muestras analizadas de Peñalosa no serían consistentes isotópicamente, en base a los datos actuales disponibles, con las minas de Polígono y José Palacio.

La confrontación de estas muestras de Peñalosa con los resultados de otras zonas mineralizadas del Sur peninsular han ofrecido los siguientes resultados: no existe consistencia isotópica de esas muestras con las áreas geológicas de Alcudia 2 y 3 ni tampoco con la Zona Sudportuguesa ni con las mineralizaciones del Sureste de la Península Ibérica, lo que permite

descartar la posible procedencia de las muestras analizadas de Peñalosa de esos depósitos minerales.

Sin embargo, algunas de las muestras analizadas de Peñalosa, no consistentes con las mineralizaciones del entorno analizadas, tienen composiciones isotópicas similares a mineralizaciones de la zona de Ossa-Morena, aunque se requeriría un estudio específico al respecto dado el carácter anómalo de algunas de las mineralizaciones de esa zona geológica de Ossa-Morena (Hunt Ortiz, 2003).

Finalmente, es necesario resaltar que, mientras la mina José Palacio es completamente distinguible de las mineralizaciones caracterizadas isotópicamente de Linares-La Carolina, las muestras de la mina Polígono y, por tanto, las muestras de Peñalosa del conjunto principal, muestran una gran similitud en la composición isotópica con algunas de las mineralizaciones de Linares-La Carolina. Esta circunstancia no es extraña teniendo en consideración que se trata de la misma región geológica y que la génesis de los depósitos sería similar. Para intentar establecer diferenciaciones internas de la región metalífera de Linares-La Carolina, aún muy escasamente caracterizada desde el punto de vista isotópico, sería necesario el estudio individualizado de las mineralizaciones.

Las composiciones isotópicas de las muestras analizadas de Peñalosa evidencian que existía diversidad de fuentes de aprovisionamiento de los recursos minerales. En relación con las mineralizaciones concretas explotadas, la clara consistencia isotópica entre los resultados de muestras de Peñalosa y la mina Polígono y, en menor número, la mina de José Palacio y las evidencias arqueológicas en esas mineralizaciones, permiten considerar que esas dos minas sirvieron como fuente de abastecimiento (aunque no de manera exclusiva) para la producción metalúrgica de Peñalosa en la Edad de Bronce. La determinación de otras posibles fuentes de abastecimiento en áreas geológicas distintas, así como la contrastación de la posibilidad de diferenciación isotópica a nivel interno de las mineralizaciones del distrito Linares-La Carolina, deberán ser objeto de futuras investigaciones.

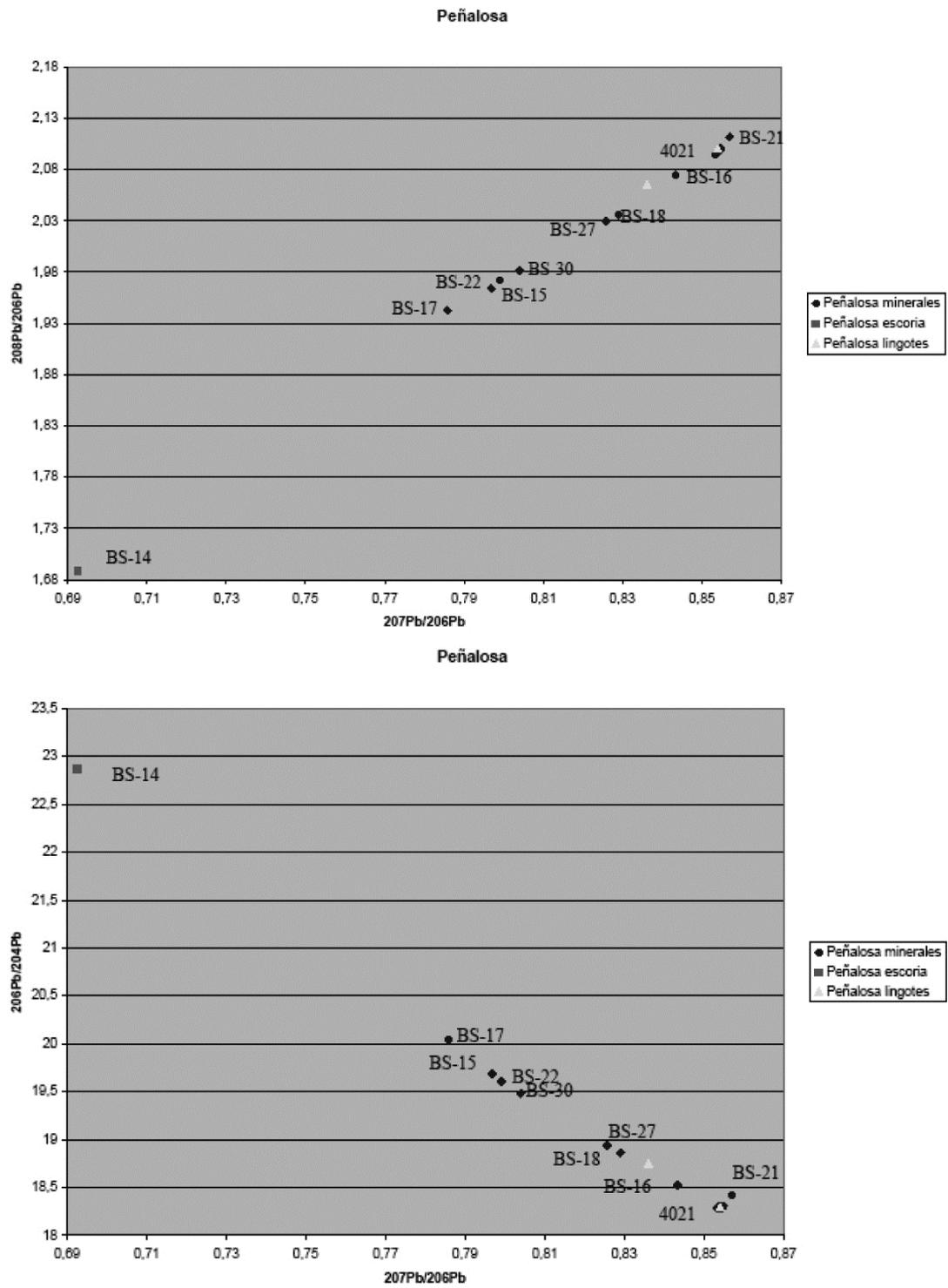


Fig. 5. Composiciones de Isótopos de Plomo de Peñalosa

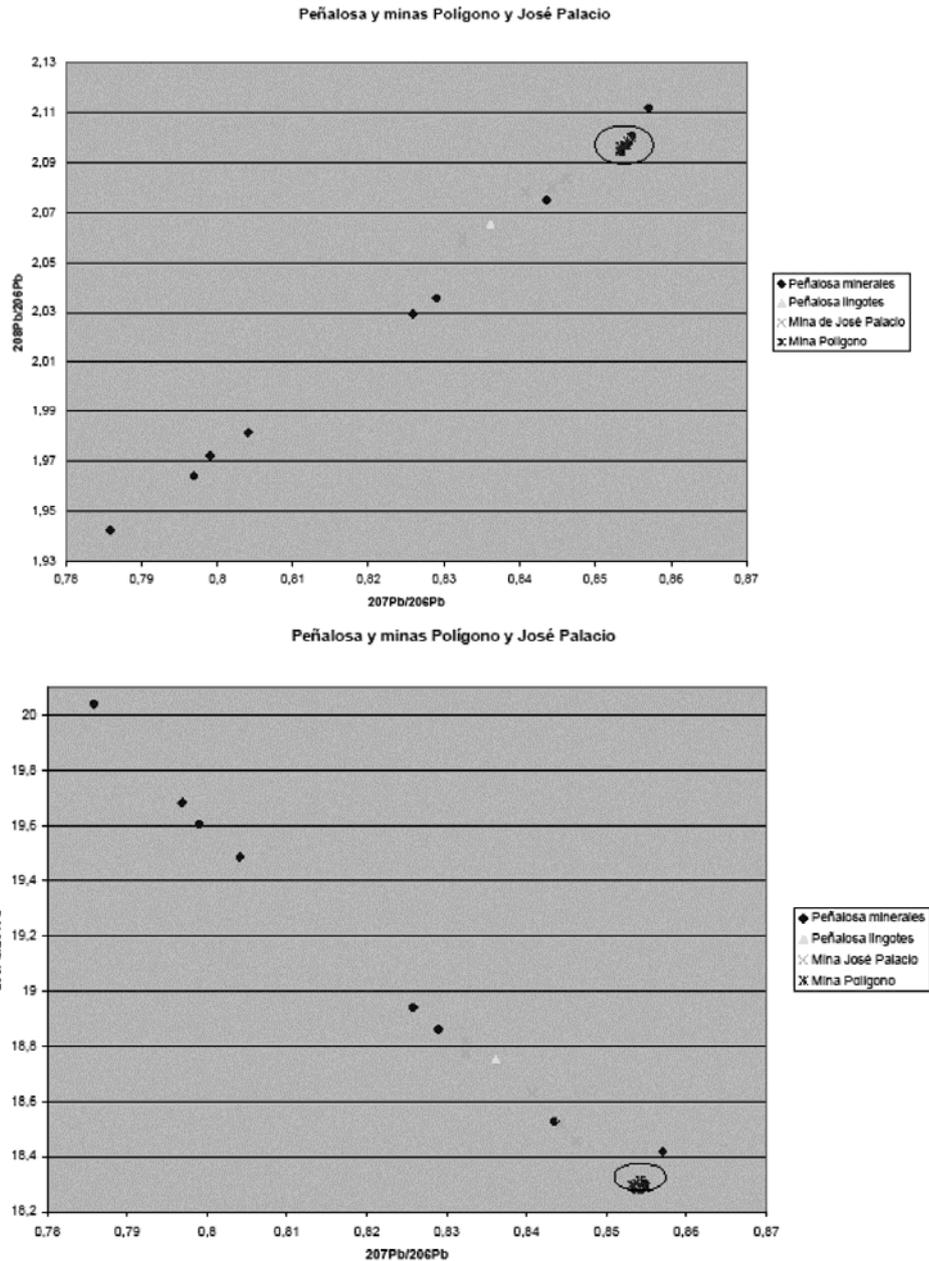


Fig. 6. Composiciones de Isótopos de Plomo de Peñalosa y Minas Polígono y José Palacios

4. Tratamiento del registro arqueológico de Peñalosa

Una parte importante del estudio de materiales en esta fase del Proyecto ha consistido en la documentación y puesta al día del registro informático de los restos recuperados en la segunda fase del Proyecto y procedentes de las campañas arqueológicas de 2001 y 2005.

Este estudio ha conestado de las siguientes etapas:

En primer lugar se procedió al remontaje y revisión tipológica de los materiales localizados en la quinta y sexta campañas de Peñalosa. Durante la realización de las mismas se procedió a la limpieza, siglado y clasificación de los artefactos y ecofactos, quedando pendiente su revisión estratigráfica y el remontaje, fundamentalmente de la cerámica y más en concreto de las

numerosas vasijas aparecidas casi completas y muy fragmentadas. Esta labor se ha venido realizando a lo largo de 2006.

A continuación se procedió al dibujo a lápiz de todos los restos arqueológicos siguiendo los criterios utilizados en la primera fase del proyecto (Contreras, 2000b). Este trabajo se ha desarrollado a lo largo de 2007.

En segundo lugar, se ha procedido a la informatización del registro arqueológico, tanto de los materiales como de las fichas de unidades estratigráficas, complejos estructurales, plantas, secciones y fotografías, siguiendo para ello el modelo del SIA, diseñado por el grupo de investigación GEPRAN dirigido por Fernando Molina y ubicado en el Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada. Esta información se ha completado con la realización en AUTOCAD de las plantas y secciones del yacimiento excavadas en la segunda fase del proyecto y con la digitalización y tratamiento de los dibujos arqueológicos realizados a lápiz para su posterior publicación.

Bibliografía

ARBOLEDAS MARTÍNEZ, L., CONTRERAS CORTÉS, F., MORENO ONORATO, A., DUEÑAS MOLINA, J. y PÉREZ SÁNCHEZ A.A. (2006): La mina de José Martín Palacios (Baños de la Encina, Jaén). Una aproximación a la minería antigua en la cuenca del Rumbero, *Arqueología y Territorio*, 3: 179-195.

CÁMARA, J.A., MILA, M.S., ARANA, R. y CONTRERAS, F. (2005): Estudio arqueométrico de diversos materiales cerámicos procedentes de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén), *Anuario Arqueológico de Andalucía* 2003, II: 37-50, Sevilla.

CAPEL, J. (1977): Aplicación de métodos analíticos al estudio de los sedimentos del yacimiento Cerro de la Encina (Monachil, Granada). *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada* 2: 321-347.

CAPEL, J. (1986): Estudio mineralógico y geoquímico de sedimentos y cerámicas arqueológicas de algunos yacimientos de La Mancha, *Oretum* II, pp. 55-156, Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha, Consejería de Educación y Cultura, Museo de Ciudad Real.

CÁMARA, J.A., MILA, M.S., ARANA, R. Y CONTRERAS, F. (2005): Estudio arqueométrico de diversos materiales cerámicos procedentes de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén), *Anuario Arqueológico de Andalucía* 2003, II: 37-50, Sevilla.

CONTRERAS CORTES, F. (Dir.) (2000a): *Análisis histórico de las comunidades de la Edad del Bronce del Piedemonte meridional de Sierra Morena y Depresión Linares-Bailén. Proyecto Peñalosa*, Arqueología. Monografías 10, Consejería de Cultura, Sevilla.

CONTRERAS CORTES, F. (2000b): II. El poblado de la Edad del Bronce de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén). 3. Introducción a la cultura material de Peñalosa. En F. Contreras (coord.): *Análisis Histórico de las Comunidades de la Edad del Bronce del piedemonte meridional de Sierra Morena y Depresión Linares-Bailén. Proyecto Peñalosa*, pp. 71-76, Consejería de Cultura, Sevilla.

CONTRERAS CORTÉS, F. y CÁMARA SERRANO, J.A. (2002): La jerarquización en la Edad del Bronce del Alto Guadalquivir (España). El poblado de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén), *British Archaeological Series* 1025, Oxford.

CONTRERAS, F., NOCETE, F., SANCHEZ, M., LIZCANO, R., PEREZ, C., CASAS, C., MOYA, S. y CAMARA, J.A. (1991): Tercera campaña de excavaciones en el poblado de la Edad del Bronce de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén), *Anuario Arqueológico de Andalucía* 1989, II, Sevilla, pp. 227-236.

CONTRERAS, F., CÁMARA, J.A., LIZCANO, R., PÉREZ, C., ROBLEDO, B., TRANCHO, G. (1995): Enterramientos y diferenciación social I. El registro funerario del yacimiento de la edad del Bronce de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén), *Trabajos de Prehistoria* 52,1, pp. 87-108.

CONTRERAS, F., CÁMARA, J. A., ROBLEDO, B., TRANCHO, G.J. (2000) : II. El poblado de la Edad del Bronce de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén). 14. La necrópolis. En F. Contreras (coord.): *Análisis Histórico de las Comunidades de la Edad del Bronce del piedemonte meridional de Sierra Morena y Depresión Linares-Bailen. Proyecto Peñalosa*, pp. 287-324, Consejería de Cultura, Sevilla.

CONTRERAS, F., CÁMARA, J.A., MORENO, A., ARANDA, G. (2004): Las sociedades estatales de la Edad del Bronce en el Alto Guadalquivir (Proyecto Peñalosa. 2ª Fase). V Campaña de Excavaciones (2001), *Anuario Arqueológico de Andalucía* 2001:II, pp. 24-38, Sevilla.

CONTRERAS, F., DUEÑAS, J., JARAMILLO, A., MORENO, A., ARBOLEDAS, L., CAMPOS, D., GARCÍA, J. Y PÉREZ, A.A. (2005): "Prospección Arqueometalúrgica de la cuenca media y alta del río Rumberal (Baños de la Encina, Jaén), *Anuario Arqueológico de Andalucía* 2003, II: 22-36, Sevilla.

CONTRERAS, F., CÁMARA, J.A., MORENO, A., ALARCÓN, E., ARBOLEDAS, L., SÁNCHEZ, M. y GARCÍA, E.I. (en prensa): Nuevas excavaciones en el poblado de la Edad del Bronce de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén). Informe de la 6ª campaña, *Anuario Arqueológico de Andalucía* 2005, Sevilla.

CORTÉS SANTIAGO, H. (2007): *El papel de los elementos cerámicos en los procesos metalúrgicos. El caso de Peñalosa*, *Grupo Estructural VI*, Revista Electrónica @rqueología y Territorio nº 4: 47-69.

HUNT ORTIZ, M.A. (2003): *Prehistoric Mining and Metallurgy in South West Iberian Peninsula*. BAR, International Series, 1188. Archaeopress. Oxford.

LIMBREY, S. (1975): *Soil Sciences and Archaeology*. Academic Press, London.

RAPP Jr. G. y HILL, C. (1998): *Geoarchaeology: The Earth-Science Approach to Archaeological Interpretation*. Yale University Press. New Haven and London.

RIVERA GROENNOU, J.M. (2007): Aproximación a las formas constructivas en una comunidad de la Edad del Bronce: el poblado argárico de Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén), Revista electrónica @rqueología y Territorio nº 4: 5-21.

ROHL, B.M. y NEEDHAM, S. (1998): The Circulation of Metal in the British Bronze Age: The Application of Lead Isotope Analysis, *British Museum Occasional Paper*, 102.

SANTOS ZALDUEGUI J.F., GARCÍA DE MADINABEITIA S., GIL IBARGUCHI, J.I. y PALERO, F. (2004): A Lead Isotope Database: The Los Pedroches –Alcudia Area (Spain): Implications for Archaeometallurgical Connections Across Southwestern and Southeastern Iberia, *Archaeometry*, 46, 4: 625-634.

STOS-GALE, Z.A., HUNT ORTIZ, M.A. y GALE, N.H. (1999): Análisis Elemental y de Isótopos de Plomo de Objetos Metálicos de Gatas. En: CASTRO MARTÍNEZ *et al.*, *Proyecto Gatas. 2. La Dinámica Arqueológica de la Ocupación Prehistórica*: 347-358 y Tablas 9.1 a 9.5. Consejería de Cultura. Junta de Andalucía.

TORNOS, R. y CHIARADIA, M. (2004): Plumbotectonic Evolution of the Ossa Morena Zone: Iberian Peninsula: Tracing the Influence of Mantle-Crust Interaction in Ore-Forming Processes, *Economic Geology*, 99: 965-985