

ANUARIO ARQUEOLÓGICO DE ANDALUCÍA

2009

BORRADOR / DOCUMENTO PRE-PRINT

INFORME DE LA SEGUNDA ACTIVIDAD DEL PROYECTO GENERAL DE INVESTIGACIÓN ODIEL II: ESTUDIO DE MATERIALES DE LA EXCAVACIÓN ARQUEOLÓGICA EXTENSIVA EN EL YACIMIENTO DE CABEZO JURÉ (ALOSNO, HUELVA).

Francisco Nocete Calvo

Moisés R. Bayona

Nuno F. Inácio

Daniel Abril López

Rafael Lizcano Prestel

Ana Peramo de la Corte

Reinaldo Sáez Ramos

José M. Nieto Liñán

Ramón Buxó Capdevila

Francisco J. González-Vila

José A. Riquelme Cantal

José I. Gil-Ibarguchi

Resumen: El asentamiento minero-metalúrgico especializado de Cabezo Juré (Alosno, Huelva) es uno de los sitios arqueológicos de mayor interés en el patrimonio de la Península Ibérica. A su ininterrumpida ocupación entre c. 3000 ANE y c. 2300 ANE se une un programa pionero de investigación científica interdisciplinar (Proyecto ODIEL) que ha convertido a este asentamiento en un único y excepcional laboratorio para explicar y presentar la historia de la primera metalurgia especializada del cobre en Europa. En el presente texto resumimos los análisis del registro arqueológico (análisis cronométricos, arqueozoológicos, carpológicos, isotópicos, geoquímicos, metalográficos, microespaciales, etc.) desarrollados en este proyecto en 2010.

Summary: The specialised mining-metallurgical settlement of Cabezo Juré (Alosno, Huelva) is, at present, one of the most interesting and valuable archaeological sites within the Iberian heritage. Together with the uninterrupted occupation between c. 3000 Cal BC and c. 2300 Cal BC, lies a pioneer program of interdisciplinary scientific research (ODIEL Project) that turns this settlement into an exceptional and unique laboratory for explaining and displaying the history of the first specialised copper metallurgy in Europe. In the present text, we summarised the analyses of the

archaeological record (chronometric, archaeo-zoological, carpological, isotopic, geochemical, metallographical, contextual intra-site, etc.) developed in this survey project at 2010.

Introducción

El Proyecto General de Investigación *ODIEL II (Minería y Megalitismo): Proyecto de investigación arqueológica para la explicación histórica de la primera minería especializada (Tercer Milenio A.N.E) en el Suroeste de Andalucía*, en su objetivo de generar una explicación histórica contrastada/able sobre las primeras relaciones y contradicciones Centro/Periferia en el Sur de la Península Ibérica y sus efectos en la formación y colapso de las primeras estructuras políticas de Europa Occidental, propuso un modelo de investigación arqueológica dirigido a reconocer e identificar las prácticas sociales que involucraron al sector minero del Suroeste de Andalucía durante el Tercer Milenio ANE sustentado en dos pilares. El primero, la obtención de registros contextuales de áreas y lugares de actividad (producción, consumo, almacenaje, circulación, coacción, coerción, etc.) capaces de identificar y explorar prácticas socioeconómicas y políticas, mediante excavaciones arqueológicas sistemáticas y extensivas en asentamientos involucrados en el desarrollo de la minería (producción y circulación) del Tercer Milenio ANE del Suroeste andaluz. El segundo, un programa de análisis arqueométricos, sobre el registro arqueológico de esos contextos, orientada a generar indicadores arqueológicos inequívocos de cronología histórica de tiempos cortos, delimitación y seriación espaciotemporal de áreas de actividad, identificación de fuentes de suministro de recursos abióticos (especialmente mineros) y bióticos (especialmente alimentarios), así como de sus procesos de captación y circulación, evaluación del impacto sobre el medioambiente de la minería a escalas local, comarcal y regional, caracterización de los procesos de producción vinculados a la manufacturación de productos mineros (metalurgia y producción lítica) y evaluación de las disimetrías sociales en niveles de consumo de productos alimentarios, implementarios, de coerción, coacción, etc.

Para desarrollar una aplicación posible de este programa de investigación, en seis años, el Proyecto ODIEL II optó por una articulación, con la alternancia de intervenciones de campo (excavación) y estudio de materiales, sobre tres sitios arqueológicos cuya naturaleza y presencia del registro arqueológico garantizase cubrir los objetivos de

contrastar la variabilidad funcional de la estrategia minera del Suroeste del Tercer Milenio ANE:

- Un asentamiento minero especializado en la producción de cobre y artefactos metalúrgicos: Cabezo Juré (Alosno, Huelva).
- Un asentamiento minero especializado en la extracción de rocas y producción de artefactos líticos: El Pulpito (Cerro del Andévalo, Huelva).
- Un asentamiento especializado en el control de la circulación de productos: Castillito de Cabezas del Pasto (Puebla de Guzmán, Huelva).

Tras finalizar la primera de sus actividades, la excavación extensiva en el primer modelo (*un asentamiento minero especializado en la producción de cobre y artefactos metalúrgicos: Cabezo Juré*) en 2008, y tras recuperar con éxito una información contextual significativa, se procedió a la realización de la segunda actividad programada: Estudio de materiales arqueológicos de la excavación de Cabezo Juré.

Para su análisis, se realizó una ambiciosa propuesta de estudios arqueométricos dirigida a convertir estos contextos en indicadores arqueológicos de cronología histórica de tiempos cortos, de áreas de actividad, de fuentes y sistemas de suministro, almacenaje y consumo de recursos abióticos (minerales de cobre y arcillas) y bióticos (fauna domestica, salvaje, frutos y semillas), de procesos (técnicos y sociales) de producción vinculados a la manufacturación de productos metalúrgicos y de evaluación de las disimetrías sociales en niveles de consumo de productos alimentarios, implementarios, de coerción, coacción, etc.

De esta propuesta se autorizaron y financiaron ocho niveles de análisis (1. Dataciones radiocarbónicas, 2. Análisis arqueozoológico de fauna terrestre, 3. Análisis carpológico, 4. Análisis mediante isótopos de plomo de minerales de cobre, 5. Análisis de escorias, 6. Análisis metalográfico, 7. Análisis cerámico y 8. Análisis microespacial) cuyos resultados se resumen en el presente informe (atendiendo a las partidas aprobadas y financiadas). Adicionalmente, se ha realizado una documentación gráfica, mediante dibujo y fotografía arqueológica, de todos y cada uno de los contextos, artefactos y arteusos analizados, a fin de registrar todo el proceso de trabajo e implementar la base de datos gráfica final para materializar los programas de difusión y uso social que el Proyecto ODIEL II fijó como uno de sus objetivos centrales y finales.

1. Dataciones radiocarbónicas (Análisis cronométrico).

Uno de los objetivos centrales de la segunda fase del proyecto ODIEL (Odiel II) respecto al asentamiento de Cabezo Juré (Alosno, Huelva) fue la posibilidad de establecer una secuencia precisa, completa y directa, con valores cronológicos absolutos, del desarrollo de la actividad metalúrgica especializada de este asentamiento y, con ella, de los emplazamientos minero-metalúrgicos especializados (Factorías) de la Faja Pirítica Ibérica.

Para lograrlo se realizó, en la Ladera Sur (área hornos) del asentamiento, una intervención arqueológica de documentación minuciosa de la superposición temporal de los contextos de reducción de mineral de cobre. Sobre ella, se seleccionaron diez contextos (asociación de estructuras de combustión, minerales de cobre, escorias, toberas, etc.) cerrados del proceso de producción de cobre (reducción de mineral) que recogiesen la totalidad de su espectro temporal (hornos XXIV, XXV, XIX, XXVII, XVIII, XVII, XV, XIV e instalaciones anejas US 28, US 30) y, dentro de ellos, muestras de materia orgánica vegetal de una misma especie (*Quercus ilex*) para implementar un análisis cronométrico (^{14}C) mediante AMS.

Dicho análisis se ha realizado en el Angström Laboratory de la Universidad de Uppsala (Suecia), usando la metodología propuesta por Bronk Ramsey et al. (2004 a, b, c y 2009) y Higham et al. (2006). En él, la fracturación natural de los isótopos de carbono se mide desde los valores $\delta^{13}\text{C}$ (PDB) y las fechas de calendario se calibran mediante los programas *OxCal 4.0* de Bronk Ramsey (2006) y *CalPal 2007* (www.calpal-online.de- B. Weninger, O. Jörisch & U. Danzeglocke), usando la base de datos atmosféricos 'INTCAL09' de Reimer et al. (2009).

Su resultado nos permite obtener la primera secuencia completa directa (medida en el propio proceso de producción) de la producción de cobre en Cabezo Juré y, adicionalmente, la primera base de datos de este proceso en la Faja Pirítica del Suroeste de la Península Ibérica (Figs. 1 y 2).

En ella podemos apreciar que fue en los inicios del Tercer Milenio ANE (cal. dir. 2990 +/- 53 ANE) cuando se consolidaron las primeras factorías especializadas de producción de cobre en la Faja Pirítica del Suroeste y, adicionalmente, que su desarrollo fue ininterrumpido hasta el final del tercer cuarto del Tercer Milenio ANE (cal. dir. 2288 +/- 143 ANE), ratificando la fecha del colapso de este modelo productivo que los estudios precedentes habían sugerido (Nocete 2006; Nocete et al. 2008 y 2010).

2. Análisis arqueozoológico de fauna terrestre.

Durante la campaña de excavación arqueológica extensiva de Cabezo Juré (Alosno, Huelva) realizada entre 2007/2008, se han recuperado un total de 1.408 restos de fauna terrestre (525 determinados y 883 indeterminados) con un peso total de 8.620 gramos, cuyo análisis nos ha proporcionado unos resultados preliminares muy valiosos para inferir algunas prácticas sociales de los habitantes del asentamiento (aprovechamiento, explotación y tratamiento de los animales muertos, áreas de actividad, etc.) y procesos destructivos no humanos (agentes bióticos y abióticos). La metodología empleada para su estudio se estructuró en ocho apartados:

- La identificación y clasificación del registro faunístico por secciones anatómicas (diáfisis, epífisis; tipo de vértebra; etc.) se llevó a cabo mediante la colección de referencia (Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada) y el empleo de bibliografía especializada (Pales y Lambert 1971; Schmid 1972; Barone 1976; Boessneck 1980).
- El cálculo de la edad de sacrificio se basó en la fusión de la epífisis de los huesos largos y el desgaste/reemplazo de las piezas dentales, estableciéndose varias cohortes de edad: infantil, juvenil, subadulto, adulto y senil (Morales et al. 1994: 38; Marriekurrena 1983). Los procedimientos de osteometría (von den Driesch 1976) se tradujeron en la medición ósea para la diferenciación sexual (σ versus ♀) y el tamaño de los animales (estatus doméstico versus salvaje).
- La cuantificación de los huesos identificables se llevó a cabo mediante cálculos de abundancia relativa: Número de Restos Determinados (NRD/NISP) y Mínimo Número de Individuos (MNI) basado en la edad y género de los especímenes (White 1953; Chaplin 1971; Grayson 1973, 1978 y 1984; Klein y Cruz-Urbe 1984; Ringrose 1993; etc.). Éstos se complementan con otros índices: Mínimo Número de Elementos (MNE), *Minimum number of Animal Units* (MAU) y %MAU (Binford 1984; Lyman 1994 a, b; etc.). Los restos que no pudieron ser identificados (NRI) consisten fundamentalmente en esquirlas y porciones muy fragmentadas. El peso del registro óseo se calculó mediante balanza de precisión (METTLER PJ 3000).
- La limpieza de los restos de fauna identificados se realizó diluyendo ácido acético ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$) en agua (5-10%), junto con la aplicación de bicarbonato sódico (NaHCO_3), para la lectura de las modificaciones óseas.

- Se utilizó iluminación intensa y direccional, junto con el empleo de lupa de mano (10x), microscopio estereoscópico (NIKON SMZ1000) con sistema fotográfico digital incorporado y Microscopio Electrónico de Barrido (MEB/SEM) (JEOL JSM-5410) para la discriminación de las modificaciones sobre las superficies óseas generadas por procesos biostratinómicos y diagenéticos (anteriores y posteriores al enterramiento, respectivamente): aprovechamiento humano (Binford 1981; Shipman et al. 1984; Blumenschine y Selvaggio 1988; Yravedra 2006); agentes bióticos (Chaplin 1971; Behrensmeyer 1978; Binford 1981; Horwitz 1990; Lyman 1994 b; Fisher 1995; Yravedra 2006); agentes abióticos (Behrensmeyer 1978; Olsen y Shipman 1988; Lyman 1994 b; Yravedra 2006).
- Para conocer las causas de la acumulación del conjunto faunístico (procesos predeposicionales o posdeposicionales), se procedió al estudio de la preservación ósea en función de la densidad ósea (g/cm^3) (Lyman 1984 y 1994 b; Ioannidou 2003) y la utilidad alimenticia basada en el peso de la carne, médula y grasa de cada hueso animal (Binford 1978; Metcalfe y Jones 1988; Rowley-Conwy et al. 2002).
- El modo de fragmentación ósea se calculó para diferenciar los huesos rotos en estado fresco de los fragmentados en estado seco, en función de cuatro parámetros detectados en las epífisis de los huesos largos y en los diámetros conservados de las diáfisis (Villa y Mahieu 1991): ángulo de fractura, perfil de fractura, borde de fractura y circunferencia de la diáfisis.
- La representación esquelética (%MAU) discriminó qué partes anatómicas de los animales registrados fueron conservadas. El conjunto zooarqueológico quedó estructurado en cinco grupos anatómicos (Bar-Oz et al. 1999; Bar-Oz y Dayan 2002 y 2003; Bar-Oz et al. 2004). Para contrastar los resultados, se utilizan dos análisis complementarios (Bar-Oz y Dayan 2003; Bar-Oz y Adler 2005; Sapir-Hen et al. 2009): valores observados/esperados (basados en el MNI) y el test de chi-cuadrado (χ^2). Para este objetivo se eligieron huesos con una densidad parecida (Lyman 1984, 1994b; Ioannidou 2003): cabeza (neurocráneo/viscerocráneo), esqueleto axial (vértebras torácicas y lumbares), cuartos delanteros (húmero, ulna, radio), cuartos traseros (fémur, tibia) y patas (falange 1ª y 2ª).

Del estudio podemos inferir que las especies determinadas en contextos de consumo y desecho sometidos a limpiezas periódicas han sido tanto domésticas como salvajes: vaca (*Bos taurus*), oveja (*Ovis aries*), cabra (*Capra hircus*), cerdo (*Sus domesticus*),

caballo (*Equus caballus*), ciervo (*Cervus elaphus*) y conejo (*Oryctolagus cuniculus*). Analizando de forma conjunta el material óseo se aprecia un predominio de restos óseos pertenecientes a cabañas ganaderas (principalmente de edad juvenil y subadulto/adulto) frente a fauna silvestre. Destacan las cabañas ganaderas ovicaprina y porcina, las cuales ocupan los primeros lugares tanto en NRD, MNI y peso del material óseo, por lo que se trataría de las especies que aportaron más biomasa al consumo alimentario. Por otra parte, la presencia de ciervo es relevante en el poblado, ya que se sitúa en tercer lugar en cuanto a NRD y MNI. No se recuperaron huesos largos completos, por lo que no ha sido posible calcular la altura en la cruz en ninguna especie animal.

Paralelamente, podemos señalar que la información sugiere unas cabañas ganaderas que presentan unas técnicas de control y reemplazo de los rebaños plenamente asentadas. En otro sentido, tanto en ésta como en campañas anteriores (Nocete 2004), se ha identificado productos para el desarrollo de diferentes usos relacionados con el aprovechamiento de los huesos de animales: artefactos óseos (agujas, alfileres, espátulas...; representaciones ideomorfas, etc.), queseras para producciones lácteas y artefactos de arcilla con perforaciones desgastadas (morfología cuadrangular, esférica o en forma de "U") tradicionalmente vinculados al proceso de trenzado y manipulación de fibras vegetales y animales para la fabricación de tejidos. Además, se infiere, al menos, el empleo de vacas, y posiblemente caballos, en trabajos de transporte relacionado con el aporte de madera al asentamiento y la extracción de mineral de cobre (Riquelme y Nocete 2004); la inexistencia de prácticas agrícolas las desvincula del modelo clásico de animales de tiro y tracción. No podemos rechazar una posible llegada externa de estos animales, debido a la difícil articulación de la ganadería bovina, junto con su disminución numérica con el transcurso del tiempo (Fase III); ligado a esto, la circulación regional de productos alimenticios queda constatada con la presencia de malacofauna marina en todas las campañas de excavación, fundamentalmente *Venerupis decusata*, aunque hay más moluscos representados (*Solen marginatus*, *Eastonia rugosa*, *Pecten maximus*, *Patella vulgata*, *Oliva sp.*, *Lutraria sp.*, *Lucinidae*, *Mytilidae*).

La caza se encontraría ligada tanto al aprovisionamiento de carne, principalmente de las especies de más fácil captura para suplir el hecho de que parte de los animales domésticos estuvieran dedicados a actividades de transporte, como debido a una progresiva eliminación de estos animales al deforestar las zonas más próximas al poblado por la utilización de la madera en los procesos de fundición metalúrgica. En relación a otros poblados coetáneos, las prácticas cinegéticas de Cabezo Juré se

encuentran por debajo de las cifras aportadas por el asentamiento dependiente y estratégico de *La Junta de los Ríos* (Puebla de Guzmán, Huelva) y muy por encima de los valores del gran centro regional de *Valencina de la Concepción* (Valencina de la Concepción, Sevilla) (Abril et al. 2010).

De otro lado, los/las residentes de Cabezo Juré dejaron diversas improntas de su actividad sobre el conjunto óseo animal (Fig. 3). En este sentido, las marcas de corte detectadas cubren la totalidad de las labores de carnicería. No obstante, si bien son reducidas las evidencias de despellejado y fileteado para la extracción de la piel y la carne, las marcas de desmembramiento (despiece y desarticulación) para el transporte, reparto, preparación y consumo de la carne son las más abundantes, ya que éstas suelen realizarse prácticamente en todas las uniones óseas del esqueleto (Blasco 1992: 113). Otros indicadores relacionados con la preparación y obtención de alimentos, como las alteraciones térmicas o fracturas para la extracción de médula ósea, también se encuentran presentes en todos los ámbitos espaciales excepto en la Fase III de la *Ladera Norte*, identificada como un área de almacenaje con grandes recipientes cerámicos y restos de cereales donde los restos de fauna están ausentes.

Por último, los análisis tafonómicos, además, nos han proporcionado el conocimiento de la influencia de los procesos destructivos sobre el conjunto de fauna. Se han constatado así procesos biostratinómicos y diagenéticos (anteriores y posteriores al enterramiento, respectivamente): acción animal (perforaciones de carnívoros que atraviesan la cortical), ausencia de *weathering* (estadio 0), un relativo número de marcas de raíces (enterramiento superficial en un paisaje herbáceo), pisoteo o *trampling* (tránsito de seres vivos en conjuntos de fauna enterrados a relativa poca profundidad) y huesos rotos en estado seco. No se registraron huesos con marcas de roedores ni con corrosión gástrica o patologías. Algunos huesos recogidos en campañas anteriores presentaron alteraciones químicas, como improntas de mineral de cobre que suelen producirse en los primeros estadios de fosilización debido a la actividad metalúrgica desarrollada en el interior del poblado.

3. Análisis carpológico.

Los estudios polínicos y contextuales de Cabezo Juré (Nocete 2004 y 2006) señalaron la ausencia de una vinculación directa de esta comunidad en la producción de cereales y leguminosas. Sin embargo, los registros de la última campaña de excavación (2008) documentaron un área de almacenaje (Fase III: Corte 1 US 53) con recipientes de gran

capacidad en cuyo interior se registró la presencia de semillas de cereales y leguminosas en dos contextos (muestras 1599 -US 53- y 1643 -US 53 A2-), cuyo estudio ha seguido los protocolos técnicos y metodológicos propuestos por R. Buxó y R. Piqué (2008).

La muestra 1599 (Fig. 4) conserva restos formados por semillas de cebada desnuda (*Hordeum vulgare nudum*) y trigo desnudo (*Triticum aestivum/durum*). En el caso de la cebada desnuda, se han conservado treinta restos caracterizados por una morfología más redondeada y homogénea que las semillas de cebada vestida, sin que se reconozcan los trazos de nervaduras. El trigo desnudo, está formado por un lote de 25 restos, semillas de variabilidad parecida en cuanto a forma y tamaño. Se trata de cariósides elípticas, con la cara ventral plana y la dorsal abombada, con el ancho más importante muy cerca del escutelo. No se han conservado restos de los segmentos de raquis o de otro tipo de elementos procedentes de las operaciones agrícolas.

La cebada desnuda es rica en proteínas, pero también más sensible a los insectos y enfermedades parasitarias. Conserva un raquis más frágil y suele ofrecer rendimientos inferiores que los de la cebada vestida. La siembra de los trigos desnudos se hace habitualmente durante el invierno, y su cultivo como cereal de primavera es excepcional, porque el período vegetativo de esta forma es más breve que la del cereal de invierno.

Los estudios carpológicos de los yacimientos del Sur de la Península Ibérica señalan la presencia de las diferentes variedades vestidas y desnudas de trigo y cebada, aunque se ha constatado que los cereales más importantes hasta el Tercer Milenio A.N.E. son el trigo desnudo y la cebada desnuda, mientras que la cebada vestida y los trigos desnudos predominan en los yacimientos del Segundo Milenio A.N.E. (Buxó y Piqué 2008). No obstante, los datos que disponemos para el Tercer Milenio A.N.E. sugieren diferencias respecto a la importancia y abundancia de estas especies en función de los yacimientos o de las áreas geográficas donde éstos se localizan. Así, en el yacimiento de Las Eras del Alcázar (Úbeda, Jaén) se observa como el trigo desnudo es la especie más numerosa y le sigue en importancia la cebada desnuda. Sin embargo, el trigo desnudo aparece representado con valores inferiores a la cebada desnuda en Las Pilas/Huerta Seca (Almería) y el Cerro de la Virgen (Granada), siendo claramente minoritario en El Malagón (Granada), Campos (Almería), Los Millares (Almería), Almizaraque (Almería) y Los Castillejos (Granada). Asimismo, algunos estudios destacan también el aumento en este período del trigo desnudo de tipo compacto respecto al trigo desnudo duro/común, aunque parece tratarse de un fenómeno restringido a algunos yacimientos

(principalmente en Los Castillejos y Almizaraque). Por otro lado, la cebada desnuda constituye la variedad de cebada predominante en la mayoría de yacimientos de este período, a pesar de que en El Argar (Almería) y Los Millares (Almería) muestran valores parecidos a los de cebada vestida o una presencia testimonial en la Cueva de los Murciélagos de Sueros (Córdoba).

De esta muestra de Cabezo Juré se han seleccionado varias semillas para el estudio de isótopos estables (actualmente en curso), el cuál nos permitirá completar los datos paleoclimáticos obtenidos por las investigaciones previas sobre el entorno medioambiental. La composición isotópica se utiliza para analizar las modificaciones del medio y de su rendimiento en el cultivo de los cereales

La muestra 1643 está formada exclusivamente por la presencia de una docena de restos del género *Astragalus* sp. (Astrágalo), una pequeña leguminosa, de forma curvada y perfil trapezoidal o cuadrangular y superficie lisa. Este es un género de plantas anuales o vivaces típico de una vegetación de estepa, aunque crecen también en los campos de cultivo y los yermos.

Frente a estos contextos (los únicos con presencia de cereales) de almacenaje, en los de consumo se registra la presencia de otras especies, tal y como reflejan los contextos 1702 y 13093.

La muestra 1702 está formada por los restos de un fruto de sarguñuelo (*Cornus mas*), mientras la 13093 está formada por diversos aquenios de bellota (*Quercus* sp.). Estos cotiledones o pericarpios no facilitan información sobre la especie si no conservan las cúpulas con el fruto, aunque normalmente las bellotas se asocian a árboles y raramente a arbustos. Los cotiledones de bellotas son una fuente destacada de carbohidratos, grasas, proteínas y fibra que la convierten en el fruto más productivo que encontramos en los bosques mediterráneos. Estos aquenios fructifican en otoño y pueden ser consumidos después de una larga maceración o torrefacción que disminuye la presencia de sustancia tánica. Los motivos para tostar este fruto son similares a los señalados para la avellana: conservación, mejora de su sabor, eliminación de sustancias tánicas, etc. Pero el hecho de que las bellotas

4. Análisis mediante isótopos de plomo de minerales de cobre.

Dado que uno de los ejes de la investigación en Cabezo Juré se encuentra en su exploración como modelo de asentamiento minero-metalúrgico especializado, la estimación de sus fuentes de su mineral (localización geográfica, geológica) y el

proceso extractivo y de transporte que implicó se sitúa como uno de los objetivos centrales en el estudio de su registro arqueológico. Para implementarlo, se ha ido ejecutando (Nocete 2004) un estudio integral, mediante isótopos de plomo, de la secuencia temporal de los minerales presentes en los contextos metalúrgicos que, adicionalmente, ofrece la posibilidad de establecer la diacronía del proceso de captación.

Como propuesta metodológica concreta, proponemos el análisis, mediante isótopos de plomo, de muestras de minerales de cobre contextualizados y datados procedentes de Cabezo Juré.

Los isótopos de plomo han sido a menudo usados como medio para establecer firmas geoquímicas fiables para la correlación tanto en Geología (Doe y Zartman 1979; Faure 1986) como en Arqueología y Arqueometalurgia (Stos-Gale 2000; Stos-Gale y Stos-Gale 1982; Stos-Gale et al. 1987). El problema mayor de la aplicación de estas técnicas en Arqueometalurgia está relacionado con las posibles fuentes de contaminación durante el proceso, sobre todo cuando se trata de Cu o bronce que presentan contenidos totales en Pb muy bajos. Nuestra experiencia previa con materiales del yacimiento de Cabezo Juré (Nocete 2004; Nocete et al. 2003; Sáez et al. 2000 y 2004) pone de manifiesto que la posible contaminación es muy poco significativa, y que los materiales terminados y las materias primas de los que se obtuvieron, presentan firmas muy similares cuando no idénticas. Por tanto, esta herramienta puede resultar eficaz tanto para determinar las fuentes de suministro de materias primas como la dispersión de los productos de cobre elaborados, y así se ha mostrado en el estudio de diversos asentamientos del Tercer Milenio A.N.E. a lo largo de la Depresión del Guadalquivir como La Junta (Huelva), Valencina (Sevilla), Úbeda (Jaén), Castillejo (Málaga), etc. (Nocete 2004, 2005 y 2006; Nocete et al. 2008 y 2010; Sáez et al. 2003). Respecto a Cabezo Juré, en la primera fase del Proyecto ODIEL se realizó un estudio preliminar basado en el análisis de un muestro aleatorio de minerales procedentes de diversos contextos arqueológicos (Nocete 2004). Sin embargo, ahora, en la segunda fase del Proyecto ODIEL, la intención de obtener evaluaciones más precisas de los sistemas de abastecimiento, ha hecho que el nuevo estudio se centrara en la identificación de las fuentes de suministro de minerales correspondiente a la última fase del asentamiento metalúrgico especializado (Fase III). Para ello se han seleccionado 30 muestras. Quince de minerales de cobre (malaquita, calcosina, etc.) recuperados de los contextos de

reducción documentados en la última campaña de excavación del yacimiento, y otros quince de mineralizaciones situadas en un radio de 10 km del asentamiento.

La extracción de las muestras se ha realizado mediante micro-perforaciones con taladro manual de aceleración progresiva (*Casals VXT1 4M*) y brocas de precisión de Widia, aplicando los protocolos metodológicos convencionales sobre extracción y contaminación (Santos et al. 2004). Las perforaciones oscilan entre 1-2 mm de diámetro y hasta 3 mm máximos de profundidad. Dado que el plomo necesario para la ejecución de estos análisis se mide en nanogramos, la cantidad de muestra extraída no superará los 5 mg por muestra.

El tratamiento químico de las muestras y su análisis se ha realizado en el Servicio General de Investigación de Geocronología y Geoquímica Isotópica de la Universidad del País Vasco (Laboratorio de Isótopos Radiogénicos). Para ello, las muestras se procesan en cubos de galena limpios de 1 mg, siendo examinados con microscopio binocular, tras su disolución en HF-HNO₃, evaporados y redisueltos con HCl 6N, siendo separados químicamente el Pb en Teflon® (Savillex®) y columnas con AG1X8 Dowex resin, siguiendo el método de Manhes et al. (1987) y Santos et al. (2004).

Para su medición se utiliza una cuantificación de 10 blocks de 10 scans, usando una unidad de ionización térmica de espectrómetro de masas Finnigan MAT 262. Los datos obtenidos se corrigen con fraccionación de masas y comparación con réplicas de Pb NBS-981 standard, con (2σ) de error: $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 16.906 \pm 0.018$; $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15.449 \pm 0.026$; $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 36.565 \pm 0.079$ (n = 78).

Dado que los resultados de la totalidad de las muestras arqueológicas se sitúan dentro de los valores de las mineralizaciones de cobre de la Faja Pirítica documentadas en un radio de 10 km del asentamiento (Fig. 5), y que las más próximas, con evidencias de extracción prehistórica (trincheras, martillos de piedra, etc.), se encuentran a menos de 2 km del asentamiento de Cabezo Juré (eg. Mina de La Lapilla), podemos inferir un abastecimiento local, sistemático e intensivo.

5. Análisis de escorias

Tras la estimación del sistema de suministro de minerales de cobre, el inicio de la evaluación de la competencia tecnológica de este asentamiento se realizó desde el estudio cuantitativo, petrográfico y geoquímico de sus escorias metalúrgicas, siguiendo las metodologías diseñadas por nuestro grupo de investigación (Sáez et al. 2003; Nocete 2004; Nocete et al. 2008), ahora sobre una muestra de 15 escorias contextualizadas a lo

largo de la secuencia de la superposición de hornos e instalaciones metalúrgicas anejas documentadas y datadas en la Ladera Norte del asentamiento (ver *supra*: Dataciones radiocarbónicas).

Para su estudio, se han preparado láminas pulidas montadas sobre placas de vidrio. Posteriormente, estas preparaciones se han evaluado con microscopio óptico de transmisión y reflexión y mediante microscopio electrónico de barrido (MEB) equipado con espectrómetros de análisis por dispersión de longitud de onda (EDAX) y corrección electrónica (ZAF). Posteriormente, las mismas muestras han sido pulverizadas para su estudio mediante difracción de rayos X en un Difractómetro Siemens (D-501). Las muestras pulverizadas se han irradiado con $\text{CuK}\alpha$ filtrada por Ni y monocromador de grafito a 36 kV y 26 mA. (barrido entre 2° y 70° con un paso de 0,05 (2θ) y un tiempo de medida de 3 segundos). En cada muestra analizada se mide un total de 10 elementos mayoritarios y 23 elementos traza.

Sus resultados han permitido ratificar las características tecnológicas inferidas en estudios previos (Nocete 2004; Sáez et al. 2003) en las que se observó que la recuperación del Cu metálico se produjo en dos etapas (Reducción y Refino) con uso de fundentes silicatados en la primera y bajo temperaturas de c. 1200°C (asociado a hornos y toberas) y 1000°C (asociado a crisoles y toberas) respectivamente sobre minerales procedentes de zonas de enriquecimiento supergénico de la Faja Pirítica.

6. Análisis metalográfico.

La continuidad en la evaluación de la competencia tecnológica de este asentamiento se ha realizado desde el estudio de sus producciones metálicas. Para ello, el estudio cuantitativo, morfométrico y metalográfico ha resultado esencial, siendo los objetivos técnicos básicos la determinación de su composición, la evaluación de su procedencia y la precisión de su modo de fabricación y propiedades mecánicas¹.

Para ello han sido seleccionadas, finalmente², 10 muestras procedentes de los contextos arqueológicos documentados durante las campañas de 2007 y 2008.

¹ Los *análisis químicos* se emplean para determinar la composición global de las muestras e identificar las posibles aleaciones, fases, inclusiones y sus particularidades. Con los *análisis metalográficos*, se realiza el estudio de la estructura original del metal y de las modificaciones producidas durante su transformación en objetos, así como la determinación de sus principales propiedades mecánicas (dureza, resistencia, etc.). La procedencia se evalúa mediante análisis isotópicos (Pb).

² Aunque la estimación inicial era de 25 muestras, la adecuación del presupuesto a la concesión definitiva de la subvención otorgada por la Junta de Andalucía para este *Estudio de Materiales*, hizo necesario reducir el número total de muestras, aunque la selección realizada cubre todos los espectros de análisis previstos.

Entre estas muestras, contextualizadas y crono-referenciadas, se encuentran elementos como hojas de cuchillo, escoplos, punzones, hachas, etc. Además de estos productos y restos de productos, para evaluar aspectos más vinculados a los procesos físico-químicos que intervienen durante la reducción/fusión de mineral/metal y su contrastación con los procesos de manufacturación posterior, se han seleccionado también restos metálicos del proceso productivo.

Junto a las muestras contextualizadas, se han seleccionado varios elementos procedentes de superficie que, además, presentan características propias de otras materias primas distintas al Cu.

Para la definición de los procesos de manufacturación metálica de los productos del yacimiento arqueológico de Cabezo Juré, se ha implementado la aplicación de una metodología arqueométrica³ basada en el análisis textural y composicional, en el estudio microestructural y en la evaluación de las propiedades mecánicas de los productos (Rodríguez Bayona 2008). En la realización de estos análisis se han utilizado tres técnicas complementarias: la microscopía electrónica de barrido (MEB), la metalografía convencional con microscopio metalográfico y las mediciones de microdurezas mediante microdurómetro (Bayona et al. 2003 a y b; Rovira et al. 2001; etc.).

Las muestras han sido preparadas convencionalmente para su análisis físico-químico y metalográfico en probetas pulidas en moldes de 30 mm de diámetro.

Todas las muestras han sido estudiadas en el MEB sin atacar con reactivo metalográfico y metalizas para su recubrimiento con carbono. Para el análisis textural y composición química elemental se ha empleado un Microscopio Electrónico de Barrido JEOL JSM-5410⁴ equipado con sistema de Microanálisis por Dispersión de Energía de Rayos-X Link Isis de Oxford, detector A.T.W. Pentafet con ventana de berilio.

Los análisis, semicuantitativos, han sido corregidos mediante modelo ZAF, y se han utilizado criterios cristalquímicos para la asignación de los análisis químicos a fases minerales o a compuestos.

Para la observación metalográfica de las muestras, en un microscopio NIKON OPTIPHOT 2-POL con lentes de 50 - 600 x⁵, estas fueron atacadas por inmersión con

³ Una vez finalizada la parte del protocolo analítico que se ocupa de los procesos de clasificación, registro, inventariado, tratamientos iniciales de limpieza, restauración, aplicación de medidas cautelares de conservación, observaciones macroscópicas y morfométricas, dibujo, fotografía y digitalización entre otros.

⁴ Servicios Centrales de I+D de la Universidad de Huelva.

⁵ Departamento de Geología de la Facultad de Ciencias Experimentales de la Universidad de Huelva.

nitrate ferrico (FeCl_3) en clorhídrico 3,35 N, ácido clorhídrico en solución acuosa (HCl) y/o persulfato amónico y amoníaco en solución acuosa ($(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$).

La evaluación de las propiedades mecánicas de las muestras seleccionadas se realizó mediante mediciones de microdureza según el método Vickers en microdurómetro Shimadzu Micro Hardness Tester HMV-M3⁶. Los valores de dureza H_V (*Hardness Vickers*) asignados se corresponden al cálculo de la media aritmética ponderada del total de mediciones de cada muestra, y se han incluido las medidas de dispersión tanto la Desviación Estándar como el Coeficiente de Variación (Wang y Ottaway 2004; Shennan 1992).

Los resultados analíticos preliminares, a nivel composicional, definen genéricamente productos que presentan una aleación binaria de cobre arsenicado, con una tasa media de arsénico que se sitúa entorno al 3% As, y con una desviación estándar próxima a 1.7. Respecto a la caracterización e identificación de las inclusiones y fases que componen las aleaciones metálicas analizadas, se han considerado significativas la presencia de óxido de cobre (cuprita: Cu_2O), cuya detección se ha realizado tanto por medios analíticos como metalográficos. Se ha precisado la asociación de elementos tales que As, Sb y Bi, asimilados a compuestos así como la presencia de impurezas de Pb, Sn o Sb. Muchos de estos compuestos son de identificación improbable. Se ha identificado también la presencia de arseniatos y sulfuros de cobre, microdominios arsenicales, etc. Paralelamente, dos de las muestras analizadas han dado una composición mayoritaria de Fe.

El estudio microestructural (Fig. 6), por su parte, ha detectado tres procesos de manufacturación distintos -posteriores a la fundición y colada metalúrgica- aplicados en la elaboración de los productos metálicos:

- 1) Aplicación exclusiva de tratamientos mecánicos (F+FF)⁷.
- 2) Combinación de tratamientos térmicos y mecánicos (F+FF+R / F+FF+R+FF).

La serie de mediciones con microdurómetro realizadas con objeto de establecer las cualidades mecánicas de resistencia a la penetración, definen correlaciones teóricas consecuentes con la aplicación de tratamientos térmicos / mecánicos y los contenidos arsenicales detectados.

⁶ Departamento de Química y Ciencia de los Materiales -Área de Metalurgia- de la Escuela Politécnica Superior de La Rábida de la Universidad de Huelva.

⁷ F= Fundición; FF= Forja en frío; R= Recocido.

La interpretación de estos resultados preliminares, junto con la definición de sus contextos arqueológicos, no sólo permite profundizar en la evaluación y caracterización de la producción de metal en el yacimiento arqueológico de Cabezo Juré sino que, además, sus resultados, a nivel tecnológico, son consecuentes con los estudios previos realizados (Nocete 2004).

El análisis, valoración e interpretación de estos resultados y su inserción en los programas de investigación sistemáticos ejecutados por parte del Grupo *MIDAS III MILENIO A.N.E.*, está posibilitando contar con los primeros referentes para el suroeste peninsular y, además, está definiendo un/os modelo/os distinto/s de desarrollo de la actividad metalúrgica para el Tercer Milenio A.N.E. (Nocete 2004; Nocete et al. 2005 a, b, c y 2008; etc.).

Este modelo de interpretación está basado, inicial y principalmente, en las evidencias proporcionadas por estudios previos de los registros de *Cabezo Juré* (Nocete 2004; Bayona et al. 2003 a y b), lo que ha sido contrastado y ahora también constatado por este nuevo estudio de materiales vinculados a la manufacturación de productos de base cobre en uno de los yacimientos arqueológicos más importantes para el estudio y caracterización de la actividad metalúrgica en el Tercer Milenio A.N.E. no sólo en el Suroeste de la Península Ibérica sino también en todo el occidente europeo.

7. Análisis cerámico.

Un nivel adicional en la evaluación de la competencia tecnológica de este asentamiento puede establecerse desde el estudio arqueométrico integral de los productos cerámicos involucrados en la actividad metalúrgica (toberas, crisoles, recipientes de almacenaje y consumo alimentario en contextos metalúrgicos, etc.).

En estudios previos (Nocete 2004, Contreras et al. 2003), y desde el punto de vista morfológico, los recipientes cerámicos involucrados en el almacenaje y consumo alimentario documentados en el interior de las unidades de consumo del asentamiento de Cabezo Juré siguen los patrones formales de la cerámica del Tercer Milenio A.N.E. del Sur de la Península Ibérica. No obstante, su análisis arqueométrico, según procedimientos petrográficos, permitió constatar que la mayoría de las muestras analizadas presentaban una pasta poco depurada con un alto contenido en inclusiones que, en su mayoría, son fragmentos de roca de hasta 1 mm de diámetro, formados por rocas metamórficas (pizarras y cuarcitas) y rocas volcánicas de mineralogía constituida

por cuarzo, plagioclasa, sericita, anfíbol, óxidos de Fe-Ti, epidota y titanita de clara procedencia local (sedimentos arcillosos procedentes de la alteración superficial de las rocas de la Faja Pirítica Ibérica). Sin embargo, una de las muestras analizadas, que resultó ser la excepción, presentaba una pasta fina y carbonatada, con un menor contenido en inclusiones siendo su tamaño también inferior al registrado en el grupo anterior. Además, esta muestra se caracteriza por la presencia de foraminíferos planctónicos y bentónicos, conchas de molusco y otros bioclastos pertenecientes al Terciario que excluye una procedencia local e indica una fuente probable de aprovisionamiento en los sedimentos procedentes de las formaciones terciarias de la depresión del Guadalquivir. Su presencia en el recinto fortificado del asentamiento junto a otros productos de procedencia externa (incluyendo alimentos de origen marino) se identificó como exponente de niveles de disimetría social (Nocete 2004, 2006).

En esta nueva fase del Proyecto ODIEL, el estudio de las cerámicas de Cabezo Juré fue mucho más intensivo. Tras el estudio morfométrico y documentación gráfica (dibujo y fotografía) integral de todos los productos, atendiendo a las variables forma y tamaño (capacidad volumétrica), y para evaluar los patrones de producción, distribución y consumo de productos cerámicos, se ha seleccionado un conjunto de 30 recipientes, representativo de la variabilidad morfométrica y contextual, para su estudio arqueométrico. Las técnicas utilizadas, siguiendo el modelo de estudio diseñado por el Grupo *MIDAS* (Contreras et al. 2003; Nocete 2004, 2005 y 2006; Inácio et al. 2005 y 2010), incluyen el análisis petrográfico en microscopio óptico de reflexión y transmisión, análisis mineralógico por Difracción de Rayos-X (DRX) y análisis químicos de elementos mayoritarios y traza por Espectrometría de Emisión Óptica con fuente de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP-OES) y Espectrometría de Masas con fuente de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP-MS). Para contrastar los resultados y evaluar las potenciales áreas de captación y aprovisionamiento de materia prima se han recogido muestras de sedimento del entorno del poblado. Los datos han sido posteriormente comparados con la geología local y regional.

Como conclusión preliminar podemos señalar que los recipientes cerámicos documentados en Cabezo Juré durante la excavación de 2007/2008 siguen los patrones morfológicos de la cerámica del Tercer Milenio ANE del Sur de la Península Ibérica. Sin embargo, el estudio morfométrico ha puesto de manifiesto la presencia casi exclusiva de formas asociadas al consumo (platos, fuentes y cuencos) y preparación para el consumo (ollas), frente a la ausencia sistemática de grandes contenedores de

almacenaje, documentados únicamente en las unidades de consumo de la Ladera Norte. Los recipientes decorados están escasamente representados en el conjunto al igual que las formas carenadas, presentes a través de cazuelas de carena media, similares a morfotipos identificados en otros yacimientos como La Junta y Valencina.

Adicionalmente, los resultados preliminares del análisis petrográfico y mineralógico apuntan hacia una producción local/regional, utilizando arcillas locales con abundantes elementos desengrasantes de cuarzo, cuarzo criptocristalino, plagioclasa, feldspatos alcalinos, óxidos de hierro, fragmentos de rocas ígneas y metamórficas. Algunas muestras presentan picos de anfíboles y piroxenos en los difractogramas de DRX. Sin embargo, los resultados de los análisis químicos resultan más interesantes al señalar la presencia de, al menos, tres grupos de muestras, manifestando que el más numeroso presenta una muy alta homogeneidad con una marcada anomalía positiva de Eu (Europio) (Fig. 7). Los datos sugieren, por lo tanto, la existencia de diferentes áreas de aprovisionamiento de materia-prima, pudiendo considerarlas todas locales/regionales, compatibles con la geología del entorno.

En este análisis, el único contexto especial lo determinó el área de almacenaje identificada en el Corte 1, correspondiente a la Fase III del asentamiento (ver *supra*), por lo que el estudio de sus productos cerámicos (grandes contenedores) determinó la necesidad de aplicar una metodología adicional orientada a establecer las características del único sistema de almacenaje, a gran escala, documentado en el asentamiento (junto a la gran cisterna registrada con anterioridad: Nocete 2004 y 2006) y, en especial, en aquellas formas que no conservaban en su interior restos de semillas como las identificadas en el estudio carpológico (ver *supra*).

Para explorar la funcionalidad de estos recipientes se optó por una metodología de determinación de vestigios orgánicos por técnicas pirolíticas.

La Pirólisis (Py) Analítica en conexión con GC-MS (Py-CG-SM) ha sido ampliamente utilizada desde hace décadas para estudiar la composición de bio- y geopolímeros, por las diversas ventajas experimentales que presenta sobre otros métodos degradativos. Se trata de una técnica con buena reproducibilidad, que requiere poca cantidad de muestra para el análisis y que permite interpretar los resultados tanto cualitativa como semicuantitativamente. En condiciones controladas, la pirólisis conduce a la rotura de distintas uniones C-C, dando lugar a fragmentos accesibles a las técnicas cromatográficas, que suministran una información específica para cada tipo de muestra sólida, por muy compleja que sea la matriz, sin necesidad de pretratamientos químicos.

En la actualidad, las diversas modalidades de pirólisis tienen un amplio campo de aplicación en el estudio de materiales orgánicos de elevado peso molecular y, particularmente, han sido ampliamente utilizadas para la caracterización directa de materia orgánica en matrices complejas, incluyendo las disueltas en suelos y aguas.

Una característica particularmente importante de los resultados de la pirólisis es que muchos de los productos liberados durante la misma son compuestos de diagnóstico de precursores orgánicos específicos presentes en la matriz estudiada, lo que permite obtener información sobre la composición de dicho material orgánico. En base a esta propiedad de la técnica y a resultados preliminares realizados por nuestro Grupo de Investigación con muestras de interés arqueológico (González-Vila et al. 2006), se propone como hipótesis de partida que el análisis de los restos de cerámica por pirólisis permiten detectar la presencia o no de materia orgánica, e inferir, en caso afirmativo, la composición de la misma.

La pirólisis se realiza por calentamiento rápido en ausencia de oxígeno en un pirolizador Frontier Lab (Fukushima, Japón) tipo microhorno conectado a un equipo GC-MS Agilent 6890N. Se deben pesar aprox. 0,5 mg de muestra en una cápsula, que se introduce en un microhorno que se calienta a 300-700 °C durante 30 segundos. Los productos de pirólisis se resuelven e identifican por el equipo GC-MS. El principal trabajo de tipo experimental es la optimización de las condiciones cromatográficas (programas de T y flujo, tipo de columna, etc.) y de pirólisis (T, tiempo, etc.), que varían para cada tipo de muestra. Esta metodología ya ha sido ensayada por el Grupo MIDAS en cerámicas prehistóricas con resultados muy satisfactorios (González-Vila et al. 2006).

Para el estudio de materiales de Cabezo Juré realizado en 2010, esta técnica se ha aplicado sobre las superficies interiores y exteriores de 9 recipientes cerámicos y una muestra de suelo pertenecientes al contexto de almacenaje identificado en el Corte 1 durante la Fase III del asentamiento, a fin de caracterizar los productos bióticos asociados a dicha actividad (tras estudio microespacial sin fauna, y análisis de semillas). Ello implicó un total de 40 análisis que se realizaron por deserción térmica a 280°C y pirólisis *flash* a 500°C que ha dado lugar a 40 pirogramas (TICs o cromatogramas de ión total de los productos de termoevaporación o pirólisis) donde se identifican las identidades químicas de algunos productos.

De la amplia información que estos análisis han generado (Fig. 8), debemos enfatizar que las características del suelo del contexto espacial muestra el espectro de materia orgánica con picos procedentes de la pirólisis de polisacáridos, ligninas y lípidos. Paralelamente, y en los interiores de los recipientes, se repiten los valores anteriores, junto a la relativa abundancia de compuestos aromáticos y la presencia de compuestos nitrogenados simples. Adicionalmente se han documentado la presencia de un compuesto terpenoide en uno de los recipientes. Sin embargo, no se han detectado la presencia de diketopiperazinas, indicadoras las proteínas, tal y como se observan en los recipientes abiertos de algunos de los contextos de consumo.

Ello es congruente con la ausencia de fauna en este contexto y la presencia de cereales y leguminosas que en este contexto identificó al análisis de las semillas, confirmando, junto a la morfología de recipientes y ausencia de otras áreas de actividad, la existencia de un contexto especializado de almacenaje de productos bióticos vegetales muy variados y no sólo destinados a un simple consumo alimenticio.

8. Análisis microespacial.

El yacimiento de Cabezo Juré (Alosno, Huelva) proporcionó, durante las dos primeras campañas de intervención (1995 y 1999), un óptimo y contextualizado registro material correspondiente al Tercer Milenio A.N.E., con una división espacial tripartita (Ladera Sur-Hornos/Plataforma Superior-Recinto Fortificado/Ladera Sur) y cuatro fases cronológicas (I, II, III y IV) cuyo análisis espacial, mediante la creación de soportes documentales de la información contextual (posición, postura, orientación, etc.) de artefactos y arteusos, así como correlaciones multivariantes cuantitativas, cualitativas y locacionales de presencias, posiciones, distancias y asociaciones, ha permitido discriminar suelos de ocupación y, dentro de ellos, lugares y áreas de actividad capaces de articular evaluaciones verosímiles sobre contexto de prácticas sociales de producción, consumo, almacenaje y circulación de productos y su posible trama histórica, a la vez que un marco metodológico original (Nocete 2004).

En esta nueva fase de investigación sobre Cabezo Juré, el análisis microespacial, más allá de incrementar el volumen de información, con la incorporación de los nuevos espacios documentados durante 2007 y 2008, ha permitido incorporar tres elementos novedosos:

1. Los nuevos niveles de información que ha proporcionado el presente estudio de materiales (arqueozoología, volumetría de recipientes, carpología, etc., ver *supra*).
2. La posibilidad de discriminar la superposición de microsuelos de actividad, con valores cronológicos absolutos, en su principal actividad productiva: la producción de cobre (Fig. 9).
3. La posibilidad de discriminar la superposición de microsuelos de actividad, con valores cronológicos absolutos, de cambios de actividad en el uso del espacio, como el registrado en el Corte nº 1, donde las áreas de actividad metalúrgica de la Fase I (Fig. 10) dieron paso a un contexto especializado en el almacenaje de productos de origen biótico durante su Fase III (Fig. 11). En él (Fig. 11) los niveles de información derivados de la ausencia de contextos de consumo (ausencia de fauna, hogares, etc.) se presentan junto a la información derivada del análisis carpológico y cerámico (volumetría, información pirolítica, etc.) para explorar la funcionalidad del mismo.

Referencias bibliográficas.

- ABRIL, D.; NOCETE, F.; RIQUELME, J.A.; BAYONA, M.R.; INÁCIO, N. (2010): “Zooarqueología del III Milenio A.N.E.: El barrio metalúrgico de Valencina de la Concepción (Sevilla)”, *Complutum* 21 (1): 87-100.
- AITCHISON, J., (1986): *The statistical analysis of compositional data*, Chapman and Hall, London.
- BAR-OZ, G.; DAYAN, T. (2002): “After 20 Years: A Taphonomic Re-evaluation of Nahal Hadera V, an Epipaleolithic Site on the Israeli Coastal Plain”, *Journal of Archaeological Science* 29: 145-156.
- BAR-OZ, G.; DAYAN, T. (2003): “Testing the use of multivariable inter-site taphonomic comparasions: the faunal analysis of Hefzibah in its Epipaleolithic cultural context”, *Journal of Archaeological Science* 30: 885-900.
- BAR-OZ, G.; ADLER, D.S. (2005): “Taphonomic History of the Middle and Upper Palaeolithic Faunal Assemblage from Ortvale Klde, Georgian Republic”, *Journal of Taphonomy* 3 (4): 185-211.
- BAR-OZ, G.; DAYAN, T.; KAUFMAN, D. (1999): “The Epipaleolithic Faunal Sequence in Israel: A View from Neve David”, *Journal of Archaeological Science* 26: 67-82.

- BAR-OZ, G.; DAYAN, T.; KAUFMAN, D.; WEINSTEIN-EVRON, M. (2004): “The Natufian economy at el-Wad Terrace with special reference to gazelle exploitation patterns”, *Journal of Archaeological Science* 31: 217-231.
- BARONE, R. (1976): *Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 1: Osteologie*. Lyon, Ed. Vigot Freres.
- BAYONA, M. R.; ROVIRA, S.; NOCETE, F.; SÁEZ, R.; NIETO, J.M.; ÁLEX, E. (2003a): “The prehistoric metallurgy of Cabezo Juré (Alosno, Huelva, Spain): The metal objects production”, *International Conference Archaeometallurgy in Europe*, Vol. II: 175-184. Milán, Associazione Italiana di Metallurgia.
- BAYONA, M.R.; NOCETE, F.; LIZCANO, R.; ÁLEX, E.; SÁEZ, R.; NIETO, J.M.; ROVIRA, S. (2003b): “Estudio arqueometalúrgico de un asentamiento del Tercer Milenio A.N.E.: La producción de los objetos de metal de La Junta (Puebla de Guzmán, Huelva)”. *Actas del V Congreso Ibérico de Arqueometría*: 63-64. Cádiz, Universidad de Cádiz.
- BEHRENSMEYER, A.K. (1978): “Taphonomic and ecologic information from bone weathering”, *Paleobiology* 4 (2): 150-162.
- BINFORD, L. R. (1978): *Nunamiut Ethnoarchaeology*. New York, Academic Press.
- BINFORD, L. R. (1981): *Bones: Ancient Men and Modern Myths*. New York, Academic Press.
- BINFORD, L. R. (1984): *Faunal remains from Klasies River Mouth*. New York, Academic Press.
- BLASCO, M^a. F. (1992): *Tafonomía y Prehistoria: métodos y procedimientos de investigación*, Universidad de Zaragoza, Zaragoza.
- BLUMENSCHINE, R. J.; SELVAGGIO, M. (1988): Percussion marks on bone surface as a new diagnostic of human behavior. *Nature*, 333: 763-765.
- BOESSNECK, J. (1980): “Diferencias osteológicas entre las ovejas (*Ovis aries* Linné) y cabras (*Capra hircus* Linné)”, en D. Brothwell; E. Higgs, (coord.), *Ciencia en Arqueología*: 338-366. Madrid, Fondo de Cultura Económica.
- BRONK RAMSEY, C. (2006): “New approaches to constructing age models: OxCal4”, *PAGES News* 14 (3): 14-15.
- BRONK RAMSEY, C.; DITCHFIELD, P.; HUMM, M. (2004a): “Using a gas ion source for radiocarbon AMS and GC-AMS”, *Radiocarbon* 46: 25–32.

- BRONK RAMSEY, C.; HIGHAM, T. F. G.; BOWLES, A.; HEDGES R. E. M. (2004b): “Improvements to the pre-treatment of bone at Oxford”, *Radiocarbon* 46: 155–163.
- BRONK RAMSEY, C.; HIGHAM T. F. G.; LEACH, P. (2004c): “Towards high precision AMS: progress and limitations”, *Radiocarbon* 46: 17–24.
- BRONK RAMSEY, C.; HIGHAM, T. F. G.; BROCK, F.; BAKER, D.; DITCHFIELD, P.; (2009): “Radiocarbon dates from the Oxford AMS system: Archaeometry Datelist 33”, *Archaeometry* 51 (2): 323-349.
- BRUMFIELD, E. M., (1998). “The multiple identities of Aztec craft specialist, en C. Costin; R. Wright (coord.), *Craft and Social Identity*: 145-152. Washington DC, *Archaeological Papers* nº 8, American Anthropological Association.
- BUDD, P.; GALE, A.; POLLARD, M; THOMÁS, R. G.; WILLIAMS, P. A. (1993): “Evaluating lead isotope data: further observations”, *Archaeometry* 35: 241-263.
- BUDD, P.; POLLARD, M; SACIFE B; THOMÁS, R.G. (1995): “Oxide ingots, recycling and Mediterranean metals trade”, *Journal of Mediterranean Archaeology* 8.1: 1-32.
- BUXÓ, R.; PIQUÉ, R. (2008): *Arqueobotánica. Los usos de las plantas en la Península Ibérica*. Madrid, Ariel.
- CARBONELL, E.; MARTÍNEZ, J.; MORA, R.; MURO, I. (1986): “Conceptos básicos en el análisis espacial”, *Arqueología Espacial* 7: 33-42.
- CASTRO, P.; CHAPMAN, R.; GILI, S.; LULL, V.; MICÓ, P.; RIHUETE, C.; RISCH, R.; SANAHUJA, M.^a E. (1996): “Teoría de las prácticas sociales”, *Cumplutum Extra* 6 (II): 35-48.
- CHAPLIN, R. E. (1971): *The Study of Animal Bones from Archaeological Sites*. New York, Seminar Press.
- CICHELLA, D.; DE VIVO, B.; LIMA A. (2005): “Background and baseline concentration values of elements harmful to human health in the volcanic soils of the metropolitan and provincial areas of Napoly (Italy)”, *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis* 5: 29-40.
- CLARKE, D. L. (1977): *Spatial Archaeology*. London, Academic Press.
- CONTRERAS, M.; NIETO, J.; NOCETE, F.; SÁEZ, R. (2003): “Mineralogical and petrographical evidences on the provenance of ceramic objects from Cabezo Juré (Huelva, Spain)”, *Proceedings of EMAC'03 7th European Meeting on Ancient Ceramics. Book of Abstract*: 9. Lisboa, Instituto Tecnológico e Nuclear.

- FAURE, G. (1986): *Principes isotopes Geology*. New York, Jon Wiley and Sons (2nd Ed).
- FISHER, J.W. (1995): “Bone surface modifications in zooarchaeology”, *Journal of Archaeological Method and Theory* 2 (1): 7-68.
- FREESTONE, I. (1991): “Extending ceramic Petrology”. *Recent Developments in Ceramic Petrology*: 399-410. British Museum Occasional Paper 81, British Museum.
- FREESTONE, I. (1999): “Ceramic Petrography”, *American Journal of Archaeology* 99: 111-115.
- GONZÁLEZ-VILA, F.J.; VERDEJO, T.; GONZÁLEZ-PÉREZ, J.A.; INÁCIO, N., NIETO, J.M.; NOCETE, F.; BAYONA, M.R.; CÁMALICH-MASSIEU, M.D.; MARTÍN SOCAS; D., LIZCANO, R; SÁEZ, R. (2006): “Pyrolytic evidence of absorbed organic residues in a vessel from a third millennium B.C. South-Iberia archaeological site”, *17th International Symposium on analytical and applied Pyrolysis*: 100. Budapest.
- GRAYSON, D. (1973): “On the methodology of faunal analysis”, *American Antiquity* 38 (4): 432-439.
- GRAYSON, D. (1978): “Minimum numbers and sample size in vertebrate faunal analysis”, *American Antiquity* 43 (1): 53-65.
- GRAYSON, D. (1984): *Quantitative Zooarchaeology*. Orlando, Academic Press..
- HERNANDO, A. (1999): “El espacio no es necesariamente un lugar: en torno al concepto de espacio y a sus implicaciones en el estudio de la Prehistoria”, *Arqueología Espacial* 21: 7-27.
- HIETALA, H. (coord.) (1984): *Intrasite Spatial Análisis in Archaeology*. Cambridge. Cambridge University Press.
- HIGHAM, T. F. G; JACOBI, R. M; BRONK RAMSEY, C. (2006): “AMS radiocarbon dating of ancient bone using ultrafiltration”, *Radiocarbon* 48 (2): 179-195.
- HORWITZ, L.K. (1990): “The origin of partially digested bones recovered from archaeological contexts in Israel”, *Paléorient* 16(1): 97-106.
- INÁCIO N. (2005): *Producción, distribución y consumo de cerámica en el Suroeste Peninsular durante el III Milenio A.N.E.: El Poblado de la Junta de los Ríos*. Memoria De Licenciatura. Univ. De Huelva.
- INÁCIO, N. (2008): “Los productos cerámicos”, en F. Nocete (coord.), *El Yacimiento de La Junta de los Ríos*: 74-131. Sevilla, Monografías de Arqueología nº 29, Consejería de Cultura, Junta de Andalucía.

- INÁCIO, N.; NOCETE, F.; NIETO, J. M.; SÁEZ, R.; BAYONA, M. R.; ABRIL, D. (2011): "From raw materials to utilisation. Ceramics associated with the metallurgical activity at Valencina de la Concepción (Seville, Spain): Technological choices and social implications", en S. Scarcella (coord.), *Archaeological ceramics: a review of current research*: 73-79. Oxford, BAR International Series 2193.
- IOANNIDOU, E. (2003): "Taphonomy of Animal Bones: Species, Sex, Age and Breed Variability of Sheep, Cattle and Pig Bone Density", *Journal of Archaeological Science* 30: 355-365.
- KLEIN, R.G.; CRUZ-URIBE, K. (1984): *The Analysis of Animal Bones from Archaeological Sites*. Chicago, University of Chicago Press.
- LIZCANO, R.; NOCETE, F.; PERAMO, A. (2009): *Las Eras. Proyecto de puesta en valor y uso social del patrimonio arqueológico de Úbeda (Jaén)*. Huelva, Huelva University Press.
- LYMAN, R.L. (1984): "Bone density and differential survivorship of fossil classes", *Journal of Anthropological Archaeology* 3: 259-299.
- LYMAN, R.L. (1994a): Quantitative units and terminology in zooarchaeology. *American Antiquity* 59 (1): 36-71.
- LYMAN, R.L. (1994b): *Vertebrate Taphonomy*. Cambridge, University Press.
- MANGES, G.; MISNTER, J. F.; ALLÈGRE, C. J. (1987): "Comparative uranium-thorium-lead and rubidium-strontium study of the Saint Séverin amphoterite: consequence for early solar system chronology", *Earth Planet. Sci. Lett.* 39: 14-24.
- MARRIEZKURRENA, K. (1983): "Contribución al conocimiento del desarrollo de la dentición y el esqueleto postcraneal de *Cervus elaphus*", *Munibe* 35 (3-4): 149-202.
- METCALFE, D.; JONES, K.T. (1988): "A reconsideration of animal body part utility indices", *American Antiquity* 53: 486-504.
- MORALES, A.; CEREIJO, M.A.; BRÄNNSTÖN, P.; LISSAU, C. (1994): "The mammals", En E. Roselló; Morales, A. (coord.), *Castillo de Doña Blanca. Archaeo-environmental investigations in the Bay of Cádiz, Spain (750-500 B.C.)*: 37-70. Oxford, BAR International Series 593.
- NOCETE, F. (2001): *Tercer Milenio antes de Nuestra Era. Relaciones y contradicciones centro/periferia en el Valle del Guadalquivir*. Bellaterra. Barcelona.

- NOCETE, F. (coord.) (2004): *ODIEL. Proyecto de Investigación Arqueológica para el análisis del origen de la desigualdad social en el suroeste de la Península Ibérica*. Sevilla, Monografías de Arqueología nº 19. Consejería de Cultura, Junta de Andalucía.
- NOCETE, F. (coord.) (2005): *Andévalo Patrimonio arqueológico. El yacimiento de la Junta de los Ríos. Modelo de recuperación, análisis e interpretación del registro arqueológico en la Presa del Andévalo-Huelva*-. Madrid, Ministerio de Medioambiente. Confederación Hidrográfica del Guadiana.
- NOCETE, F. (2006): “The first specialised copper industry in the Iberian Peninsula: Cabezo Juré (2900-2200 BC)”, *Antiquity* 80: 646-654.
- NOCETE, F. (coord.) (2008): *El yacimiento de La Junta de los Ríos*. Sevilla, Monografías de Arqueología 29, Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía.
- NOCETE, F.; LINARES, J. A. (1999): “Las primeras sociedades mineras en Huelva. Alosno”, en J. A. Márquez (coord.), *Historia de la provincia de Huelva. Un análisis de los ámbitos municipales*: 49-64. Madrid, Agedime S.L.-Editorial Mediterráneo y Huelva Información.
- NOCETE, F.; SÁEZ, R. (2009): “Los minerales de cobre para la fabricación de productos metálicos”, en R. Lizcano; F. Nocete; A. Peramo (coord.), *Las Eras. Proyecto de puesta en valor y uso social del patrimonio arqueológico de Úbeda (Jaén)*: 274-283. Huelva, Huelva University Press.
- NOCETE, F.; ORIHUELA, A.; PERAMO, A. (1995): *Cabezo Juré. 2500 a.C.* Huelva, Diputación Provincial de Huelva.
- NOCETE, F.; LIZCANO, R.; ORIHUELA, A.; OTERO, R.; ESCALERA, P.; PARRALES, F.; ROMERO, J. C. (1999a). “I campaña de excavación arqueológica de Cerro Juré (Alosno, Huelva)”, *Anuario Arqueológico de Andalucía* 1994 (II): 86-92.
- NOCETE, F.; ESCALERA, P.; LIZCANO, R.; ORIHUELA, A.; OTERO, R.; ROMERO, J. C.; SÁEZ, R. (1999b): “Estudio del material arqueológico de la primera campaña de excavación de C. Juré (Alosno, Huelva). Proyecto ODIEL”, *Anuario Arqueológico de Andalucía* 1994 (II): 93-104.
- NOCETE, F.; LIZCANO, R.; LINARES, J. A.; ESCALERA, P.; ORIHUELA, A.; PÉREZ, J. M.; RODRÍGUEZ, M.; GARRIDO, N.; AQUINO, N.; ALCÁZAR, J. M.; ÁLEX, E. (2000): “Segunda campaña de excavación arqueológica sistemática en el yacimiento de Cabezo Juré (Alosno, Huelva)”, *Anuario Arqueológico de Andalucía* 1997 (II): 99-114.

NOCETE F.; SÁEZ R.; NIETO J. M.; BAYONA M. R.; ÁLEX E. (2003): “Copper circulation during the Third millenium B.C. in the Guadalquivir Valley (Souther Spain): lead isotope results”, *Archaeometallurgy in Europe Proceedings Vol 2*. Milán.

NOCETE, F.; SÁEZ, R.; NIETO, J.M.; LIZCANO, R.; BAYONA, M. R.; ÁLEX, E.; INÁCIO, N. (2005a): “Nouvelles perspectives pour les analyses historiques de la première exploitation minière et de la première métallurgie dans la Péninsule Ibérique: La production du cuivre à Cabezo Juré (2900-2200 BC)”, *CU+ 4*: 24-28.

NOCETE, F.; SÁEZ, R.; NIETO, J.M.; CRUZ-AUÑÓN, R.; CABRERO, R.; ÁLEX, E.; BAYONA, M. R. (2005b): “Circulation of silicified oolitic limestone blades in South-Iberia (Spain and Portugal) during the third millennium B.C.: an expression of a core/periphery framework”. *Journal of Anthropological Archaeology* 24: 62-81.

NOCETE, F.; ÁLEX, E.; NIETO, J.M.; SÁEZ, R.; BAYONA, M.R. (2005c): “An archaeological approach to regional environmental pollution in the south-western Iberian Peninsula related to Third millennium BC mining and metallurgy”. *Journal of Archaeological Science* 32: 1566-1576.

NOCETE, F.; QUEIPO, G.; SÁEZ, R.; NIETO, J. M.; INÁCIO, N.; BAYONA, M. R.; PERAMO, A.; VARGAS, J. M.; CRUZ-AUÑÓN, R. (2008): “The smelting quarter of Valencina de la Concepción (Seville, Spain): the specialised copper industry in a political centre of the Guadalquivir Valley during the Third millennium BC (2750-2500 BC)”, *Journal of Archaeological Science* 35: 717-732.

NOCETE, F. ; LIZCANO, R. ; PERAMO, A. ; GÓMEZ, E. (2010a): “Emergence, collapse and continuity of the first political system in the Guadalquivir Basin from the fourth to the second millennium BC: The long-term sequence of Úbeda (Spain)”, *Journal of Antropological Archaeology* 29: 219-237.

NOCETE, F.; INÁCIO, N.; BAYONA, M. R.; LIZCANO, R.; PERAMO, A.; ÁLEX, E. (2010b): “Mineração e metalurgia no III Milenio A.N.E. no Sudoeste Peninsular: Disimetrías sociais nos povoados de La Junta de los Ríos (Puebla de Guzmán, Huelva) e Cabezo Juré (Alosno, Huelva)”, en V. Gonçalves (coord.), *Transformação e Mudanza no Centro e Sul de Portugal: O 4º e o 3º Milenio ANE*: 453-469. Cascais.

OLSEN, S.L.; SHIPMAN, P. (1988): “Surface modification on bone: trampling versus butchery”, *Journal of Archaeological Science* 15: 535-553.

- PALES, L.; LAMBERT, C. (1971): *Atlas Osteologique pour servir à l'identification des Mammifères du Quaternaire*. Paris, Editions du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) 15.
- REIMER, P. J.; BAILLIE, M. G. L.; BARD, E.; BAYLISS, A.; BECK, J. W.; BERTRAND, C. J. H.; BLACKWELL, P. G.; BUCK, C. E.; BURR, G.; CUTLER, K. B.; DAMON, P. E.; EDWARDS, R. L.; FAIRBANKS, R. G.; FRIEDRICH, M.; GUILDERSON, T. P.; HOGG, A. G.; HUGHEN, K. A.; KROMER, B.; MCCORMAC, F. G.; MANNING, S.; BRONK RAMSEY, C.; REIMER, R. W.; REMMELE, S.; SOUTHON, J. R.; STUIVER, M.; TALAMO, S.; TAYLOR, F. W.; VAN DER PLICHT, J.; WEYHENMEYER, C.E. (2009): "IntCal09 y Marine09 radiocarbono curvas de calibración de edad, 0-50.000 años cal AP", *Radiocarbon* 51 (4): 1111-1150.
- RINGROSE, T. J. (1993): "Bone counts and statistics: a critique", *Journal of Archaeological Science* 20 (2): 121-157.
- RIQUELME, J. A.; NOCETE, F. (2004): "Aspectos socioeconómicos basados en el estudio de los restos óseos del yacimiento del III milenio de Cabezo Juré, Alonso (Huelva)", *II-III Simposios de Prehistoria Cueva de Nerja*: 379-385. Nerja.
- RODRÍGUEZ BAYONA, M. (2008): *La investigación de la actividad metalúrgica durante el III Milenio A.N.E. en el suroeste de la Península Ibérica. La Arqueometalurgia y la aplicación de análisis metalográficos y composicionales en el estudio de la producción de objetos de metal*. Oxford, BAR International Series 1769.
- ROLLINSON, H. (1993): *Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation*. Pearson Education Limited.
- ROVIRA, S.; NOCETE, F.; SÁEZ, R.; NIETO, J. M. (2001): "Aspectos preliminares de la metalurgia en el sitio prehistórico de Cabezo Juré (Alosno, Huelva). La producción de objetos de metal". *IV Congreso Nacional de Arqueometría*: 182-191. Valencia.
- ROWLEY-CONWY, P.; HALSTEAD, P.; COLLINS, P. (2002): "Derivation and Application of a Food Utility Index (FUI) for European Wild Boar (*Sus scrofa* L.)", *Environmental Archaeology* 7: 77-87.
- RUIZ, A.; MOLINOS, F.; NOCETE, F.; CASTRO, M. (1986): "Concepto de producto en Arqueología", *Arqueología Espacial* 7: 63-80.
- SÁEZ, R.; LINARES, J.; CHIARADIA, M.; NOCETE, F. (2000): "Análisis de procedencia de materias primas en arqueometalurgia de Cu mediante isótopos de Pb. El caso de Cabezo Juré (Alosno, Huelva)", *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía* N° 22-A: 99-100.

- SÁEZ, R.; NOCETE, F.; NIETO, J. M.; VINCEIRO, J.; SANTOS, J.; GIL IBARGUCHI, J. (2003a): “Ore sources from the El Castillejo metallurgical settlement (Málaga, Spain): results of a lead isotope study”, *Archaeometallurgy in Europe Proceedings* Vol 2. Milán.
- SÁEZ, R.; NOCETE, F.; NIETO, J. M.; CAPITÁN, M. A.; ROVIRA, S. (2003b): “The extractive metallurgy of copper from Cabezo Juré, Huelva, Spain: chemical and mineralogical study of slag dated to the Third Millennium B.C.”, *The Canadian Mineralogist* 41, 627-638.
- SÁEZ, R.; NOCETE, F.; CÁMALICH M.^a D. (2004): “La captación de materias primas para la metalurgia en Cabezo Juré”, en F. Nocete (coord.), *ODIEL: Proyecto de Investigación Arqueológica para el análisis de la desigualdad social en el Suroeste de la Península Ibérica: 265-272*. Sevilla, Monografías de Arqueología 19, Consejería de Cultura. Junta de Andalucía.
- SANTOS ZALDUEGUI, J. F.; GARCÍA DE MADINABEITIA, S.; GIL IBARGUCHI, J. I.; SÁEZ, R. (2004): “Los isótopos del plomo en Arqueología: metodología analítica y ejemplos de aplicación”, *Avances en Arqueometría 2003*: 25-34. Cádiz, Ed. Servicio de Publicaciones Univ.
- SAPIR-HEN, L.; BAR-OX, G.; KHALAILY, H.; DAYAN, T. (2009): “Gazelle exploitation in the early Neolithic site of Motza, Israel: the last of the gazelle hunters in the southern Levant”, *Journal of Archaeological Science* 36: 1538-1546.
- SAYRE, E. V.; YENER, K. A.; JOEL, E. C.; BARNES, I. L. (1992): “Statistical evaluation of the presently accumulated lead isotope data from Anatolia and surrounding regions”, *Archaeometry* 34 (2): 327-330.
- SCHMID, E. (1972): *Atlas of Animal Bones. For Prehistorians, Archaeologists and Quaternary Geologists*. Amsterdam-London-New York, Elsevier Publ. Co.
- SHENNAN, S. (1992): *Arqueología cuantitativa*. Barcelona, Crítica.
- SHIPMAN, P.; FOSTER, G.; SCHOENINGER, M. (1984): “Burnt bones and teeth: an experimental study of color, morphology, crystal structure and shrinkage”, *Journal of Archaeological Science* 11: 307-325.
- SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. (1992): *Biometry*. New York, W.H. Freeman & Co.
- STOS GALE, N. H.; STOS-GALE, Z. A. (1982): “Bronze age copper sources in the Mediterranean”, *Science* 216: 11-19.

- STOS-GALE, Z. A. (2000): "Trade in metals in the bronze age mediterranean: an overview of Lead Isotopes data for provenance studies", en C. Pare (coord.), *Metals make the world. The supply and circulations of metals in Bronze Age Europe*: 56-69. Oxford, Oxbow.
- STOS-GALE, Z. A.; MALIOTIS, G.; GALE, N. H.; ANNETTS, N. (1997): "Lead isotope characteristics of the Cyprus copper ore deposits applied to provenance studies of copper oxhide ingots", *Archaeometry* 39 (1): 83-123.
- VENABLES, W. N.; RIPLEY, B. D. (2002): *Modern applied statistics with S*. New York, Springer.
- VILLA, P.; MAHIEU, E. (1991): "Breakage patterns of human long bones", *Journal of Human Evolution* 21: 27-48.
- VON DEN DRIESCH, A. (1976): "A guide to the measurement of animal bones from Archaeological sites", *Peabody Museum Bulletin* I: 1-137.
- WANG, Q.; OTTAWAY, B. S. (2004): *Casting experiments and microstructure of archaeological relevant bronzes*. Oxford, BAR International Series 1331.
- WHITBREAD, I. K. (1989): "A Proposal for the systematic description of thin section towards the study of ancient ceramic technology", *Archaeometry: Proceedings of the 25th International Symposium*: 127-138. Amsterdam.
- WHITBREAD, I. K. (1995): *Greek transport amphorae. A petrological and archaeological study*. Exeter, Fitch Laboratory Occasional Paper 4, The British School at Athens.
- WHITE, T. E. (1953): "A Method of Calculating the Dietary Percentage of Various Food Animals Utilized by Aboriginal Peoples", *American Antiquity* 18 (4): 396-398.
- YRAVEDRA, J. (2006): *Tafonomía aplicada a Zooarqueología*. Madrid, UNED Ediciones.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Calibración de las nuevas dataciones radiocarbónicas realizadas en Cabezo Juré.

Figura 2: Secuencia cronológica directa (cal. dir. ANE) de la actividad de reducción de minerales de cobre en la Ladera Sur (Área de Hornos) de Cabezo Juré.

Figura 3: Primera falange de ciervo con dos marcas de corte (1a): detalle con Microscopio Electrónico de Barrido de las múltiples estriaciones internas de una marca de despellejado (1b). Atlas de cerdo (2a): detalle con microscopio estereoscópico de las dos marcas de despiece (2b).

Figura 4: Muestra de semillas nº 1599.

Figura 5: Gráfico de las asignaciones isotópicas de Pb de los minerales de cobre procedentes de los contextos de Cabezo Juré (◇) y de las minas más próximas (+).

Figura 6: Imágenes de Microscopio Óptico. Microestructuras de F+FF+R (arriba: 100x) y F+FF+R+FF (50x y 200x).

Figura 7: Análisis químico del muestreo de cerámica analizado. Arriba: Representación de las muestras analizadas en el diagrama de equilibrio $\text{SiO}_2/\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$; Abajo: Dendograma resultante del análisis *cluster* de los elementos químicos por ICP-OES e ICP-MS.

Figura 8: Diagrama de pirólisis procedente del análisis de la superficie interna del recipiente nº 1472.

Figura 9: Representación microespacial de contextos de reducción de mineral en la Ladera Sur.

Figura 10: Representación microespacial del contexto de producción metalúrgica en el Corte 1 de la Ladera Norte (Fase I).

Figura 11: Representación microespacial del contexto de almacenaje en el Corte 1 de la Ladera Norte (Fase III).

FIGURAS

Atmospheric data from Reimer et al (2009); OxCal v3.10 Bronk Ramsey (2005); cub r:30 sd:12 intr usp[chron]

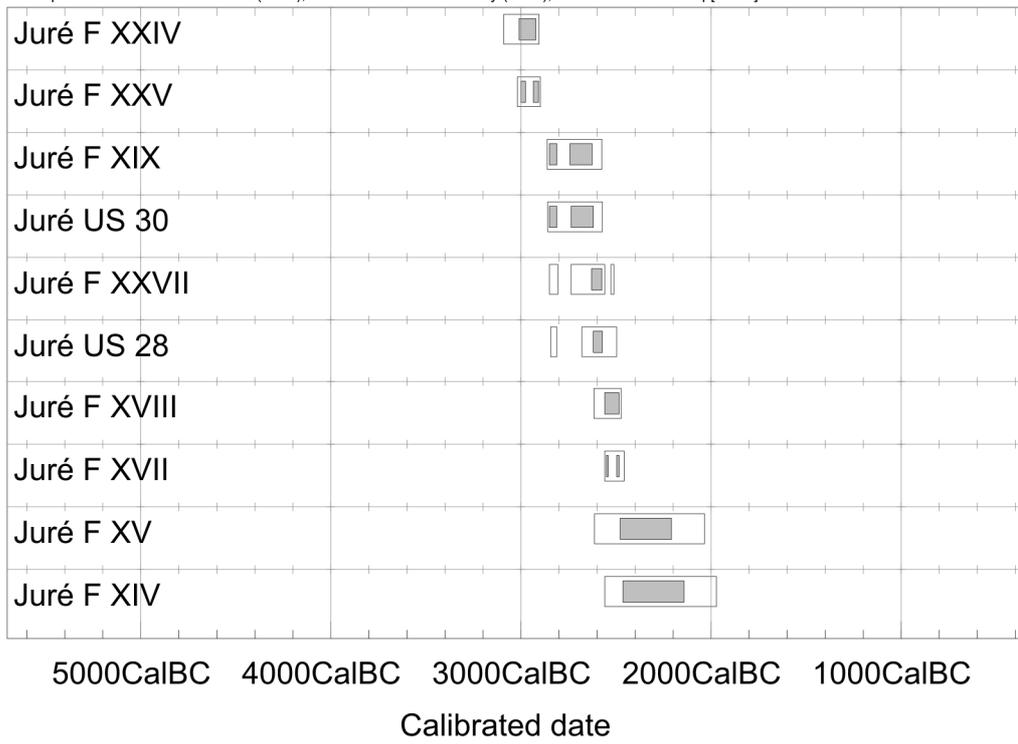


Figura 1

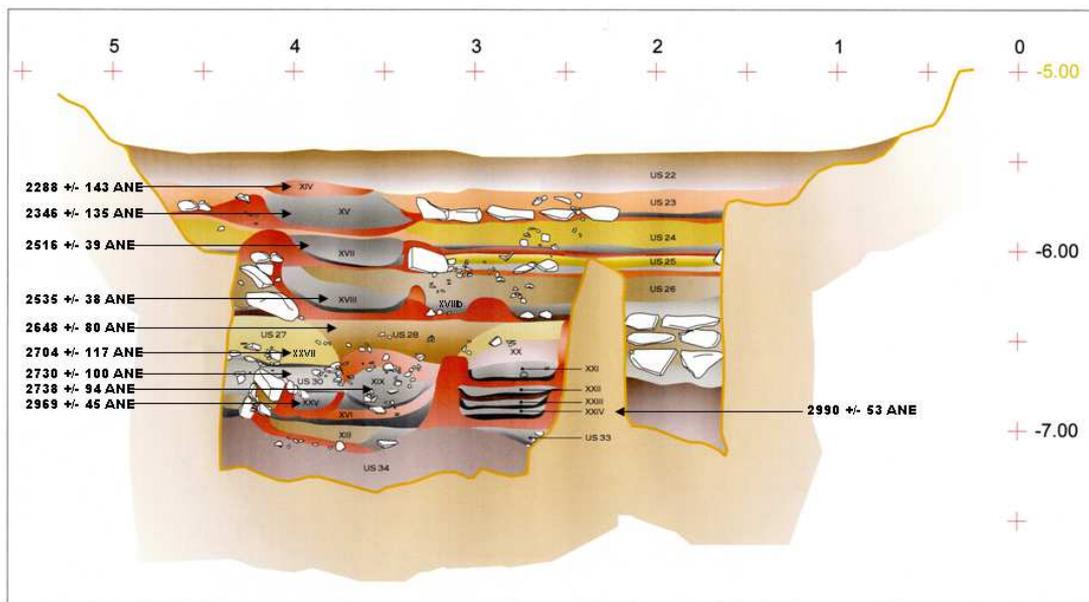


Figura 2

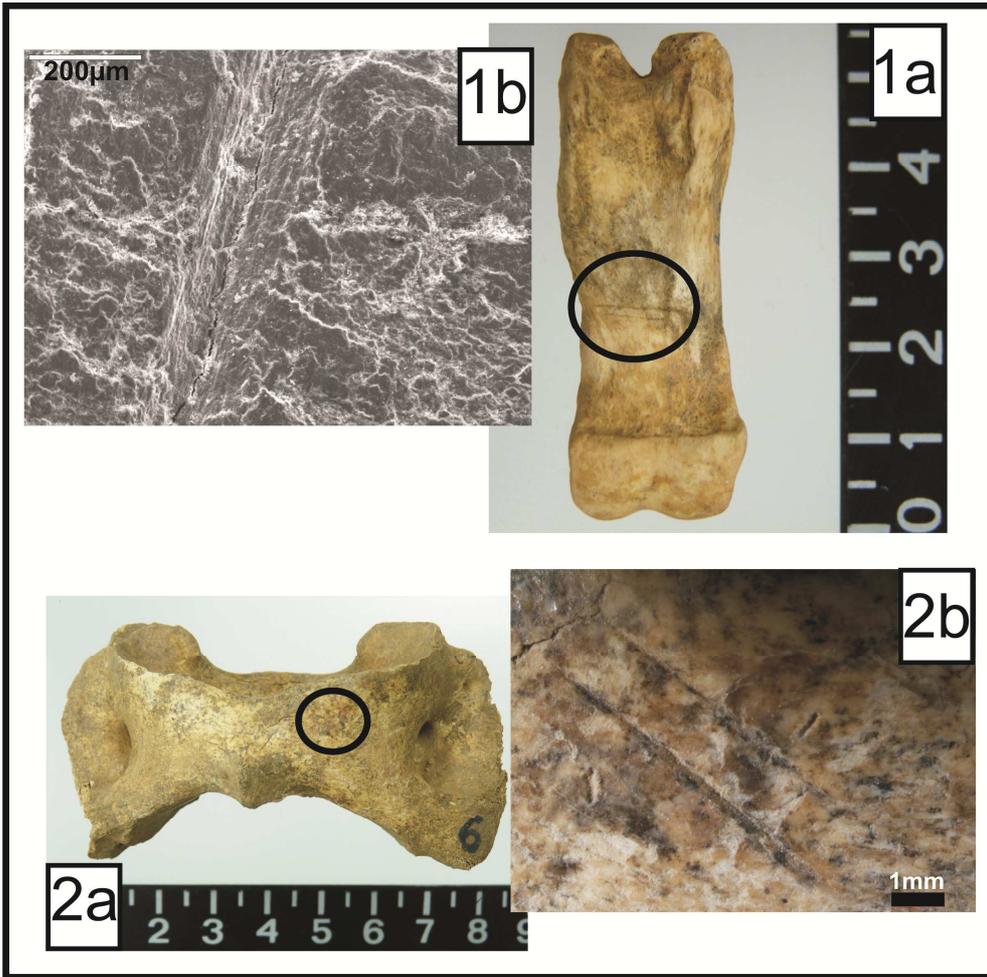


Figura 3



Figura 4

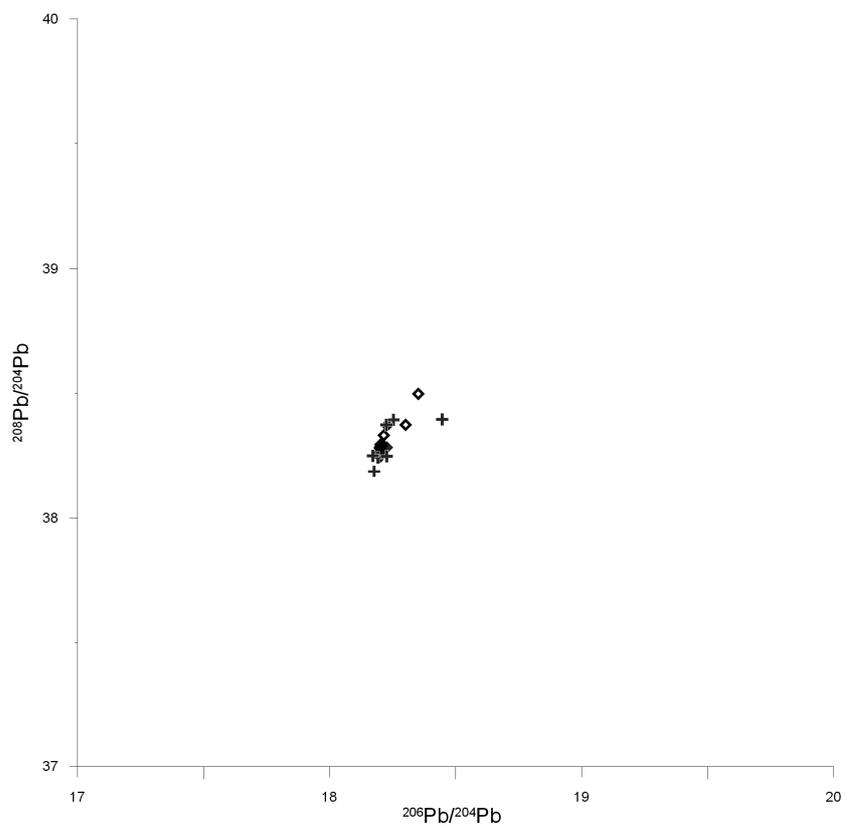
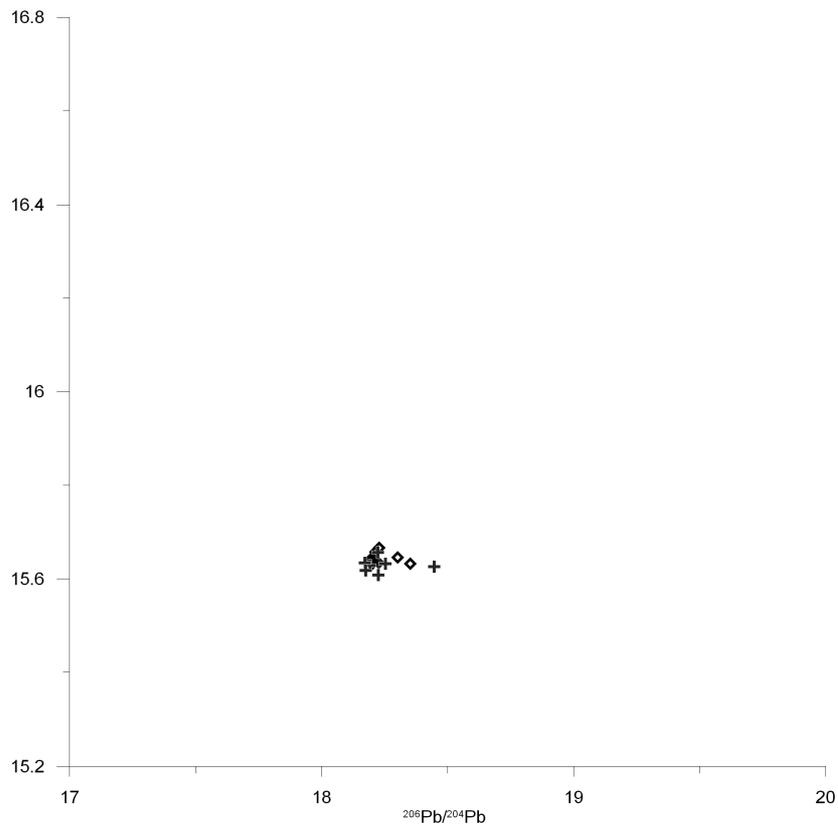


Figura 5

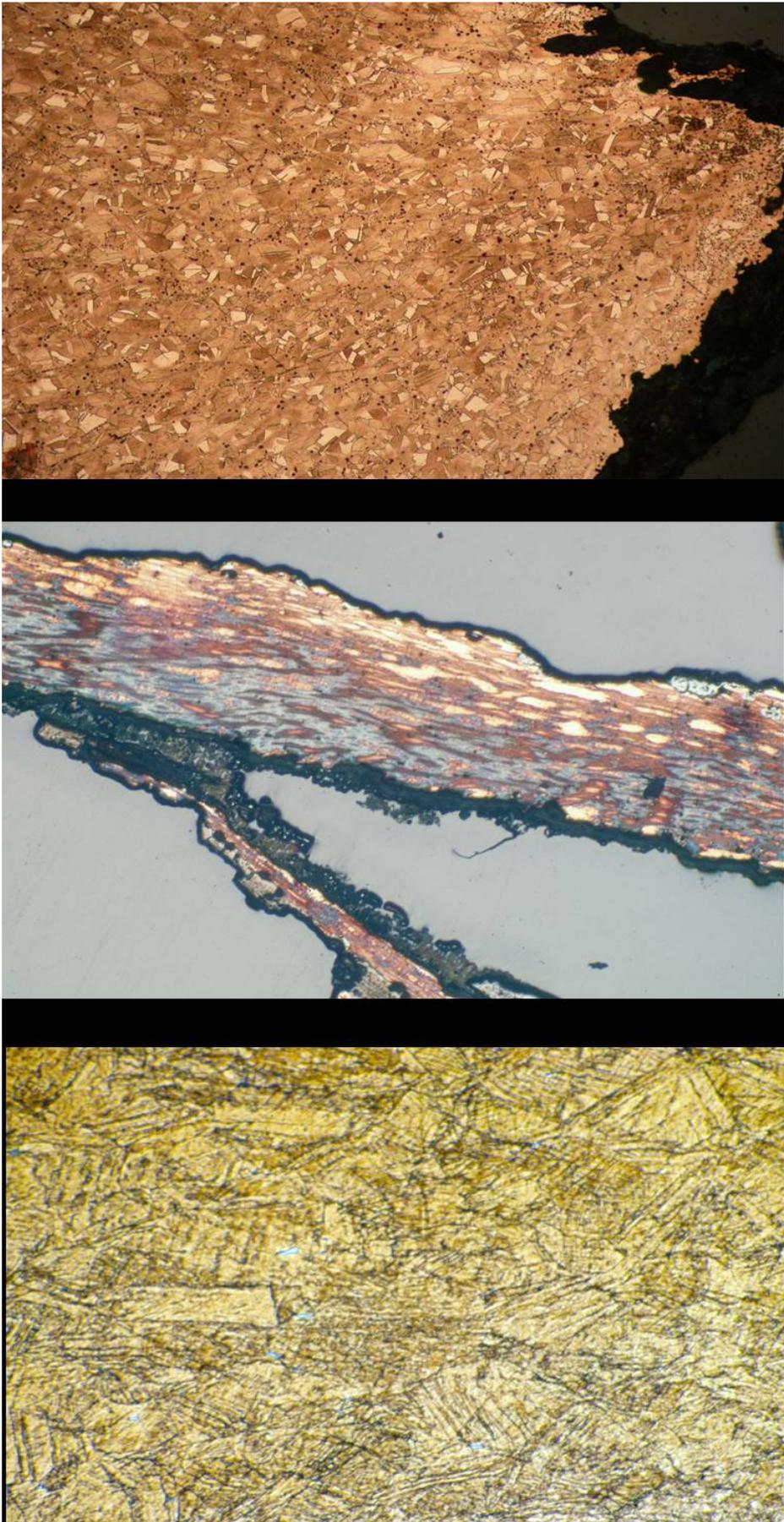


Figura 6

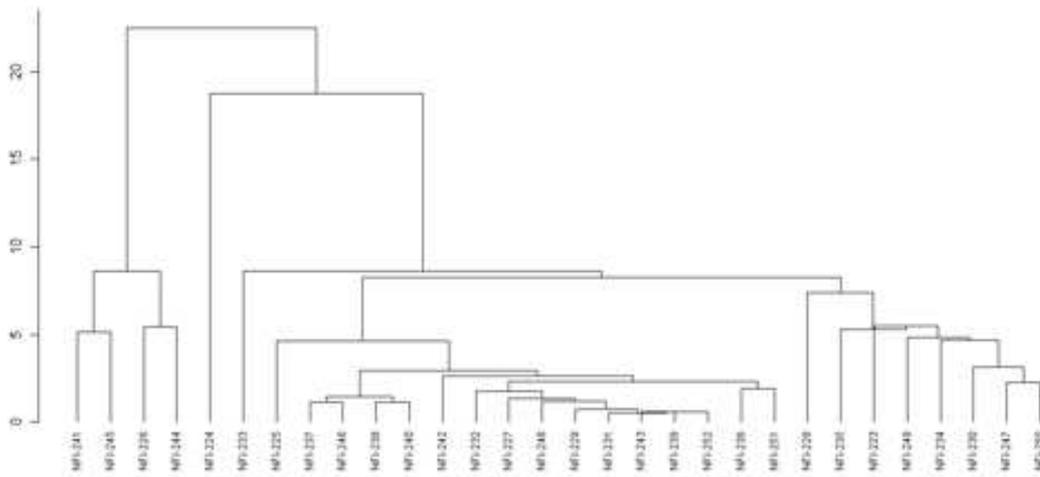
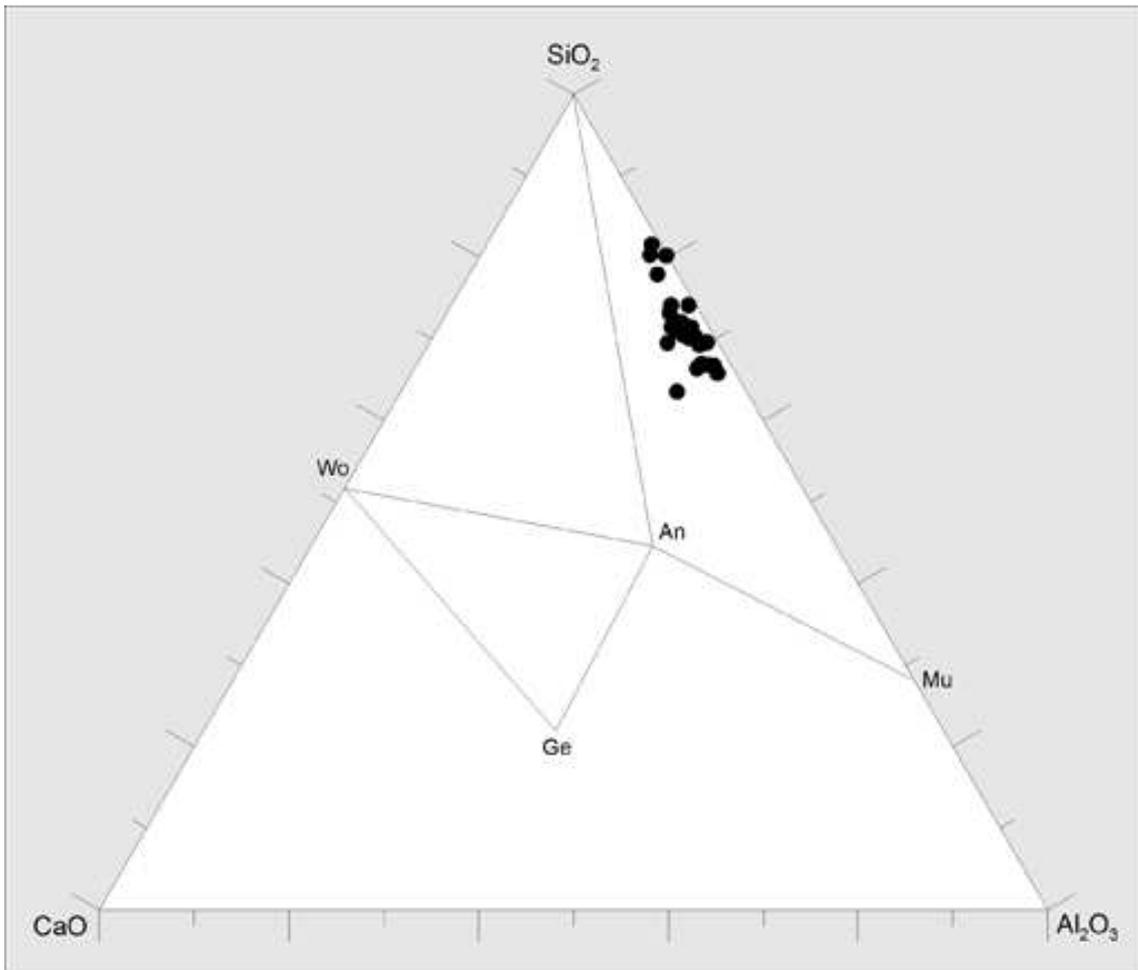


Figura 7

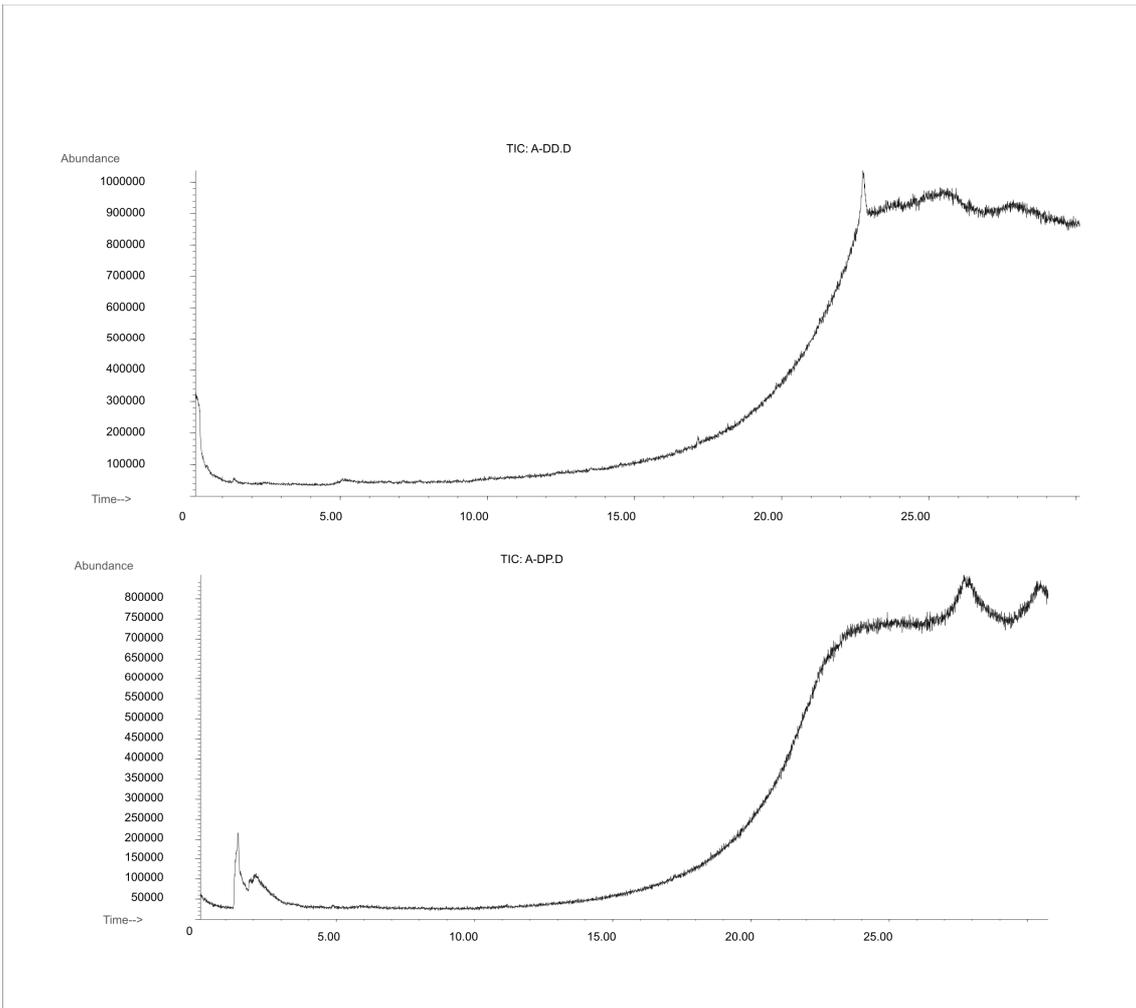


Figura 8

Borrado

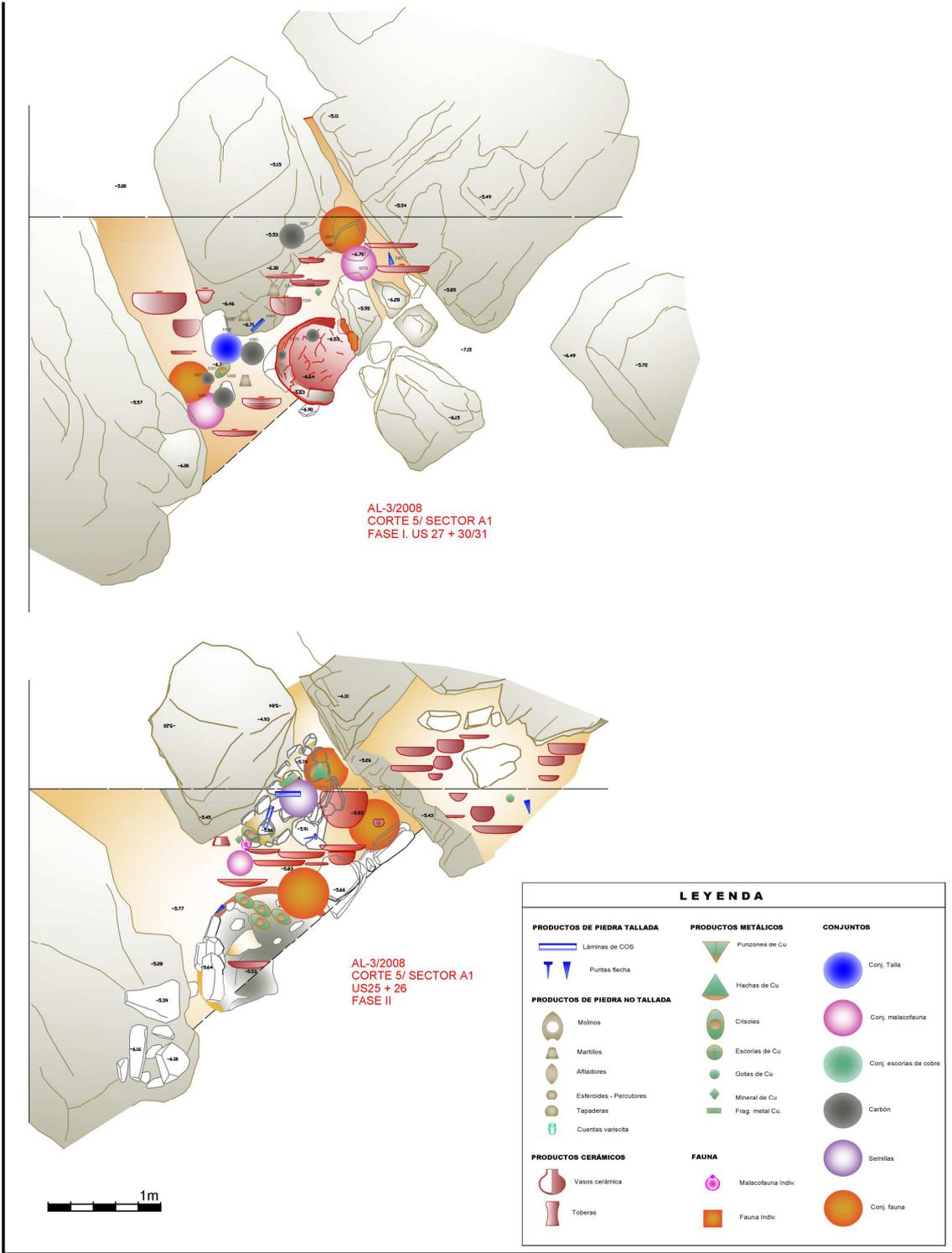


Figura 10

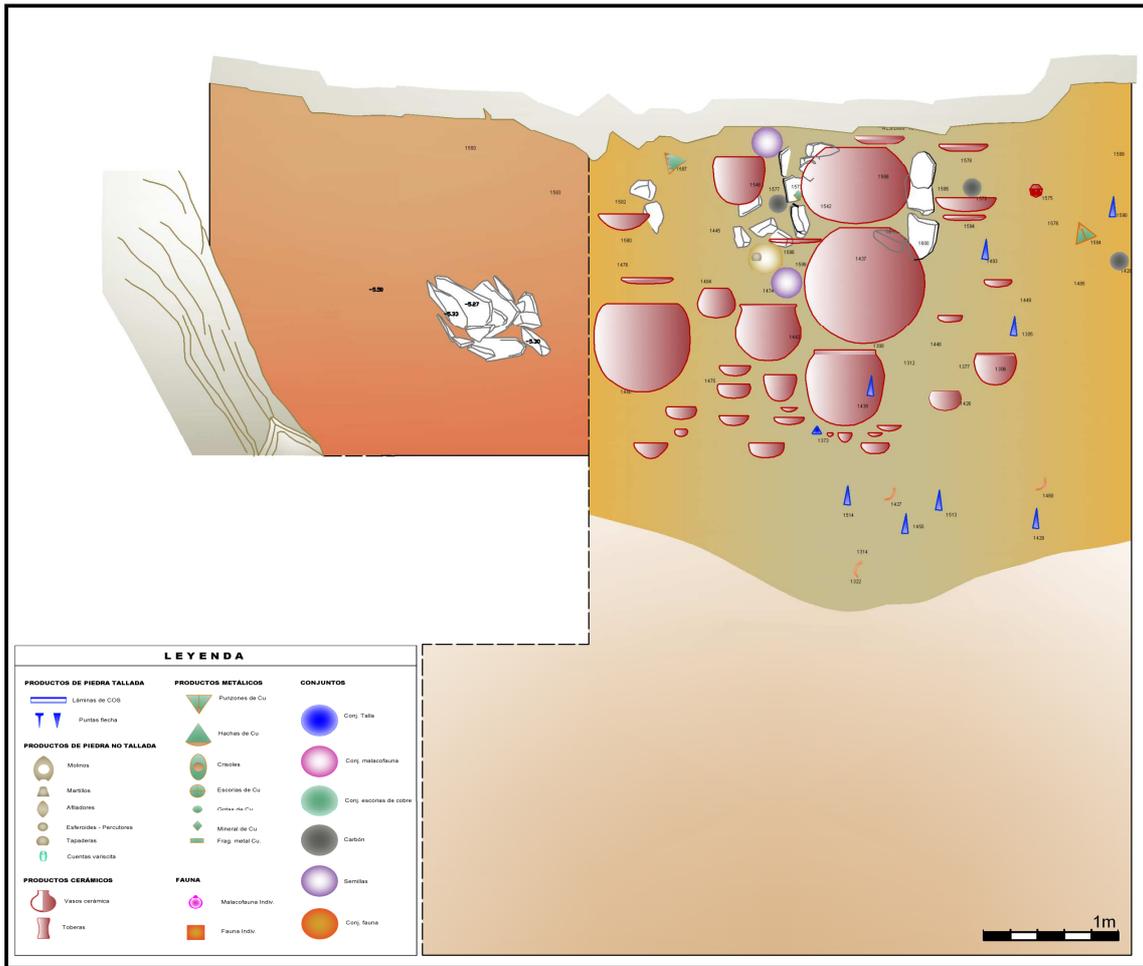


Figura 11