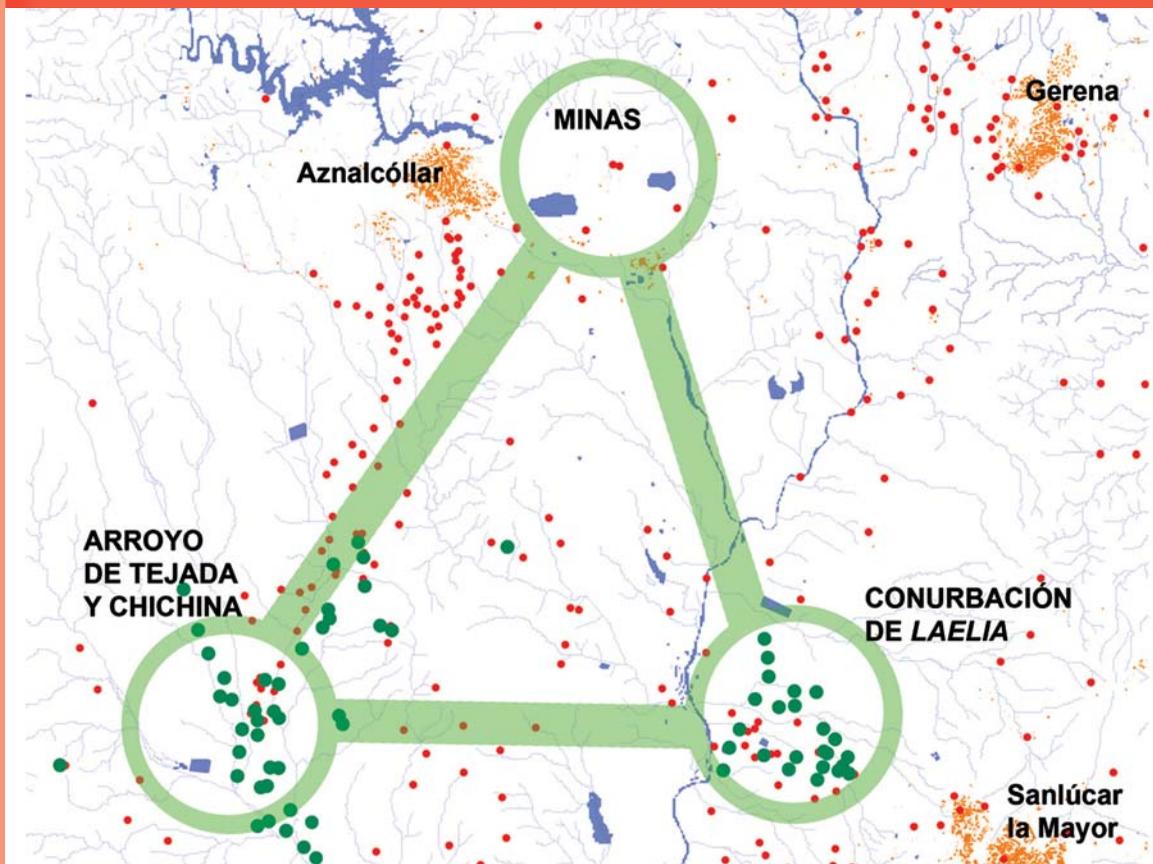


# de Prehistoria y Arqueología

de la Universidad de Granada



24

CUADERNOS DE PREHISTORIA Y ARQUEOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA  
[CPAG]

*revistaseug.ugr.es/index.php/cpag*

*Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada* es una revista de periodicidad anual editada por el Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada. Fundada por el profesor D. Antonio Arribas Palau en 1976, con el nombre de Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada, desde sus inicios ha sido el órgano de expresión del desarrollo de la disciplina arqueológica en Andalucía, con especial énfasis en los aspectos metodológicos y teóricos. Desde el año 2008, en el que recibe su actual denominación, amplía su ámbito de interés y cada volumen se divide en tres partes, una sección monográfica dedicada a un tema específico, elegido por su relevancia para el desarrollo de la disciplina, otra sección (El Documento Arqueológico) destinada a la rápida difusión de los resultados de intervenciones y estudios arqueológicos recientes, con especial atención a los realizados en Andalucía, y una última sección dedicada a las Recensiones y Crónica Científica.

**Director:**

Fernando Molina González (Universidad de Granada)

**Secretario:**

Juan Antonio Cámara Serrano (Universidad de Granada)

**CONSEJO DE REDACCIÓN**

Lorenzo Abad Casal (Universidad de Alicante); Andrés Adroher Aurox (Universidad de Granada); Francisco Contreras Cortés (Universidad de Granada); Mauro Hernández Pérez (Universidad de Alicante); Trinidad Nájera Colino (Universidad de Granada); Margarita Orfila Pons (Universidad de Granada); Arturo Ruiz Rodríguez (Universidad de Jaén).

**CONSEJO ASESOR**

Juan Antonio Barceló (Universidad Autónoma de Barcelona); Manuel Bendala Galán (Universidad Autónoma de Madrid); Juan Blánquez Pérez (Universidad Autónoma de Madrid); Miguel A. Cau Ontiveros (ICREA, Universidad de Barcelona); Margarita Díaz-Andreu (ICREA, Universidad de Barcelona); Anthony Harding (Universidad de Exeter, Reino Unido); Rafael Hidalgo Prieto (Universidad Pablo de Olavide); Simon J. Keay (Universidad de Southampton, Reino Unido); Giovanni Leonardi (Universidad de Padova, Italia); Arturo Morales Muñiz (Universidad Autónoma de Madrid); Alberto Moravetti (Universidad de Sassari, Italia); Francisco Nocete Calvo (Universidad de Huelva); Oliva Rodríguez Ariza (Universidad de Jaén); Pierre Rouillard (CNRS, Francia); Markus Trunk (Universidad de Trier, Alemania); Valentín Villaverde Bonilla (Universidad de Valencia).

© UNIVERSIDAD DE GRANADA.  
CUADERNOS DE PREHISTORIA Y ARQUEOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD  
DE GRANADA.  
CPAG 24, 2014.  
Edita: Editorial Universidad de Granada y Departamento de Prehistoria y  
Arqueología de la Universidad de Granada.  
Fotocomposición: CMD. Granada.  
Imprime: Imprenta Comercial. Motril (Granada).  
ISSN: 2174-8063. Dep. legal: GR/9-1977.

*Printed in Spain*

*Impreso en España*

## SUMARIO

*CUADERNOS DE PREHISTORIA Y ARQUEOLOGÍA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA  
N.º 24, 2014*

**Editores: LUIS ARBOLEDAS MARTÍNEZ,  
FRANCISCO CONTRERAS CORTÉS y AUXILIO MORENO ONORATO**

En memoria de Mercedes Roca Roumens (1947-2014)..... 5-6

### MONOGRÁFICO

#### **LOS PAISAJES MINEROS DE LA PENÍNSULA IBÉRICA: LA MINERÍA METÁLICA EN LA ANTIGÜEDAD**

Mining Landscapes in the Iberian Peninsula: Metallic Mining in Antiquity

LUIS ARBOLEDAS MARTÍNEZ, FRANCISCO CONTRERAS CORTÉS y  
AUXILIO MORENO ONORATO. **Presentación**..... 9-11

SELINA DELGADO RAACK, NICOLAU ESCANILLA ARTIGAS y ROBERTO  
RISCH: **Mazas ocultas. Rastros de minería prehistórica en el Cerro  
Minado de Huércal-Overa (Almería)**..... 13-44  
Hidden hammers. Traces of Prehistoric mining at Cerro Minado (Huércal-  
Overa, Almería)

MIGUEL ÁNGEL DE BLAS CORTINA: **El laboreo del cobre en la Sierra del  
Aramo (Asturias) como referente cardinal de la minería prehistórica en  
la región cantábrica** ..... 45-84  
The copper work in the Sierra del Aramo (Asturias) as cardinal reference  
in prehistoric mining in the Cantabrian Region

MARK A. HUNT ORTIZ, BARTOMEU LLULL ESTARELLAS, LAURA PE-  
RELLÓ MATEO y BARTOMEU SALVÀ SIMONET: **Aprovechamiento  
de recursos cupríferos en la Edad del Bronce de Menorca: la mina de  
Sa Mitja Lluna (Illa den Colom)** ..... 85-109  
Bronze Age copper resources procurement in Menorca: Sa Mitja Lluna  
mine (Illa den Colom)

LUIS ARBOLEDAS MARTÍNEZ, FRANCISCO CONTRERAS CORTÉS y AUXILIO MORENO ONORATO: <b>La explotación minera antigua en Sierra Morena oriental y su vinculación con el territorio</b> .....	111-145
Ancient mining exploitation in eastern Sierra Morena and its links with the territory	
NÚRIA RAFEL, IGNACIO MONTERO, IGNACIO SORIANO, MARK A. HUNT y XOSÉ-LOIS ARMADA: <b>Nuevos datos sobre la minería pre y protohistórica en Cataluña</b> .....	147-166
New Data on Prehistoric and Protohistoric Mining in Catalonia, Spain	
ALONSO RODRÍGUEZ DÍAZ, IGNACIO PAVÓN SOLDEVILA, DAVID M. DUQUE ESPINO, MARK A. HUNT ORTIZ, MOISÉS PONCE DE LEÓN IGLESIAS, JACOBO VÁZQUEZ PAZ, JOSÉ MANUEL MÁRQUEZ GALLARDO y JESÚS RODRÍGUEZ MELLADO: <b>La minería protohistórica en Extremadura: el caso del estaño en el Cerro de San Cristóbal de Logrosán (Cáceres)</b> .....	167-201
Protohistoric mining in the Extremadura: The case of in the Cerro de San Cristóbal de Logrosán (Cáceres)	
FERNANDO AMORES, ENRIQUE GARCÍA VARGAS, PABLO GARRIDO GONZÁLEZ, MARK A. HUNT ORTIZ, JACOBO VÁZQUEZ PAZ y JESÚS RODRÍGUEZ MELLADO: <b>Los paisajes históricos del Valle del Guadamar (Sevilla): la minería y la metalurgia en el extremo oriental del Cinturón Ibérico de Piritas</b> .....	203-237
Historic Landscapes of the Guadamar River basin (Seville): Mining and metallurgy in the easternmost area of the Iberian Pyritic Belt	
JUAN AURELIO PÉREZ MACÍAS y AQUILINO DELGADO DOMÍNGUEZ: <b>La minería romana en el Suroeste Ibérico</b> .....	239-265
Roman mining at southwest of Iberian Peninsula	
MERTXE URTEAGA: <b>Minería romana en el Cantábrico Oriental</b> .....	267-300
Roman mining at the Eastern Cantabrian	
MARCUS HEINRICH HERMANN: <b>La zona minera de S'Argentera, isla de Ibiza (Islas Baleares)</b> .....	301-318
The mining area of S'Argentera on the Island of Ibiza (Balearic Islands)	
ALMUDENA OREJAS SACO DEL VALLE y F. JAVIER SÁNCHEZ-PALENCIA RAMOS: <b>Los paisajes mineros de Hispania y la investigación en Arqueominería</b> .....	319-344
Mining landscapes of Hispania and research on ancient mining	

## EL DOCUMENTO ARQUEOLÓGICO

### Archaeological data

- FRANCISCO CONTRERAS CORTÉS, AUXILIO MORENO ONORATO, LUIS ARBOLEDAS MARTÍNEZ, EVA ALARCÓN GARCÍA, ADRIÁN MORA GONZÁLEZ, JUAN JESÚS PADILLA FERNÁNDEZ y ALEJANDRA GARCÍA GARCÍA: **Un poblado de la Edad del Bronce que tiene mucho que decir, Peñalosa: últimas novedades en la Acropolis oriental**..... 347-390  
A site of the Bronze age to have a lot of say, Peñalosa: latest news in the oriental Acropolis
- JOSÉ ANTONIO LÓPEZ SÁEZ, FRANCISCA ALBA SÁNCHEZ, TRINIDAD NÁJERA COLINO, FERNANDO MOLINA GONZÁLEZ, SEBASTIÁN PÉREZ DÍAZ y SILVIA SABARIEGO RUIZ: **Paleoambiente y sociedad en la Edad del Bronce de La Mancha: la Motilla del Azuer**..... 391-422  
Paleoenvironment and Society in La Mancha Bronze Age: the Motilla Azuer
- MÓNICA CAMACHO CALDERÓN, LUISA M. SALDAÑA PUENTES y FERNANDO QUESADA SANZ: **Las cerámicas ibéricas con decoración estampillada del Cerro de la Cruz (Almedinilla, Córdoba)** ..... 423-458  
Iberian Iron Age pottery with stamped decoration from the settlement at Cerro de la Cruz (Almedinilla, Córdoba)
- ÁNGEL RODRÍGUEZ AGUILERA, JOSÉ M. GARCÍA-CONSUEGRA FLORES, JULIA RODRÍGUEZ AGUILERA, MARÍA J. PÉREZ TOVAR y PURIFICACIÓN MARÍN DÍAZ: **La villa Bajoimperial y Tardo Antigua de Los Mondragones (Granada)** ..... 459-496  
The Low Empire and Late Roman *villa* of Mondragones (Granada)
- JULIO MIGUEL ROMÁN PUNZÓN: **Redescubriendo la Granada Tardoantigua. *Eliberri* entre los siglos IV al VIII d.C.**..... 497-533  
Rediscovering Granada in Late Antiquity. *Eliberri* between the fourth to eight centuries AD

## NOTAS Y RECENSIONES

### Notes and reviews

- ZARZALEJOS, M., HEVIA, P. y MANSILLA, L. (eds.): **Paisajes mineros antiguos en la Península Ibérica: investigaciones recientes y nuevas líneas de trabajo. Homenaje a Claude Domergue** ..... 537-540
- VIII CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE MINERÍA Y METALURGIA HISTÓRICAS EN EL SUDOESTE EUROPEO ..... 541-545
- II CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE ESTUDIOS CERÁMICOS. ETNOARQUEOLOGÍA Y EXPERIMENTACIÓN: MÁS ALLÁ DE LA ANALOGÍA ..... 547-552



**EN MEMORIA  
DE MERCEDES ROCA ROUMENS (1947-2014)**



En octubre de 1979 toma posesión de la Adjuntía de Arqueología de la Universidad de Granada la Prof.<sup>a</sup> Mercedes Roca Roumens. Formada en la Universidad de Barcelona, donde se doctoró en 1975, llega a Granada, en un momento muy especial, cuando el Prof. Antonio Arribas, fundador de nuestro Departamento de Prehistoria y Arqueología, se traslada a Palma de Mallorca para poner en marcha la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de las Islas Baleares. A su marcha se une la de su esposa, la Prof.<sup>a</sup>

Gloria Trías, adjunta de Arqueología, por lo que la joven Mercedes Roca tuvo que asumir al tiempo la organización del área de Arqueología, que no contaba en esos momentos con ningún profesor y la propia dirección del Departamento. Su entusiasmo y capacidad fueron claves para superar un momento crítico en la trayectoria del Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada.

Su vinculación a la investigación de la Arqueología Clásica andaluza era en cualquier caso previa, pues desde los años 70 estaba integrada en el equipo de excavación de los alfares romanos de Los Villares de Andújar, dirigido por su buen amigo y mentor D. Manuel Sotomayor. Fruto de ello fue la excelente monografía *Sigillata Hispánica producida en Andújar*, publicada en 1976. Desde Granada su atención se centró en otros proyectos emblemáticos, a los que el área de Arqueología de nuestra Universidad, cada vez más consolidada, dedicaba sus mayores esfuerzos: La ciudad ibero-romana de Granada, que codirigió entre 1985 y 1989 o la ciudad romana de *Pollentia*, codirectora desde 1992 a 1995. Su relación con la Universidad de Barcelona se mantuvo abierta con proyectos como el del teatro romano de Tarragona que dirigió entre 1981 y 1984.

Del mismo modo su vinculación con Granada fue fundamental, incluso después de su marcha en 1989 para ocupar la cátedra de Arqueología de la Universidad de Barcelona. Fiel reflejo de ello son la publicación en colaboración con su discípula M.<sup>a</sup> Isabel Fernández, profesora de nuestro Departamento, de dos monografías *Terra Sigillata Hispánica: centros de fabricación y producción de época altoimperial* (1999) e *Introducción al estudio de la cerámica romana. Una breve guía de referencia* (2005), ambas de fuerte impacto. Más recientes son sus trabajos de excavación, junto con miembros de nuestro Departamento, en la ciudad romana de *Cosa* (Orbetello, Italia) desde 2005 a 2012. Muchas otras han sido sus contribuciones en el ámbito científico nacional e internacional. El Departamento de Prehistoria y Arqueología dedica el presente número de la revista *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada* a la memoria de la profesora Mercedes Roca. Sus amigos y discípulos mantendrán siempre su recuerdo.

**MONOGRÁFICO**

**LOS PAISAJES MINEROS DE LA PENÍNSULA IBÉRICA:  
LA MINERÍA METÁLICA EN LA ANTIGÜEDAD**

MINING LANDSCAPES IN THE IBERIAN PENINSULA:  
METALIC MINING IN ANTIQUITY



# EL LABOREO DEL COBRE EN LA SIERRA DEL ARAMO (ASTURIAS) COMO REFERENTE CARDINAL DE LA MINERÍA PREHISTÓRICA EN LA REGIÓN CANTÁBRICA

The copper work in the Sierra del Aramo (Asturias) as cardinal reference in prehistoric mining in the Cantabrian Region

MIGUEL ÁNGEL DE BLAS CORTINA \*

**RESUMEN** La minería prehistórica del cobre cuenta con cuatro distritos bien establecidos en el sector norte peninsular: tres en el espacio astur-leonés y el cuarto en Guipúzcoa. De todos ellos es el de la sierra del Aramo (Asturias) el más notable por la extraordinaria variedad de información que vino aportando. Las investigaciones de campo reiniciadas en 2005 no sólo enriquecen y precisan lo ya establecido sino que abren amplias y variadas perspectivas al proceso minero, a su amplitud física y extensión cronológica, a las técnicas laborales y medios instrumentales. La localización reciente de áreas de actividad cerca de las explotaciones documenta tanto las actividades campamentales —vestigios de los asentamientos estivales de los prospectores a 1.100 metros de altitud—, como un primer proceder metalúrgico al que se asocian las primeras cerámicas campaniformes conocidas en el cantábrico centro-occidental. La cuantiosa presencia de esqueletos humanos en las galerías prehistóricas constituye además la posibilidad de vislumbrar algunas creencias de los mineros, en particular la probable comprensión de su trabajo como el expolio de bienes subterráneos.

**Palabras clave:** Minería prehistórica, Edades del Cobre y del Bronce, Arranque al fuego, Metalurgia y Campaniforme, Dataciones C14, Esqueletos humanos, Ritos mineros.

**ABSTRACT** Copper prehistoric mining is provided with four well established districts in the north of the peninsula: three are in the astur-leonés area and the fourth is located in Guipúzcoa. Among all of them, Aramo's mountain is the most remarkable due to the amount of information which was providing us. Country searching started again in 2005 don't merely enrich and point out what it was already realized but they offer large and variable projects to the mining process, to its physical and chronological extent, to its laboral tecnicos and instrumental means. The recent location of the activity's areas next to opencast mining evidences as well as the campamental activities —vestige of the summer establishment of the prospectors at 1100 meters altitude—, such as a first metalurgic behaviour to which first bell beaker pottery known in the occidental centre Cantabric are associated. The huge amount of human skeletons in the galleries makes

---

\* Facultad de Filosofía y Letras, Departamento de Historia, Área de Prehistoria, Campus de Humanidades, Universidad de Oviedo, 33071 Oviedo. [deblas@uniovi.es](mailto:deblas@uniovi.es)

Fecha de recepción: 10-7-2014. Fecha de aceptación: 20-12-2014.

up the chance of guessing some miners's believes, specially the likely comprehension of their work such as the sacking of the underground goods.

**Key words:** North of Spain, Prehistoric mining, Copper and Bronze Age, Fire-setting, Metallurgy and Bell-beakers, 14c dates, Human skeletons, Mining rites.

No son extraños los cobres grises e hidr carbonatos de cobre en diversas comarcas del sector centro-occidental de la región cantábrica caracterizadas por el predominio de las formaciones calizas con frecuencia irregularmente afectadas por procesos de dolomitización y marcado desarrollo de sistemas espeleológicos. Son circunstancias de la misma naturaleza las concurrentes en el extremo oriental de la misma región marítima, en las calizas jurásicas sobre las que arma la sierra guipuzcoana de Urbasa donde, no hace mucho, fueron descubiertos vestigios mineros que se remontan a mediados del segundo milenio a.C.

Los señalados constituyen escenarios potenciales de una temprana actividad minera cuya materialización hubo de depender de factores tan diversos como la percepción, por sus manifiestas muestras visibles y accesibles, de la presencia de minerales que como malaquitas y azuritas llamarían la atención por sus colores. Es de reconocer que tal constatación sólo vendría a desembocar en un comprometido empeño extractivo con el concurso de los adecuados factores socioculturales determinantes de la demanda del mineral.

La genérica prodigalidad de cobre y otros minerales metálicos fue siempre advertida y debidamente valorada hasta el punto de que en la baja Edad Media su control y beneficio eran prerrogativas de los reyes de Castilla, facultad que testimonia una Ordenanza de 1337, reinando Juan I (Fuertes, 1902:28). Tendrían que transcurrir más de dos siglos hasta que una pragmática de Carlos I concediera en 1559 libertad a las gentes del reino para los trabajos mineros. Fue pues desde la segunda mitad del siglo XVI cuando, según reflejan las fuentes archivísticas, se manifestara el más continuado interés y actividades de diversos prospectores. Entre las áreas de mayor incidencia de la solicitud de licencias mineras, tanto en Asturias como en Galicia (Meijide, 1985:25), despertaban repetido interés las relativas a algunos concejos del oriente asturiano, especialmente algunos como el de Cabrales en el sector septentrional de los Picos de Europa. De ejemplo de tales inquietudes sirven las cartas que entre 1575 y 1582 concedían a un tal Pedro Bueno de Escandón el beneficio de varios veneros de cobre y de una mina de “piedra azul, muy fino para pintores” localizada en Portiguero (probable transcripción errónea del nombre del lugar cabraliego de Ortiguero), o la que en 1517 fue dirigida a “los justicias” para que dejasen beneficiar a fray Agustín Montero, representante de una monasterio de Valladolid, una mina de “metal campanil” y cobre, criadero asimismo localizado en el territorio de Cabrales (González, 1832, I:216-217).

Es probable que la actuación prospectiva en épocas tardomedieval y moderna no fuera en bastantes casos más allá de observaciones *in situ* y de la apertura de algunas calicatas, en un proceder bastante similar al seguido por las gentes prehistóricas, incluso es asimismo probable que determinados sondeos y labores sobre los que la documentación histórica aporta alguna noticia se hubieran producido en los mismos criaderos frecuentados en la prehistoria reciente. A tal convergencia se debe el encuentro con los

trabajos prehistóricos, en unos casos con plena conciencia de lo que estaba ocurriendo, así fue en los yacimientos astur-leoneses de El Milagro, El Aramo y la Profunda; en otros inadvertidos los minados antiguos o sin que se les prestara atención. Tal vez fuera este caso de las minas guipuzcoanas de Arritzaga cuya temprana explotación en tiempos modernos tenía un considerable valor económico. En 1742, enterado Felipe V de los impedimentos puestos por el Consejo de Navarra a la salida de cereal hacia las minas de cobre de Guipúzcoa ordenó, aún cuando era aquel un año de penuria, que no se estorbara “la saca de harina que hubiesen menester los operarios de las referidas minas...por interesarle mucho a la Real Hacienda con el aumento de los derechos que rinden (*Archivo Histórico Nacional*, lib. 10.779:10-11).

Tal coincidencia entre el beneficio de épocas preliterarias e históricas responde en todo caso a la circunstancia cierta del carácter limitado de los distritos cupríferos; no es tampoco de extrañar que la minería industrial reincidiera sobre aquellos yacimientos y que sus reconocimientos y trabajos toparan con los vestigios de una actividad extractiva previa, muy remota e incierta.

## LA PRECOCIDAD DE LOS HALLAZGOS MINEROS PREHISTÓRICOS EN ASTURIAS Y NORTE LEÓN

Si ya en el siglo XVII eran denunciados criaderos de cobre en distintos lugares de Cabrales y Onís, en el este de Asturias, sería en el mismo territorio donde se desarrollara la minería del XIX, causante del descubrimiento primero de las actividades prospectivas prehistóricas en la concesión denominada El Milagro.

G. Schulz reconoció ya en 1851 las viejas labores desveladas por las explotaciones iniciadas allí poco antes. De esa visita daría noticia más tarde, señalando que los sorprendentes minados tenían que ser “*muy anteriores a la época de los romanos en España y también a la de los fenicios*”, como concluye en la nota publicada en 1854 en la *Revista minera*, primicia redactada por el ingeniero bávaro aunque no constara su firma (Anónimo, 1854).

Galerías y pozos inmemoriales se hallaban colmatados por el escombros pero en ningún caso derrumbados, discurriendo la mineralización perseguida en la sólida y compacta caliza de montaña. Pero lo que hubo de llamar la atención fue la certeza de la importancia jugada por el fuego en el arranque del mineral, junto con la aparición de un notable repertorio instrumental de piedra y astas de ciervo. Todavía más inesperado fue el encuentro de algunos esqueletos humanos que materializaban la realidad fósil de las gentes contemporáneas de aquel originario acto minero.

Sin que debamos ahora entrar en detalles, lo cierto es que las arcaicas labores de El Milagro despertaron el interés de algunos de los científicos empeñados por entonces en un primer vislumbre de las primitivas sociedades europeas, haciéndose eco de su singularidad en sus escritos Casiano de Prado, en 1864; E. Cartailhac, en 1866; Vilanova i Piera, en 1872; E. y L. Siret en 1898 o G. de Mortillet, en 1903, entre otros (de Blas, 2007-2008).

La perspectiva de los autores citados y de otros más era, en esencia, arqueológica, pero la especificidad del contexto minero tuvo su mejor valoración en *La vie souterraine*, obra de fuste, aparecida en 1867, dedicada a la minería y mineros de todos los tiempos

y continentes. En ella se consideraban las labores de El Milagro como tal vez las más antiguas de todas las de cobre explotadas en Europa, mientras que por lo que a los restos humanos se refiere constituían a su entender la imagen del “verdadero tipo del hombre primitivo europeo” (Simonin, 1867:481-482).

Lamentablemente, el hallazgo de los minados antiguos respondía a la nueva búsqueda de mineral y si los trabajos del XIX, al centrarse en buena medida en el beneficio de los escombros prehistóricos, habían respetado la mayoría de las labores primitivas, los posteriores, tras la Guerra Civil, vinieron a dismantelar aquellas, estimulados por la rentabilidad de ciertas bolsadas de arcillas ferruginosas de alto contenido en carbonatos de cobre como la que en 1947, con leyes de Cu de 45 a 49%, aportó un nódulo de mineral de 1.100 kg.

La precocidad del hallazgo de El Milagro —el descubrimiento en una época en que no podía haber un adecuado control arqueológico del mismo—, la acentuada afección de las labores, no nos impiden hoy un cierto grado de conocimiento sobre su morfología, amplitud, soluciones técnicas, caracterización isotópica de sus minerales de cobre, etc., y un marco cronocultural respaldado por la serie de datos radiocarbónicas que nos permiten situar su recorrido temporal entre la segunda mitad del tercer milenio y la primera del segundo antes de Cristo (de Blas, 2007-2008; de Blas y Suárez, 2010).

Las mismas circunstancias, aunque aún más desafortunadas, se dieron cita en la concesión minera La Profunda, en la vertiente leonesa de la Cordillera Cantábrica, cuya explotación industrial iría mostrando a partir de 1859 vestigios notables de trabajos de época ignota que arrancaban en el afloramiento de una potente bolsada de minerales de cobre encajada en un banco de dolomía que, a su vez, aparecía inserto en las calizas carboníferas. Fue precisamente uno de esos paquetes de arcillas acompañadas de abundantes carbonatos de cobre lo que determinó el inicio de los trabajos a mediados del XIX. Pese a la inevitable destrucción de gran parte de los minados primeros aún pudo ser identificada hace algunos años una probable galería primitiva de unos 30 metros de longitud abierta en un lecho de dolomía y conectada con el cars, al tiempo que eran reconocibles varias pequeñas cámaras y otros huecos de extracción dispersos en los anchurones y vaciados modernos, permitiendo establecer un marco de actividad primitiva cuyo desarrollo vertical sería de 36 m, entre los 1.486 y 1.450 m de altitud (Matías *et al.*, 2001). Recientemente, una primera orientación cronológica sitúa las labores en la segunda mitad del tercer milenio, genéricamente contemporáneas de las fases iniciales de El Milagro y El Aramo (de Blas y Suárez, 2009).

En el extremo oriental de la región cantábrica, en las minas guipuzcoanas de Arritzaga, yacía asimismo el cobre en un medio carbonatado, aquí de génesis silúrica. Abiertas las labores a 1.000 m de altitud, su explotación fue ya iniciada en el siglo XVIII alcanzando la década de los sesenta del XX sin que dieran lugar a las observaciones, noticias y hallazgos instrumentales de las minas del ámbito astur-leonés. Son investigaciones actuales las que ponen de manifiesto una actividad minera que con episodios medievales y de finales de la Edad del Bronce ya se habría practicado —al menos en la cavidad principal catalogada como mina ARR 21 y según la medición radiométrica de carbones vegetales adheridos a sus paredes—, a mediados del segundo milenio antes de Cristo; por tanto en una etapa muy avanzada del Bronce antiguo o, si se prefiere, durante el Bronce pleno (Urteaga *et al.*, 2009-2010).

## LA POTENCIALIDAD INFORMATIVA DE LOS VESTIGIOS DE LA “CAMPA LES MINES”<sup>1</sup>, EN LA SIERRA DEL ARAMO

Hubo desde el primer momento plena conciencia del valor de lo descubierto en el Aramo “...*acaso el único ejemplo de una explotación de la edad de la piedra...*” opinaban los editores de la *Revista Industrial y Minera* en 1893 a la vez que, en el mismo medio y en posterior número, escribía R. Oriol, profesor de la Escuela de Minas de Madrid, comparando los hallazgos de la mina asturiana con los de Pompeya y Herculano, “...*con la circunstancia de referirse a una época mucho más antigua en la vida de la Humanidad*”, y estableciendo el paralelismo entre los objetos y cadáveres conservados por la lava del Vesubio con un efecto similar en el Aramo, donde la caliza, la buena circulación del aire, etc., habían mantenido invariables las labores a través de los siglos, “*a pesar de no existir en ellas fortificación alguna*”, conservados dentro de las minas “...*los huesos de los esqueletos y también maderas, astas y herramientas de piedra...*”. No hablaba Oriol de oídas ya que las había recorrido en su mayor parte, experiencia con la que “...*nos parecía estar penetrando, como por sorpresa, en el seno de una civilización desconocida y cuidadosamente ocultada hasta ahora a la investigación humana por la escabrosidad de la áspera sierra del Aramo*”.

Quizá convenga señalar que un hallazgo minero de tanta notoriedad no se produciría en Europa hasta medio siglo más tarde en las explotaciones tirolesas de Mitterberg, dando lugar a una viva estampa del laboreo en la Edad del Bronce; propuesto un beneficio de 18.000-20.000 toneladas de cobre, implicando a un cuantioso número de operarios durante casi un milenio (Zschocke y Preuschen, 1932). Fueron aquellos cálculos exagerados, hoy corregidos con estimaciones más acordes con la capacidad productiva de pequeñas comunidades aldeanas (Eibner, 1993).

La excepcionalidad del descubrimiento en Asturias animó al ingeniero A. Dory a una descripción de los viejos testimonios destacando sus distintas facetas, desde los propios minados hasta muestras elocuentes del utillaje, de las formas de laboreo y, sobre todo, de la presencia de esqueletos humanos, aspecto único en el que Dory dejó volar su fantasía para ver en simas y pozos verticales y angostos la intención de “...*alejarse toda idea de evasión en los obreros esclavos, puesto que bastaba un centinela para impedir la salida por tales chimeneas. Acaso esta disposición se adoptó también para garantizar la invasión de las fieras que buscaban un refugio en las cavernas de la montaña*” (1893; 1894).

El grado de preservación de los minados era, en suma, excepcional y, en consecuencia, también su potencialidad arqueológica, condiciones que se mantuvieron hasta 1947 cuando, propiciada por la política autárquica, se retomó la explotación con las consiguientes destrucciones, determinando la embrollada mixtura de minados modernos y antiguos que ahora tratamos de desenmarañar.

---

1. Recuperamos el topónimo con que en el XIX era conocida la campa en cuyo inmediato límite SE se abren las galerías mineras prehistóricas. En los últimos años se viene aludiendo al mismo paraje como Texeu, término que nosotros mismos utilizamos en alguna ocasión aunque los bosquetes de tejos (‘texos’) crecen en cotas más altas de la montaña. Hablar pues de los vestigios mineros de “La Campa les Mines” es referirse a lo que genéricamente conocemos como minas prehistóricas del Aramo.

## LA ENTIDAD DE LAS LABORES, PRODUCCIÓN Y CRONOLOGÍA

La inclusión por A. Dory de dos planos, sendas proyecciones horizontales y verticales de las labores, constituye un acontecimiento quizá carente de paralelos en su época, información de sobresaliente calidad minusvalorada o desatendida durante decenios. Nuestro actual registro topográfico de las labores, complicado hasta el extremo por las explotaciones industriales y de manera más acentuada las acometidas a partir de 1947 por la empresa Metastur, confirma la precisión de la planimetría decimonónica enfrentada al intrincado sistema minero y su conexión con las complejidades de un desarrollado sistema cárstico. El señalado registro gráfico constituye la fuente esencial para una primera estimación tanto de la extensión de las labores como de la vertebración de galerías, pozos y anchurones abiertos por los prehistóricos y la sugerencia de su conexión con las oquedades naturales, aunque la inevitable simplificación excluya la comprensión precisa de la morfología de los distintos espacios extractivos y, en consecuencia, la amplitud real de las cavidades abiertas. Como reseñamos ahora sobre la proyección horizontal de 1893 (fig. 1), la desigualdad de los vaciados es notable, en forma de túnel de cierta regularidad en unos tramos, con un acentuado desarrollo vertical u horizontal en otros, concluyendo nuestra revisión en un argumento fundamental: el esquematismo de los planos explica en buena medida el desarrollo y diversidad de la red minera, pero disimula u oculta la dimensión real de los ámbitos resultantes del seguimiento y vaciado de la mineralización.

Es premisa esencial para comprender el derrotero de las labores la previa interpretación del rumbo de los filones, su naturaleza irregular, la relación que guardan con los fenómenos tectónicos, las interconexiones de estos últimos y de los procesos de carstificación sufridos por la caliza de montaña. En alusión resumida, el dispositivo filoniano se dispone en general en planos de fuerte pendiente, en algunos casos de desarrollo paralelo, en otros con un rumbo con relaciones disimétricas y marcadamente oblicuas (fig. 2). Fue precisamente en las zonas de astillamiento producidas en el cruce de los filones, en la fracturación horizontal generada donde tuvo lugar el mayor enriquecimiento de minerales de cobre, donde fue más abundante el mineral ofreciendo a la vez la leyes más altas; fue allí, justamente, donde hubo de concentrarse el trabajo minero más productivo.

Pueden ser tomados como ilustrativos de estas consideraciones los trabajos desarrollados sobre el filón Santa Bárbara, explotado sistemáticamente pese a su posición subvertical y una sección de 0,60 a un metro de potencia, veta en la que se registraron leyes de hasta un 45% para los carbonatos de cobre y de un 70% para los óxidos del mismo elemento. La altura alcanzada en el arranque se acerca a los 70 metros, siendo en algunos puntos de 80° la pendiente. La superficie de tan rentable sector minero se puede estimar en ca. 3.000 m<sup>2</sup> determinando un volumen excavado de 1.800 m<sup>3</sup> y la remoción de una masa rocosa de, al menos, 4.800 toneladas.

Hay en los planos reseñados lógicas ausencias y también alusiones a minados no reconocidos, resultando impracticable o difícil el tránsito por los mismos debido al amontonamiento de estériles en la lógica gestión de los mismos por los mineros prehistóricos frente a la imposibilidad de su exportación al exterior. Entre las ausencias destaca lo que nosotros registramos como “Zona Tumbada” que tal vez no aparezca en los planos de Dory al ser inaccesible a fines del XIX, mientras que a nosotros nos fue posible su conocimiento y análisis gracias a la retirada de los escombros por la minería moderna.

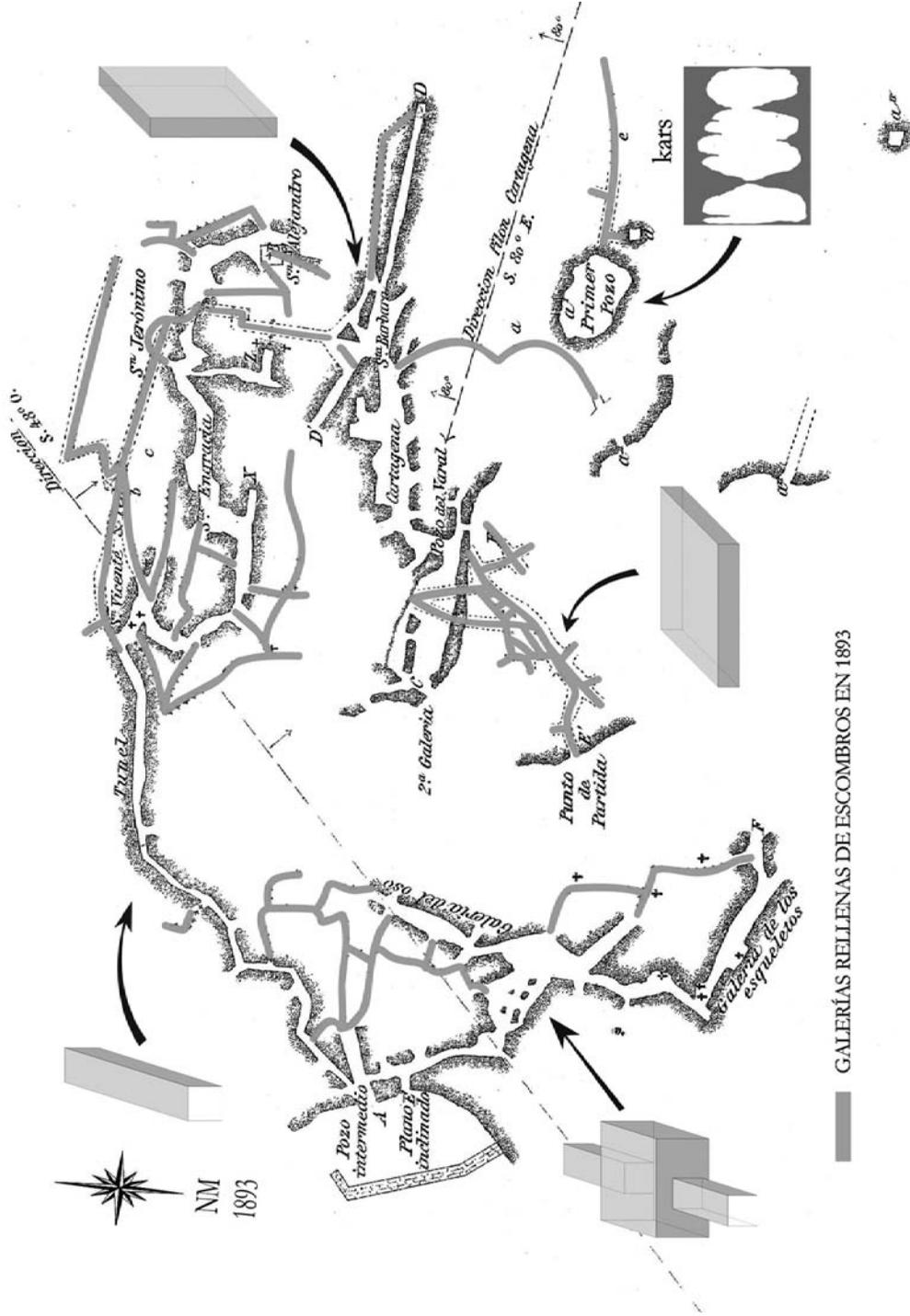


Fig. 1.—El Aramo: proyección horizontal de las labores desarrolladas en distintas altitudes, según A. Dory en 1893. Se añaden indicaciones sobre la forma de los minados en los distintos sectores, la presencia de un cars notable y las galerías que a fines del XIX estaban aún intrasitables por el cúmulo de escombros prehistóricos.

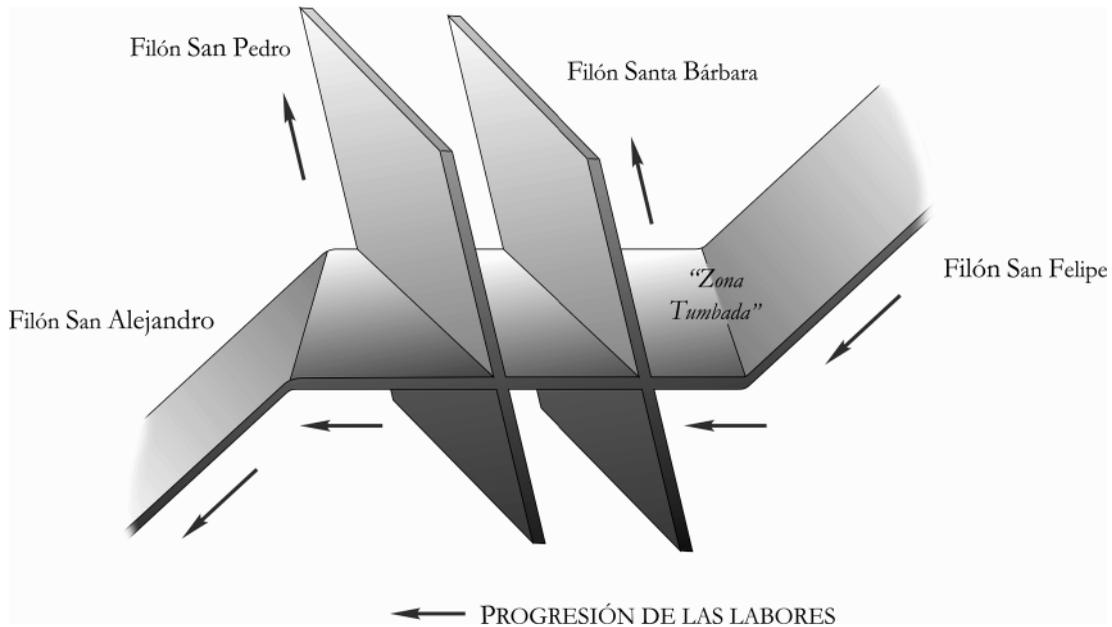


Fig. 2.—Esquema de la disposición filoniana y probable itinerario extractivo.

Según los datos de Metastur, lo que a esta empresa le interesaba a la altura de 1947 eran muchos de los estériles antiguos que ofrecían aún leyes del 3% de cobre, que con las técnicas modernas de molido, gravimetría, flotación, etc., permitían la recuperación de rentables cantidades de mineral metálico.

Este último espacio, de reconocimiento limitado por la extrema angostura de alguno de sus tramos, alcanzó como mínimo una superficie de 58 m<sup>2</sup> y un volumen de más 40 m<sup>3</sup>, siendo la producción de 110 toneladas. Insistimos en que estas estimaciones quedan *probablemente* por debajo de las reales, dada la existencia de ramificaciones muy estrechas a las que no nos fue posible acceder.

Con carácter todavía provisional, la estimación, a la baja, de 4.670 m<sup>3</sup> de los huecos abiertos se traduce en 12.600 toneladas de roca que con una ratio extractiva del 8% significaría la salida al exterior de 1.500 toneladas. Aplicando una ley media del 23%, de acuerdo con la tabla de rendimientos aportada por A. Dory, las menas de cobre ascenderían a 350.000 kg que tras el triturado, separación, etc., podría dar lugar a unos 87.500 kg de cobre metal.

Estimada en 1.000 años la duración del ciclo paleominero serían 4,67 m<sup>3</sup> removidos cada año, de los que resultarían 87,5 kg de cobre por temporada. Obviamente, el promedio no debe de disimular la irregularidad de los enriquecimientos, hasta el extremo de que casi el 80% del mineral fue extraído del filón Santa Bárbara donde hubo leyes muy altas. No carece de trascendencia esta observación, considerando que los trabajos en el filón aludido coinciden con el Bronce antiguo, episodio de acrecentada demanda de metal.

En fin, de los cálculos seguidos se induce una relación mineral de *Cu/roca* encajante de 1/8,4, nada extraña dada la casi exclusividad en el Aramo de óxidos negros y carbonatos, frente a los sulfuros (bornita) explotados en Saint-Véran, Alpes Marítimos, donde, como término comparativo, la relación atendida resultaría de 1/12 en un criadero donde 10.000 m<sup>3</sup> de mineral con su ganga generarían unos 2.000.000 de kg de bornita en un período de 200 a 400 años, estimada una extracción de 4 m<sup>3</sup> al mes (Bourgarit *et al.*, 2010).

Varias decenas de fechas radiocarbónicas AMS permiten una cierta delimitación del ciclo minero que *grosso modo* abarcaría el milenio transcurrido entre 2500 y 1500 a.C. Corresponden las mediciones radiocronológicas a tres tipos de muestras fiables: los propios útiles —en particular los de asta de ciervo—, los restos de madera carbonizada procedentes del arranque al fuego y de las antorchas; por último los esqueletos humanos que el radiocarbono sitúa, sin dudas, en el mismo tiempo del ciclo minero.

Las aproximaciones temporales conseguidas permiten además ordenar los hechos mineros, distinguir las diferentes etapas en el avance de los minados, resultando coherente la secuencia temporal con el progreso de las labores tal como habíamos podido suponer por la propia morfología del complejo minero. En términos diacrónicos se puede concluir que el primer episodio minero se inicia en la zona del “Plano inclinado” y “Pozo Intermedio” donde puede haber sido identificada la mineralización por el afloramiento del filón entre la calcita-dolomía o por la presencia de conductos cársticos fosilizados por arcillas de descalcificación entre las que yacían insertos los carbonatos de cobre (fig. 3). También fue de una fase temprana la explotación del filón San Alejandro descubierto a partir de una sima cárstica, sector en el que ocho dataciones sobre útiles en asta de ciervo, bóvido y cabra demarcan el intervalo entre los siglos XXV-XXI a.C., por tanto en la Edad del Cobre. Corresponde el episodio terminal al sector “Punto de Partida” cuyas fechas C14 delimitan el lapso fines del siglo XX-principios del XVI a.C., ya en el Bronce Antiguo.

## EL PROTAGONISMO DE LA MADERA EN EL PROCESO MINERO

Los testimonios de naturaleza vegetal recuperados en el interior de las galerías corresponden de manera exclusiva a una gimnosperma identificada como tejo común (*Taxus baccata L.*) (fig. 4).

Pertenecen a esa especie los materiales que entendemos como residuos de las teas que iluminaban los trabajos subterráneos. Con el avance de la minería industrial fueron eliminados buena parte de los vestigios que a fines del XIX todavía se conservaban en las galerías, entre otros los palitos o tablillas con el extremo quemado, residuos de las imprescindibles antorchas. Fueron fragmentos de tales características los recuperados en 2006 y 2007 al pie de algunos de los pilares del “Punto de partida”, también, en algún caso, en forma de costra vegetal carbonizada y adherida al muro, un vestigio singular de las teas fijadas con barro a las paredes. Aún fueron hallados otros restos en el tránsito de las labores mineras a un vaciado cárstico en el sector que los planos del XIX rotulan como “Galería del oso”; pero los más expresivos se relacionan con lo que durante las exploraciones un miembro del equipo arqueológico bautizó como “Zona del pebetero” en

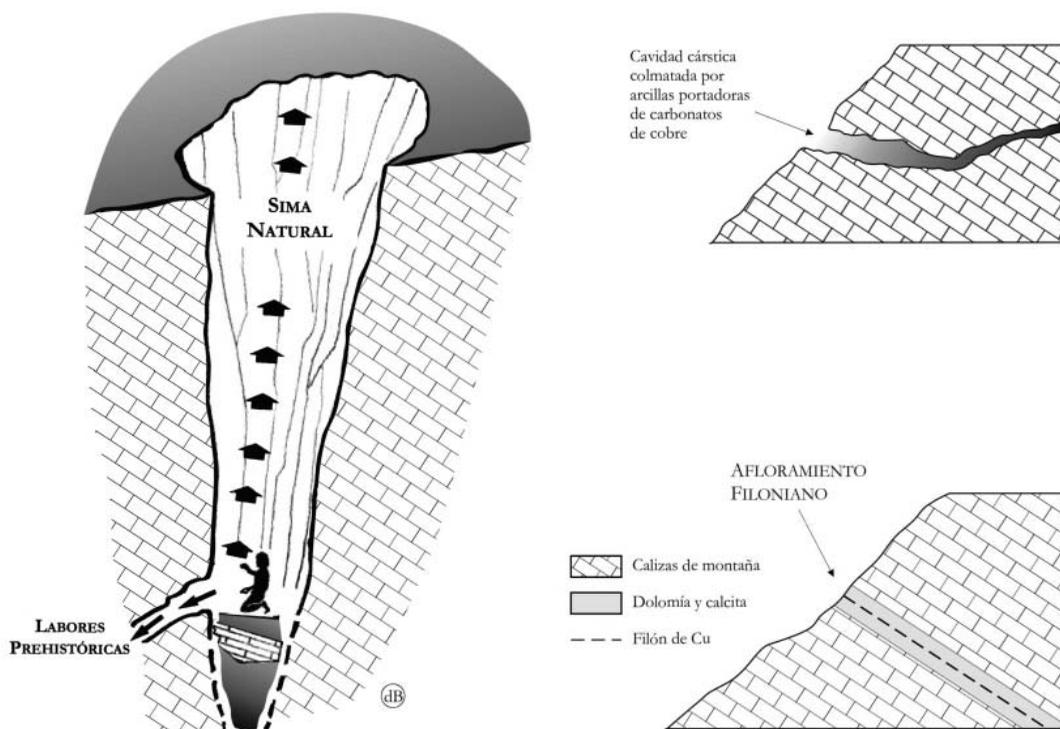


Fig. 3.—Distintas opciones de detección de los minerales de cobre por los prospectores prehistóricos.

la que se observa un saliente de la roca en cuyo extremo se abre, excavada, una cazoleta dentro de la que se conservaban fragmentos de madera de tejo carbonizada. Eran también de la misma conífera otros pequeños leños yacentes en el suelo inmediato al “pebetero” y alguno abandonado sobre el borde superior de una de las grandes placas de caliza con forma de cortinaje, un “espeleotema” característico, testimoniando una vez más su origen en teas ubicadas en aquel punto, aportando luz a la comunicación de las labores con una cavidad cárstica. Coinciden, en definitiva, todos estos hallazgos con lo que A. Dory registrara gráficamente en 1893: los palos y su pella de barro. El pertinente proceso analítico de los leños del “pebetero” vino además a darle firmeza a la hipótesis de que las teas hubieran sido impregnadas con grasa animal para su mayor poder lumínico y duración (de Blas *et al.*, 2013).

En todo caso, hubo de ser el mayor volumen de leña el necesario para el arranque del mineral por el sistema de caldas o torrefacción (fire-setting). Es probable que la elección de *Taxus* responda a dos circunstancias favorables: el tejo con traqueidas y sin canales resiníferos es inodoro lo que implica una combustión sin el humo poco grato producido por aquella secreción característica de otras especies coníferas; a su calidad, además, como combustible denso y de bajo contenido de agua, de sólo 17-19%.

La consideración hecha sobre las características del humo de las teas no resiníferas no es trivial, puesto que son parte dominante de los gases a soportar por los mineros

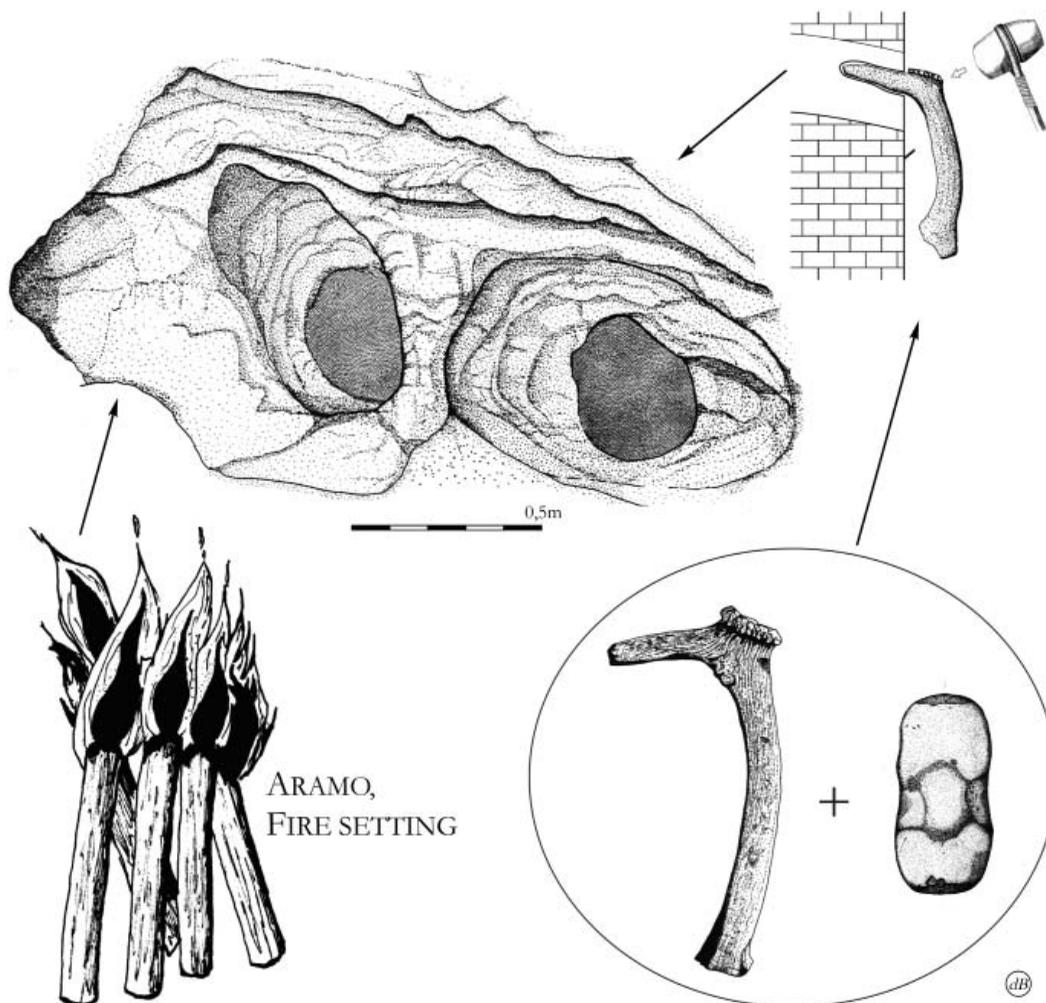


Fig. 4.—El arranque al fuego en el Aramo: formas derivadas del mismo (sector del Pozo Intermedio-Plano Inclinado) y utillaje asociado a la torrefacción.

en sus trabajos y recorridos subterráneos. Por esa misma circunstancia es común, por aludir a un caso bien documentado, el empleo de antorchas a base de largas astillas de abeto, de hasta un metro de largo, en las minas de sal gema de Halstatt, siendo también el abeto una conífera desprovista de las tóxicas resinas (Kern *et al.*, 2009:58).

Una prueba de la extraordinaria preservación de la escena minera prehistórica en el Aramo a fines del XIX es una singular pieza de madera de tejo; un objeto biapuntado, de 272 cm de longitud, en el que son patentes los negativos de corta determinando un ápice afilado de sección curvada y una mortaja de sección en V en el inicio de la extensa punta. Muestra también aquella hendidura algunas tajaduras que sugieren la recepción en su momento, encajada, otra pieza. De empleo incierto, bien pudo actuar a modo de cuña encajante en las grietas, considerando que la madera de tejo por su dureza, tenacidad y

resistencia fue siempre requerida para empeños mecánicos considerables al ser además elástica e, incluso, imputrescible.

Suele ser frecuente la tentación de otorgarles a los útiles de madera un papel anecdótico; sin embargo no fueron ajenos a la actividad minera. Las “coas” o macanas de madera y punta endurecida térmicamente fueron útiles de la suficiente tenacidad como para operar sobre el mineral meteorizado en las labores auríferas explotadas entre los siglos XVI y principios del XIX en el virreinato de Nueva Granada (West, 1973:51-52; Córdoba y Rodríguez, 1992:46), mientras que ya en la Edad del Bronce fueron empleadas las cuñas de madera en la mina de cobre irlandesa de Mount Gabriel, donde fue también hallado un sorprendente pico de avellano (O’ Brien, 1994:148-150). Son asimismo del Bronce Antiguo los útiles mineros de roble descubiertos en las minas de cobre galesas de Copa Hill (Timberlake, 2003:72) e igualmente, en las tirolesas de Kelchape, donde las piezas de madera afiladas en un extremo constituyeron otra expresiva muestra de la aplicación minera de tal clase de instrumentos (Pittioni 1951:pl.VI,4-5).

En suma, *fire-setting*, iluminación y utillaje recurrieron selectivamente a una conífera que se encontraba en abundancia no lejos de las bocaminas del Aramo, formando bosquetes en la misma vertiente montañosa. Tal circunstancia no es ajena a la propia naturaleza del tejo, especie que prefiere ambientes húmedos, de hasta el 80-85%, sopor-tando el frío intenso y prolongado. No habría pues mayor dificultad para disponer de tejos en las proximidades de las explotaciones pese a los rigores térmicos imperantes durante buena parte de los siglos que conocieron el laboreo prehistórico. Pensamos en el “evento 4100 BP” (ca. 2450-1950 cal BC), episodio climático en el que, probablemente por cambios en la actividad solar (Magny, 2004), se impusieron la aridez y un considerable descenso térmico, alteraciones ambientales inscritas en un tiempo de inestabilidad climática con efectos ya perceptibles en el tercer milenio no sólo en la masa continental euroasiática —donde entre otros acontecimientos históricos quizá tuviera que ver con el colapso de las civilizaciones mesopotámicas (Weiss *et al.*, 1993) y la mayoría de las culturas neolíticas de China (Liu y Feng, 2012)—, sino también en África y América. Del episodio climático 4100 cal BP, también se perciben indicios en el NO ibérico con un brusco cambio en las precipitaciones tras un acentuado máximo hacia 2200 BC. y la aridez notada en 2000 BC (Fábregas *et al.*, 2003).

## **LAS MODALIDADES EXTRACTIVAS Y EL ARRANQUE AL FUEGO (*FIRE-SETTING*)**

La extracción del mineral se produjo en el Aramo bajo modalidades directamente dependientes de la naturaleza del contexto rocoso. Es obvio que la forma extractiva menos difícil consistió en la separación de los carbonatos de cobre de las arcillas que los envolvían en la colmatación de antiguas oquedades cársticas. Según A. Dory aún se observaban hacia 1893 las improntas, muy frecuentes, de manos y dedos en los señalados barros.

Pero enfrentados a un continente mineral compacto las condiciones de trabajo cambiaban considerablemente. En las masas de dolomía, de más abordable desagregación que aquellas dominadas por la compacta caliza de montaña, fue practicada de forma diversa, a base de percusión y cuñas, la apertura de muescas de desarrollo semicircular que permitían el desprendimiento de grandes masas de roca o, según la resistencia encontrada,

el excavado de entalladuras en la roca para la separación de pequeñas cantidades de mineral. Aún se aprecian estas modalidades de arranque en frío en algunos tramos del denominado “Punto de partida”, inserto el mineral en la franja de caliza dolomizada, y también en distintos vaciados en el filón Santa Bárbara, en zonas próximas a la ladera de la montaña donde se registra una de las actuales salidas a la superficie tras la mínima rasgadura de la masa caliza debida a las exploraciones modernas; apertura al exterior anotada en el plano de A. Dory como “2.ª Galería”, calado que deja al descubierto algún pseudopilar del laboreo prehistórico. Son notables en este tramo la limpieza de la roca atacada en frío y la claridad de los ángulos y planos de fractura.

Es algo muy diferente lo que se aprecia en otros sectores del complejo minero con todas las superficies intensamente ennegrecidas, dando lugar a frecuentes morfologías extractivas relacionadas con el calentamiento de la roca. No es siquiera necesaria una confirmación físico-química para reconocer lo habitual de la alteración térmica de la roca, astillada y enrojecida por la acción del fuego, circunstancia de directa advertencia en las frescas fracturas debidas a las cortas del laboreo moderno, seccionando el prehistórico.

En términos generales se pueden evaluar en tres cuartas partes de todos los vaciados los acometidos con la aplicación de fuego directo sobre la roca. La experiencia más inmediata es el recubrimiento, ennegreciéndolas, de todas las superficies por una densa película de hollín.

El análisis de la que denominamos “Explotación tumbada” permite algunas consideraciones sobre la aplicación sistemática de las caldas. Aquel angosto sector de amplio desarrollo lateral y mínima altura no fue conocido por A. Dory al estar colmatado por los estériles desplazados allí por los mineros prehistóricos. La riqueza del mineral aún restante en tales escombros determinó su extracción moderna con la que desaparecieron también los leños quemados, restando exclusivamente en las galerías el denso tiznado de muros, techos y hastiales.

La zona “Tumbada” se abre con una superficie de unos 58 m<sup>2</sup>, estimación a la baja puesto que hay espacios inalcanzables por su estrechez para una persona de tamaño normal (lo que nos hace pensar en la intervención allí de niños de mínima corpulencia). De la amplitud señalada y de la mínima distancia entre muro y techo se concluyen un volumen excavado de 40 m<sup>3</sup>, lo que corresponde a un peso del conjunto de la materia mineral de allí retirada de 110 toneladas.

Del empleo del fuego hay todavía bastantes datos elocuentes en la bibliografía minera del siglo XIX. En las explotaciones de Rammelsberg (Harzt) a mediados de aquella centuria seguía siendo la quema de leña bastante más rentable que la aplicación de pólvora: 12,5 táleros para arrancar 40 toneladas mediante la torrefacción frente a los 38-40 usando explosivos (Combes, 1844:297). Años más tarde y con respecto a las mismas minas anotaría el ingeniero español Rua y Figueroa que en cada hoguera se quemaban dos metros cúbicos de leña de abeto para obtener un *treiben*, equivalente a 7,49 metros cúbicos (Rua y Figueroa, 1856). Es pues comprensible que en este yacimiento continuara en uso la torrefacción, al igual que ocurriera en las minas contemporáneas de Felsonbaya (Hungría), Dannemora (Suecia) y la noruega de Kongsberg (Blanc, 1844:43-44).

Tiene indudable interés para nosotros esta última referencia al gasto en combustible, como también la noticia de que unos 8 m<sup>3</sup> de leña eran precisos para obtener una progresión de 0,50 m en las aludidas minas de plata de Kongsberg (Berg, 1992). Ambas

indicaciones del consumo de leña ofrecen la calidad de provenir de experiencias reales en la minería metálica europea de los siglos XVIII y XIX. Obviamente, para el *fire-setting* prehistórico solo cabe la extrapolación de informes como los aludidos o un empirismo inevitablemente limitado.

En consecuencia, una vía de conocimiento del uso del fuego en el proceso extractivo es la experimental, atendiendo a dos clases de factores principales: por una parte la morfología de la roca, su composición química y mineral, tamaño del grano, estructura interna y capacidad de expansión térmica de la misma; por otra, las características del combustible, que la leña esté curada o no, el tamaño de las piezas en las hogueras, las especies empleadas, la experiencia previa de los ejecutantes del *fire-setting*, la forma de la masa de combustible, la ventilación en la zona, etc. (Timberlake, 1990).

De distintas estimaciones para minas prehistóricas y antiguas se concluye un promedio de 0,7 toneladas de leña para remover una tonelada de roca. En la de cobre tirolesa Maulk E, explotada hacia 710 cal BC. se extrajeron 172 toneladas de roca con la quema de 358 metros cúbicos de leña, siendo 1/1 la ratio roca/combustible (Pichler *et al.*, 2013). Con un cálculo de consumo de 0,9 m<sup>3</sup> de leña por árbol, se habrían empleado de 40 a 114 árboles por año con un avance minero en torno a 36 hasta 102 m<sup>3</sup>, quemando troncos que según el estudio dendrológico de los restos conservados serían de 30 cm. de diámetro, siendo común la selección de especies de madera blanda como abeto y alerce.

Para la “Zona Tumbada”, la previsión del gasto tiene que contar con la eficacia del fuego en un espacio tan restringido, de 0,70 m de altura media, por lo que la relación roca/leña podría estimarse en 0,7 a 1 y siguiendo la fórmula aplicada por Pichler *et al.* (2013), para los 40,4 m<sup>3</sup> de roca con un peso específico de 2,7 g/cm<sup>3</sup> y leña de tejo de 0,7 g/cm<sup>3</sup>, se habrían consumido 223 m<sup>3</sup> de leña.

Una aproximación al número de árboles empleados, considerando que fuera en el tejo el diámetro de referencia a la altura del pecho de 0,60 m y aplicando la fórmula  $V_a$  (vol. de leña por árbol en m<sup>3</sup>) =  $d^2$  (diámetro del árbol)/1000, resultaría  $V_a = 3,6$  m<sup>3</sup> de leña por tejo, lo que permitiría estimar en 62 los árboles de aquella especie quemados para la explotación del sector considerado.

Extrapolando esta estimación numérica al conjunto de las labores, de las que en torno al 80% habrían conocido la torrefacción, podríamos concluir en el abatimiento de 4.100 tejos a lo largo del ciclo milenario; 4,1 unidades por año, tala que solo afectaría de forma limitada a la regeneración de los bosquetes de la conífera.

Por otra parte, la torrefacción conllevaba la tala, troceado de los árboles y su transporte, trabajos previos al específicamente minero, tal vez acometidos con un año de antelación; al menos eso sería lo conveniente para la adecuada cura de la madera y su mejor combustión en las angosturas de la mina.

## **MOVIMIENTO Y ACTIVIDAD EN LAS GALERÍAS: ILUMINACIÓN, VENTILACIÓN, TRANSPORTE Y SEGURIDAD**

Tanto los actos asociados al esfuerzo extractivo como el mero recorrido de los minados se produjeron siempre bajo el dominio de dos constantes: la acentuada angostura de las galerías y el desarrollo en fuerte pendiente de las mismas. A tal respecto

resulta expresivo cualquier sector que se considere; así pues, siguiendo como referencia las labores sobre el filón San Alejandro, en un recorrido de 90 metros la diferencia de cota es unos 39 metros (entre 1.116 y 1.154,4 m de altitud), desnivel salvado de forma irregular a través de pendientes con un 42,25% de promedio, incluso alcanzándose en algunos tramos inclinaciones de 63 y 71%.

De una morfología bien diferente es el llamado “Punto de Partida” con su entrada a 1.192,2 m de altitud y pendientes del muro de 35°, zona dotada de una llamativa secuencia de arcos y pilares a los que se les vino asignando el cometido de sustentadores del techo (lám. I y fig. 7). Sin embargo es errónea la que aparenta ser una interpretación correcta: consiste, por el contrario, en una hábil solución tanto para asegurar las posiciones de los mineros durante las operaciones de arranque como para facilitar el movimiento general en las labores. Los pequeños pilares con forma de tronco de cono invertido actuaron pues como anclajes para cuerdas y correas, de las que aún se aprecian las huellas de fricciones y desgastes, señales inconfundibles localizadas en la zona de máximo contacto entre roca y sogas; en particular se observan tales indicios en los pilares labrados en los lugares donde presenta el muro su mayor inclinación (de Blas y Suárez, 2010). No son menos explícitos de su verdadera función varios pilarcillos en los que se abren orificios por los que pasar las sogas. En conjunto, presentes las mismas huellas en los distintos pilares no es difícil imaginar todo un tendido de cables que haría transitable un ámbito agobiante y difícil (fig. 5).

También, otra vez en el Punto de Partida, a estas formas de apoyo y seguridad se añaden más indicios de arreglos para facilitar movimientos y posturas de trabajo. Hay en tramos del muro algunas oquedades labradas conformando presas para los pies; a veces se distribuyen linealmente como pequeños escalones o escotaduras en la roca sobre los que pudieran afianzarse los mineros en maniobras solo posibles tumbados sobre el muro para acceder al mineral alcanzado mediante pequeños huecos que, finalmente, se sustancian en los peculiares alvéolos extractivos de sección semielipsoidal que menudean en este paraje de las minas.

Pilares y arcos se producen con la misma claridad, aunque en número más limitado, en otras labores como el extremo superior de la “Segunda Galería”, abierta esta por encima del “Punto de Partida” donde, de nuevo, lejos de intervenir como elementos de fortificación de las cavidades actuaron como amarres de seguridad, la misma función que algún pilar ya mínimo en su grosor y altura, por ello inadvertido, de la “Zona Tumbada”. Quizá este último testimonio exprese mejor que ningún otro la estabilidad de los techos de las galerías, circunstancia evidente cuando estos adquieren una considerable extensión y, consecuentemente, la inutilidad de unos pilares por otra parte endeble.

Es evidente que las maniobras en el ámbito subterráneo fueron siempre difíciles y extenuantes. La supeditación a los movimientos con cuerdas se manifiesta una vez más a través de diversas sujeciones a la roca en forma de protuberancias perforadas, verdaderos ojales en cuyos bordes se muestran los desgastes provocados por la tensión y rozamientos del cordaje. Los vestigios más nítidos de esos asideros calados en los hastiales se conservan en el Punto de Partida o en la zona que conocemos como del “Pebetero”. Se documenta así en esta minería temprana un elemento de ayuda que veremos muchos siglos después en otro contexto minero, el del *lapis specularis* de las explotaciones romanas de Osa de la Vega (Bernárdez y Guisado, 2002).

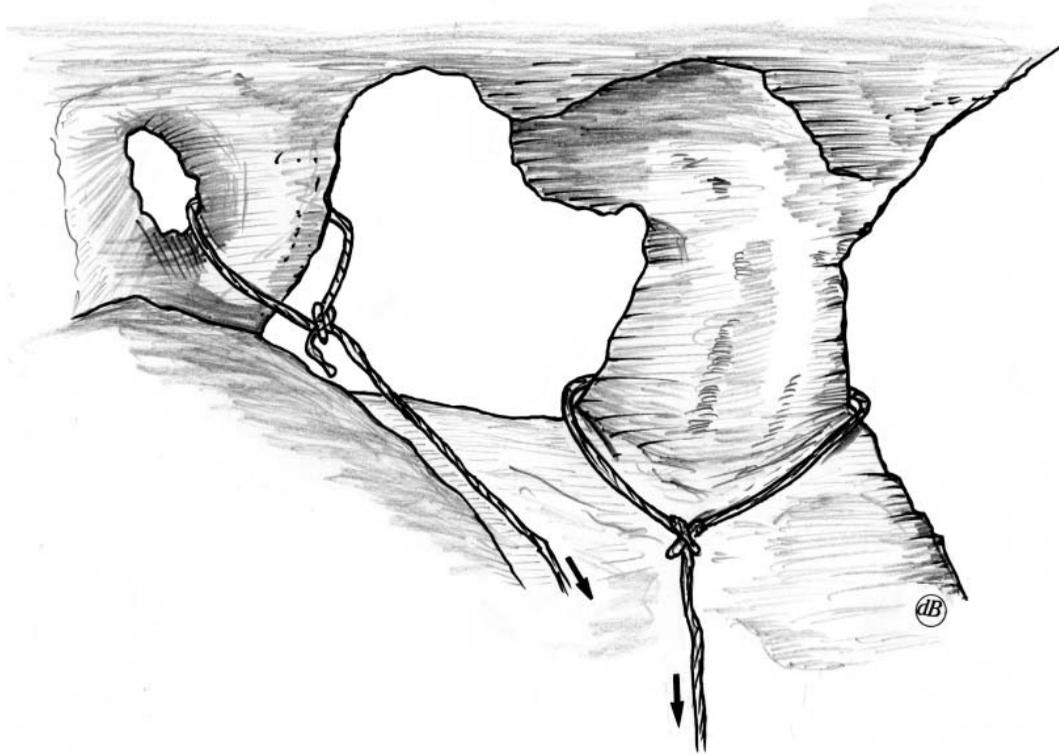


Fig. 5.—Vestigios del sistema de seguridad: ojales labrados y pequeños pilares en la zona “Pebetero” o “Galería del Oso” (las cuerdas representadas son una mera recreación a partir de las huellas en la roca).

Pendiente, humedad, estrechez a veces extrema para el desplazamiento de un adulto de volumen corporal ordinario —es el caso del la “Zona Tumbada”, y de otros tramos de las minas—, hablan de las enormes dificultades afrontadas por los mineros trabajando con frecuencia en posiciones inestables; también permiten considerar la participación en bastantes parajes de individuos de talla muy pequeña, tal vez niños.

Sobre esta verosímil participación cabrían consideraciones detenidas dada su realidad histórica y actual. Bástenos recordar que en 1871 trataba de prohibir el gobierno de Bélgica el trabajo en las minas de los menores de 14 años aunque lo hicieran acompañados por sus padres, noticia recogida en la *Revista Minera* (1871, T. XXII, p. 543). No es de extrañar que se prestara atención a esa propuesta cuando el 45% de los obreros contratados en las minas de cobre de Río Tinto entre 1873 y 1900 tenían 14 años o aún menos (Arenas, 1999). De tiempos antiguos hay también información concreta; eran niños en las minas áticas de Laurium quienes que sacaban el plomo argentífero a través de galerías muy estrechas (Conóphagos, 1980:126).

La intrincada morfología de los vaciados, las rupturas de pendiente, etc., suscitan una razonable sensación de agobio, incluso de asfixia, pero aunque parezca incongruente, la aireación de galerías estrechas es más rápida y efectiva que la de las grandes salas y cavidades. El hecho, bien establecido en los sistemas cársticos, se precisa en las minas dotadas

de pozos de aireación, mientras que es en las galerías horizontales y ciegas donde la renovación del aire respirable plantea dificultades por su lenta progresión (Florsch *et al.*, 2002).

Por fortuna, la apertura de bocas y pozos a distintos niveles favorece en el Aramo la mudanza de la atmósfera minera. Las diferencias de densidad entre el aire subterráneo y el del exterior provocan, tanto en invierno como en verano, un circuito natural de ventilación, penetrando el aire por la zona más elevada en los meses fríos, mientras que lo hace en el estío por los conductos a menor altitud (Blanc, 1884:125). No es un aspecto menos favorable el que las minas metálicas, las de cobre en especial, sean hasta cierto punto saludables, ausentes en ellas muchas de las amenazas que presentan las de carbón donde se producen hundimientos y gases letales (Vidal, 1966:165). En el Aramo, además, la conexión de las labores con las simas y otras cavidades cársticas aporta un constante y poderoso caudal de aire. Los diversos, en forma y proporciones, conductos naturales del complejo cavernario fosilizado dieron lugar a lo que los mineros modernos llaman “soplaos”, orificios naturales cuyo valor y capacidad de aireación fue destacado como determinante por los ingenieros que pudieron analizar los remotos minados en la época de su descubrimiento (Oriol, 1893). Ese detalle crucial no pasó inadvertido en el elaboración de los planos publicados por A. Dory en 1893 en los que son claras las indicaciones “Primer Pozo” y “Pozo del Varal”, simas a cuya existencia debe tanto la génesis metalífera del yacimiento y, probablemente como señalábamos, el propio inicio de las prospecciones prehistóricas.

Sin que entremos en detalle sobre la limpieza de los humos provocados por el *fire-setting*, es seguro que la estructura de las labores con ramificaciones y conexiones a distintas cotas, más los enlaces con la red cárstica, junto con el calor generado por la hogueras de la torrefacción, conformarían una convergencia de factores aliados para la rápida renovación de la atmósfera que permitiría continuar el beneficio del cobre.

Una adecuada atmósfera bien oxigenada es también esencial para la iluminación (fig. 6 y lám. II). Ya nos referimos a este aspecto al considerar la relación leña-minería, pero sí cabe aquí destacar el papel de ciertos puntos fijos de alumbrado como el que reconocimos en “El Pebetero”, acaso actuando como guía para los mineros e incluso, al arder a *ca.* 300° C. en conductos tan angostos, de impulsores de la corriente aérea.

Hay otra consideración no exenta de interés en torno a las características de las antorchas más allá de la utilidad y limpia combustión de las tablillas de tejo: el empleo de grasa para favorecer la combustión, la duración de las teas y la mejora de la calidad lumínica. De tal proceder aportan indicios de peso distintos análisis (microscopía óptica con luz polarizada, incidente y transmitida; luz alógena y luz UV; espectroscopia infrarroja y cromatografía de gases-espectrometría de masas GC-MS) delatando la presencia de ácidos grasos insaturados como el palmitoleico, el oleico y el linoleico, de origen animal; además de la probable impregnación de las teas con cera (de Blas *et al.*, 2013).

Del acarreo del mineral al exterior tenemos una imagen segura a través de un par de bateas de madera (Dory, 1893; 1894) que responden a dos tipos bien diferenciados: cubeta monóxilica en un caso; de dos piezas consistentes en una base horizontal a la que se une por cosido una pared vertical, en el otro. Los contenedores en una pieza de madera no son raros en las minas prehistóricas, aún tratándose de materiales de muy difícil conservación, siendo buenos referentes las bateas alargadas y de orejetas de prensión de las minas de cobre de Mitterberg y Viehofen (Pittioni, 1951:pl.IV,1; Clark, 1955:288).

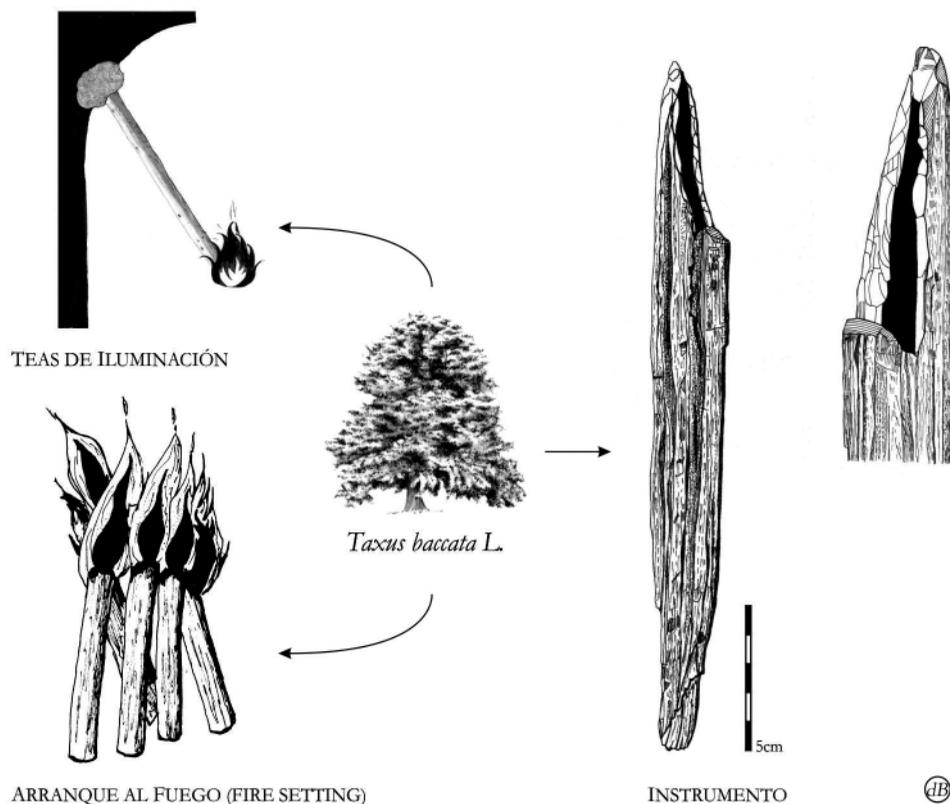


Fig. 6.—El repetido empleo de tejo, incluye también útiles como el representado a la derecha de la ilustración.

En su factura se sigue el mismo procedimiento que en la elaboración de las palas de madera recuperadas en las explotaciones cupríferas de Mount Gabriel (O'Brien, 1994) o, de nuevo, en Mitterberg (Pittioni, 1951:pl.VII,1). Por su parte la batea de dos piezas no deja de sintonizar técnicamente con soluciones similares que se documentan ya en los contextos neolíticos de la cultura suiza de Horgen (Winiger, 1981:190). En experiencias recientes, empleando el utillaje prehistórico, fueron necesarios varios días de trabajo para crear uno solo de esos recipientes lígneos (Petrequin y Petrequin, 1988:121-123), una inversión rentable al resultar duraderos y resistentes a los golpes, virtudes genéricas que se acrecientan con una adecuada elección de la madera empleada.

Es incuestionable la penosidad del transporte en el Aramo de las bateas cargadas desde los talleres extractivos hasta las bocaminas por lo que es razonable que también se usaran sacos de piel, flexibles y de fácil acomodo, sin necesidad de llegar a las sofisticadas mochilas de las minas salinas de Halstatt (Barth, 1992). En todo caso la utilidad de las bateas queda de manifiesto por su empleo en pequeñas minas de la Europa decimonónica y muy habituales en las de América central y del sur. Pero el esfuerzo que imaginamos de los prehistóricos no debe de ser magnificado, acaso sometidos a una demanda menos exigente, y mucho más episódica, que la impuesta por la voracidad de la economía industrial

Algún ejemplo bien documentado al respecto atestigua las fatigas de los mineros europeos de la primera mitad del XIX. Así, en las explotaciones de Firminy (Loire), hacía cada minero unos 40 viajes al día, siendo cada carga de 60 kg y superando en el trayecto alturas de 24 metros sobre una rampa de arduo recorrido. En las igualmente galas de Roche la Molière, cinco porteadores llegaban a cargar 33.400 kg de hulla. La distancia media recorrida por cada uno era de 36 metros sobre una pendiente de 20°. Cada operario hacía 135 viajes diarios, de 51 kg cada porte, lo que significarían unos 6.680 kg por hombre y jornada, alzados hasta una altura vertical de 7,52 m (Combes, 1848:T. III,2-3). En las minas asturianas también era normal por entonces el transporte de artesas de madera en la cabeza, cargando cada una “40 litros” de mineral (Lecciones, 1866:210).

### **UNA CONSIDERABLE DIVERSIDAD INSTRUMENTAL (PIEDRA, ASTA Y MADERA)**

Es un aspecto reseñable la variedad del equipo de trabajo en el que si básicamente corresponde el predominio a un variado instrumental de piedra y asta de ciervo, también se identifican útiles en cuerno de cabra y hueso de vaca, además de algunos, siempre excepcionales, de madera (fig. 6).

La revisión del utillaje de piedra apunta a un cierto equilibrio entre la lógica idoneidad instrumental y los límites que impone la morfología de la materia prima original, por lo que en buena parte son tan plurales las formas como los cantos y bloques disponibles, de tal suerte que percutores de tamaños y pesos similares pueden ofrecer formas contrastadas, yendo desde los de tendencia alargada a los de volumen oblongo, hasta los de cuerpo prismático (de Blas, 2005).

El repertorio de modalidades en los destinados a la percusión puede ser ordenado abreviadamente, de acuerdo con los rasgos tecnomorfológicos que los singularizan, en una docena de grupos, que abarcan desde los cantos rodados sin modificaciones hasta aquellos de amplia talla bifacial, pasando por las distintas formas ovoides dotadas de muescas laterales o acanaladuras perimetrales para la fijación de los mangos, o piezas de cuerpo prismático y muescas angulares. Componen grupo aparte los útiles sobre canto regular, huellas bipolares de percusión y cubetas de abrasión en las caras asociadas a la molienda del mineral, útiles en buena medida inciertos, aludidos como “percuteurs á cupules”, “molettes de concassage” o “grinding stones”.

Hay además, piezas que no se corresponden directamente con la separación del mineral de la roca, sino con la subsiguiente segregación de las menas de la dolomía, calcita y caliza y su triturado. Son útiles singulares, de volumen cilíndrico y de cómoda prensión manual propiciada por una talla intencional que los hace especialmente ergonómicos (fig. 7). Las huellas de percusión ligera y abrasión concentradas en la superficie inferior y en los bordes de la misma, además de su forma de manejo descubren su calidad de trituradores, así los denominamos, operando en los talleres extractivos en la preparación de las menas. Se trata de una singularidad instrumental desconocida hasta los primeros hallazgos en 2005/2006. Registrados únicamente en el sector “Punto de partida”, su ausencia en el resto de las minas nos induce a considerar la posibilidad de que se trate de una forma operativa exclusiva del ciclo minero más reciente o, por el contrario, que la molienda que suponemos sólo se efectuaba en zonas, como esta, en las que la exten-

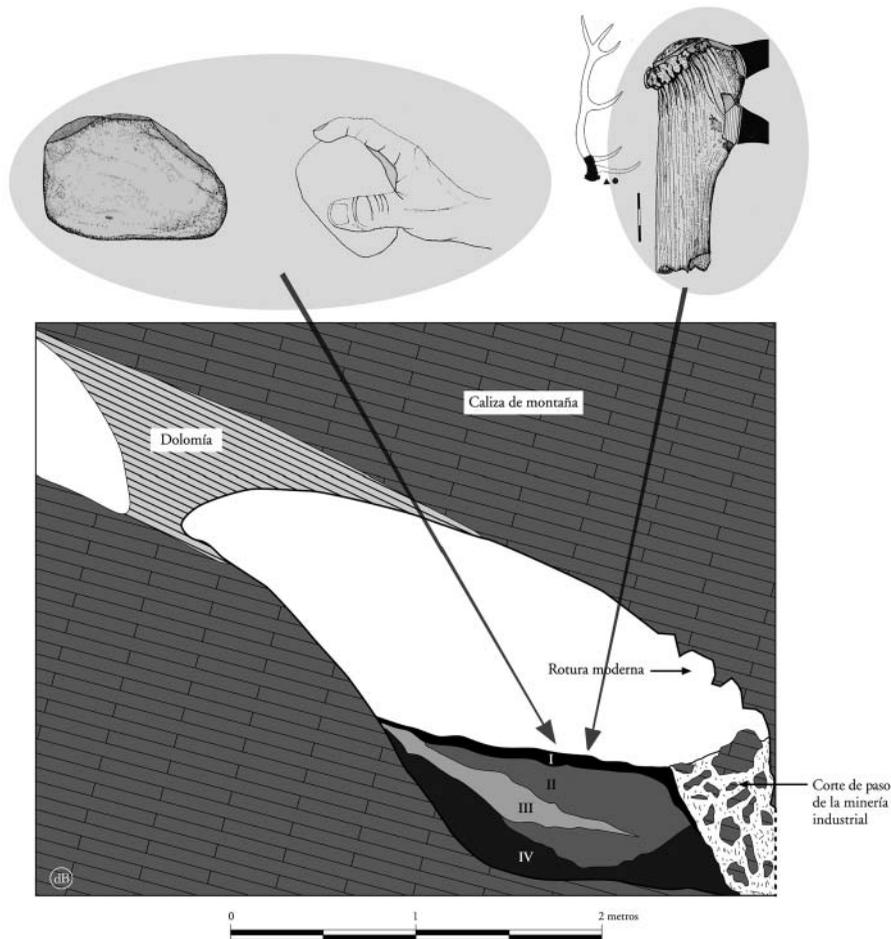


Fig. 7.—Sección en el tramo terminal del “Punto de Partida” y dos útiles allí localizados, en particular los singulares “tritadores” de cuerpo cilíndrico y una de sus bases tallada para facilitar su acomodo a las manos.

sión lateral de las labores y una mayor altura de los techos dejaban mayor espacio para el triturado del mineral y una elección más detenida de sus menas.

Por otra parte hay ejemplos de convergencia entre calidad formal y litológica en piezas elaboradas partiendo de cantos muy regulares, de cuarcita compacta y grano fino. Suelen ser, además, las piezas que se conservan enteras, sin grandes roturas, pese a las nítidas marcas de trabajo que presentan en sus respectivos polos; su volumen equilibrado hubo de también de favorecer una manipulación cómoda.

Tal vez haya que reconocer un uso limitado en estos selectos percutores de aspecto marmóreo, acaso su aplicación en tareas bastante específicas y no demasiado violentas. Entre las opciones posibles no deja de resultar sugerente la función maza-martillo, percutiendo sobre los picos-palanca y cuñas de asta de ciervo, uso muy adecuado para la apertura de fisuras para la rotura de la masa mineral. Sin embargo, la llamativa soledad

de estos especiales percutores nos hace considerar la posibilidad de un estatuto particular, tal vez no exclusivo de aquí si se tiene en cuenta lo observado en las minas de cobre serbias de Rudna Glava donde fue señalado un grupo de piedras selectas que nunca jugaron como instrumentos o las mazas intactas de las minas galesas de Great Orme explicadas como de plausible propósito ritual (Dutton *et. al.*, 1994:272).

No es menos expresivo el utillaje en cornamentas de *Cervus elaphus*, de cuya tenacidad dan testimonio experimentos actuales de excavado de suelos muy compactos cuando, tras dos horas de trabajo continuado, apenas se pudieron señalar en las astas desgastes tan discretos como pequeñas escamas y huellas de embotamiento en las puntas activas (Toussaint, 2009).

La elaboración de tipologías sobre los instrumentos mineros de asta suelen ser *ad hoc*, de acuerdo con criterios cambiantes y ajustados a los materiales hallados en cada yacimiento (p.e., Clutton-Brock, 1982). Quizá la posición de partida deba considerar hasta qué punto es necesaria la construcción de un corpus de tipos de validez general al modo de la perseguida por las tipologías base del instrumental de piedra paleolítico. La supuesta dimensión objetiva de un listado exhaustivo de tipos, de alcance universal, probablemente obviara las circunstancias concretas del fenómeno minero, en el que el utillaje se sustancia en virtud de la propia naturaleza del yacimiento, de las formas específicas de trabajo en cada zona del mismo, y de la disponibilidad de materias primas en la zona afectada. Con tales considerandos nos alineamos con las opciones que insisten en la conjugación de criterios generales con los específicos de cada yacimiento minero, sin sujeciones a criterios tipológicos inflexibles (Sidera, 1991).

De modo escueto las formas de uso de las astas en el Aramo se agrupan en:

- ramas (fustes o tijas) y candiles de base.
- ramas con la presencia de restos del candil de base y candil central.
- ramas con las puntas centrales y terminales (de la corona) preservadas.
- ramas largas y carentes de candiles.
- fragmentos basales de la cuerna (muela) con eliminación de las hitas.
- puntas (candiles, hitas) separadas del asta.

Hay además algunas piezas a las que tiempo atrás identificamos como punterolas (de Blas, 1998), útiles mixtos con una gran mortaja en el extremo del tallo donde se encajaba una cuña de piedra (¿u ocasionalmente de metal?) dando lugar a un gran cincel, solución instrumental desconocida en otros yacimientos mineros (lám. III). Pertenece a la misma familia un extremo proximal del asta provisto de un orificio longitudinal, conformando un mango que sintoniza con los que acogiendo elementos de piedra se registran en el neolítico de la Suiza occidental (Ramseyer, 1992:196).

## **LA INCIDENCIA DE LA UBICACIÓN DE LAS MINAS EN EL APROVECHAMIENTO EXTREMO DE LOS INSTRUMENTOS DE TRABAJO**

Frente a la considerable extensión y claridad formal de las labores mineras resulta de una relativa discreción el número de los vestigios instrumentales hoy recuperados.

Es probable que el que tuvo que ser cuantioso utillaje de piedra yazca hoy en la base de las escombreras modernas. En todo caso, tenemos la certeza de que el aprovisionamiento de materiales líticos encontraba considerables limitaciones a causa de la distancia entre las minas y las zonas de captación de las rocas adecuadas, distancia incrementada por los fuertes desniveles a salvar para acceder al paraje montañoso en el que se abrían los criaderos cupríferos.

La Sierra del Aramo, un gran paquete de calizas de montaña de edad namuriense no ofrece materiales para el exigente utillaje minero cuya genérica base de partida son los cantos fluviales de arenisca y cuarcita de 8 a 10/12 km de distancia en vuelo de pájaro, obtenidos los guijarros mayores en los sedimentos de la *Formación geológica de Barrios*, de filiación ordovícica, captados en los depósitos fluviales de las cuencas de los ríos Ricabo y Trubia al SO y O.SO del ámbito minero; otros recursos más próximos proceden de las riberas del río de Llamo, en el valle que se abre al norte de las minas.

Es pues razonable que ante el imperativo de la distancia y de la abrupta orografía los instrumentos de piedra fueran utilizados hasta su extremo. La consideración de los pesos de los diferentes percutores no puede ser más expresiva si se repara en que los más ligeros pesan 700/800 gr, siendo otros de 2.800, 3.500 y de hasta 5.000 gr los más pesados de entre los útiles empleados manualmente (fig. 8). En los grandes percutores de 3-4 kg se registran fracturas que alcanzan tanto a los frentes de percusión como a los costados, denunciando impactos muy fuertes. En la actualidad poco podemos decir sobre los grandes percutores aludidos por A. Dory en 1894, de hasta 9,5 kg, manejados, pensamos, en percusión pendular, suspendidos de cuerdas instaladas en soportes firmes, tal como ocurriría con los ejemplares de más de 9 kg que pudimos recuperar en las labores de El Milagro (de Blas, 2007-2008).

La reutilización tiene su mejor muestra en aquellas piezas en las que la reconversión tras la rotura se traduce en modificaciones radicales de la posición original del mango, cambio que conlleva una nueva labra de las clásicas acanaladuras laterales. Constituye un buen ejemplo al respecto una maza de arenisca cuarcítica de peso actual de 2,5 kg y 18,5 cm de longitud (fig. 9), que hoy presenta grandes roturas que concluyen su forma final con dos infrecuentes lados cóncavos. La rara morfología se produjo tras la fractura en los dos frentes originales de impacto, lo que se induce de la pervivencia de una acanaladura de empuñadura sobre lo que ahora es el eje longitudinal del útil, dispuesto en uno de los lados convexos; acanaladura de labra muy cuidada, rasgo característico de la minuciosa fase de preparación del percutor.

Empuñada al principio la maza sobre esa cuidada ranura, la serie de roturas de trabajo sufridas debería de haber significado su abandono, pero, sin embargo, lo que siguió fue la talla, ahora ya mucho más tosca y urgente, de dos nuevas muescas localizadas en la zona media de los lados convexos, de modo que se pudiera proceder a un nuevo empuñadura tras un giro del percutor de 90°, convirtiéndose así en frentes activos de golpeo los que antes habían sido polos superior e inferior del canto de partida.

Otra prueba de mayor recorrido laboral es la aportada por una pieza de prolongado uso, mutado según el cambio de funciones. Si al principio con sendas cazoletas profundas en las caras, se integraría en la familia de los inciertos “percuteurs á cupules”, “molettes de concassage” o “grinding stones”—, hubo de recibir posteriormente en sus lados mayores las muescas para su manejo con un mango. Operando entonces como martillo o pequeña

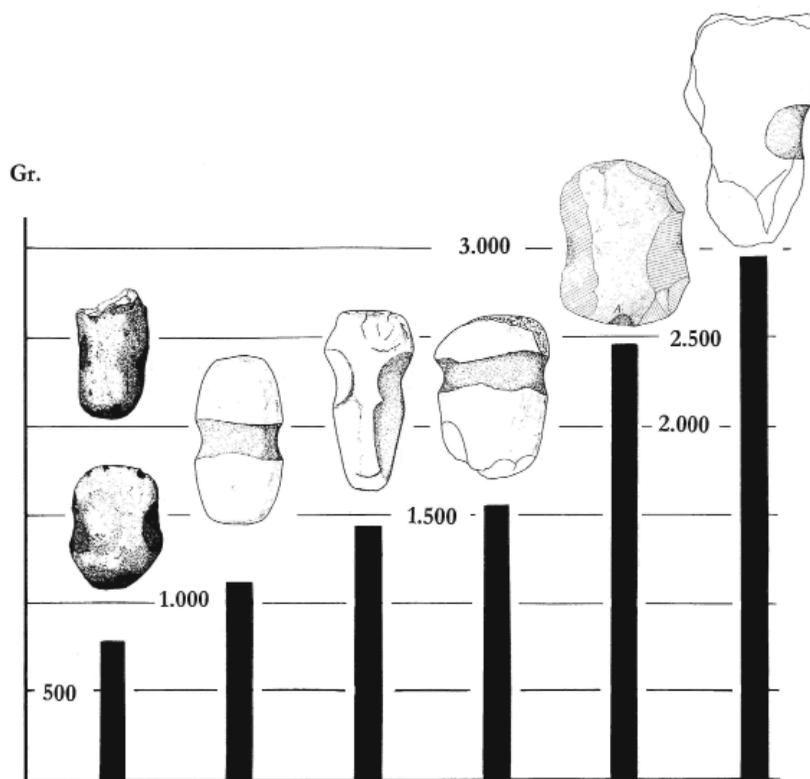


Fig. 8.—Algunas de las variadas formas de percutores y sus diferentes pesos.

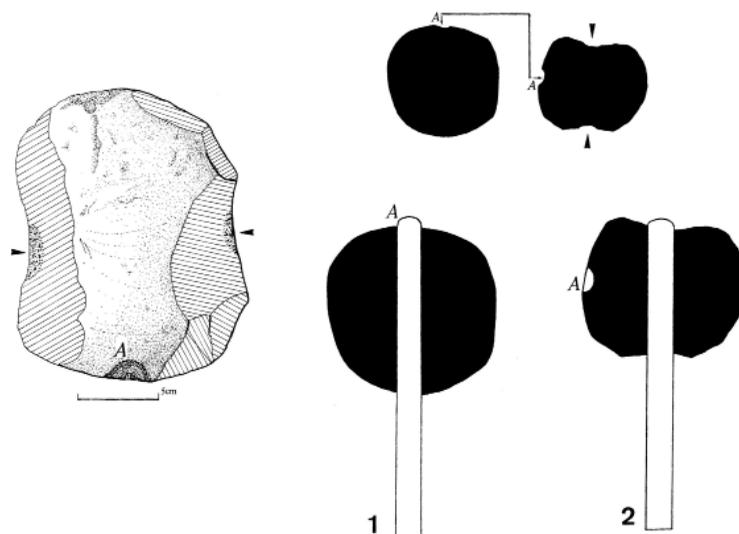


Fig. 9.—Reutilización de un percutor con cambio del eje del enmague.

maza hubo aún de sufrir una amplia fractura oblicua. Inservible para este último empleo, llegaría todavía a satisfacer una postrera función instrumental como percutor o mero triturador manual (fig. 10). Los diferentes usos parecen además corresponder a escenarios diferenciados: la pulverización por rotación del mineral en las cazoletas efectuada al aire libre; dentro de la mina trabajando como percutor.

No sería aventurado esgrimir circunstancias similares en otra parte esencial del utillaje, la basada en el recurso a las tenaces astas de *Cervus elaphus*. Contamos con piezas que pasaron de su aplicación primera como picos-palanca, eficaces en la desagregación

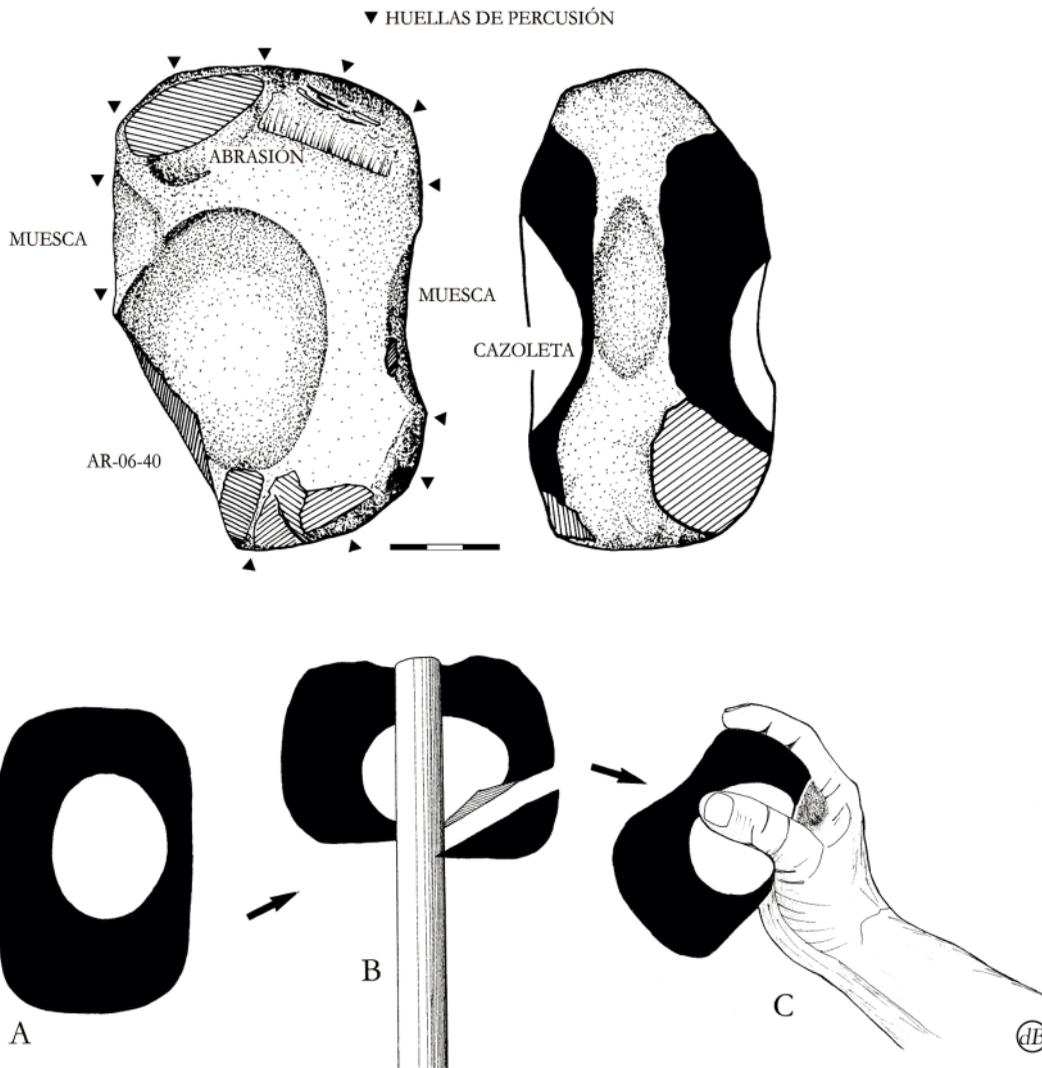


Fig. 10.—Reutilización de una pieza con cazoletas en ambas caras como percutor enmangado y después, tras su fractura, como percutor de mano.

de la roca térmicamente alterada, a meras palancas o percutores simples aprovechando la contundencia de la zona basal de las cuernas, o a un empleo final como meras cuñas en la desagregación de la masa mineral (fig. 11).

En todo caso, parece segura la repetida fractura de las astas de sacrificio frente a la mayor resistencia mecánica y duración ofrecidas por las astas de desmogue (de Blas, 2004) (láms. IV y V). El acopio de cornamentas de valor tan desigual, al menos a largo plazo, responde también a procederes distintos. En principio sería más segura y sencilla la reunión de las astas de muda desprendidas en los machos adultos durante el pleno

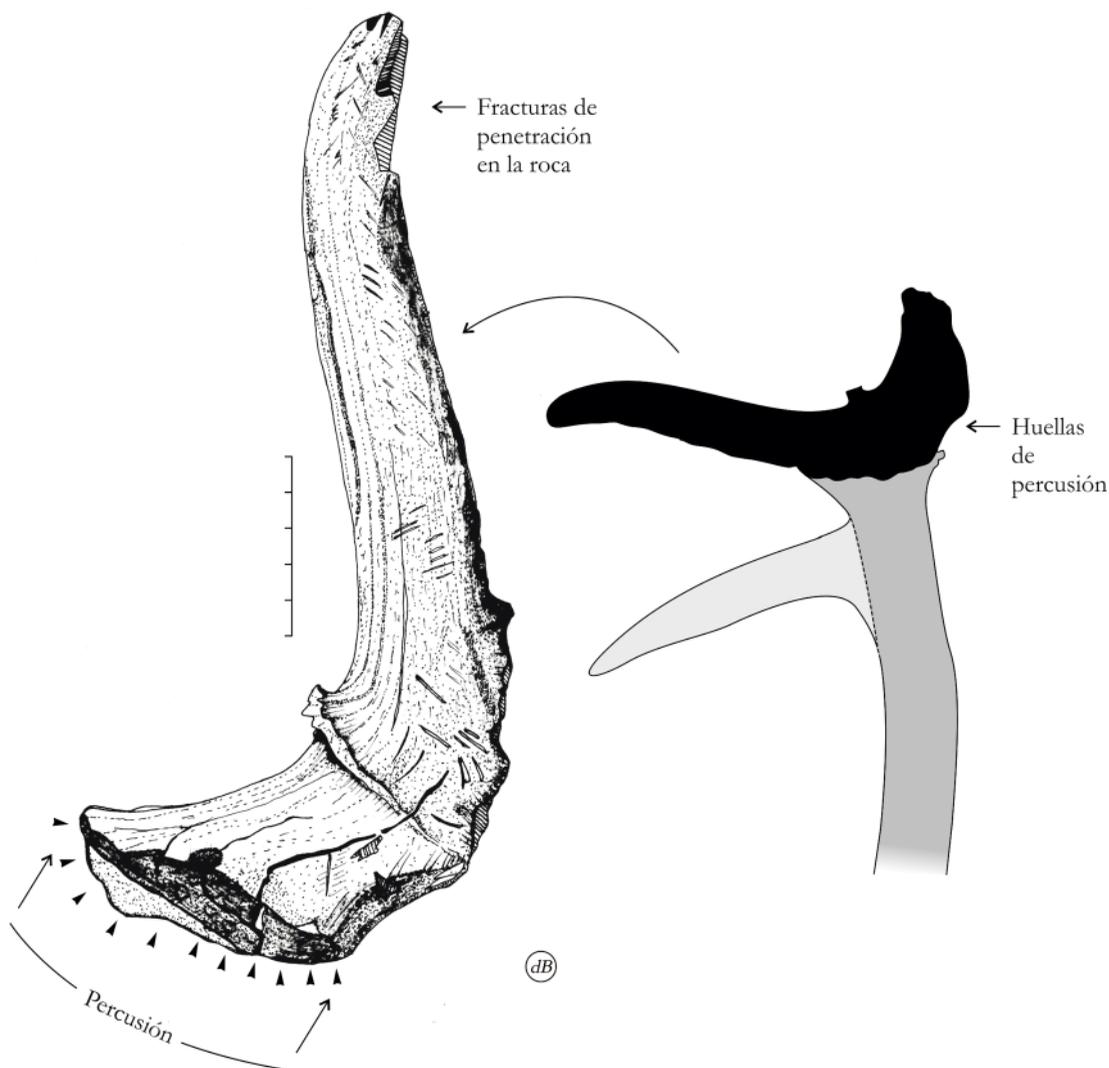


Fig. 11.—Reutilización del candil de base de un asta de ciervo, de sacrificio, tras su uso original como pico/palanca. Procedencia: zona alta del filón San Alejandro.

invierno o comienzos de primavera, recogidas antes de que fueran roídas por otros animales, o por los propios ciervos bajo el estímulo de su contenido de sales calcáreas. Pero la recolección es también arbitraria; los individuos más jóvenes pierden sus astas en febrero y marzo, tratándose siempre de ejemplares menores o incluso deformes aunque, al cabo, dotados de cuernas en las que ya estaba cumplido el proceso de mineralización, alcanzada entonces su mayor resistencia mecánica.

La caza, por el contrario, permite una cierta elección del individuo a cobrar, valorando el tamaño y robustez de sus astas, pero los machos adultos pueden comer, con la ayuda de su cornamenta larga, las ramas altas sin necesidad de abandonar la frondosidad de los bosques para hacerse más vulnerables en el campo abierto. Sería por ello un momento más oportuno el de la reunión de la manada en el tránsito verano-otoño. El tamaño de las astas de sacrificio del Aramo, y también el de las de El Milagro, acaso se deba a cacerías estivales, simultáneas en el Aramo con el tiempo del laboreo minero, constituyendo una notable adición de proteínas a la dieta de los prospectores; además, entre otros aprovechamientos, constituían las pieles una forma rápida de confeccionar zurrónes para el transporte del mineral.

## VESTIGIOS CAMPAMENTALES Y METALÚRGICOS AL EXTERIOR DE LAS LABORES

Es una idea bastante generalizada que el trabajo metalúrgico constituye desde su inicio una tarea efectuada en los poblados y asentamientos estables. Son tales los pasos reconstruidos, pongamos por caso no exclusivo, en el yacimiento argárico de Peñalosa, en el Alto Guadalquivir (Contreras y Cámara, 2000), aunque no es improbable que un mejor conocimiento de las prácticas mineras en la zona matice tal perspectiva. Bajo aquella óptica habría que esperar en el Aramo que el mineral fuera exportado a los valles sin alteración térmica alguna. No obstante, la exclusividad de tal proceder contradice las notas de A. Dory que, aunque mínimas, aludían a la aparición en “La Campa les Mines” de escorias y fragmentos de crisol.

Pese a algún intento fallido previo, una serie de sondeos en 2008 vino a contribuir con los primeros indicios de actividades al aire libre, vestigios precisados en 2009 y 2010 (de Blas *et al.*, 2013). Consisten genéricamente en cubetas y zonas de combustión abiertas en el *solum* arcilloso. En las primeras apenas se aprecian áreas rubefactadas, siendo más comunes las de planta ovalada, y escasas las circulares, abiertas otras de planta irregular además de un gran vaciado, la *Cubeta 6*, que alcanza en su boca el considerable tamaño de 260 por 100 cm.

De las registradas como *zonas de combustión* se ofrece como más nítida la que finalmente denominamos “hornillo”, un dispositivo de 40 por 30 cm de estrecho vínculo con la acción del fuego y en uso en 1890-1730 cal BC ( $3474 \pm 34$  BP, Ua-39329), superpuesto a la *Cubeta 6* y abierto en el relleno que la había colmatado del que proceden los restos de carbón vegetal con la data 2210-2020 cal BC ( $3723 \pm 32$  BP, Ua-39331) (fig. 12).

Muestra el receptáculo una acusada rubefacción incrustándose en sus paredes una película carbonosa que contrasta con las tonalidades entre naranja y rojo causadas por la incidencia desigual del fuego y la composición química del sustrato arcilloso. Aparecían

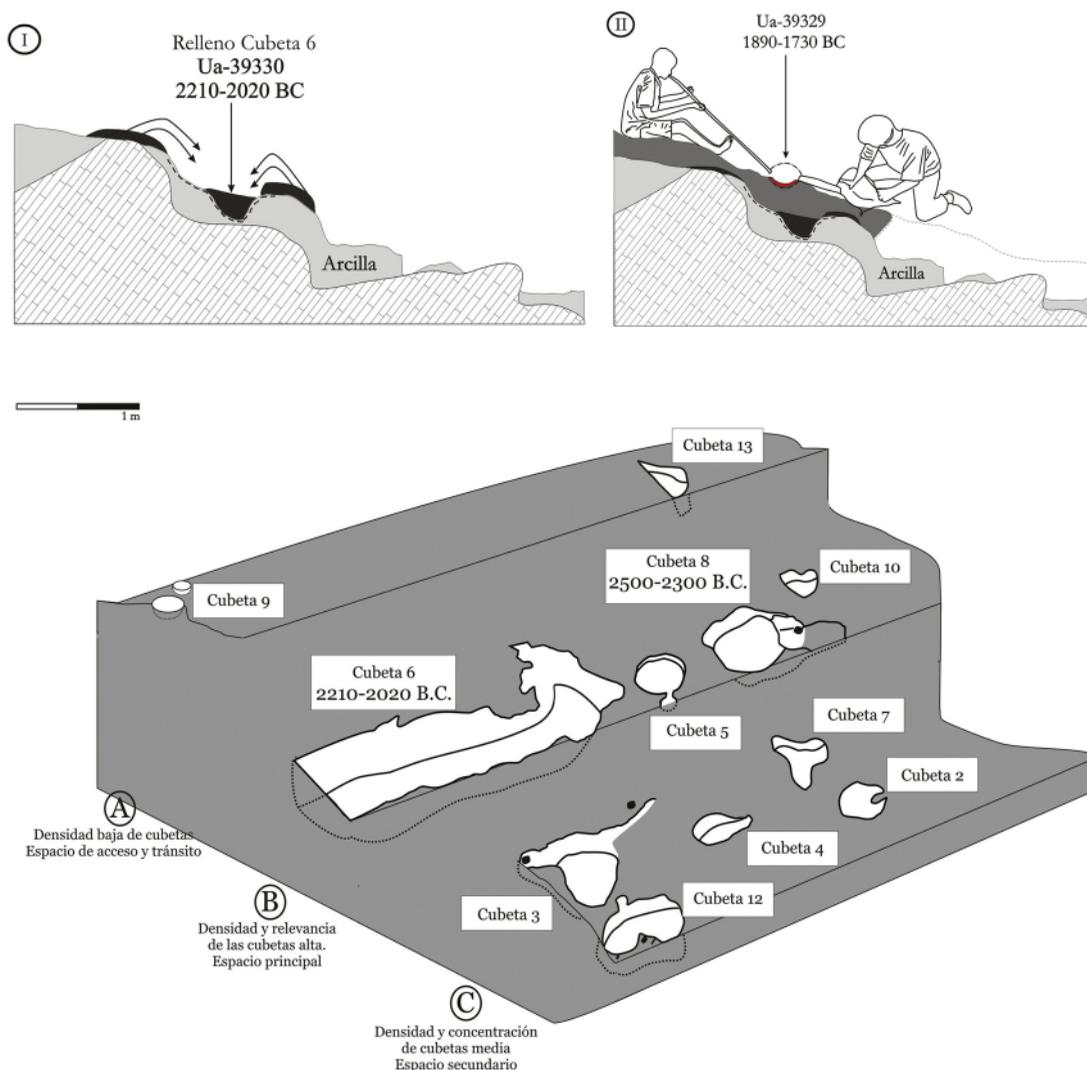


Fig. 12.—Áreas de actividad al exterior: cubetas y estructuras de combustión en el sondeo 10 y dos episodios separados en el tiempo, la *cubeta 6* y su progresiva colmatación (I), y un posterior hornillo vinculado a operaciones metalúrgicas (II) (Dibujo de F. Rodríguez del Cueto).

a su alrededor numerosas partículas de malaquita y azurita y abundantes fragmentos de menas además de algún percutor de 700 a 1.600 gr y la proximidad de un grueso bloque de caliza, probable cuerpo durmiente para el desmenuzado del mineral, una circunstancia repetida en el *Sondeo 7*, donde de nuevo aparecen las menas de cobre. La apurada cercanía de áreas de fuego y piedras — y el yunque para el triturado del mineral encuentra similitudes razonables en una de las áreas de acampada en las minas irlandesas de Roos Island (O'Brien, 2004:216, pl.45), toda vez que la molienda del mineral es previa a la reducción del cobre.

No es fácil, más allá de la constatación de las variantes morfométricas, la interpretación de cada una de las cubetas, pero es probable que la nº 6 correspondiera a una oquedad de almacenamiento, relacionada con la estancia de los mineros de cuya dieta cárnica dan alguna muestra varios restos óseos, tendiendo además presente que ciervos, cabras y vacas aportaron astas y huesos al instrumental minero. Como hecho inesperado se produjo en aquel ámbito de actividad un copioso registro alfarero con una estimable diversidad tanto en los tipos como en las técnicas de elaboración. Por otra parte era posible determinar su relación con los distintos episodios de apertura de las cubetas, con su colmatación y posteriores actividades en los mismos lugares, en un proceso bien diseccionado estratigráficamente y coherente con las datas radiocarbónicas.

Es segura, en definitiva, la distinción entre pequeños hornillos y cubetas, no pudiendo aquellos ser interpretados como fruto de actos culinarios, ni confundidos con los escuetos hogares que habrían aportado calor y luz a los mineros.

En fin, tanto las tareas residenciales como las específicamente metalúrgicas requieren un adecuado dominio pirotecnológico, control que acaso se vislumbre entre otras aproximaciones por el estudio de los restos de los combustibles empleados puesto que aunque sigue siendo importante el tejo, también se recurre a robles y avellanos, además de, en grado menor, abedules y acebos, variedad de combustible que no sólo alude a las particularidades botánicas del área, sino también a la presumible elección de la leña según distintos objetivos. La forma y dimensiones de la *Zona de combustión 2* (de 80 por 70 cm de superficie) se acerca a las cubetas excavadas para depositar en su interior la leña que, ardiendo en condiciones de soterramiento, daría lugar a la obtención del carbón vegetal fundamental para la reducción de los carbonatos de cobre.

En definitiva, la secuencia de captación de minerales de cobre-preparación y reducción de los mismos cerca de las bocaminas es hoy una realidad constatada en complejos mineros sitios en lugares muy elevados, incluso en la alta montaña como el alpino Saint-Véran, donde en cotas de 2.385 y 2.500 m operaba en el Calcolítico/Bronce antiguo un horno de fusión (Ploquin *et al.*, 1998), activos en época posterior, siglos XIII-X a.C., los hornos de reducción del puerto de montaña trentino de Acqua Freda (Cierny *et al.*, 2004).

## EN TORNO A LA DISTRIBUCIÓN DEL MINERAL Y SU CARACTERIZACIÓN ISOTÓPICA

La producción de cobre del Aramo —súmense sin olvidar otras menores las de El Milagro y La Profunda—, no dio lugar, tal como señalábamos hace tiempo, a una “civilización metalúrgica” a orillas del cantábrico, inexistente en esta región marítima la masa social crítica capaz de absorber el considerable flujo de un metal, razonablemente destinado a una dilatada, en términos espaciales, distribución (de Blas 1998; 2005). Es tentadora la hipótesis de que su trasiego habitual se produjera en pequeñas cantidades, acaso en forma de tortas o lingotes determinando cargas de sólo algunos kilogramos de peso y, por ello, de fácil transporte. El singular depósito asturiano de Gamoneu, no lejos de las minas de El Milagro, bien pudiera constituir un excepcional ejemplo de uno de esos lotes de metal en tránsito (de Blas, 1999). Es de esperar que la forma más común de esa distribución primaria corriera a cargo de pequeños grupos tal como se infiere en

otras áreas de producción metálica (Levy y Shalev, 1989), haciéndose ya más compleja posteriormente, integrada en los elaborados mecanismos de intercambio y de reciclado.

Del que entendemos moderado consumo local con clara posición arqueológica da prueba una hachita fundida con cobre del Aramo hallada en el túmulo Cuchucaba, en un flanco de la sierra. En el paraje de La Cobertoria, en Los Fitos, otro cuidado túmulo con cámara en cofre pétreo, la tumba de un arquero del Bronce antiguo, se sitúa en el ámbito de un previo escenario megalítico respondiendo tanto a la existencia de élites enriquecidas precisamente por el cobre del Aramo —hallándose minas y tumba a la misma altitud en vertientes contiguas del mismo cuerpo orográfico—, como a su necesidad de legitimación a través de la unión sepulcral con los antepasados (de Blas, 2012; 2013).

Pero sobre su distribución real está todo por decir puesto que —aunque parece en su composición química cercano a los metales del grupo HNBB que tipifican la metalurgia campaniforme del NW europeo, lo que daría alguna consistencia a nuestra propuesta de la salida también atlántica del cobre asturiano (Needham, 2002)—, solamente vías de indagación como la isotópica resultan de momento innovadoras.

Recientemente pudimos llevar a efecto la caracterización de los isótopos estables de plomo ( $^{204}\text{Pb}$ ,  $^{206}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}$  y  $^{208}\text{Pb}$ ) del Aramo, El Milagro y La Profunda, resultando en conjunto minerales con una diáfana “huella digital” (fig. 13) por ello distinguibles tanto de otros cobres ibéricos como mediterráneos, alpinos o británicos (Huelga-Suárez *et al.*, 2012; 2014; en prensa). Un primer resultado inmediato de esta caracterización de nuestros minerales altamente radiogénicos, fue sorprendente, al ser observada en la metalistería escandinava la coincidencia en la composición de isótopos de plomo de una de las menas del Aramo con el cobre de un hacha de agujero transversal (*shafthole axe*) procedente de Bohuslän, Suecia, datada en 1600-1500 cal BC. —hay también indicios en otros dos casos—, concluyendo los autores del estudio sobre la procedencia de los metales nórdicos, “...in view of strong evidence of exploitation of this mine in the 2nd millennium BC [El Aramo] we accept that the copper for this axe most likely originated from north-west Spain” (Ling *et al.*, 2014).

Tal vez convenga prestar atención a la variedad alfarera descubierta junto a las minas, abiertas en un paraje tan ajeno a lo que podamos entender como ámbito doméstico. No es una mera diversidad formal, sino técnica, resultando particularmente inesperada la localización de vasos lujosos como uno de paredes delgadas y engobe rojo o los novedosos en toda Asturias, gran parte de Cantabria, León y extremo oriental de Galicia, vasos campaniformes con características del campaniforme marítimo (*Maritime Lined Variety*). La presencia campaniforme en el *Sondeo 3* se produjo en una cubeta con abundante materia orgánica y minerales de cobre y la data  $4045 \pm 40$  BP, 2700-2460 cal BC.

La localización en aquél elevado paraje de cerámicas tan particulares tiene que ser valorado como un indicio de la singularidad de la sociedad minera y de los imprescindibles intercambios que dan sentido a su penoso trabajo. Es así presumible que parte del trueque del mineral o del cobre metal se produjera a expensas de productos tan esenciales como la sal (de Blas, 1998), el oro blanco por entonces obtenido en las lagunas de Villafáfila, en Zamora (Abarquero *et al.*, 2012) donde se produce una notable presencia de la alfarería campaniforme con la que la del Aramo puede estar emparentada. La sal —imprescindible fisiológicamente, pero también necesaria en economías donde fueron básicas carne, leche y pieles—, y el cobre en trueque son materias adecuadas para su

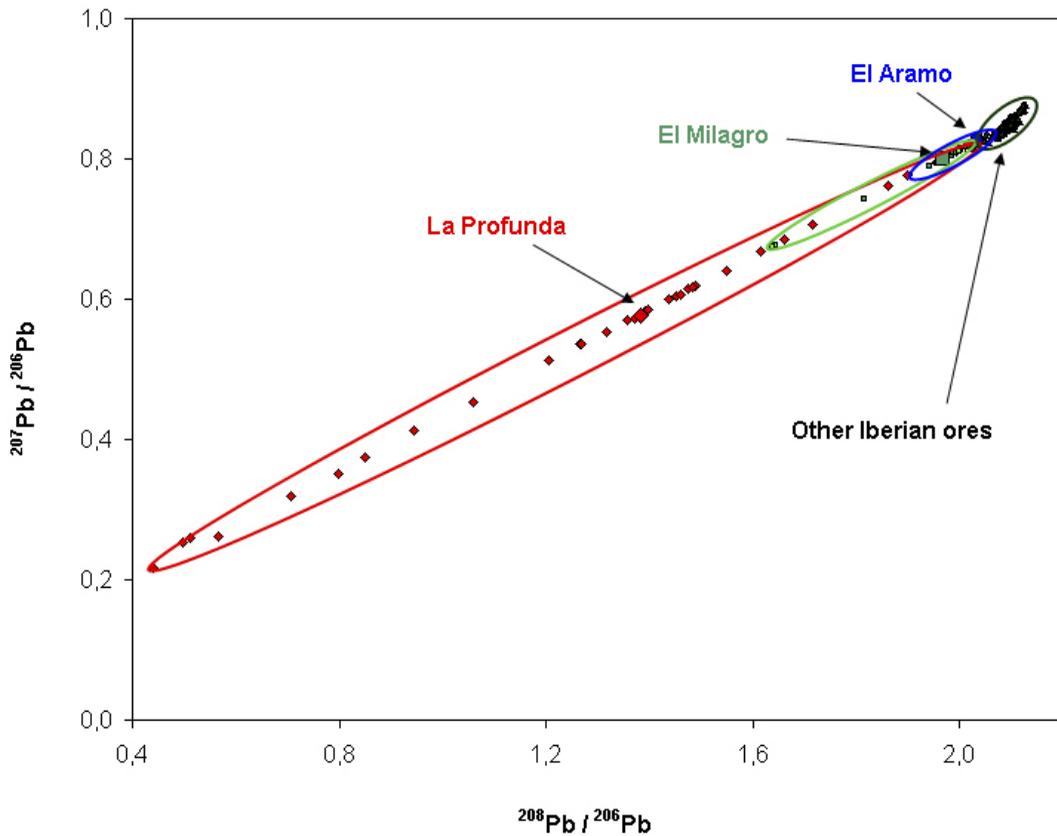


Fig. 13.—Caracterización isotópica Pb de los minerales de cobre de La Profunda, El Milagro y El Aramo (según Huelga *et al.*, 2014).

distribución a larga distancia cuyo control habría de ser ejercido por agentes sociales bien determinados, unidos además por formas de cohesión supraestructurales con las que estarían vinculados los singulares vasos acampanados.

### UN ATISBO DEL UNIVERSO MENTAL DE LOS PALEOMINEROS: LOS ESQUELETOS HUMANOS DEPOSITADOS EN LAS GALERÍAS

El hallazgo de esqueletos en las galerías del Aramo es una circunstancia reincidente desde el descubrimiento de las labores en 1888 hasta las últimas explotaciones a mediados del siglo XX y por último, ya bajo control arqueológico, en 1987 y 2006-2007.

A la interpretación primera, repetida después irreflexivamente, de la muerte por asfixia al permanecer encerrados los mineros en las labores, se oponen los hechos consignados. Un último cómputo de los hallazgos contrastados sitúa entre 22 y 29 el número de esqueletos, recuento en el que no se incluyen las referencias orales de los trabajadores del último episodio extractivo que insisten en la relativa frecuencia de la aparición de

esqueletos, completos y yacentes en galerías hasta entonces desconocidas, reabiertas durante el avance industrial.

A un número tan crecido de lo que en su momento fueron cadáveres humanos se suma su dispersión por el sistema minero con zonas de una discreta concentración, una distribución fúnebre poco compatible con la muerte por accidente y, desde luego, con la defunción por ahogamiento en unas labores en las que todavía hoy circula el aire con un potente flujo renovador.

Los esqueletos fueron siempre hallados en exposición aérea y cuando se aportan detalles, como hiciera A. Dory en 1893, se llega a señalar la posición tendida o en cuclillas e, incluso, el que los instrumentos de percusión estuvieran junto a ellos, circunstancia que también fue destacada por el ingeniero R. Oriol tras su recorrido de los minados al aludir a “las herramientas de sílex [sic] que todavía permanecían junto a la mano que las empuñara...” (Oriol, 1893). Los esqueletos, en suma, no se hallaban en galerías hundidas, sino en ámbitos que eran transitables y que, cuando se conservan, aún lo son hoy.

No hay tampoco en los casos estudiados patologías evidentes de las que se puedan inferir causas de muerte por aplastamiento, e incluso la considerable madurez de alguno de los individuos parece inadecuada para un trabajo que no sólo requería vigor, sino también una considerable agilidad.

Nada tendría de extraño, como en cualquier actividad de riesgo, la muerte inesperada, pero el registro mortuario de la mina sólo resultaría así consecuencia de una catástrofe de la que no se observa el menor indicio.

Por otra parte, la hipótesis de que mina y cuerpos nada tuvieran que ver, al menos en términos amplios, considerando acaso el uso de las galerías como recinto sepulcrales en tiempo posterior, queda descartada por la cronología de los individuos que pudieron ser datados. Sus fechas C14 corresponden al mismo largo segmento temporal que conoció la actividad minera; minas y esqueletos guardan pues relaciones de contemporaneidad.

La distribución de los esqueletos se produce además, de acuerdo con el proceso de apertura de las galerías que hemos podido reconstruir, en zonas ya explotadas, parajes mineros de raro tránsito o definitivamente marginales (lám. VI). La explotación del sector conocido como “Punto de Partida”, con su elaborada estructura de pilares y arcos, corresponde a una etapa avanzada en la historia del complejo minero en la que no se produjo ningún descubrimiento de huesos humanos. Sin embargo, en la misma época sí fueron depositados esqueletos en labores abiertas siglos antes como ocurre en el tramo alto de las labores sobre el filón “San Alejandro”. En suma, el proceso de abandono de cadáveres elegía lugares en los que ya no existía actividad extractiva ni, probablemente, visitas habituales.

La serie de factores rápidamente considerada niega, en definitiva, la recreación romántica del esclavo minero abandonado a su suerte, asfixiado, encerrado en vida, de la que todavía se haría eco algún estudioso de la minería en la antigüedad (p.e., Healy, 1993:96).

No es, consideramos, la muerte accidental lo que adquiere notabilidad en el Aramo, sino la misma presencia de los esqueletos en las galerías, circunstancia nuclear que tampoco se compadece con la hipótesis de las galerías aprovechadas como cuevas sepulcrales, elección innecesaria en un territorio donde las grandes masas de caliza de montaña ofrecen para tal uso cavidades en abundancia, diversidad formal y posiciones contrastadas de las mismas para satisfacer cualquier imposición ritual, además de ubicarse en altitudes bajas.

Es la mina, en fin, la que determina la presencia de los cadáveres; la mina como espacio de relación entre los humanos y la riqueza subterránea sustraída; el lugar del conflicto entre la posesión del mineral y la conciencia del expolio. Pero hablar de expolio significa reconocer la existencia de unos propietarios despojados cuya consecuente furia debe ser temida y, si ello fuera posible, aplacada. La mitología minera universal ofrece a este respecto ejemplos muy diversos aunque compartiendo, pese a las distancias física y cronológica —en unos y otros continentes en el pasado y aún en tiempos próximos—, la necesidad de neutralizar a los poseedores de los tesoros minerales, seres del inframundo a quienes la oblación tangible puede episódicamente contentar.

Ya expusimos en detalle los argumentos aquí condensados (de Blas, 2010), concluyendo en la propuesta de que los cadáveres presentes en la mina no son arbitrarios sino fruto de la imposición ritual del pacto: los cuerpos humanos como máxima entrega, ignorando, obviamente, si los cadáveres-oblación responden a sacrificios expresamente cumplidos o a defunciones por cualquier otra causa, recordando que hasta en las promesas más solemnes también se puede producir la sustitución oportunista o incluso el engaño.

Con una nueva apertura a la reflexión, el estudio antropológico, incluida su caracterización genética, de algunos de los individuos encontrados en las minas revela la presencia exclusiva de varones adultos. No conocemos hasta el momento mujeres o niños. La impresión del exclusivo carácter masculino de la ofrenda se hace inevitable, quizá como testimonio de la división sexual del trabajo e, incluso, siendo lo entregado en ofrenda, al menos en apariencia, hombres fuertes y sanos, precisamente como los que podían enfrentarse al trabajo en las profundidades.

Tampoco cierran el paso a consideraciones inquietantes los datos genéticos de que disponemos, bastante congruentes con la morfología craneal de lo individuos ofrendados. Tipos braquicráneos y agrupables genéticamente frente a los meso-dolicocráneos. Dos poblaciones además, y dos tiempos sucesivos: aquellos de la segunda mitad del tercer milenio; los meso/dolicocráneos ya posteriores, de la primera mitad del segundo milenio.

Así pues, ¿relevancia en la gente minera, pero continuidad en creencias y elaboraciones mentales? Aún se podría alimentar el campo especulativo considerando que los braquicráneos actuaron en los siglos durante los que fueron usados los campaniformes de tipo marítimo en las acampadas en el exterior de las labores.

## EPÍLOGO

Tras la obtención de los minerales, la ocasional transformación metalúrgica en la montaña lejos de los hábitats permanentes conforma una producción segmentada en el espacio, entendiendo que las manufacturas obtenidas tras procesos de producción más minuciosos —fusión, moldeado, etc.—, se realizarían lejos de las explotaciones desde las que a veces se exportarían pequeños lingotes —los de Gamoneu, en el ámbito de las minas de El Milagro visualizan esa forma de circulación (de Blas, 1999)—, aunque es probable que, de forma más común, fueran las menas debidamente trituradas el producto en distribución.

De uno u otro modo tuvo que ser considerable la cantidad de cobre exportada desde las minas de esta región del norte ibérico, una realidad material discordante con el monto

total de la metalistería prehistórica hoy conocida. En ese flujo de metal se integraban otras regiones peninsulares con aportaciones tanto o más cuantiosas, sin que se deban considerar como medidores de la producción por entonces el repertorio de los objetos recuperados en los yacimientos arqueológicos. Es seguro que existió mucho cobre cuya ausencia en la actualidad tanto tiene que ver con su normal reciclado, repetido siglo tras siglo, integrándose el viejo metal en las campanas eclesiales a menudo mutadas en cañones y estos, a su vez, en cables de la conducción eléctrica.

## AGRADECIMIENTOS

Gracias en especial a mi socio minero, el ingeniero Manuel Suárez Fernández, capaz de desentrañar la urdimbre de las labores, y a Esperanza Martín por su esencial colaboración infográfica; también a Elena Quintanal y a Lucía de Blas Noval.

## BIBLIOGRAFÍA

- ANÓNIMO (1845): “Minas antiguas de Asturias”, *Revista Minera*, Tomo V, pp. 95-96.
- ABARQUERO MORAS, F. J., GUERRA DOCE, E., DELIBES DE CASTRO, G., PALOMINO LÁZARO, A. y DEL VAL RECIO, J. M. (2012): *Arqueología de la sal en las lagunas de Villafáfila (Zamora): investigaciones sobre los cocederos prehistóricos*, Arqueología en Castilla y León 9, Junta de Castilla y León, Valladolid.
- ARENAS POSADAS, C. (1999): *Empresa, mercados, mina y mineros. Río Tinto (1873-1936)*, Universidad de Huelva - Fundación Río Tinto, Huelva.
- BERG, B. I. (1992): “Excavation techniques at Kongsberg, 17th to 19th century: hammering, fire-setting and blasting”, *Les techniques minières de l’Antiquité au XVIIIe siècle. Actes du Colloque International sur les ressources minières et l’histoire de leur exploitation de l’Antiquité à la fin du XVIIIe siècle. Strasbourg 1988*, Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, Paris, pp. 55-76.
- BARTH, F. E. (1992): “Zu den Tragsäcken aus dem Salzbergwerk Hallstatt”, *Archaeologia Austriaca* 76, pp. 121-127.
- BERNÁRDEZ GÓMEZ, M.<sup>a</sup> J. y GUISADO DI MONTI, J. C. (2002): “Las explotaciones mineras de «lapis specularis» en Hispania”, *Artifex. Ingeniería romana en España*, Museo Arqueológico Nacional, Madrid, pp. 273-298.
- BLANC, J. F. (1844): *Nouveau manuel complet pour l’exploitation des mines*, A la Librairie Encyclopédique de Roret, Paris.
- BLAS CORTINA, M. Á. DE (1998): “Producción e intercambio de metal: la singularidad de las minas de cobre del Aramo y El Milagro (Asturias)”, *Minerales y metales en la Prehistoria reciente. Algunos testimonios de su explotación y laboreo en la península Ibérica* (G. Delibes de Castro, coord.), Studia Archaeológica 88, Universidad de Valladolid y Fundación Duques de Soria, Valladolid, pp. 71-103.
- BLAS CORTINA, M. Á. DE (1999): “Asturias y Cantabria”, *Las primeras etapas metalúrgicas en la península Ibérica. II. Estudios regionales* (G. Delibes de Castro e I. Montero Ruiz, coords.), Instituto Universitario Ortega y Gasset, Fundación Ortega y Gasset y Ministerio de Educación y Cultura, Madrid, pp. 41-62.
- BLAS CORTINA, M. Á. DE (2004): “Recursos faunísticos y minería prehistórica del cobre: la utilidad de los cérvidos en las explotaciones de Asturias”, *Animais na Pré-historia e Arqueologia da Península Ibérica*, Actas del IV Congreso de Arqueología Peninsular, Promontorio Monográfica 03, Universidade do Algarbe, Faro, pp. 69-79.
- BLAS CORTINA, M. Á. DE (2005): “Un témoignage probant de l’exploitation préhistorique du cuivre dans le nord de la péninsule ibérique: le complexe minier de l’Aramo”, *La première métallurgie en France et dans les pays limitrophes. Carcassonne 2002. Actes du Colloque International* (P. Aubert y J. Vaquer, dirs.), Société Préhistorique Française, Mémoire XXXVII, pp. 195-205.

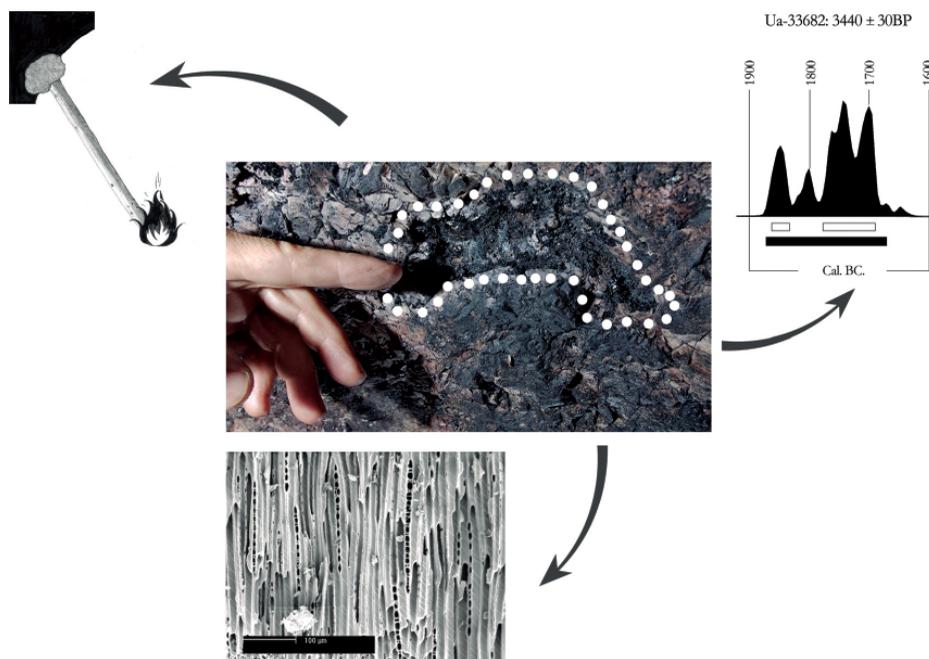
- BLAS CORTINA, M. Á. DE (2007-2008): “Minería prehistórica del cobre en el reborde septentrional de los Picos de Europa: las olvidadas labores de “El Milagro” (Onís, Asturias)”, *Veleia. Revista de Prehistoria, Historia Antigua, Arqueología y Filología Clásicas* 24-25, Homenaje al Profesor Ignacio Barandiaran Maeztu, pp. 723-753.
- BLAS CORTINA, M. Á. DE (2012 a): “El expolio del subsuelo y las prácticas rituales en la minería prehistórica: a propósito del hallazgo de esqueletos humanos en las explotaciones de cobre de Asturias”, *Cobre y oro. Minería y metalurgia en la Asturias prehistórica y antigua* (J.A. Fernández-Tresguerres, coord.), Real Instituto de Estudios Asturianos, Oviedo, pp. 127-169.
- BLAS CORTINA, M. Á. DE (2012 b): “Beneficio y consagración de las cumbres: el caso de “Los Fitos” y la concurrencia Neolítico-Bronce antiguo en el área megalítica de La Cobertoria, Asturias”, *Ad orientem. Del final del paleolítico en el norte de España a las primeras civilizaciones del Oriente próximo. Estudios en homenaje al profesor Juan Antonio Fernández-Tresguerres Velasco* (J. R. Muñiz, coord.), Ediciones de la Universidad de Oviedo, Ménsula Ediciones S. L., Oviedo, pp. 307-347.
- BLAS CORTINA, M. Á. DE (2013): “IVº milenio a. de C.: los monumentos sepulcrales del Puerto de La Cobertoria (Quirós) y el dominio de las cumbres por las sociedades neolíticas”, *De neandertales a albiones: cuatro lugares esenciales en la Prehistoria de Asturias* (M. Á. de Blas Cortina, coord.), Real Instituto de Estudios Asturianos, Oviedo, pp. 69-138.
- BLAS CORTINA, M. Á. DE, RODRÍGUEZ DEL CUETO, F. y SUÁREZ FERNÁNDEZ, M. (2013): “De las labores subterráneas a las actividades metalúrgicas en el exterior: Investigaciones 2007-2012 en las minas de cobre prehistóricas de la Sierra del Aramo (“La Campa les mines”), concejo de Riosa”, *Excavaciones Arqueológicas en Asturias 2003-2006*, Oviedo, pp. 169-187.
- BLAS CORTINA, M. Á. DE y SUÁREZ FERNÁNDEZ, M. (2009): “Ustillaje faunístico inédito de las labores de cobre prehistóricas de La Profunda (León) y su datación C14 (AMS)”, *Zephyrus* 64, pp. 5-18.
- BLAS CORTINA, M. Á. DE y SUÁREZ FERNÁNDEZ, M. (2010): “La minería subterránea del cobre en Asturias: un capítulo esencial de la Prehistoria reciente del norte de España”, *Cobre y oro. Minería y metalurgia en la Asturias prehistórica y antigua* (J.A. Fernández-Tresguerres, coord.), Real Instituto de Estudios Asturianos, Oviedo, pp. 43-82.
- BOUGARIT, D., ROSTAN, P., CAROZZA, L., MILLE, B. y ARTIOLI, G. (2010): “Vingt ans de recherches à Saint-Véran, Hautes Alpes: état des connaissances de l’activité de production de cuivre à l’âge du Bronze ancien”, *Trabajos de Prehistoria* 67:2, pp. 269-285.
- CIERNY, J., MARZATICO, F., PERINI, R. y WEISGERBER, G. (2004): “La riduzione del rame in località Acqua Freda al Passo del Renderos (Trentino) nell’età del Bronzo Recente e Finale”, *Alpenkufer - Rame delle Alpi. Der Anschnitt, Beiheft* 17, pp. 125-154.
- CLARK, J. G. D. (1955): *L’Europe Préhistorique: les fondements de son économie*, Payot, Paris.
- CLUTTON-BROCK, J. (1982): “Neolithic Antler Pick from Grime’s Graves, Norfolk and Durrington Walls, Wiltshire. A biometrical analysis”, *Excavation at Grime’s Graves. Norfolk 1972-1976*, p. 44.
- COMBES, CH. (1844): *Traité de l’exploitation des mines*. Tome I, Carilian-Goevry et Voo Dalmant, éd., Paris.
- CONOPHAGOS, C.E. (1980): *Le Laurium antique et la technique grecque de la production de l’argent*, Ekdotike Hellados S.A., Athènes.
- CONTRERAS CORTÉS, F. y CÁMARA SERRANO, J. A. (2000): “Las estrategias económicas en Peñalosa”, *Proyecto Peñalosa. Análisis histórico de las comunidades de la Edad del Bronce del piedemonte meridional de Sierra Morena y depresión Linares-Bailén* (F. Contreras, coord.), Arqueología Monografías 10, Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía, Sevilla, pp. 327-360.
- CÓRDOBA, A. y RODRÍGUEZ, A. (1992): “Oro y despropósitos. La minería en el Nuevo Reino de Granada 1500-1810”, *La minería en Nueva Granada. Notas históricas 1500-1810*, Publicaciones Especiales del Instituto Geológico y Minero, Madrid.
- DAVIES, O. (1933-1934): “Roman and medieval mining techniques”, *Transactions Institution of Mining and Metallurgy*, pp. 3-54.
- DORY, A. (1893): “Las minas antiguas de cobre y cobalto del Aramo descubiertas por el ingeniero Sr. Van Straalen”, *Revista Minera y de Ingeniería* 1463, pp. 332-337 y 1466, pp. 361-366.
- DORY, A. (1894): “Les mines préhistoriques de l’Aramo (Asturies)”, *Revue Universelle des mines, de la métallurgie des travaux publics et des arts appliqués a l’industrie* 24, pp. 121-126.
- DUTTON, A., FASHAM, P. J., JENKINS, D. A., CASELDINE, A. E. y HAMILTON-DYER, S.

- (1994): "Prehistoric Copper Mining on the Great Orme, Llandudno, Gwynedd", *Proceedings of the Prehistoric Society* 60, pp. 245-286.
- EIBNER, C. (1993): "Die Pongauer Siedlungskammer und der Kupferbergbau in der Urzeit", *5000 Jahre Cupferbergbau Mühlbach am Hochkönig-Bischofshofen* (W. Günther, C. Eibner, A. Lippert y W. Paar, eds.), Mühlbach and Bischofshofen, Gemeindeamt, pp. 10-26.
- FÁBREGAS VALCARCE, R., MARTÍNEZ CORIZAS, A., BLANCO CHAO, R. y CHESWOIRTH, W. (2003): "Environmental change and social dynamics in the second-third millenium BC in NW Iberia", *Journal of Archaeological Science* 30, pp. 859-871.
- FLORSCH, N., BEGHEIN, C., LISMONDE, B., CLERC, P. y ASEPAM (2002): "Sur l'aéragé naturel des anciennes galeries de mines en zone montagneuse: expérimentation et modélisation", *Revue d'Archéométrie* 26, pp. 47-65.
- FUERTES ARIAS, R. (1902): *Asturias industrial*, Edición facsímil de Alvizoras Llibros, Oviedo, 1999
- GONZÁLEZ, T. (1832): *Registro y relación general de minas de la Corona de Castilla*, T.I, De órden del Rey N. S. Madrid.
- HEALY, J. F. (1993): *Miniere e metallurgia nel mondo greco e romano*, «L'Erma» di Brestchneider, Roma.
- HUELGA-SUÁREZ, G., MOLDOVAN, M., SUÁREZ FERNÁNDEZ, M., DE BLAS CORTINA, M. Á., VANHAECKE, F. y GARCÍA ALONSO, J. I. (2012): "Lead isotopic analysis of copper ores from the Sierra El Aramo (Asturias, Spain)", *Archaeometry* 54:4, pp. 685-697.
- HUELGA-SUÁREZ, G., MOLDOVAN, M., SUÁREZ FERNÁNDEZ, M., DE BLAS CORTINA, M. Á. y GARCÍA ALONSO, J. I. (2014): "Defining the lead isotopes fingerprint of copper ores from North-West Spain: The el Milagro mine (Asturias)", *Archaeometry* 56:1, pp. 88-101.
- HUELGA-SUÁREZ, G., MOLDOVAN, M., SUÁREZ FERNÁNDEZ, M., DE BLAS CORTINA, M. Á. y GARCÍA ALONSO, J. I. (2014): "Isotopic composition of lead in copper ores and a copper artefact from the La Profunda mine (León-Spain)", *Archaeometry* 56:4, pp. 651-664.
- KERN, A., KOWARIK, K., RAUSCH, A. y RE-SCHWEITER, H. (eds.) (2009): *Kingdom of Salt. 7000 years of Halstatt*, Pb.by the Natural History Museum, Vienna.
- LECCIONES (1866): *Lecciones de laboreo de minas*, Imprenta de Cornelio y Compañía, Oviedo.
- LEVY, E. y SHALEV, S. (1989): "Prehistoric Metalworking in the Southern Levant: archaeometallurgical and social perspectives", *World Archaeology* 20:3, pp. 352-372.
- LING, J., STOS-GALE, Z., GRANDIN, L., BILLSTRÖM, K., HJÄRTHNER-HOLDAR, E. y PERSSON, P-O. (2014): "Moving metals II: provenancing Scandinavian Bronze Age artefacts by lead isotope and elemental analyses", *Journal of Archaeological Science* 41, pp. 106-132.
- LIU, F. y FENG, Z. (2012): "A dramatic climatic transition at ~4000 cal. yr. BP and its cultural responses in Chinese cultural domains", *The Holocene*, April, pp. 11-17.
- MAGNY, M. (2004): "Holocene climate variability as reflect by mid-European lake-level fluctuations and its probable impact on prehistoric human settlements". *Quaternary International* 113, pp. 65-79.
- MATÍAS RODRIGUEZ, R., NEIRA CAMPOS, A. y ALONSO HERRERO, E. (2001): "Un lugar en el olvido: los restos de la explotación prehistórica del yacimiento de cobre de la mina "La Profunda" (Cármenes, León)", *ProMonumenta* 3, pp. 15-24.
- MEIJIDE PARDO, A. (1985): *La antigua minería del cobre en el valle de Valedoras*, Xunta de Galicia, Servicio Central de Publicaciones, A Coruña.
- NEEDHAM, S. (2002): "Analytical implications for Beaker metallurgy in north-west Europe", *Die Anfänger der Metallurgie in der Alten Welt*, (H. Von, M. Bartelheim, E. Pernicka y R. Krause), Rahden/Westf, Verlag Marie, Leidorf GmbH, pp. 99-113.
- O'BRIEN, W. (1994): *Mount Gabriel: Bronze Age Mining in Ireland*, Bronze Age Studies 3, Galway.
- O'BRIEN, W. (2004): *Ross Island. Mining. Metal and Society in Early Ireland*, Bronze Age Studies 6, Department of Archaeology, National University of Ireland, Galway.
- ORIOI, R. (1893): "Los criaderos de cobre y cobalto del Aramo (Asturias)", *Revista Minera, Metalúrgica y de Ingeniería* 1469, pp. 390-392.
- PETREQUIN, A. M. y PETREQUIN, P. (1988): *Le Néolithique des Lacs. Préhistoire des lacs de Chalain et de Clairvaux (4000-2000 av. De J.C.)*, Ed. Errance, Paris.
- PICHLER, T., NICOLUSSI, K., GOLDENBERG, G., HANKE, K. KOVACS. y THURNER, A. (2013): "Charcoal from a prehistoric copper mine in the Austrian Alps: dendrochronological and dendrological data, demand for wood and forest", *Journal of Archaeological Science* 40, pp. 992-1002.

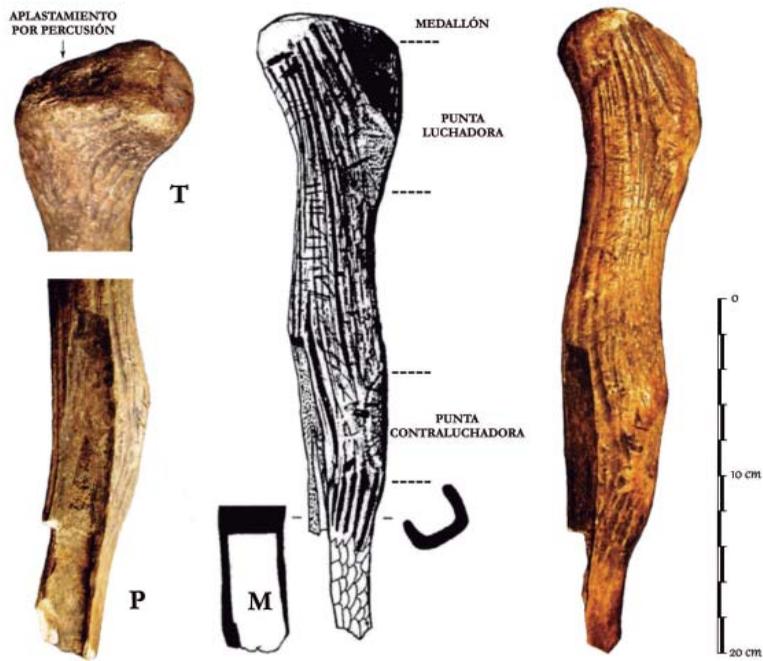
- PITTIONI, R. (1951): "Prehistoric Copper-mining in Austria. Problems and Facts", *Institute of Archaeology, Seventh Annual Report*, pp. 16-43.
- PLOQUIN, A., HAPP, J., BARGE, H. y GUENDON, J.-L. (1998): "Experimentation sur la bornite de Saint-Véran (Hautes Alpes)", *Palleometallurgie des cuivres. Actes du colloque de Bourg-en-Bresse et Beaune, 17-18oct. 1997*, Monographies Instrumentum 5, pp. 37-43.
- RAMSEYER, D. (1982): "Pièces emmanchées en os et en bois de cervidés. Découvertes néolithiques récentes du canton de Fribourg. Suisse occidentale", *L'industrie en os et bois de cervidé durant le néolithique et l'Âge des métaux* (H. Camps-Fabrer, org.), Ed. CNRS, Saint-Germain en Laye, pp. 194-211.
- RUA Y FIGUEROA, R. (1856): "Noticia sobre la explotación (*sic*) del criadero de Rammelsberg (Harz) y beneficio de los minerales de cobre procedentes del mismo...", *Revista Minera* 7, pp. 214-233.
- SIDERA, I. (1991): "Mines de silex et bois de cerf: l'exemple de Serbonnes: Le Revers de Brossard", *Revue. Arch. D'Est et du Centre* 42, pp. 63-91.
- SIMONIN (1867): *La vie souterraine ou les mines et les mineurs*, Paris, Ed. facsimile, Ed. Velázquez, Madrid, 1974.
- TIMBERLAKE, S. (1990): "Firesetting and Primitive Mining Experiment, Cwmystwyth, 1989", *Early Mining in the British Isles* (S. Crew, ed.), Plas Tan y Bwlch Occasional Paper 1, pp. 53-54.
- TIMBERLAKE, S. (2003): *Excavations on Copa Hill, Cwmystwyth (1986-1999). An Early Bronze Age copper mine within the uplands of Central Wales*, British Archaeological Report British Series 348.
- TOUSSAINT, M. (2009): "Apport de l'archéologie expérimental à la compréhension du creusement des tranchés d'implantation des allées couvertes de la fin du Néolithique", *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 106:1, pp. 57-72.
- URTEAGA, U., UGALDE, T. y STUDER, G. (2009-2010): "Minería prehistórica de cobre en Arritzaga, Aralar", *Boletín Arkeolan* 16, pp. 13-27.
- VIDAL, V. (1966): *Explotación de minas*, T. III, Ediciones Omega S.A., Barcelona.
- WEISS, H., COUNTY, M. A. y WETTERSTROM, W. (1993): "The genesis and collapse of 3<sup>rd</sup> millennium north Mesopotamian civilization", *Science* 261, pp. 995-1004.
- WEST, R. C. (1972): *La minería de aluvión en Colombia durante el periodo colonial*, D. E. Imprenta nacional, Bogotá.
- WINIGER, J. (1981): "Jungsteinzeitliche Gefäss-schnitzerei", *Helvetia Archaeologica* 12:45/48, pp. 189-198.
- ZSCHOCKE, K. y PREUSCHEN, E. (1932): "Das Urzeitliche Bergbauggebiet van Mühlbach-Bischofshofen", *Materialen zur Urgeschichte Osterreichse*, Heft VI. Wien.



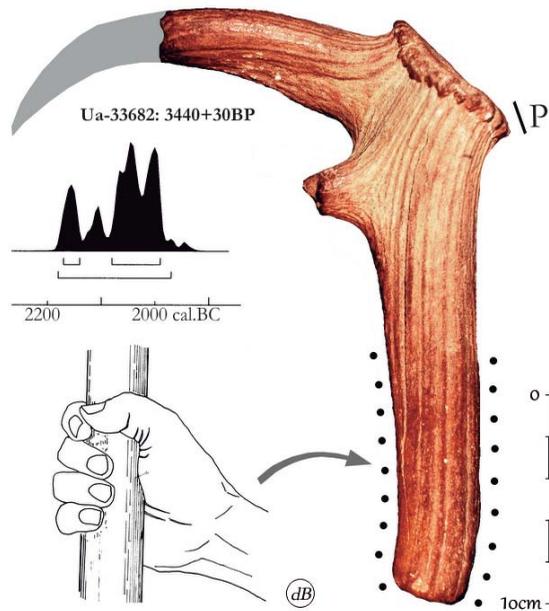
Lám. I.—Detalle del “Punto de Partida” con los pilares de anclaje labrados en la dolomía y distintos alvéolos de arranque al fuego recubiertos por una densa película de hollín.



Lám. II.—Costra de madera de tejo carbonizada adherida a una pared del “Punto de Partida” como residuo de una tea de iluminación, microfotografía de una visión radial de la misma y su data radiocarbónica.



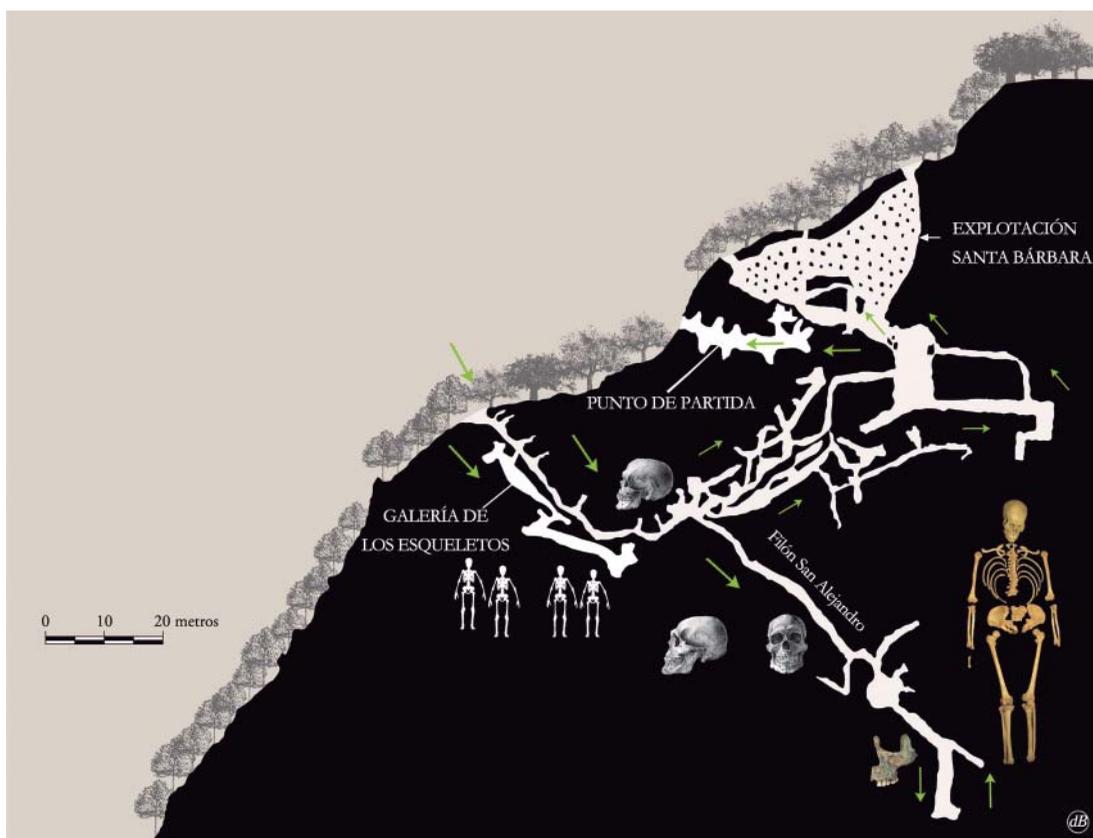
Lám. III.—“Punterola” confeccionada con el tallo de un asta de muda. La mortaja distal, de sección cuadrada, acogería un elemento apuntado.



Lám. IV.—Pico/palanca en asta de desmogue de cuyo prolongado uso, y de su resistencia laboral, dan muestra el acusado desgaste de la punta basilar y la abrasión del tallo por la mano del minero.



Lám. V.—Contraste entre la tenacidad de las astas de sacrificio, rotas, y una de desmogue (a la derecha) de largo uso. Procedencia: zona alta del filón San Alejandro, excavaciones de 2006-2007.



Lám. VI.—Zonas de localización de los esqueletos humanos sobre la proyección vertical de la labores. Las flechas indican el avance de los minados. El esqueleto completo, recuperado en 2006, se encontraba en un relicto de galería, superviviente de las cortas posteriores a 1947, en el sector bajo del filón San Alejandro, cuerpo depositado siglos después de que esa zona fuera explotada.