

UN ANTIGUO ESCORIAL EN BALLIBIERNA (BENASQUE, HUESCA)

José Antonio MANSO¹
José Antonio CUCHÍ¹

RESUMEN.— El presente artículo ofrece información preliminar sobre un escorial de una antigua fundición de hierro en Ballibierna (Benasque). No se han encontrado referencias escritas sobre la misma.

ABSTRACT.— The present paper offers preliminary information on an old slag deposit located in the valley of Ballibierna, at Benasque. No written information has been found on mining at this area.

KEY WORDS.— Slag deposit, ironwork, Ballibierna, Benasque (Spain).

INTRODUCCIÓN

Son abundantes las referencias a minas en Benasque: ASSO (1798), BADA (1805), ALDAMA (1846), MAESTRE (1845), MADDOZ (1845-1850), MALLADA (1878), IGME (1974), CALVO y cols. (1988), NIETO (1996), MATEO y cols. (2007), SUBÍAS y cols. (2008), MATA-PERELLÓ y CARDONA (2009). Se citan minas de plomo y una fundición en Sahún; la mina de plata de Labert, situada al noreste de Eriste; las minas de arsenopirita de Cerler y las del Portillón de Benasque. Salvo la mina de Cerler, a mediados del siglo XIX parece que habían cerrado todas las explotaciones.

¹ Escuela Politécnica Superior de Huesca. Universidad de Zaragoza. Carretera de Cuarte, s/n. E-22071 HUESCA. cuchi@unizar.es, manso@unizar.es

Hay que tener en cuenta que las minas se abren y cierran, respondiendo a necesidades puntuales de tipo local, oportunidades de mercado, ilusiones personales, actividades puramente especulativas e incluso a la experiencia técnica de algún promotor. Al servicio de las explotaciones mineras se organizan diversas instalaciones de tratamiento y concentración del mineral, alojamiento del personal y otras funciones auxiliares. La tipología, las dimensiones y la calidad de estas dependen de la importancia de la mina. A modo de ejemplo, ALDAMA (1846) lista las instalaciones de la mina de galena de San Andrés, en el término de Eriste, donde se incluye un horno de manga conectado con una trompa hidráulica o roncadera asociada a un salto de agua. Más detallada es la información que presenta NIETO (1996) para minas cercanas.

En cualquier caso, las instalaciones mineras se abandonan con el cierre de la mina y suelen ser rápidamente recicladas o vandalizadas. Las edificaciones pueden ser reutilizadas para usos pastoriles, pero, en general, se arruinan rápidamente por su situación a la intemperie. De la mina y sus instalaciones solo quedan con el tiempo las bocaminas, escombreras y ruinas, que desaparecen entre la vegetación y los derrubios de ladera. En muchas ocasiones, solo sobrevive el topónimo. Pero hay que tener en cuenta, como revelan los trabajos de GALOP y cols. (2002) y PÈLACHS y cols. (2009), que la minería y la metalurgia han tenido un importante pasado en los Pirineos, lo que ha afectado de una manera clara a la vegetación e incluso al paisaje, dadas las importantes cantidades de carbón vegetal que se obtienen a costa de los bosques cercanos, sin contar con el efecto de la contaminación.

Este artículo señala la existencia de los restos de una fundición de hierro en el valle de Ballibierna, en Benasque, donde hasta el presente no se han localizado referencias sobre una explotación de este tipo.

MARCO DEL ESTUDIO

Ballibierna es un valle lateral del Ésera, situado al sur del macizo de la Maladeta, cuyo detallado estudio geomorfológico fue realizado por LAMPRE (1998). Este bonito valle está encajado en el contacto entre los granitos del citado macizo y las rocas metamórficas de la Sierra Negra. Por intrusión de fluidos relacionados con magmas es frecuente la presencia de mineralizaciones en las aureolas metamórficas de los plutones. En la ladera sur del valle destaca la zona de El Royero, considerada parte de un importante

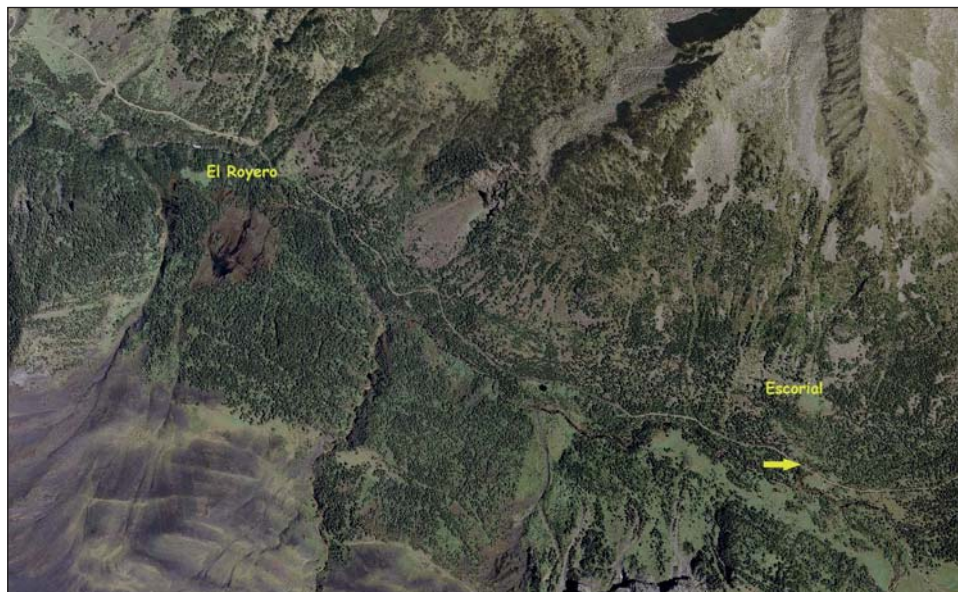


Fig. 1. Ubicación del escorial en Ballibierna. (Iberpix. Instituto Geográfico Nacional)

deslizamiento de ladera por GUTIÉRREZ-SANTAOLALLA y cols. (2005). Aquí afloran aguas ácidas con un contenido elevado en metales pesados (PUYAL y cols., 1998). Ambos trabajos indican la presencia de mineralizaciones ferruginosas en esta zona. La existencia de minerales de hierro está también asociada con una característica coloración pardo-rojiza en los cantos rodados de diversos manantiales, que también impregnan el barranco Rinero, afluente del Ésera en el puente de San Chaime.

También en el valle de Ballibierna se encuentra una importante acumulación de escorias, que se sitúa en las proximidades de la pista y cerca del refugio (coordenadas UTM: Huso 31, X: 304810, Y: 4720360, Z: 1959 msnm). La figura 1 presenta su ubicación, y en las figuras 2 y 3 se pueden observar detalles del depósito.

El depósito, que ha sido parcialmente utilizado como recebo de la cercana pista, tiene un espesor que supera los 4 metros de altura y un área que puede exceder de los 100 m². Hoy se encuentra reforestado espontáneamente por pies de pino negro (*Pinus uncinata*) que podrían superar los 100 años de antigüedad (Santiago Fábregas, comunicación personal *in situ*). Sin embargo, hay que tener en cuenta que la zona ha sido extensamente



Fig. 2. Acumulación de escorias en Ballibierna, desde la pista.



Fig. 3. Restos de edificación en acumulación de escorias en Ballibierna.



Fig. 4. Muestra de colada de Ballibierna.

talada hace unos treinta años. En su zona superior se encuentran restos de algún tipo de edificación.

La escombrera presenta restos de fundición de diversas características. Para estudiarlas, se seleccionó una muestra de colada cuya imagen puede verse en la figura 4.

La muestra, seleccionada por su aspecto y tamaño, presenta claras señales de material fluido. En su interior aparecen restos de carbón vegetal que pudieran servir para una datación. El carbón vegetal es también abundante en algunos tramos del camino, bien por acción humana o por fuego forestal.

MÉTODOS ANALÍTICOS

Una parte de la muestra de la figura 4 se ha remitido al servicio de análisis del Instituto de Ciencias de Materiales de Aragón (Universidad de

Zaragoza). La muestra se molió, a máxima amplitud, en atmósfera de helio en un molino de bolas durante una hora. El polvo resultante se analizó en un espectrómetro secuencial de fluorescencia de rayos X de Thermo Electron, serie ARL, modelo ADVANT'XP con tubo de rayos X de rodio. Para interpretar los datos, se ha utilizado el programa UNIQUANT para análisis semicuantitativo sin patrones (análisis secuencial desde el Mg al U).

Complementariamente, sobre una parte de la muestra molida se realizó un análisis del contenido en hierro por vía húmeda mediante absorción atómica por el método de la adición estándar. 1,0000 gramos de muestra molida se atacaron con agitación y hasta disolución de la muestra sólida, con 10 mililitros de ácido clorhídrico concentrado al 36,5% y 3 mililitros de ácido nítrico al 65%. Una vez disuelta la muestra, la solución se trasvasó a un matraz aforado de 500 mililitros y se recogió la totalidad de la muestra mediante lavados sucesivos con agua destilada y posterior enrase del matraz. En cuatro matraces aforados de 100 mililitros se añadió la cantidad necesaria de un patrón hierro de 515 mg/L (200, 400, 600 y 800 microL) para que una vez enrasados se obtuvieran cuatro disoluciones de 1,03 mg/L, 2,06 mg/L, 3,09 mg/L y 4,12 mg/L. A continuación, se añadieron 50 microlitros de la muestra a cada matraz de 100 mililitros con posterior enrase con agua destilada. Las concentraciones de hierro se midieron en un espectrofotómetro de absorción atómica VARIAN ESPECTRA AA110 ajustado para la determinación de hierro. La relación entre absorbancia y concentración se representó en una hoja Excel donde se representa la señal en función de la concentración y se calcula la recta de regresión y la ecuación de la recta. En esta ecuación, al igualar la variable y a 0, se obtiene el valor de la concentración de muestra en valor absoluto. La riqueza en hierro de la muestra se obtiene recalculando en sentido inverso las diluciones efectuadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla I presenta los resultados del análisis por fluorescencia de rayos X. Los resultados solo abarcan elementos de peso atómico superior al sodio y se expresan en porcentaje. El análisis solo ha detectado el 68% de la muestra. El resto corresponde a elementos de menor peso atómico (H, O, C...). Los resultados deben considerarse como semicuantitativos, tanto por el método analítico como por la poca representatividad de la muestra.

Tabla 1. Resultado por elementos del análisis mediante fluorescencia de rayos X de una parte de la escoria de la figura 4.

<i>Elemento</i>	<i>Fe</i>	<i>Si</i>	<i>Al</i>	<i>Ca</i>	<i>K</i>	<i>Mg</i>	<i>Ti</i>	<i>S</i>	<i>Mn</i>
Porcentaje del peso	48,5	11,9	4,7	0,9	0,9	0,8	0,2	0,07	0,04
Error estándar	0,35	0,17	0,11	0,05	0,05	0,04	0,01	0,03	0,003
<i>Elemento</i>	<i>Y</i>	<i>P</i>	<i>Ba</i>	<i>Ce</i>	<i>Sr</i>	<i>Nd</i>	<i>V</i>	<i>Co</i>	<i>La</i>
Porcentaje del peso	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,009	0,009
Error estándar	0,001	0,001	0,002	0,003	0,0007	0,002	0,001	0,002	0,002

Es evidente la dominancia de hierro entre los metales: un 48,5% del total de la muestra, que supone un 71% de lo analizado. El bajo contenido en fósforo se considera característica típica de los minerales pirenaicos (véanse, por ejemplo, los datos en LEROY y cols., 2012). La presencia de sílice, aluminio, calcio y potasio podría estar relacionada con la presencia de minerales (sílice y silicatos de calcio y potasio) del granito local, que debieron de utilizarse para las paredes del horno y quizás como material refractario.

La figura 5 presenta la correlación entre la absorbancia y la concentración para el análisis químico por vía húmeda.

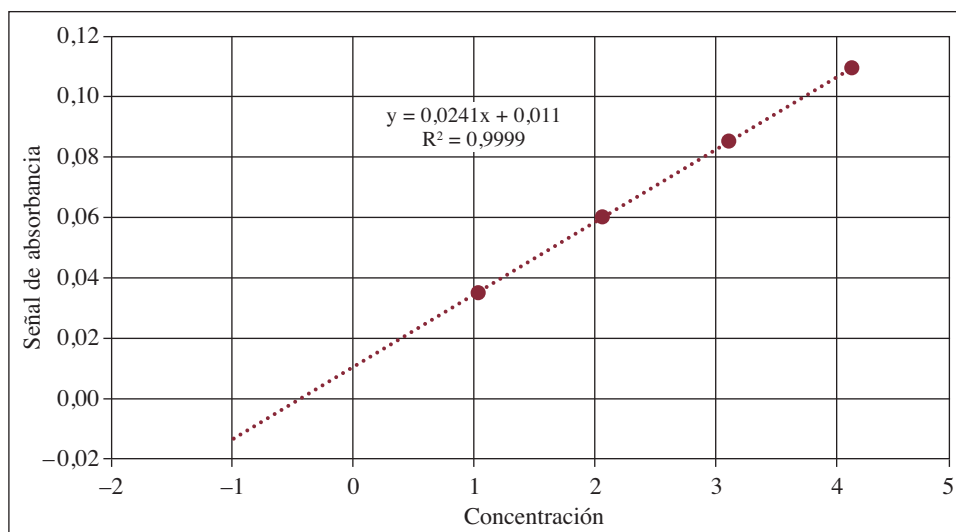


Fig. 5. Regresión entre la señal de absorbancia y la concentración de hierro en una muestra de escoria de Ballibierna.

Al igualar la variable y a 0 se obtiene un valor absoluto de la concentración de muestra de $x = 0,4564$ mg/L. Teniendo en cuenta las distintas diluciones que se han realizado en el proceso, se consigue un contenido de 45,64%. Este valor es muy aproximado a lo obtenido por fluorescencia de rayos X.

Con el estado actual de conocimientos, prácticamente nada se puede precisar sobre la tecnología de la fundición. Desconocemos el mineral utilizado y su proveniencia, que pudiera ser de la zona de El Royero. Esta fundición puede enmarcarse dentro de la minería y la producción de hierro pirenaicas, que tuvieron un auge importante en el vecino Ariège (DEMANGEON, 1921). Históricamente la tecnología ha evolucionado (véanse, por ejemplo, FRANÇOIS, 1843, y LEROY, 2010). Básicamente hay dos posibilidades: una reducción sin fusión, tipo forja catalana, o una fundición, con la posible ayuda de una trompa de agua. Las instalaciones pudieran estar complementadas por un martinete. La forja catalana, también llamada *vizcaína*, es, en general, un procedimiento más antiguo que el segundo caso. El aspecto de la muestra de la figura 4 sugiere una fusión del metal y, por tanto, el segundo procedimiento. Probablemente, se obtenía un metal base que necesitaba un refinado, y este se realizaba en otro lugar.

CONCLUSIONES

El presente artículo señala la presencia de una antigua instalación básica para procesar mineral de hierro situada en un valle lateral de Benasque, donde hasta el presente no se han encontrado referencias bibliográficas sobre minas. Por el momento, no es fácil sugerir una edad para la instalación. Una vez más, hay que indicar la necesidad de estudios más detallados.

AGRADECIMIENTOS

Como siempre, ha sido inestimable la ayuda de Ana Oliva, Ester Puyol y Susana Navarro, de la biblioteca y centro de documentación del Instituto de Estudios Altoaragoneses. Asimismo, hay que agradecer la paciencia de José Barrabés, de Benasque, y Jorge Mayoral, del Hospital de Benasque, que han respondido a nuestras preguntas. José Luis Cuchí ayudó en cuestiones de la metalurgia del hierro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDAMA, J. (1846). Apuntes geognóstico mineros de la provincia de Huesca y parte de la de Zaragoza o el territorio designado con el título de Alto Aragón. En *Anales de Minas*, tomo IV: 191-233. Imprenta de D. A. Espinosa y compañía. Madrid.
- ASSO, I. J. (1798). *Historia de la economía política de Aragón*. Imprenta de Francisco Magallón. Zaragoza. 503 pp.
- BADA, A. (1805). *Tratado de las virtudes y usos de las aguas minerales de la Villa de Benasque del partido de Benavarre en el reyno de Aragón*. Oficina de Medardo Heras. Zaragoza. 48 pp.
- CALVO, M., J. BESTEIRO, E. SEVILLANO y A. POCOVÍ (1988). *Minerales de Aragón*. Mira. Zaragoza. 207 pp.
- DEMANGEON, A. (1921). La répartition de l'industrie du fer en France en 1789. *Annales de Géographie*, 30 (168): 401-415.
- FRANÇOIS, J. (1843). *Recherches sur le gisement et le traitement direct des minerais de fer dans les Pyrénées et particulièrement dans l'Ariège: suivies de considérations historiques, économiques et pratiques sur le travail du fer et de l'acier dans les Pyrénées*. Carilian-Goeury et V. Dalmont. París. 470 pp.
- GALOP, D., F. MONNA, A. BEYRIE, L. CAROZZA, V. MOUGIN, G. PARENT y F. MAREMBERT (2002). Métallurgie et histoire de l'environnement au cours des cinq derniers millénaires en Pays Basque nord (Vallée de Baigorri, Pyrénées Atlantiques, France): resultats préliminaires d'une approche interdisciplinaire. *Archeologia Postmedievale*, 6: 155-169.
- GUTIÉRREZ-SANTAOLALLA, F., E. ACOSTA, S. RÍOS, J. GUERRERO y P. LUCHA (2005). Geomorphology and geochronology of sacking features (uphill-facing scarps) in the Central Spanish Pyrenees. *Geomorphology*, 69: 298-314.
- IGME (1974). *Mapa metalogenético de España. Escala 1:200000. Hoja 23 (Huesca)*. IGME (Memoria, 23). Madrid. 1 mapa.
- LAMPRE, F. (1998). *Estudio geomorfológico de Ballibierna*. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón. Zaragoza. 200 pp.
- LEROY, S. (2010). *Circulation au Moyen Âge des matériaux ferreux issus des Pyrénées ariégeoises et de la Lombardie. Apport du couplage des analyses en éléments traces et multivariées*. Tesis doctoral. Universidad Tecnológica de Belfort-Montbeliard. 400 pp.
- LEROY, S., S. X. COHEN, C. VERNA, B. GRATUZE, F. TÉREYGEOL, P. FLUZIN, L. BERTRAND y P. DILLMANN (2012). The medieval iron market in Ariège (France). Multidisciplinary analytical approach and multivariate analyses. *Journal of Archaeological Science*, 39 (4): 1080-1093.
- MADOZ, P. (1845-1850). *Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones de ultramar*. Establecimiento tipográfico de P. Madoz y L. Sagasti. Madrid.

- MAESTRE, A. (1845). Descripción geognóstica y minera del distrito de Cataluña y Aragón. *Anales de Minas*, 3: 193-278.
- MALLADA, L. (1878). *Memorias de la Comisión del mapa Geológico de España. Descripción física y geológica de la provincia de Huesca*. Edición facsímil. IEA (Rememoranzas, 4). Huesca. 400 pp.
- MATA-PERELLÓ, J. M.^a, y V. CARDONA (2009). Recorregut de recerca geològica i mineralògica per la comarca de la Vall de Benàs: des d'Erist al Portilló de Benàs. *ALGEPES. Revista de Geologia*, serie B, 477: 1-5.
- MATEO, E., C. BIEL, I. FANLO e I. SUBÍAS (2007). El yacimiento de Fe-As-Cu-Sb de Cerler, Alto Aragón occidental. *Macla*, 7: 108.
- NIETO, J. J. (1996). El proceso sidero-metalúrgico altoaragonés: los valles de Bielsa y Gistaín en la Edad Moderna. *Llull*, 19: 471-507.
- PÈLACHS, A., J. NADAL, J. M. SORIANO, D. MOLINA y R. CUNILL (2009). Changes in Pyrenean woodlands as a result of the intensity of human exploitation: 2000 years of metallurgy in Vallferrera, northeast Iberian Peninsula. *Vegetation History and Archaeobotany*, 15 (5): 403-416.
- PUYAL, M. Á., J. A. CUCHÍ y J. A. MANSO (1988). Hidroquímica de las aguas naturales del Pirineo aragonés. *Lucas Mallada*, 10: 173-187.
- SUBÍAS, I., I. FANLO, E. MATEO y C. BIEL (2008). Explotaciones mineras del entorno del Hospital de Benasque: geología y encuadre histórico. *Macla*, 9: 239-240.
- UTRILLA, J. F. U. (2006). La moneda y la circulación monetaria en el Reino de Aragón en el siglo XI: notas documentales. *Aragón en la Edad Media*, 19: 539-554.