ACOPIOS

An Iberian Mineralogist Journal

ISSN 2171-7788



V132022







ACOPIOS

An Iberian Mineralogist Journal **Revista Ibérica de Mineralogía**

Volumen 13, 2022 ISSN 2171-7788

DIRECTOR/DIRETOR

Santos Barrios Doctor en Geología e Ingeniero Técnico de Minas Profesor asociado del Dpto. de Geología de la Universidad de Salamanca

EDITOR JEFE/EDITOR CHEFE

Jesús Alonso Geólogo, Master en Museología Vitoria-Gasteiz, País Vasco, España

COMITÉ ASESOR/COMITÉ ASSESSOR

José Manuel Compaña Prieto Doctor en Química

Técnico de Investigación del Servicio de Difracción de Rayos-X de la Universidad de Salamanca

Juan Gómez Barreiro Doctor en Geología Profesor Titular del Dpto. de Geología de la Universidad de Salamanca

EDITA

MTIEDIT, Vitoria-Gasteiz, 2022 Versión impresa de su original *on line* https://mti-acopios.blogspot.com/

Editada en España - Edited in Spain

ACOPIOS

An Iberian Mineralogist Journal Revista Ibérica de Mineralogía MTIEDIT ISSN 2171-7788

Sumario/Sumário

COMPANA PRIETO, J.M.; BARRIOS SANCHEZ, S.; GARCIA ZAPATA, A. y GOMEZ BARREIRO, J. Hidroxilherderita de la cantera Romãs (Sátão, Viseu, Portugal)1-	8
GARRIDO SUSAÑO, M.; RAMÍREZ FRAGIEL, J.D. y GARCÍA ZAPATA, A. (2022) Indicios de Pb-Zn-Cu-Fe del Área de El Barraco-Hoyo de Pinares	

(Ávila): Guía de campo9-45



An Iberian Mineralogist Journal Revista Ibérica de Mineralogía

Volumen 13, 2022

Hidroxilherderita de la cantera Romãs (Sátão, Viseu, Portugal)

José Manuel COMPAÑA PRIETO⁽¹⁾, Santos BARRIOS SÁNCHEZ⁽²⁾, Álvaro GARCÍA ZAPATA⁽²⁾ y Juan GÓMEZ BARREIRO⁽²⁾

(1) Servicio de Difracción de Rayos X, NUCLEUS - Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca, Plaza de los Caídos s/n, 37008-Salamanca, España jmcompana@usal.es

(2) Departamento de Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca, Plaza de los Caídos s/n, 37008-Salamanca, España s.barrios@usal.es; jugb@usal.es; alvarogar98@usal.es

Resumen

COMPAÑA PRIETO, J.M.; BARRIOS SÁNCHEZ, S.; GARCÍA ZAPATA, A. y GÓMEZ BARREIRO, J. (2022). Hidroxilherderita de la cantera Romãs (Sátão, Viseu, Portugal). *Acopios*, **13**: 1-8.

Los cristales de hidroxilherderita hallados en la cantera Romãs (Viseu, Portugal), son actualmente las mayores de la Península Ibérica y de las mayores de Europa. Aunque ya habían sido puestas de manifiesto, no se conocían sus características químicas y estructurales, por lo que se han realizado diversos análisis mediante fluorescencia y difracción de Rayos-X, en un conjunto de ejemplares recuperados durante el año 2006 en dicha cantera.

Palabras clave: hidroxilherderita, fluorescencia, difracción, rayos X.

Resumo

COMPAÑA PRIETO, J.M.; BARRIOS SÁNCHEZ, S.; GARCÍA ZAPATA, A. y GÓMEZ BARREIRO, J. (2022). Hidroxilherderite da pedreira Romãs (Sátão, Viseu, Portugal). *Acopios*, **13**: 1-8.

Atualmente, as amostras de hidroxilherderite encontrados na pedreira de Romãs (Viseu, Portugal), são as maiores da Península Ibérica e uma das maiores da Europa. Apesar da sua ocorrência já ser conhecida, as suas características químicas e estruturais não haviam sido estudadas. Por isso, foram realizadas várias análises por fluorescência e difração de raios X, em um conjunto de espécimes recuperados durante o ano de 2006 na referida pedreira.

Palavras chave: hidroxilherderite, fluorescência, difração, raios X

INTRODUCCIÓN

La Hidroxilherderita es un mineral secundario poco frecuente, generalmente de origen pegmatítico, formado por la alteración de minerales de Be en etapas tardías. Las referencias existentes sobre este mineral en la Península Ibérica son muy escasas, observándose al microscopio, por ejemplo, en las pegmatitas de la zona de Cap de Creus en Girona (Alfonso y Melgarejo, 2000) o en las minas de Sn-W de Forcarei y Lalín en Pontevedra, donde destaca la presencia de pegmatitas con contenidos de Tierras Raras (Fuertes-Fuente et al., 2000). Por último, aparece citada en las pegmatitas de "Los Veneros" al NE de Belvís de Monroy en Cáceres, apreciándose de forma ocasional en forma de pequeños cristales individuales de hasta 3 mm, dispuestos sobre feldespato y asociado a apatitos (Calvo, 2015). En todos estos casos, hidroxilherderita presenta un tamaño muy fino.

Sin embargo, en la cantera Romãs, situada en el municipio de Sátão dentro del Distrito de Viseu, en la zona centro de Portugal, fue posible recuperar durante al menos el año 2006, un pequeño conjunto de cristales de hidroxilherderita de hasta 3 cm de longitud. Se trata de los mayores ejemplares de este mineral en la Península Ibérica y de los más grandes de Europa, junto a las muestras recuperadas en la zona de la montaña Epprechtstein en Alemania y que se recogen en la página web MINDAT (*https://www.mindat.org/loc-1767.html*). La cantera Romãs se mantuvo activa aproximadamente entre los años 2004 y 2008 y en ella se explotó con fines ornamentales, un granito biotítico y porfídico en el que encajan filones aplíticos y pegmatíticos, siendo estos últimos los que fueron objeto del muestreo.

Aunque algunos ejemplares de esta localidad portuguesa han sido puestos de manifiesto igualmente en la página web MINDAT (*https://www.mindat.org/loc-231753.html*), no han sido aportados datos analíticos, por lo que en este trabajo se mostrarán resultados de los análisis realizados por difracción y fluorescencia de rayos-x sobre diversos ejemplares de esta localidad.

HIDROXILHERDERITA

La hidroxilherderita (CaBe(PO₄)(OH)) es un fosfato perteneciente al grupo de la Herderita y, a su vez, se encuentra incluida en el supergrupo de la Gadolinita. Cristaliza en el sistema monoclínico (2/m) y muestra una dureza de 5-5,5 en la escala de Mohs. Aparece generalmente asociado a pegmatitas ricas en Be, Li, Nb, Ta y Sn y dispuesta en bandas ricas en albita. Se trata de un mineral secundario que se forma a partir de la alteración de minerales con Be, como por ejemplo berilo (Fuertes-Fuente y Martín-Izard, 1998).

El hábito de los ejemplares de hidroxilherderita obtenidos en la cantera Romãs son similares a los descritos en otras localidades (Fig. 1, izquierda). La cristalografía morfológica de esta especie presenta problemas debido a que su ángulo beta es 90° 06' lo que origina una morfología pseudo-ortorrómbica (Dunn et al., 1979).

Los cristales medidos presentan tamaños variables que comprenden desde 0,3 mm hasta incluso 3 cm. En cuanto al color, predomina el blanco o blanco amarillento (Fig. 1-3) y en ocasiones tonos marrones o grisáceos. Aunque la mayor parte son opacos, algunos de los cristales son translúcidos e incluso transparentes (Fig. 1, derecha). El brillo vítreo destaca igualmente en la mayor parte de las muestras observadas, aunque algunos cristales lo han perdido debido posiblemente a una alteración superficial posterior o por la presencia de una fina pátina de óxi-hidróxidos de Fe. La hidroxilherderita aparece en esta cantera asociada a otros minerales como fluorita y apatito (Fig. 2 y 3).



Figura 1: A la izquierda, esquema de un cristal de hidroxilherderita de 7,8 x 5,5 x 4,4 cm procedente de la Virgem da Lapa (colección del Smithsonian: NMNH# 143032): $q = \{112\}$, $b = \{010\}$, $c = \{OOI\}$, $u = \{021\}$ (Dunn et al., 1979). A la derecha, cristal de Hidroxilherderita de la cantera Romãs. Tamaño: 1,6 x 1,1 x 0,6 cm. Col. Santos Barrios (Fot. Fernando Sánchez Cuadrado).



Figura 2: Conjunto de cristales de Hidroxilherderita sobre ortoclasa con crecimiento epitaxial de albita, junto a apatito y fluorita. Tamaño del conjunto: 8,5 x 6,5 x 3 cm. Col. Santos Barrios (Fot. Fernando Sánchez Cuadrado).



Figura 3: Cristal de hidroxilherderita de 1 cm de longitud y color blanco amarillento, sobre una piña de fluoritas octaédricas. Tamaño: $2,1 \times 1,1 \times 1$ cm. Col. Santos Barrios (Fot. Fernando Sánchez Cuadrado).

ANÁLISIS QUÍMICOS

Para identificar la especie mineral y determinar su composición química, las muestras se analizaron en el Servicio de Difracción de Rayos X de la Universidad de Salamanca. La composición elemental se determinó mediante micro-fluorescencia de rayos X. Este análisis permite determinar los elementos presentes y su proporción relativa para todos los elementos comprendidos entre sodio (Z=11) y uranio (Z=92). Los ensayos se han realizado en un espectrómetro Bruker, modelo M4 Tornado, utilizando radiación de Rh concentrada mediante una óptica policapilar en un spot $<20\mu$ m (Mo-K α).

Para el posicionamiento y enfoque de la muestra el equipo dispone de una mesa motorizada capaz de soportar ejemplares de hasta 5 kg de peso. La selección del área de interés se realiza mediante dos microscopios coaxiales con magnificaciones de 10X y 100X, que permiten la captación simultánea de imágenes.

Los datos han sido adquiridos en vacío (20 mbar) para mejorar la sensibilidad a elementos ligeros, con el generador operando a 50 kV y 150 μ A, utilizando dos detectores para incrementar la intensidad de la señal recibida. El tiempo de adquisición para cada espectro fue de 30 s. Posteriormente, los espectros se procesaron con el software ESPRIT M4 v. 1.5.2.65 para obtener un análisis semicuantitativo expresado como porcentaje másico de elementos mayores, como elementos u óxidos, según el caso. Finalmente, los resultados fueron normalizados (Tabla I).

ELEMENTO % ATÓMICO		ÓXIDO	% PESO			
Р	P 16,62		50,89			
0	63,14	-	-			
Са	18,38	CaO	44,47			
AI	0,67	AI_2O_3	1,46			
Si	1,03	SiO ₂	2,68			
ĸ	0,07	K ₂ O	0,15			
Fe	0,04	Fe_2O_3	0,13			
Sr	0,04	SrO	0,17			
Y 0,01		Y_2O_3	0,05			
SUMA	100,00		100,00			

Tabla I

Tabla I. Resultados del análisis elemental, en % atómico y % peso (óxidos), normalizado.

Dado que el equipo utilizado no detecta elementos más ligeros que Na, la cantidad de oxígeno ha sido calculada por el software, como combinación estequiométrica con el mismo para cada elemento detectado. Por la misma razón, no puede detectarse la presencia o ausencia de Be en la muestra, la cual es la diferencia química esencial entre la serie de la herderita, CaBe(PO₄)(F/OH) y la del apatito, Ca₅(PO₄)₃(Cl/F/OH). No obstante, resulta posible identificarlos teniendo en cuenta su diferente ratio atómico Ca:P, que es 1:1 en el primer caso, y 5:3 en el segundo. A partir de los datos de la tabla I se aprecia que el ratio en este caso es 18,38/16,62 = 1,10. Teniendo en cuenta los posibles márgenes de error, el ejemplar corresponde claramente a la serie herderita-hidroxilherderita. Desafortunadamente no resulta posible confirmar por esta técnica la presencia/ausencia de F ni de OH, por lo que es necesaria la utilización de técnicas adicionales.

Con el fin de intentar concretar la identificación del mineral, se realizó un análisis de difracción de rayos X en un difractómetro Bruker D8 Advance ECO, provisto de tubo de Cu, filtro de Ni de 0,02 mm y un detector LYNXEYE. Los difractogramas fueron registrados en el intervalo 4-65°, con un tamaño de paso de 0,02° y un tiempo de análisis de 20 min. Los datos obtenidos se analizaron en el software Bruker DIFFRAC.EVA V.4.2.2. Se tomó un pequeño fragmento de muestra, que fue reducido a polvo en un mortero de ágata. Para minimizar la cantidad de muestra necesaria, se utilizó un portamuestras de silicio monocristalino de muy bajo fondo, en el que pueden tomarse datos de difracción de buena calidad, con cantidades muy pequeñas de muestra, inferiores a 0,1g.

Las fases presentes en el difractograma se identificaron mediante comparación con las fichas contenidas en la base de datos PDF2-2004. El difractograma indica la presencia de herderita (PDF70-2062) y de una pequeña cantidad de cuarzo (PDF70-3755). Las fichas disponibles para herderita muestran algunas incoherencias, puesto que se refieren a esta fase como CaBe(PO₄)(OH), que realmente corresponde a hidroxilherderita. Esta cuestión no ha pasado desapercibida, puesto que la mayor parte de los ejemplares naturales presentan OH>F por lo que, estrictamente hablando, corresponden a términos intermedios de la serie, pero más próximos a hidroxilherderita (Lager y Gibbs, 1974; Harlow y Hawthorne, 2008; Gatta et al., 2014).



Figura 4: Afinamiento por el método de Le Bail de los datos de difracción de polvo de hidroxilherderita, mostrando la concordancia entre los difractogramas experimental (rojo) y calculado (azul). Además, se muestra el fondo calculado (verde) y la curva de diferencia (rojo, debajo). Las líneas verticales marcan las posiciones de las reflexiones correspondientes a herderita (rojo) y cuarzo (verde).

Ante la ausencia de datos definitivos al respecto, la mejor opción es la determinación de la celda unidad a partir de los datos de difracción de polvo, mediante un ajuste de por mínimos cuadrados siguiendo el método de Le Bail (Fig. 4). Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla II, comparándose con los disponibles para herderita e hidroxilherderita obtenidos por difracción de rayos X en monocristal (Harlow y Hawthorne, 2008). En esta tabla, las cifras entre paréntesis indican el error asociado a la última cifra decimal del resultado al que acompañan. Cuando no está presente, indica que la bibliografía no la proporciona, con la salvedad de los ángulos de 90°, en los que el valor es exacto. Como se observa en la Fig. 4, se obtiene buena concordancia entre las posiciones de las reflexiones experimentales con las calculadas, si bien, queda un pico sin ajustar aproximadamente a 26,6°, correspondiente a la reflexión principal del cuarzo. Dado que la cantidad presente es pequeña, su contribución a la intensidad es prácticamente despreciable en la posición del pico más intenso, por lo que no supone una interferencia significativa.

PARÁMETRO	MUESTRA CANTERA ROMÃS (PORTUGAL)	HERDERITA (MOGOK)	HIDROXILHERDERITA (MINA GOLCONDA, BRASIL)	HIDROXILHERDERITA (MINA SAUBERG)
a (Å)	4,7980(4)	4,7633(2)	4,804	4,7853(2)
b (Å)	7,6593(5)	7,6769(3)	7,661	7,6680(3)
c (Å)	9,7785(6)	9,7446(4)	9,789	9,7615(4)
α (°)	90	90	90	90
β (°)	90,040(5)	90,667(1)	90,02	90,184(1)
γ (°)	90	90	90	90
V (Å ³)	359,35(4)	356,31(4)	360,269	358,18(4)

Tabla II

Tabla II. Parámetros de celda unidad obtenidos para la muestra analizada, así como los disponibles para herderita e hidroxilherderita (Lager y Gibbs, 1974; Harlow y Hawthorne, 2008). Entre paréntesis se ha incluido el error asociado a la última cifra decimal del resultado al que acompañan.

La comparación de los parámetros de celda mostrados en la Tabla II indica que la muestra analizada presenta valores de celda intermedios entre los indicados por Harlow y Hawthorne (2008) para los términos 52% (mina Sauberg, Alemania) y 71% (mina Golconda, Brasil) de hidroxilherderita, encontrándose valores muy próximos a este último. Si bien no hay datos suficientes para realizar una interpolación fiable, puede concluirse que el ejemplar analizado corresponde sin duda a un término mayoritario de hidroxilherderita.

AGRADECIMIENTOS

A Fernando Sánchez Cuadrado por la realización de las fotografías de los especímenes minerales mostrados en este trabajo.

Esta investigación se enmarca dentro de las acciones de diseminación y divulgación de los proyectos PID2020-117332GB-C21 y C22 financiados por el MCIN/AEI/10.13039/501100011033.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFONSO, M.P. Y MELGAREJO, J.C. (2000). Boron vs. Phosphorus in granitic pegmatites: the Cap de Creus case. *Journal of the Czech Geological Society*, **45**: 1-2. http://hdl.handle.net/2117/119960

CALVO, M. (2015). *Minerales y Minas de España*. Volumen VII Fosfatos, Arseniatos y Vanadatos. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Madrid. 477 págs.

CATHELINEAU, T. (2019). Purple Hydroxylherderite from Brazil. *The Journal of Gemmology*, **36(6)**: 501-503.

DUNN, P.J., WOLFE, C.W., LEAVENS, P.B & WILSON, W.B (1979). Hydroxylherderite from Brazil and a guide to species nomenclature for the herderite/hydroxylherderite series. *The Mineralogical Record*, **10**(**1**): 5-11.

FUERTES-FUENTE, M. Y MARTÍN-IZARD, A. (1998). The Forcarei Sur rareelemental granitic pegmatite field and associated mineralization, Galicia, Spain. *The Canadian Mineralogist*, **36**: 303-325. FUERTES-FUENTE, M., MARTÍN-IZARD, A., BOIRON, M.C. Y MANGAS, J. (2000). Fluid evolution of rare-element and muscovite granitic pegmatites from central Galicia, NW Spain. *Mineralium Deposita*, **35**: 332-345.

GATTA, G.D., JACOBSEN, S.D., VIGNOLA, P., MCINTYRE, G.J., GUASTELLA, G. & ABATE, L.F. (2014). Single-crystal neutron diffraction and Raman spectroscopic study of hydroxylherderite, CaBePO₄(OH,F). *Mineralogical Magazine*, **78**: 723-737. https://doi.org/10.1180/minmag.2014.078.3.18

HARLOW, G.E. & HAWTHORNE, F.C. (2008). Herderite from Mogok, Myanmar, and comparison with hydroxyl-herderite from Ehrenfriedersdorf, Germany. *American Mineralogist*, **93**: 1545-1549. https://doi.org/10.2138/am.2008.2943

LAGER, G.A. & GIBBS, G.B. (1974). A Refinement of the Crystal Structure of Herderite, GaBePO,OH. *American Mineralogist*, **59**: 919-925.

Manuscrito original recibido el 19 de julio de 2022. Publicado: 27 de julio de 2022.

Indicios de Pb-Zn-Cu-Fe del Área de El Barraco-Hoyo de Pinares (Ávila): Guía de campo

Martín GARRIDO SUSAÑO $^{(1)}$, José Daniel RAMÍREZ FRAGIEL $^{(2)},$ Álvaro GARCÍA ZAPATA $^{(3)}$

^{1, 2, 3} Departamento de Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca, Plaza de los Caídos s/n, 37008-Salamanca, España

(1) martings@usal.es (2) jramfra@usal.es (3) alvarogar98@usal.es

Resumen

GARRIDO SUSAÑO, M.; RAMÍREZ FRAGIEL, J.D. y GARCÍA ZAPATA, A. (2022). Indicios de Pb-Zn-Cu-Fe del Área de El Barraco-Hoyo de Pinares (Ávila): Guía de campo. *Acopios*, **13**: 9-45.

El presente trabajo consiste en una revisión de las labores mineras más relevantes del distrito minero Área de El Barraco-Hoyo de Pinares (Ceferina, Santa Cruz, Majalbuey o Jarayana, Cerrillo Altío o Limosnera, Solana del Parrao y Chorro Morrueco) en forma de guía de campo que incluye sus aspectos geológicos y mineros más interesantes. En ellas, se explotaron un conjunto de filones de cuarzo con mineralizaciones de Pb-Zn-Cu-Fe, encajados en fracturas tardivariscas que afectan a los granitos del Sistema Central Español. Los minerales de mena son galena y esfalerita y en menor medida calcopirita y pirita, junto a otros minerales metálicos como arsenopirita. Los minerales de la ganga son fundamentalmente cuarzo, carbonatos y filosilicatos. El encajante consiste en un granito biotítico con una importante alteración hidrotermal debido a los fluidos mineralizadores. Las labores conservan parte de los elementos mineros, como calicatas, trincheras, pozos e incluso galerías que en algún caso han sido recuperadas para su visita (minas Ceferina y Solana del Parrao).

Palabras clave: filones de cuarzo, galena, esfalerita, El Barraco-Hoyo de Pinares.

Abstract

GARRIDO SUSAÑO, M.; RAMÍREZ FRAGIEL, J.D. y GARCÍA ZAPATA, A. (2022). Pb-Zn-Cu-Fe ore showings from El Barraco-Hoyo de Pinares Area (Ávila): Field Guide. *Acopios*, **13**: 9-45.

The aim of this work is the review of the most relevant mines in the El Barraco-Hoyo de Pinares area mining district (Ceferina, Santa Cruz, Majalbuey or Jarayana, Cerrillo Altío or Limosnera, Solana del Parrao and Chorro Morrueco) as a field guide that includes their most interesting geological and mining aspects. In them, a set of quartz veins with Pb-Zn-Cu-Fe mineralizations were exploited, which are embedded in Late Varisque fractures that affect granites of the Spanish Central System. The ore minerals correspond to galena and sphalerite and to a lesser extent chalcopyrite and pyrite, which appear together with other metallic minerals such as arsenopyrite. The gangue minerals are mainly quartz, carbonates and phyllosilicates. The host rock consists of a biotite granite that shows significant hydrothermal alteration due to mineralizing fluids. The workings preserve part of the mining elements, such as pits, trenches, wells and even galleries that in some cases, have been recovered to be visited (Ceferina and Solana del Parrao mines).

Keywords: quartz lode, galena, sphalerite, El Barraco-Hoyo de Pinares.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La provincia de Ávila no destaca por la cantidad de indicios mineros y explotaciones que presenta y, además, gran parte de estos aún no han sido estudiados en profundidad. Sin embargo, en la zona SE de la provincia, se concentra un cierto número de interesantes mineralizaciones hidrotermales de Pb-Zn-Cu-Fe-(Ag), en un distrito conocido como Área de El Barraco-Hoyo de Pinares (Jiménez Benayas *et al.*, 1997).

Se trata de un conjunto de explotaciones cuyos trabajos tuvieron lugar a finales del siglo XIX y se retomaron posteriormente durante la segunda mitad del siglo XX, momento en el que además se realizaron nuevas investigaciones mineras (Sánchez Fernández, 1988; Jiménez Benayas *et al.*, 1997; Barrios, 2009). En su mayoría conservan los elementos resultantes de la explotación (zanjas, cortas, pocillos, galerías o escombreras), lo que permite estudiar las diferentes mineralizaciones, convirtiéndose en muy buenos ejemplos para un primer acercamiento a mineralizaciones de este tipo.

Durante una práctica de campo organizada por el Dpto. de Geología de la Universidad de Salamanca (USAL), pudimos conocer algunas de estas mineralizaciones. Tras la visita, y observando las posibilidades geológicas que ofrece la zona, hemos elaborado una guía de campo con la información disponible sobre la mineralogía y la minería de los indicios más relevantes del distrito minero del Área de El Barraco-Hoyo de Pinares, como son las minas Ceferina o Los Horcajuelos, Santa Cruz, Jarayana o Majalbuey, Limosnera o Cerrillo Altío, Solana del Parrao y Chorro Morrueco. De esta manera, el público interesado en la temática puede conocer la zona disponiendo del material necesario para la visita y la comprensión de cada una de las mineralizaciones propuestas.

ANTECEDENTES

Los primeros registros sobre solicitudes de terrenos para la explotación de los indicios del distrito minero de El Barraco-Hoyo de Pinares (Jiménez Benayas *et al.*, 1997) se remontan a finales del siglo XIX, y consistieron en pequeñas explotaciones de tipo artesanal. No es hasta la segunda mitad del siglo XX cuando son explotados de nuevo, aunque el tiempo de explotación fue también corto (Sánchez Fernández *et al.*, 1989).

Respecto a los trabajos de investigación, son escasos y comienzan en la década de los años 80 del siglo XX. Las primeras investigaciones en depósitos de tipo BPGC similares a los estudiados en este trabajo, tuvieron lugar sobre mineralizaciones de la Sierra de Guadarrama, para las que se ha sugerido un origen ígneo de tipo hidrotermal (Vindel, 1982; Gutiérrez Maroto *et al.*, 1986).

Al mismo tiempo, se recogen datos acerca de los filones de la zona E de la provincia de Ávila, en la recopilación de indicios mineros llevada a cabo por la Sociedad de Investigación y Explotación Minera de Castilla y León, S.A. (SIEMCALSA; Jiménez Benayas *et al.*, 1997) donde se mencionan entre otras, las minas Chorro Morrueco (nº 2186) y Solana del Parrao (nº 2187).

Unos años más tarde, surgen los primeros trabajos de investigación en esta zona a cargo de Sánchez Fernández (1988), quien recoge en su Trabajo de Grado un estudio sobre las mineralizaciones de Pb-Zn del área de El Barraco-Hoyo de Pinares, para conocer su mineralogía, origen y potencial metalogenético. Posteriormente, Sánchez Fernández *et al.* (1989) elaboraron una recopilación de los indicios de esta área, tratándose de un resumen de su anterior trabajo. Concluyeron que los indicios habrían tenido lugar a partir de células convectivas hidrotermales de aguas meteóricas que lixiviaron los

metales de la roca encajante. El foco térmico podría estar asociado al calor residual del granito, a algún proceso profundo o al efecto de una cizalla.

Tornos *et al.* (1991) investigaron las mineralizaciones de la Sierra de Guadarrama, obteniendo resultados similares a los anteriores sobre la zona de El Barraco. Estos autores sugieren que los depósitos habrían tenido lugar a partir de la mezcla de dos tipos de fluidos: uno debido a un sistema hidrotermal con fluidos meteóricos que lixiviaron los granitos y otro, con aguas freáticas, oxidadas y salinas. También Lillo *et al.* (1992) estudiaron las mineralizaciones de la Sierra de Guadarrama, para las que indicaron que su origen, aunque de tipo ígneo, se encuentra en el tránsito de meso a epitermal.

Un listado de mineralizaciones de la zona aparece en el Mapa Geológico y Minero de Castilla y León a escala 1:400.000 (Jiménez Benayas *et al.*, 1997), aunque no incluye algunos de los indicios estudiados en este trabajo como por ejemplo las minas Santa Cruz y Ceferina.

Ya en el siglo XX, Reguilón *et al.* (2004) llevaron a cabo una investigación en la zona de El Barraco con análisis geoquímicos, tanto de la propia paragénesis como de los fluidos mineralizadores, así como un estudio de isótopos estables de S, C y O. Durante los trabajos de campo realizados, se localizó la mina Santa Cruz, la cual llevó a otros trabajos de investigación, en este caso de Barrios *et al.* (2008) y Barrios (2009). En ellos se realizó un estudio metalogenético de este indicio, que había pasado desapercibido hasta el momento, en los que se obtuvieron temperaturas de formación para estas mineralizaciones de entre 440° y 300°C, producidas durante un proceso hidrotermal, a partir de fluidos meteóricos.

Por último, en el libro La Minería en Castilla y León (JCYL, 2007), se hace mención al distrito de El Barraco-Hoyo de Pinares, como la zona más interesante de la provincia de Ávila desde el punto de vista de mineralizaciones de Pb-Zn. Sin embargo, sobre los indicios de Cu, se indica únicamente que existen datos de producción en los años 1878 1879 y 1915, afirmando que se desconoce el origen al no existir labores mineras significativas para la extracción de este metal.

SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA

La zona incluida en este trabajo se localiza en la Zona Centro Ibérica (ZCI) y dentro del Sistema Central en el graben del Alberche, que forma una depresión entre el Macizo Oriental de Gredos y el horst de La Paramera. Esta área ocupa una gran extensión, abarcando parte de tres diferentes mapas de la serie MAGNA a escala 1:50.000: 1) en la parte NO de la Hoja 556 Navaluenga (López Sopeña *et al., 1995*), dentro de los términos municipales de El Barraco, San Juan de la Nava y San Bartolomé de Pinares, donde se localizan las minas Jarayana o Majalbuey (3), Limosnera o Cerrillo Altío (4), Solana del Parrao (5) y Chorro Morrueco (6); 2) en el sector SO de la Hoja 531 Ávila de los Caballeros (Martín Parra *et al., 1991*), en el término municipal de Santa Cruz de Pinares, donde se incluye la mina Santa Cruz (2); 3) en la zona SO de la Hoja 532 Las Navas del Marqués (Bellido Mulas *et al., 1990*a), en el término municipal de Hoyo de Pinares en el cual se sitúa la mina Ceferina (1).

El Sistema Central se constituye en su mayoría por rocas graníticas y metamórficas de edad varisca, encontrando en el área de estudio rocas ígneas de carácter ácido tipo granitoide y en menor medida rocas metamórficas y filonianas (Fig. 1; Sánchez Fernández *et al.*, 1989).

En la zona se observan dos conjuntos diferentes de rocas ígneas (Fig. 2; Ubanell, 1982). El primero y más abundante, consiste en un granito biotítico o adamellita porfídica de tamaño de grano medio a grueso que puede desarrollar megacristales de feldespato potásico, junto a cuarzo, plagioclasa y biotita (Aparicio *et al.*, 1975). Debido a su

extensión en el Sistema Central Español, estos materiales se emplean como unidad de referencia en la datación relativa de diversas intrusiones plutónicas. En la zona de La Granja, estas rocas muestran una edad de 275 ± 11 Ma (Ibarrola *et al.*, 1987). El segundo es el granito de El Barraco, situado al N de El Barraco, constituye un afloramiento alargado en sentido E-O, limitado al S por la falla de El Barraco y al N por el granito biotítico. Se trata de un granito de grano medio de igual composición que el anterior, aunque sin megacristales de feldespato. Ha sido clasificado como una adamellita de grano fino no porfídica considerándose como una facies del granito biotítico (Aparicio *et al.*, 1975), sin embargo, podría tratarse de un plutón con características propias (Ubanell, 1982).



Figura 1: Mapa geológico del distrito minero Área de El Barraco – Hoyo de Pinares modificado de López Sopeña et al. (1995), indicando las mineralizaciones revisadas en este trabajo.

Respecto a las rocas metamórficas presentes en la zona, se observan gneises y esquistos micáceos de edad ordovícica, que forman parte del afloramiento de Ojos Albos-La Cañada-Cebreros (Sánchez Fernández *et al.*, 1989).

Tectónicamente, el área de El Barraco ha sido afectada por una importante fracturación tardivarisca, de entre 310 y 270 Ma (Arthaud y Matte, 1975), que corresponde a fallas de diverso tamaño (entre decenas de m y cientos de km) con diferentes direcciones de fracturación, siendo la NE-SO predominante con direcciones entre N40° y 80°E (Ubanell, 1982). La mayor parte de los filones mineralizados se encuentran encajados en granitos biotíticos siguiendo esta fracturación.

Entre las fracturas de La Paramera-Cruz de Hierro y la del Burguillo, pertenecientes al primer grupo, se encuentran diques de cuarzo conocidos como *cuarzos del Alberche*, que pueden mostrar mineralizaciones BGPC (blenda-galena-pirita-calcopirita). Una importante es la ONO-ESE que en ocasiones presenta mineralizaciones de tipo epitermal (Vindel, 1982; Gutiérrez Maroto *et al.*, 1986) o en el tránsito de meso a epitermal (Lillo *et al.*, 1992). Para otros autores como Locutura y Tornos (1985), se habrían producido por la mezcla aguas meteóricas de antiguos sistemas hidrotermales,

que lixiviarían los metales de los granitos, y aguas freáticas, oxidadas y más salinas. La mezcla de estos fluidos provocaría la desestabilización de las soluciones y la formación de esfalerita y galena.



Figura 2: Esquema geológico de la zona de estudio tomado de Sánchez Fernández et al. (1989), y en el que se han incluido los indicios descritos en el presente trabajo.

Se han seleccionado seis indicios dentro del Área de El Barraco-Hoyo de Pinares, correspondientes a las minas: Ceferina, Majalbuey, Cerrillo Altío, Santa Cruz, Solana del Parrao y Chorro Morrueco. La primera de ellas no se enmarca en ninguna de las direcciones de fracturación preferentes anteriormente mencionadas, sin embargo, en el resto, los filones mineralizados se encuentran encajados en fracturas de entre N50° y 80°E, e incluso en el pozo Mina y Mino de la mina Chorro Morrueco, cuentan con una dirección que puede llegar a N100°E (Sánchez Fernández, 1988).

La alteración hidrotermal de la roca encajante es la misma para los indicios de El Barraco-Hoyo de Pinares, tanto en zonas mineralizadas como en las estériles. Es característica la silicificación, seritización, carbonatización y cloritización. La silicificación se incrementa más cerca del filón.

En los filones mineralizados, los sulfuros se disponen en bolsadas de geometría irregular, generalmente hacia la parte central y el cuarzo aparece con geometría lenticular y brechificado (Arribas, 1965; Samper, 1977; Sánchez Fernández, 1988).

La paragénesis más habitual en estos indicios está compuesta por esfalerita, galena, arsenopirita, pirita, calcopirita y ocasionalmente minerales de Ag. Como minerales de la ganga se encuentra cuarzo y carbonatos (calcita y siderita), de varias generaciones hidrotermales y localmente asociado a cloritas. Respecto a los minerales supergénicos destacan cerusita, bornita, covelina, azurita, malaquita, calcantita y oxihidróxidos de Fe (Sánchez Fernández, 1988; Barrios, 2009).

METODOLOGÍA

Para la realización de este artículo han tenido lugar diferentes trabajos de campo y gabinete. Primeramente, se ha llevado a cabo la búsqueda de información bibliográfica disponible acerca de las mineralizaciones de la zona de estudio, así como de datos de campo, esquemas y fotografías.

Seguidamente, durante la realización de la visita, se tomaron datos de diferentes estructuras, como direcciones y buzamientos de filones y fallas, y se ha elaborado un registro fotográfico de los puntos de interés.

De igual modo, se realizó un muestreo en cada una de las labores mineras visitadas. Posteriormente, se seleccionaron los ejemplares más representativos, que fueron estudiados y fotografiados mediante una lupa MOTIC SMZ-171 con cámara digital MOTICAM 1080 perteneciente al área de Geodinámica del Dpto. de Geología de la USAL.

INDICIOS Y PARADAS DE INTERÉS

A continuación, se describen las paradas propuestas para visitar las mineralizaciones más destacadas de la parte SE de la provincia de Ávila. Para cada una se aportan los datos de acceso, la información acerca de las labores mineras, de la estructura mineralizada y de la paragénesis mineral.

La visita está planteada para realizarse en un día, desde la localidad de Ávila, con su primera parada en la Mina Ceferina (Hoyo de Pinares) y finalizando en la mina Chorro Morrueco (San Juan de la Nava), con un recorrido total aproximado de 150 km (Fig. 3).



Figura 3: Ruta general propuesta para la visita de indicios mineros del Área El Barraco-Hoyo de Pinares (ortofotografía tomada de Google Earth).

Parada 1: mina Ceferina o Los Horcajuelos (Cu) / Hoyo de Pinares

La mina Ceferina (UTM: X=374441, Y=4486392, ETRS89, Huso 30) se sitúa dentro del término municipal de Hoyo de Pinares y se trata de una antigua labor minera de interior para la extracción de Cu.

Se accede al lugar desde Hoyo de Pinares circulando por la carretera AV-502 durante algo más de 3 km y tomando en ese punto, hacia el oeste, un camino de tierra con la señalización "Centro de turismo rural Quinta de los Enebrales". A partir de ahí, se continúa aproximadamente durante 3 km por una pista accesible para todo tipo de vehículos, hasta alcanzar el arroyo de la Vega donde es recomendable aparcar para llegar a pie hasta la mina, situada a unos 300 m hacia el O. También es posible realizar una ruta senderista desde el pueblo Hoyo de Pinares (Fig. 4).



Figura 4: Acceso a la mina Ceferina desde Hoyo de Pinares (ortofotografía tomada de Google Earth).

La mina se encuentra actualmente rehabilitada gracias al esfuerzo de los miembros del Grupo de Montaña Peña-Halcón y el Ayuntamiento de Hoyo de Pinares. El acceso a su interior solamente es posible a través de visitas guiadas contactando previamente con este grupo que, además, presta para ello todo el material necesario (casco, luz y botas de agua), algo muy importante puesto que durante la mayor parte del año las galerías se encuentran inundadas (Fig. 5 y 6).

Los trabajos mineros de la mina Ceferina, se realizaron a través de dos galerías de aproximadamente 50 m de longitud. La bocamina de la galería principal, que muestra dirección E-O, se sitúa junto al arroyo del Horcajuelo. La segunda galería, parte hacia el N pasado la mitad del recorrido de la anterior y se accede a ella prácticamente tumbado para poder atravesar cómodamente un pequeño derrumbe. A unos 80 m al N se observa un pozo vertical inundado de 2x2 m, que no parece tener conexión con las anteriores galerías y lleva asociada la escombrera en la que no se ha identificado ningún resto de la mineralización.

Existen pocas referencias acerca de su actividad, pudiendo ser explotada a finales del siglo XIX con una producción histórica de 200 t (Jiménez Benayas *et al.*, 1997).

ÁREA DE EL BARRACO-HOYO DE PINARES



Figuras 5 y 6: A la izquierda, bocamina de la mina Ceferina; a la derecha, galería principal de la mina Ceferina, parcialmente inundada (Fot. Martín Garrido Susaño, 2022).



Figura 7: Izquierda) Falla con estructuras s/c y desplazamiento senestro. Derecha) Detalle de la imagen anterior donde se aprecian los sigmoides de deformación con el bloque de techo con desplazamiento hacia arriba (Fot. Álvaro García Zapata, 2022).

En la mina Ceferina se benefició un filón principal subvertical de cuarzo con calcopirita de entre 0,5 y 3 m de potencia (Bellido Mulas *et al.*, 1990b), visible al fondo de la galería principal encajado a favor de una falla N20° y buzamiento N80°O, justo en el contacto entre los materiales graníticos y metasedimentarios. A lo largo de esta

estructura se aprecian sigmoides de deformación (estructuras s/c) con orientación senestra, indicando que se trata de una falla inversa, donde el bloque de techo se desplaza sobre el de muro (Fig. 7).



Figura 8: Calcantita sobre la pared al final de la galería principal de la mina Ceferina (Fot. Álvaro García Zapata, 2022).



Figuras 9 y 10: A la izquierda, detalle de una costra de calcantita dispuesta sobre la pared de la galería principal de la mina Ceferina (Fot. Álvaro García Zapata, 2022). A la derecha, muestra de calcantita obtenida a partir de un derrumbe parcial del techo, al final de la galería principal (Fot. Martín Garrido Susaño, 2022).

El relleno filoniano está constituido por cuarzo como mineral principal, junto con calcopirita, pirita, esfalerita y galena, además de azurita, malaquita y cerusita como minerales secundarios. La calcantita (Cu(SO_4)·5H₂O) y otros sulfatos de neoformación aparecen con profusión en algunas zonas del socavón (Fig. 8-10). El muestreo en el interior de la mina está completamente prohibido, pero pudimos obtener previa autorización, algunos ejemplares de calcantita y malaquita del suelo, debido a un

pequeño derrumbe del techo en un tramo de la galería principal que no se encontraba bajo el agua (Fig. 10).



Figura 11: Techo de la galería principal, con restos de sulfatos procedentes de la alteración de sulfuros (Fot. Martín Garrido Susaño, 2022).

Parada 2: mina Santa Cruz (Cu-Zn-Fe) / Santa Cruz de Pinares

La mina Santa Cruz (UTM: X=367131, Y=4485306, ETRS89, Huso 30) se sitúa dentro del término municipal de Santa Cruz de Pinares. Se accede a las labores (Fig. 12) desde el km 5 de la carretera AV-P-306 y cruzando hacia el O el arroyo de la Gaznata a la altura de la desembocadura del arroyo de la Mina o de la Moraleja. Posteriormente, a unos 160 m aguas arriba de este último arroyo se alcanzan las labores (Fig. 13).



FIGURA 12: Ruta de acceso a la mina Santa Cruz desde la carretera AV-P-306 (ortofotografía tomada de Google Earth).



Figura 13: Vista general de las labores de la mina Santa Cruz (Fot. Santos Barrios Sánchez, 2007).

Toda la información relativa a la mina Santa Cruz se ha extraído del trabajo de Barrios *et al.* (2008) y Barrios (2009), donde se realiza una revisión de la bibliografía disponible y un estudio metalogenético de este indicio de Cu-Zn-Fe.

Los primeros documentos de los que se tiene constancia acerca de las labores mineras de este indicio son los planos de demarcación mineros que datan del año 1891. El permiso era conocido con el nombre "Nuestra Señora de las Mercedes" y estos trabajos se llevaron a cabo para la extracción de Fe, aunque se desconoce su duración y el tonelaje extraído.

Las siguientes etapas de explotación fueron de carácter local y furtivo, sin concesiones declaradas. Coincidiendo con el auge del wolframio en la primera mitad del siglo pasado, de la misma forma que en otras zonas filonianas del centro y O de España, fueron investigados y en muchos casos explotados, filones de cuarzo con minerales de W y Sn. Muchas mineralizaciones resultaron estériles o carecían de estos minerales de interés, como sucedió con los filones de cuarzo del indicio Santa Cruz.

En mayo de 1980 la empresa Peniberia Minera S.A. solicitó el permiso de exploración minero en los términos municipales de Santa Cruz de Pinares, San Bartolomé de Pinares, Navalperal de Pinares y Las Navas del Marqués, creando una superficie de 256 cuadrículas mineras bajo la denominación "San Juan". Se pretendía explotar recursos de la sección C y rocas ornamentales, pero las investigaciones se centraron en las posibilidades de extracción de Pb y Zn, y en los contenidos de elementos nativos como Ag y Au en los filones presentes en la zona. Sin embargo, los resultados fueron negativos, el expediente fue cancelado y el proyecto se abandonó a finales del mismo año.



Figura 14: Vista de la corta oeste de la mina Santa Cruz (Fot. Santos Barrios Sánchez, 2007).



Figura 15: Zanja principal de la mina Santa Cruz (Fot. Santos Barrios Sánchez, 2007).



Figura 16: Muestreando en la corta principal de la mina Santa Cruz (Fot. Santos Barrios Sánchez, 2018).



Figura 17: Vista general de un acopio de sulfuros en la mina Santa Cruz que se han sometido a tostación (Fot. Santos Barrios Sánchez, 2007).

ÁREA DE EL BARRACO-HOYO DE PINARES



Figura 18: Recuperando ejemplares de un acopio de sulfuros de la mina Santa Cruz (Fot. Santos Barrios Sánchez, 2019).



Figura 19: Detalle de un bloque de sulfuros tostado para la eliminación de S, en la mina Santa Cruz. (Fot. Santos Barrios Sánchez, 2007).



Figura 20: Cristal dodecaédrico de 1 mm de pirita procedente de la mina Santa Cruz (Fot. Martín Garrido Susaño, 2022).



Figura 21: Labor de investigación, situada en la parte este de la mina Santa Cruz, realizada en los años 80 del siglo XX (Fot. Santos Barrios Sánchez, 2007).

Las labores mineras resultado de la explotación consisten en un conjunto de zanjas, calicatas y pocillos de diferente tamaño situados a ambos lados del arroyo de la mina o de la Moraleja, que ocupan aproximadamente una extensión de 4 ha. Existen dos zanjas principales, la primera localizada en la parte O de la explotación presenta

aproximadamente 200 m de longitud (Fig. 14) y la segunda al E, con más de 4 m de profundidad y una longitud cercana a los 25 m (Fig. 15 y 16). Se observan abundantes escombreras dispersas de pequeño tamaño, aunque destaca la que se encuentra situada al norte de la zanja principal situada al E de la explotación. Se trata de un acopio de mineral que fue sometido a tostación para eliminar el S (Fig, 17, 18 y 19) y en la que es fácil encontrar pequeños cristales milimétricos de pirita bien conformada (Fig. 20) junto a arsenopirita fuertemente alterada. Otras labores visibles próximas al arroyo de la Gaznata, se deben a las investigaciones que tuvieron lugar en la década de los 80 (Fig. 21).



Figura 22: Filón principal de la mina Santa Cruz (Fot. Santos Barrios Sánchez, 2007).



Figura 23: Detalle del filón anterior donde se observa la alteración de arsenopirita a escorodita (Fot. Santos Barrios Sánchez, 2007).

La explotación benefició Cu, Zn y Fe en un sistema de filones encajados en los granitos variscos, de dirección aproximada E-O y buzamiento subvertical, con potencias comprendidas entre unos pocos mm y hasta 80 cm y longitudes que pueden sobrepasar los 100 m (Fig. 22 y 23).

La mineralización se encuentra diseminada en forma de pequeñas bolsadas de sulfuros masivos dentro de los filones de cuarzo. La mena está formada por abundante pirita que se aprecia en forma de cristales alotriomorfos, constituyendo masas que rellenan grietas en los filones, así como cristales diseminados en el encajante. La arsenopirita y pirita (Fig. 18, 19 y 23) son igualmente muy abundantes, seguido de esfalerita y por último calcopirita en mucha menor proporción. Como minerales accesorios se citan estannita, pirrotina, matildita, galena, bismutinita, bismuto nativo y casiterita. En cuanto a los minerales de la fase de enriquecimiento supergénico, se ha identificado principalmente escorodita (Fig. 22 y 23), seguida de covelina, malaquita y oxihidróxidos de Fe. Por otro lado, la ganga está compuesta por cuarzo, calcita, moscovita, clorita y apatito.

Parada 3: mina Majalbuey o Jarayana (Pb-Zn) / San Bartolomé de Pinares

La mina Majalbuey o Jarayana (coordenadas UTM: X=367759, Y= 4483056, ETRS89, Huso 30) se sitúa en el término municipal de San Bartolomé de Pinares. Se accede al indicio por el camino rural La Gaznata, que se toma en el km 6 de la carretera AV-P-306 (Fig. 24).

La mina se encuentra junto al arroyo de la Gaznata, situada a unos 3 km al N de las labores de la mina Cerrillo Altío o Limosnera (Fig. 25), que serán comentadas más adelante, y a 2 km al S de la mina Santa Cruz.



Figura 24: Ruta de acceso a la mina Majalbuey desde la carretera AV-P-306 (ortofotografía tomada de Google Earth).



Figura 25: Esquema geológico y situación de las minas Majalbuey y Cerrillo Altío, tomado de Sánchez Fernández et al. (1989).



Figura 26: Vista de la corta de la mina Majalbuey, con escombreras en ambos flancos (Fot. Santos Barrios Sánchez, 2020).



Figura 27: Esquema de las labores mineras de la mina Majalbuey, tomado de Sánchez Fernández et al. (1989).

Se trata de un yacimiento de sulfuros de tipo BGPC en un filón de cuarzo subvertical de dirección N50°E, con 50 m de longitud y hasta 1,5 m de potencia, que está encajado en los granitos biotíticos de la Unidad Granitos de La Paramera (Jiménez Benayas *et al.*, 1997).

Las labores mineras que se observan actualmente consisten en una trinchera de prácticamente 60 m de longitud, con escombreras a ambos lados (Fig. 26 y 27), siendo la situada en la margen E, la que más restos de mineralización conserva. Además, sobre el filón principal también se aprecian seis calicatas y dos pozos, el primero de 3 x 2,5 m y una profundidad de más de 10 m (Fig. 28 y 29) y el segundo, de 2 x 2 m, está casi totalmente cegado. Estas labores datan de mediados del siglo XX, según la información de los lugareños (Sánchez Fernández, 1988).



Figura 28: Interior del pozo de la Figura 28 donde se aprecian los filones mineralizados que se beneficiaron en la explotación (Fot. Rosa Reguilón Bragado, 2004).



Figura 29: Uno de los pozos de Majalbuey tapados por la vegetación (Fot. Santos Barrios Sánchez, 2020).



Figura 30: Cristales idiomorfos de galena de 2,5 mm junto a cristales de siderita (Fot. Martín Garrido Susaño, 2022).

Las menas que se explotaban eran galena, esfalerita y calcopirita, de las que se extraían Pb, Zn y Cu, respectivamente. La galena es la más abundante, presenta color gris claro, brillo metálico, hábito cúbico (Fig. 30) aunque generalmente exfoliada (Fig. 31) según {111}. La esfalerita se muestra igualmente abundante junto a la galena, con un característico color marrón rojizo acaramelado y brillo resinoso, exfoliación en {011} y fractura concoidea. También se han identificado escasos restos de pirita de tamaño de grano muy fino.



Figura 31: Detalle de la exfoliación de un ejemplar galena (encuadre 1 cm) procedente de la mina Majalbuey (Fot. Martín Garrido Susaño, 2022).

Dentro de la ganga, además de cuarzo, se observan destacables cantidades de siderita, reconocible por su color amarillo-marrón y brillo perlado y por su exfoliación romboédrica perfecta (Fig. 30, 32 y 33).



Figura 32: Agregado de cristales de siderita (encuadre 2 cm), de la mina Majalbuey (Fot. Martín Garrido Susaño, 2022).

Por último, la calcopirita es mucho más escasa y se identifica por su color dorado y por su brillo metálico aunque también por sus colores eléctricos por su alteración a covelina. En ocasiones la galena se encuentra alterada a cerusita como minerales de la fase supergénica (Sánchez Fernández *et al.*, 1989).



Figura 33: Cristales idiomorfos de siderita dispersos sobre cuarzo procedentes de la mina Majalbuey. Longitud del cristal mayor 1 mm (Fot. Martín Garrido Susaño, 2022).

Durante la recopilación bibliográfica realizada para este trabajo tan solo se han obtenido datos estimados sobre la producción histórica, siendo aproximadamente 100 t de Pb, Zn y Cu (Jiménez Benayas *et al.*, 1997).

Parada 4: mina Limosnera o Cerrillo Altío (Cu-Pb-Zn) / El Barraco

El indicio de la mina Limosnera o Cerrillo Altío (UTM: X=366675, Y=4480228, ETRS89, Huso 30) se encuentra dentro del término municipal de El Barraco, sobre el paraje que tiene el mismo nombre. Se sitúa a poco más de 6 km al sureste de la localidad de El Barraco, próximo al río de La Gaznata, que vierte sus aguas al N del Embalse del Burguillo.



Figura 34: Ruta de acceso a la mina Limosnera o Cerrillo Altío desde Majalbuey (ortofotografía tomada de Google Earth).

Para acceder a este indicio (Fig. 34), hay que continuar por el camino rural de La Gaznata unos 2-3 km desde la mina Majalbuey, hasta llegar al cruce con el camino rural de Valdelatas por el que se continúa durante 1 km aproximadamente.



Figura 35: En primer plano, pozo y escombreras del indicio de Cerrillo Altío situados en la parte NE de la explotación. Al fondo vista panorámica del Embalse del Burguillo (Fot. Santos Barrios Sánchez, 2020).

Los primeros trabajos documentados en esta mina son previos a 1887 y aún hoy, se conservan dos pequeños pozos sobre filones de cuarzo mineralizado, con sus correspondientes escombreras (Fig. 35 y 36). En el primero de los pozos, el filón presenta 2 m de espesor y una dirección N70°E que, a pocos metros de distancia, es cortado a su vez por otro de cuarzo estéril de dirección N150°E y más de 10 m de espesor, generando un potente resalte topográfico. En el cruce entre ambas estructuras es posible ver ramificaciones del dique mineralizado. El segundo pozo se sitúa aproximadamente a unos 400 m al S del anterior y se encuentra excavado sobre otro dique de dirección N45°E (MTI Blog, 2020).

Actualmente, las escombreras están muy lavadas por la erosión y solo se pueden reconocer algunos oxihidróxidos de Fe, minerales de alteración de Cu y moldes de sulfuros. En la escombrera del pozo NE se ha encontrado también galena y esfalerita, pero en pequeñas cantidades (Sánchez Fernández *et al.*, 1989).

Según la información oral aportada por los lugareños, las labores de la Mina Limosnera datan de primeros del siglo XX y de ellas se obtenía Pb, Zn y Ag (Sánchez Fernández, 1988), éste último probablemente de la galena.

La mineralización, qué está muy brechificada, se encuentra en forma de bolsadas dentro de filones encajados en el granito biotítico. La paragénesis de los filones es la típica BGPC con esfalerita y galena como sulfuros predominantes, seguido de pirita y calcopirita como accesorios y gersdorfita de forma ocasional. La ganga se compone de cuarzo, clorita, calcita y dolomita y, por último, los minerales secundarios son: cerusita, bornita, covellina, malaquita, azurita y óxi-hidróxidos de Fe (MTI Blog, 2020).



Figura 36: Vista de la escombrera del pozo de la mina Limosnera. (Fot. Santos Barrios Sánchez, 2020).

Parada 5: Mina de La Solana Del Parrao (Pb-Zn) / El Barraco

La mina La Solana del Parrao (UTM: X=361672, Y=4478576, ETRS89, Huso 30) se sitúa en el término municipal de El Barraco, sobre el paraje que lleva el nombre del indicio, junto al arroyo Arrejondo. Se accede desde la plaza del pueblo por la carretera N-403 y posteriormente se toma el desvío del camino del Molino del Gaitero para recorrerlo durante 3,5 km hasta la señalización de la mina (Fig. 37). Allí se puede aparcar el vehículo y bajar a pie hasta la bocamina cruzando el arroyo Arrejondo.

No existe apenas información histórica acerca de esta explotación, pero hay constancia de al menos una denuncia minera en el año 1927 con nº 275 denominada Mina la Garganta, que dio lugar a estos trabajos, y posteriormente en 1988, se llevaron a cabo labores de investigación a través de calicatas visibles hoy en día. En total, se beneficiaron unas 150 t de Pb y Zn a través de una galería de 40 m y un pozo, actualmente inundado, justo en la entrada de 10 m de profundidad excavado sobre un filón de cuarzo hidrotermal con galena y esfalerita posiblemente de baja ley, estrecho y discontinuo, emplazado en granitos biotíticos del Grupo de La Paramera (Fig. 38). El encajante granítico se encuentra fuertemente afectado por los fluidos hidrotermales, observándose intensas alteraciones de tipo sericítica y propilítica (Sánchez Fernández, 1988).



Figura 37: A la izquierda ruta general de acceso a la mina de La Solana del Parrao desde El Barraco. A la derecha, detalles de la bajada hasta la mina. Ortofotografías tomadas de Google Earth.



Figura 38: Esquema geológico de la zona y situación de las minas Solana del Parrao, Chorro Morrueco y los pozos Mina y Mino (tomado de Sánchez Fernández et al., 1989).

La mina recientemente se adaptó para su visita mediante la instalación en la bocamina de una puerta con candado (Fig. 39), cuya llave puede solicitarse en el ayuntamiento de El Barraco. Además, se instaló un tramex sobre el pozo de la entrada y panel explicativo de la minería de la zona en el exterior (Fig. 40).



Figuras 39 y 40: A la izquierda, detalle de la bocamina de la mina Solana del Parrao, que da acceso a una galería excavada directamente sobre un filón de cuarzo con galena, cuyos restos aún se observan en el techo (Fot. Santos Barrios Sánchez, 2021). A la dereccha, vista de la bocamina junto al arroyo Arrejondo (Fot. Martín Garrido Susaño, 2022).



Figura 41: Levantamiento de labores del indicio de la mina La Solana del Parrao, tomado de Sánchez Fernández et al. (1989).

El filón mineralizado presenta dirección N60°E y buzamiento vertical, longitud de 60 m, anchura de hasta 0,5 m y profundidad cercana a los 15 m (Fig. 41). Pueden observarse también otros dos diques de cuarzo de menor espesor, paralelos al principal, estando al menos uno de ellos mineralizado (Sánchez Fernández *et al.*, 1989). Justo en el techo de la bocamina se conserva el filón de cuarzo mineralizado, en el que se observan los restos de galena brechificada (Fig. 39 y 42).



Figura 42: Mineralización de galena en el filón de cuarzo, observable en el techo de la galería. Encuadre 20 cm (Fot. Martín Garrido Susaño, 2022).



Figura 43: Cristal de galena de la mina Solana del Parrao. Encuadre 2 cm (Fot. Martín Garrido Susaño, 2022).

Los minerales predominantes son galena, seguido de esfalerita y se observan también pequeños granos de calcopirita y pirita. A nivel mineralógico es importante destacar que en las escasas escombreras que se conservan, aún pueden recuperarse destacables ejemplares de galena de hasta tamaño centimétrico, generalmente exfoliada (Fig. 43 y 44), y de esfalerita acaramelada (Fig. 44 y 45). La galena presenta numerosos triángulos pitch, que se pueden encontrar doblados (Sánchez Fernández, 1988)



Figura 44: Esfalerita acaramelada junto a galena de la mina Solana del Parrao. Encuadre 2 cm (Fot. José Daniel Ramírez Fragiel, 2022).

En cuanto a la esfalerita, presenta alto contenido en Mn y bajo en Fe, siendo más acaramelada que en el resto de los indicios del distrito minero de El Barraco-Hoyo de Pinares, donde generalmente se presenta como esfalerita acaramelada. La esfalerita observada en esta mineralización es principalmente masiva y no se aprecia su hábito

característico. Cabe destacar que durante la realización de este trabajo se recuperaron algunos ejemplares muy cristalinos, aunque de pequeño tamaño, de la variedad verde de la esfalerita denominada cleofana (Fig. 46). Se encuentra formando venillas dentro de la galena, lo que indica que cristalizó tras ella (Sánchez Fernández, 1988).



Figura 45: Esfalerita acaramelada en cuarzo de la mina Solana del Parrao. Encuadre 2 cm (Fot. José Daniel Ramírez Fragiel, 2022).



Figura 46: Mineralización de esfalerita acaramelada con ligera tonalidad verdosa (cleofana) procedente de la mina Solana del Parrao (Fot. José Daniel Ramírez Fragiel, 2022).

Otros minerales que se observan a simple vista, aunque en mucha menor proporción son calcopirita y pirita de tamaño milimétrico, que de manera ocasional pueden superar 1 cm de longitud. Como minerales de la ganga destaca el cuarzo y carbonatos como la siderita, muy abundante en forma de cristales idiomorfos de hasta 1,5 cm y calcita. Finalmente, como secundarios, se observa calcedonia, bornita, covellina y cerusita, esta

última formada a favor de pequeñas fracturas en la galena (Sánchez Fernández, 1988). En general, la mineralización es muy similar a la que se identifica en el indicio Majalbuey.

Parada 6: Mina Del Chorro Morrueco (Pb-Zn) / San Juan de la Nava

El indicio del Chorro Morrueco (UTM: X=359888, Y=4478463, ETRS89, Huso 30) se sitúa en el paraje del que toma su nombre y dentro del término municipal de San Juan de la Nava. Para llegar a él, se accede desde el indicio de La Solana del Parrao por el camino del Molino del Gaitero en dirección hacia El Barraco durante 1 km hasta llegar a un cruce. Una vez ahí, se continúa por el camino con dirección O, por el que se circula durante 1,5 km hasta llegar al mirador del Chorro Morrueco, lugar donde se sitúan los restos de las labores mineras (Fig. 47).



Figura 47: Ruta de acceso a la mina Chorro Morrueco desde el cruce del camino del Molino del Gaitero (ortofotografía tomada de Google Earth).

Se conocen pocos datos históricos acerca de la explotación, la cual tuvo comienzo en 1872 cuando se realizó la primera denuncia minera sobre este indicio bajo el nombre de Mina Asunción. Posteriormente hubo un permiso de investigación denominado "San Teodoro" entre los años 1981-1987, donde se incluyen las explotaciones de este indicio y las de la Solana del Parrao (Sánchez Fernández, 1988)

Los trabajos tuvieron lugar en tres zonas diferentes. La más interesante es la situada en la parte SE de la explotación (Fig. 48) que está formada por un pozo que daba acceso a una pequeña galería y donde se estuvo trabajando en la década de los 80. En este caso, el pozo corta un dique de cuarzo de dirección N50°E.

Actualmente, en la zona SE tan solo se aprecia una estructura de hormigón a media ladera (Fig. 50), en cuya parte superior se realizaba el vertido del material extraído y que se conducía hacía la maquinaria responsable de la molienda de ese material. Dicha maquinaria, que hoy día se encuentra desaparecida, se mantuvo al menos hasta el año 2004 (Fig. 51). Alrededor de esta estructura y muy desdibujadas se encuentran los restos de las escombreras (Fig. 52). La mina Solana del Parrao y el Chorro Morrueco se explotaron de forma simultánea por lo que debido a su proximidad, la planta de tratamiento se empleó para procesar el material de las dos minas (Fig. 51).

Así mismo, en la parte SO existe otro pequeño pozo de poca profundidad que se realizó durante tareas de prospección (Fig. 48). Posteriormente, ambos pozos fueron tapados por los lugareños para prevenir accidentes, reconociéndose hoy día tan solo pequeñas depresiones del terreno formadas por el lavado y pérdida de finos (efecto *pumping*; Fig. 49).



Figura 48: Esquema de labores de la mina Chorro Morrueco (tomado de Sánchez Fernández et al., 1989).

Un tercer pozo situado en la parte N, se encuentra rodeado de escombrera y se conoce con el nombre de Mina y Mino. Se trata de la labor más antigua de las que componen esta explotación, de aproximadamente comienzos del siglo XX, y que se realizó sobre un dique de cuarzo de dirección variable entre N50° y 80°E (Sánchez Fernández, 1988).

La paragénesis de este indicio es idéntica a la observada en la mina La Solana del Parrao, con mineralizaciones de galena y esfalerita como menas principales, seguido de calcopirita y pirita. En cuanto a los minerales de la ganga, predominan en mayor medida el cuarzo, calcita y siderita.



Figura 49: Pozo de la zona SE de la mina Chorro Morrueco cegado con escombro, con subsidencia debido al lavado del material más fino (Fot. Álvaro García Zapata, 2022).



Figura 50: Estado actual de la zona de descarga de mineral hacia la planta de tratamiento, actualmente desaparecida. (Fot. Santos Barrios Sánchez, 2020).

ÁREA DE EL BARRACO-HOYO DE PINARES



FIGURA 51: Fotografías del año 2004 donde se observan los restos de las machacadoras de la planta de tratamiento de la mina Chorro Morrueco. (Fot. Santos Barrios Sánchez).



FIGURA 52: Detalle de los restos de una de las escombreras de la mina Chorro Morrueco (Fot. Santos Barrios Sánchez, 2020).

CONCLUSIONES

El distrito minero Área de El Barraco-Hoyo de Pinares es la zona con mayor número de mineralizaciones de Pb-Zn-Cu-Fe de la provincia de Ávila, siendo algunas de ellas explotadas en diferentes épocas y finalizando la actividad en la década de los 80 del siglo XX. Las más accesibles y relevantes desde el punto de vista geológico se describen en este trabajo, que se plantea como una guía de campo para una excursión de un día.

En los indicios propuestos, el visitante puede reconocer fácilmente todos los aspectos comentados a lo largo del texto, como por ejemplo las estructuras mineralizadas, la paragénesis en cada una de las labores estudiadas, alteraciones o los restos de laboreo minero, pudiendo incluso visitar el interior de varias galerías mineras.

La mina Solana del Parrao, y principalmente la mina Ceferina, se pueden considerar como un punto de interés minero turístico, gracias a su recuperación que permite su visita a un público de todas las edades.

En el primer caso, se aprecia perfectamente la estructura mineralizada y la mineralización en forma de un filón de cuarzo con galena que recorre el techo de la galería desde su entrada. El segundo destaca, además, por la conservación en sus galerías de concentraciones de minerales muy llamativos (calcantita, malaquita, azurita) que difícilmente pueden conservarse fuera de ellas. El Grupo de Montaña Peña Halcón realiza visitas guiadas y proporciona material para la visita, siempre que se contacte con anterioridad.

La mineralización se aprecia con facilidad tanto en los restos de filones como en las escombreras de todos los indicios mostrados en este trabajo, destacando las mineralizaciones de la mina Santa Cruz, donde se puede observar el filón de arsenopirita y su alteración superficial a escorodita, y la mina La Solana del Parrao, donde se conserva parte del filón principal mineralizado.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo quieren agradecer la imprescindible aportación de datos y fotografías a Santos Barrios Sánchez, y por su ayuda en la elaboración de este trabajo. Igualmente, al Área de Geodinámica del Dpto. de Geología de la USAL las facilidades para utilizar la lupa binocular y la cámara con la que hemos fotografiado algunas de las muestras en este trabajo.

Queremos agradecer al Ayuntamiento de Hoyo de Pinares (David Beltrán García) y al Grupo de Montaña Peña Halcón (Julio García Díez, Miguel Ángel Rodríguez Miguel, Soraya Retamal Rodríguez, María Rodríguez Cabrero y Victoriana Rodríguez Miguel) la atención brindada durante su invitación para conocer la mina Ceferina, que ha servido de partida para la realización de este trabajo.

Por último, agradecer la dedicación de los revisores anónimos, sus correcciones y comentarios que han servido para mejorar este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APARICIO, A.; BARRERA, J.L.; CARABALLO, J.M.; PEINADO, M. & TINAO, J.M. (1975): Los materiales graníticos hercínicos del Sistema Central Español. Memorias del IGME, 88.

ARRIBAS, A. (1965). *Mineralogía y metalogenia de los yacimientos españoles de uranio. "El Berrocal", Escalones (Toledo).* Notas y comunicaciones, Instituto Geológico y Minero de España, 77, 67-92.

ARTHAUD, F. & MATTE, P.H. (1975). Les decrochements tardi-hercyniens du sudouest de /'Europe. Geometrie et essai de reconstitution des conditions de la deformation. Tectonophysics, 25.

BARRIOS, S. (2009). *Estudio metalogenético del indicio minero de Cu-Zn, Santa Cruz, Ávila*. Universidad de Salamanca. Trabajo de Grado inédito, Universidad de Salamanca, 153 págs.

BARRIOS, S.; REGUILÓN, R.M^a. & GOZALO, I. (2008). *Caracterización Mineralógica de los Filones de Cuarzo con S= en la Mina Santa Cruz. Provincia de Ávila (España)*. Revista de la Sociedad Española de Mineralogía, Macla nº 9, 45-46.

BELLIDO MULAS, F.; CASILLAS, R.; NAVIDAD, M.; DE PABLO MACIÁ, J.G.; PEINADO, M. & VILLASECA, C. (1990a). Mapa y memoria explicativa de la hoja n° 532 (Las Navas del Marqués) del mapa geológico de España a escala 1:50.000 (segunda serie). IGME, Madrid.

BELLIDO MULAS, F.; CASILLAS, R.; MARTÍN PARRA, L.M.; DEL OLMO SANZ, A.; DE PABLO MACIÁ, J.G.; PEINADO MORENO, M. & VILLASECA, C. (1990b). *Mapa y memoria explicativa de la hoja nº 557 (San Martín de Valdeiglesias) del mapa geológico de España a escala 1:50.000 (segunda serie).* IGME, Madrid.

GUTIÉRREZ MAROTO, A.; GUIJARRO GALIANO, J.; MORENO GUTIÉRREZ, A. & ÁLVAREZ MARTÍN, J.B. (1986). Estudio de inclusiones fluidas en baritina y fluorita del S.O. de la Sierra del Guadarrama (Minas La Asturiana y San Eusebio). Revista de materiales y procesos geológicos, IV: 91-101.

IBARROLA, E.; VILLASECA, C.; VIALETTE, Y.; FUSTER, J.M.; NAVIDAD, M.; PEINADO, M. & CASQUET, C. (1987). *Dating of hercynian granites in the Sierra de Guadarrama (Spanish Central System),* en *Geología de los granitoides y rocas asociadas del Macizo Hespérico*. Libro homenaje a L.C. García de Figuerola.

JCYL (2007). La minería en Castilla y León. Sociedad de Investigación y Explotación Minera de Castilla y León, S.A., Junta de Castilla y León, Consejería de Economía y Empleo, 399 págs. ISBN: 978-84-9718-445-8

JIMÉNEZ BENAYAS, S.; CRESPO, J.L. y CABRERA, R. (1996). *Mapa Geológico y Minero de Castilla y León. Escala 1:400.000*. Sociedad de Investigación y Explotación Minera de Castilla y León. 418 págs.

LILLO, J.; OYARZUN, R.; LUNAR, R.; DOBLAS, M.; GONZÁLEZ, A. & MAYOR, N. (1992). *Geological and metallogenic aspects of late Variscan Ba-(F)-(Base-metal) vein deposits of Spanish Central System*. Transactions of the Institutions of Mining and Metallurgy, 101: B24-B32.

LOCUTURA, J. & TORNOS, F. (1985). Consideraciones sobre la metalogenia del sector medio del Sistema Central español. R. Acd. Ci. Ex. Fis. Nat., Madrid, 79: 579-615.

LÓPEZ SOPEÑA, F.; LILLO RAMOS, J.; HERREROS VILLANUEVA, V. & OLIVÉ DAVÓ, A. (1995). Mapa y memoria explicativa de la hoja nº 556 (Navaluenga) del mapa geológico de España a escala 1:50.000 (segunda serie). IGME, Madrid.

MARTÍN PARRA, L.M.; MARTÍNEZ-SALANOVA, J. & MORENO SERRANO, F. (1991). Mapa y memoria explicativa de la hoja nº 531 (Ávila de los Caballeros) del mapa geológico de España a escala 1:50.000 (segunda serie). IGME, Madrid.

REGUILÓN, R.M^a.; RECIO, C.; MARTÍN-IZARD, A.; JIMÉNEZ FUENTES, E. & GOZALO, I. (2004). Caracterización de los fluidos portadores de los metales y estudio geológico y metalogenético de las mineralizaciones de Cu, Pb y Zn presentes en las provincias de Ávila, Zamora y Salamanca. Técnicas de prospección y explotación recomendadas. Proyectos de Investigación de la Junta de Castilla y León. Documento inédito.

SAMPER, J. (1977). Estudio metalogenético y evolución de la minería de la Mina Mónica de Bustarviejo. Tecniterrae, 19, 14-22.

SÁNCHEZ FERNANDEZ, M.T. (1988). *Caracteres metalogenéticos de los yacimientos del área de El Barraco (Ávila)*. Trabajo de Grado, Universidad de Salamanca. 127 págs.

SÁNCHEZ FERNÁNDEZ, M.T.; MARTÍN-IZARD, A. & REGUILÓN, R. (1989). *Caracteres geológicos y metalogénicos de los yacimientos de Pb-Zn-Ag del área de El Barraco (Ávila).* Boletín Geológico y Minero, Vol. 100-6 (1075-1090).

TORNOS, F.; CASQUET, C.; LOCUTURA, J. & COLLADO, R. (1991). Fluid inclusion and geochemical evidence for fluid mixing in the genesis of Ba-F (Pb-Zn) lodes of the Spanish Central System. Mineralogical Magazine, vol. 55 (225-234).

UBANELL, A.G. (1982). Estudio de la fracturación en un segmento del Sistema Central Español. Tesis Doctoral 160/82 (Madrid).

VINDEL, E. (1982). Estudio mineralógico y metalogenético de las mineralizaciones de la Sierra de Guadarrama (Sistema Central Español). Boletín Geológico y Minero, XCIII-I: 33-58.

Referencias on line

MTI Blog (2020). *Mina Limosnera, Cerrillo Altío, El Barraco, Ávila* https://www.mtiblog.com/2020/12/mina-limosnera-cerrillo-altio-el.html

ACOPIOS

Revista Ibérica de Mineralogía





V132022 MTIEDIT Foto Portada / Foto da Capa

Cristal de hidroxilherderita de 1 cm sobre fluorita. Cantera Romãs, Sátão, Viseu, Portugal Col. Santos Barrios Fot. Fernando Sánchez Cuadrado



Revista Ibérica de Mineralogía

ISSN 2171-7788



https://mti-acopios.blogspot.com

V132022