

Grupo Minero “Los Almadenes”, Alcaracejos, Córdoba, Andalucía

Antonio CARMONA RUIZ (Asociación Antonio Machado y Núñez, Amigos del MGUS; Sevilla)
Inmaculada RAMOS MÁRQUEZ (Asociación Antonio Machado y Núñez, Amigos del MGUS; Sevilla)
Ramón JIMÉNEZ MARTÍNEZ (Museo Geominero, IGME; Madrid)

ABSTRACT

Los Almadenes mines are located at the northern region of the Córdoba province, approximately 11 kilometers from the town of Alcaracejos. These mines were exploited since Roman times and especially lately during the first two decades of the 20th century for the obtention of lead, copper and silver. The mining activity ended up before 1920 but lately, during the 50's, a floating plant was installed to benefit the old dumps. The mineralization is disposed in veins and it is genetically related with hydrothermal processes associated to the granitic intrusion of Los Pedroches Batholith.

In the present article is described the mining history of this region, the facilities and services that were carried out during the mining exploitation as well as the remained ruins that are still preserved. In addition, part of this work is focused in the description of the most outstanding mineral species that may be found among the minor but still preserved unprocessed dumps.

The typical mineralization of galena and chalcopyrite is accompanied with a little occurrence of sphalerite and pyrite with accessory amounts of different metals such as arsenic, nickel, cobalt, silver and bismuth, those have originated an interesting secondary mineral association. Apart from the most common minerals should be mentioned the occurrence of silver sulfides and sulfosalts such as acanthite, argentotennantite, freibergite, pyrargyrite, stephanite, and chlorides such as cotunnite.

KEYWORDS

Los Pedroches batholith, granite intrusion, philonian deposit, hydrothermal processes, lead, silver, copper, silver sulfosalts, chalcopyrite, galena, pyrargyrite, Alcaracejos, Córdoba.

INTRODUCCIÓN

Este grupo minero es relativamente conocido, ya que existen referencias de su explotación desde época romana, aunque su período de máxima actividad se sitúa en las primeras décadas del siglo XX (Carbonell Trillo-Figueroa, 1948).

Recientemente, el coleccionista cordobés Bartolomé Rodríguez encontró algunos minerales de interés en las escombreras de estas minas, difundiendo el hallazgo en algunas ferias y mesas de intercambio de minerales.

Este hecho motivó que los autores de este trabajo visitaran las minas para realizar el muestreo y recogida selectiva de ejemplares necesarios para la caracterización de las especies minerales presentes, tarea que continúa en la actualidad.

En este trabajo se describen las labores que integran el grupo minero y se hace una primera aproximación a las paragénesis minerales presentes, tras el estudio de las muestras mediante microscopía electrónica de barrido (MEB/SEM).

Situación

El Grupo Minero “Los Almadenes”, también llamado del Chapararro Barrenado, se sitúa en la comarca de Los Pedroches, en la zona norte de la provincia de Córdoba (Figura 1), dentro del término municipal de Alcaracejos, de cuyo núcleo urbano dista unos 11 kilómetros.

Tomando el tramo de la carretera N-502 que une Espiel y Alcaracejos y desviándonos por la A-435 en dirección a Pozoblanco, a unos

4,5 km surge a la derecha una pista en dirección sureste que conduce hacia la zona minera objeto de estudio, en aproximadamente 2,5 kilómetros.

El municipio citado, de forma alargada, se extiende sobre 175 km² del sector central de la comarca pedrocheña, abarcando materiales graníticos en su mitad norte y rocas sedimentarias de Sierra Morena hacia su mitad sur, entre los que se encaja una estrecha faja metamórfica de contacto, sobre la que se sitúan numerosos yacimientos mineros que fueron objeto de explotación en épocas pasadas.

La zona granítica se caracteriza por ser topográficamente plana, mientras que los materiales sedimentarios, al hallarse plegados, exhiben un relieve accidentado, del

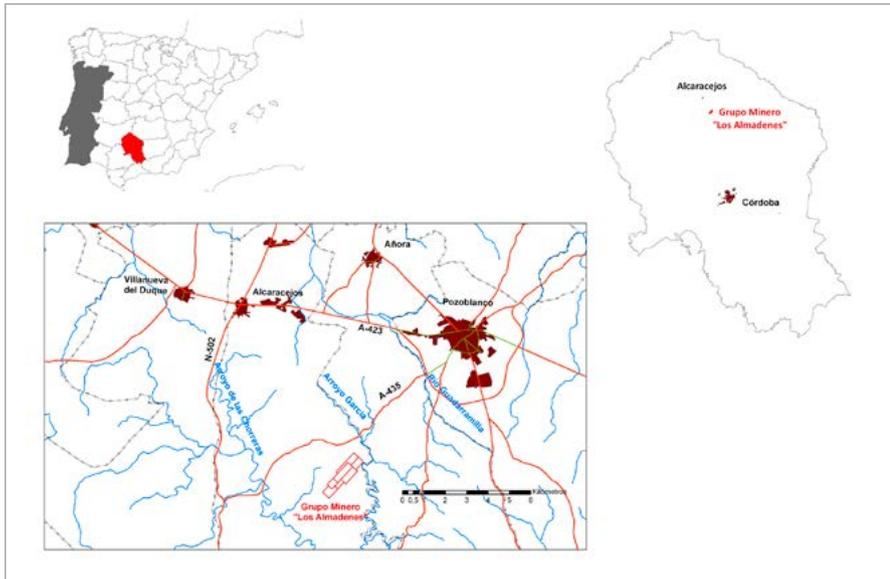


Fig. 1. Plano de situación del Grupo Minero "Los Almadenes". Mapa: A. Carmona (fuente: Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía, 2018).

que son máximos exponentes hacia el sur la Loma del Puerto Calatraveño (817 m) y el cerro Chimorra (959 m).

MARCO GEOLÓGICO

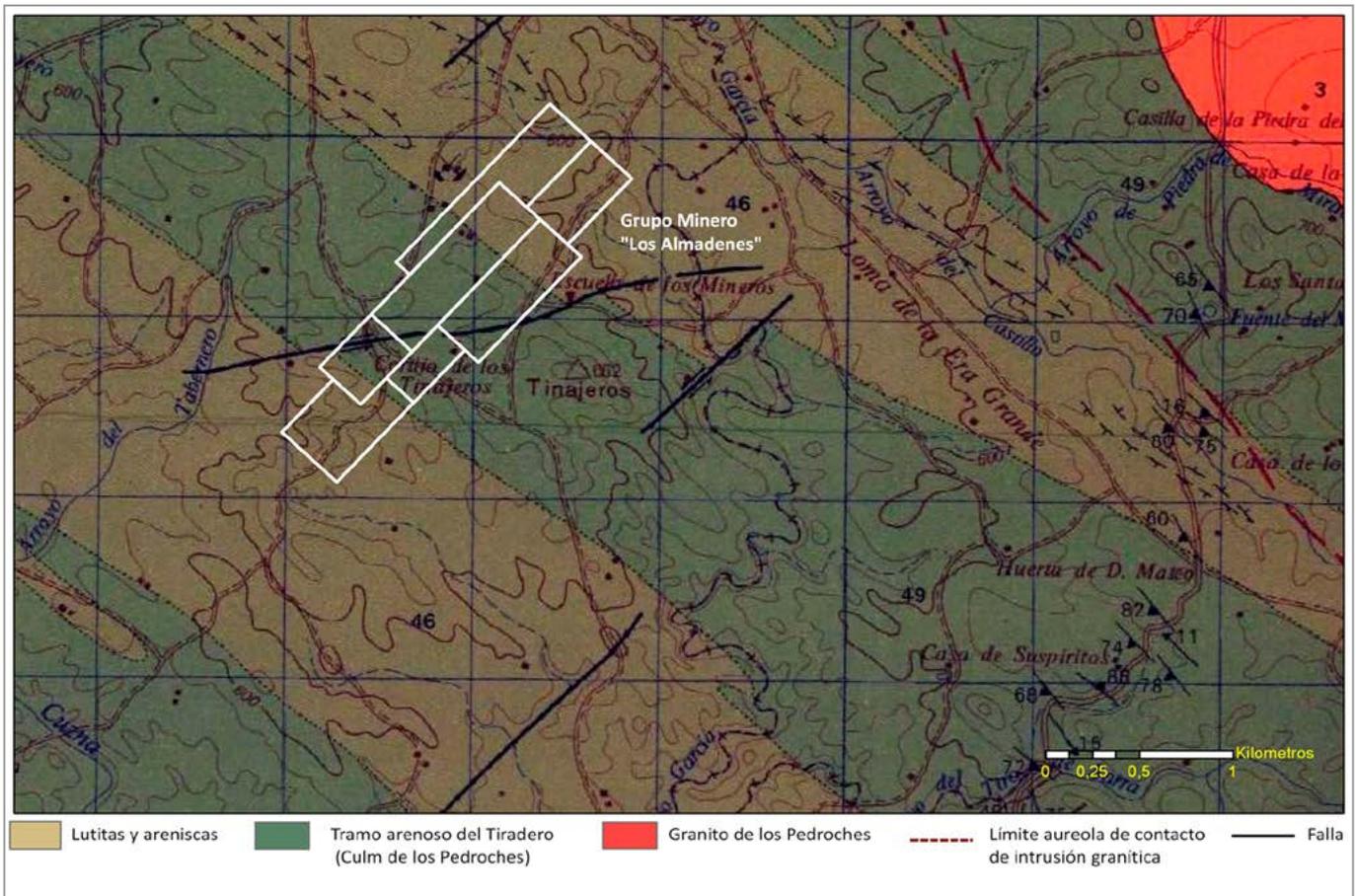
El yacimiento se halla en la esquina noreste de la Hoja nº 880 -Espil- del MAGNA (Figura 2), dentro

de la Zona Centroibérica, en el Dominio Esquistograuváquico. Su génesis se relaciona con las últimas manifestaciones de la orogenia Hercínica.

Los materiales aflorantes en "Los Almadenes" pertenecen al conocido como Culm de Los Pedroches, extenso afloramiento de lutitas y areniscas de facies Culm y edad atribuida al Carbonífero Inferior (Tournaisiense-Viseense), situadas al sur del batolito granítico del mismo nombre. Dichos materiales descansan sobre una sucesión de cuarcitas de distribución irregular a las que se supone una edad devónica media.

Hacia la base de dicho afloramiento se distingue una sucesión de lutitas moradas, con pasadas de rocas volcánicas de naturaleza ácida, dentro de la cual aparecen niveles de calizas conglomeráticas y/o conglomerados de cemento carbonatado. El ambiente de deposición,

Fig. 2. Plano geológico de la zona y ubicación de las concesiones de "Los Almadenes". Mapa: A. Carmona (fuente mapa base: Instituto Geológico y Minero de España -IGME-, 1985).



SUSTANCIA ANALIZADA	CONTENIDO (%)	CONTENIDO (kg/t)
Plomo	48,00	
Silice	30,50	
Cal	2,00	
Antimonio	0,50	
Cobre	0,80	
Zinc	0,50	
Hierro	2,50	
Azufre	13,00	
Plata	-	2,815
Total	97,80	2,815

Fig. 3. «Ensayos docimásticos de Galenas. Mina Almadenes». Tabla: I. Ramos (fuente: Consejo de Minería, 1910).

SUSTANCIA ANALIZADA	CONTENIDO (%)	CONTENIDO (kg/t)
Silice	11,46	
Aluminio	1,80	
Hierro	24,28	
Óxido de Manganeso	0,40	
Carbonato de cal	2,14	
Carbonato de magnesio	2,27	
Plomo	2,08	
Zinc	1,18	
Cobre	24,14	
Arsénico	0,80	
Azufre	27,91	
Ácido fosfórico	0,01	
Agua combinada, oxígeno	1,57	
Plata	-	1,176
Total	100,00	1,176

Fig. 4. «Análisis de otras menas. Mineral de cobre de la mina Almadenes». Tabla: I. Ramos (fuente: Consejo de Minería, 1910).

indicado tanto por el vulcanismo ácido como por las calizas, es marino somero.

Los filones del importante sector minero de Villanueva del Duque-Alcaracejos encajan en su mayoría en la aureola de metamorfismo de contacto provocada por la intrusión del Batolito de Los Pedroches. Las mineralizaciones se asocian a diques (o a estructuras subsidiarias de éstos) de cuarzo, con orientaciones NE-SW, de longitud kilométrica y espesores decamétricos.

La paragénesis es, en general, más variada que en otra de las áreas del plomo en Andalucía, el distrito de Linares-La Carolina, y la galena, que es siempre el mineral metálico más abundante, suele ir acompañada de esfalerita, calcopirita, pirita y, ocasionalmente, de otros sulfuros de cobalto y/o níquel.

La mineralización, en el caso de “Los Almadenes”, se halla en forma de brechas hidrotermales que muestran varias etapas de brechificación. La galena es argentífera, muy abundante y por lo general de grano fino; la esfalerita está presente,

pero en muy pequeña cantidad; la calcopirita, por su abundancia, también fue objeto de explotación, conteniendo Ni y Co (Carbonell Trillo-Figueroa, 1925); mientras que la pirita es bastante escasa. La ganga es de cuarzo y carbonatos (dolomita y calcita, por orden de abundancia).

Respecto a la presencia del níquel y el cobalto en el yacimiento, Carbonell (1925) afirmaba que un ensayo realizado en 1909 arrojó un resultado de 0,09% de Ni y Co, además de un 0,11% de Bi. Los dos primeros se ha confirmado que van asociados a la mineralización de cobre, como se verá en el apartado de mineralogía.

En la *Estadística Minera de España* correspondiente al año 1907 figuran dos análisis docimásticos de las galenas y de las calcopiritas del yacimiento, cuyos resultados se muestran en las tablas de las figuras 3 y 4. A la vista de los ensayos expuestos se concluye también que el antimonio se asocia a las galenas, mientras que el arsénico aparece junto a la mena de cobre (calcopirita en nuestro caso).

MINERÍA

Como ya se ha indicado anteriormente, el Grupo Minero “Los Almadenes” se sitúa en término de Alcaracejos (Córdoba), en el paraje conocido a principios del siglo XX como Chaparro Barrenado, también denominado Almadenes Hondos.

Debe aclararse, no obstante, que en bibliografía antigua es frecuente ver atribuido el grupo minero al término de Añora y, en alguna ocasión, incluso al término de Pozoblanco. Hasta los planos de demarcación de las primeras concesiones que integraron el grupo hacen mención al término de Añora. Sin embargo, tras situarlas convenientemente sobre cartografía u ortofoto reciente, se comprueba que no hubo ni una sola pertenencia minera en término de Añora y, mucho menos de Pozoblanco, por lo que todas las concesiones de las que trataremos en el presente tra-

bajo se ubicaron íntegramente en el municipio de Alcaracejos.

Cabe la posibilidad, respecto al error de situación detectado tanto en planos de demarcación como en bibliografía, de que a finales del siglo XIX apenas se contase con cartografía actualizada sobre los límites municipales y es que, hasta el año 1836 en que las Siete Villas de los Pedroches –antigua comunidad de municipios que data del medievo, integrada por: Alcaracejos, Añora, Pedroche, Pozoblanco, Torremilano (hoy día, Dos Torres), Torrecampo y Villanueva de Córdoba–, acordaron repartir las dehesas comunales cuyo usufructo mancomunado venían manteniendo hasta entonces. El citado acuerdo tuvo su culminación en las reuniones celebradas el 6 y 7 de abril de 1837, en las que se daría fin al reparto, consolidándose definitivamente la división de las dehesas entre los municipios, correspondiéndole a Alcaracejos la zona que años más tarde ocuparía el Grupo Minero “Los Almadenes”.

Trabajos antiguos

Como es habitual en la zona, el yacimiento es de tipo filoniano, explotado ya en época romana, a juzgar por las labores que Carbonell y López de Azcona (1946) indican en el paraje Almadenes Hondos, en Alcaracejos, cerca del límite con Añora, a las que asignaron una longitud de unos 500 metros, describiéndolas como dos alineaciones paralelas. Los mismos autores sitúan otra labor antigua a unos 750 metros de distancia al este de la anterior, sobre la que al parecer no se practicaron reconocimientos en época moderna.

Carbonell y López de Azcona (1946) calculaban una extensión aproximada de 10 hectáreas para las labores antiguas, cuya presencia posiblemente motivó la explotación moderna del Grupo Minero “Los Almadenes”, apuntando también la existencia de una fundición en la zona ya que, en la unión del arroyo de Almadenes (hoy día debe ser el arroyo de García o del Coso)



Fig. 5. Corta romana y socavones, hacia el centro de la imagen. Foto: A. Carmona (mayo 2017).



Fig. 6. Detalle de la entrada del socavón de la figura 5. Foto: I. Ramos (marzo 2018).



Fig. 7. Interior del socavón de la figura 6, con el piso repleto de antiguos botes de insecticida. Foto: I. Ramos (marzo 2018).

con el camino de Musgáño, se veían en un corte escorias muy antiguas ricas en plomo.

García Romero (2002) afirma que se trataba de un gran escorial, alterado por las labores modernas efectuadas sobre la zona, en el que podía hallarse litargirio y escorias conteniendo entre un 10 y un 12% de plomo y un 0,5% de cobre. También indica que conserva pequeñas estructuras de hornos de refinado rectangulares de 2 x 1 x 0,15 m de

profundidad y grandes estructuras de hornos circulares de tostación en la zona oeste del escorial.

En dicha área abundan las piedras de cazoletas simples. Asimismo, en el Museo Arqueológico Provincial de Córdoba se conservan varios martillos de escotadura procedentes de estas minas (García Romero, 2002).

Las referidas escorias hicieron pensar a las empresas mineras que comenzaron la explotación moder-

na que las labores antiguas podrían superar los 100 m de profundidad, aunque, como ahora veremos, los trabajos romanos se prolongaban a bastante más profundidad.

Otros autores (Domergue, 1987; García Romero, 2002) afirman que las labores romanas se extienden a lo largo de 1 km al norte y 200 m al sur desde el vértice geodésico del Cerro de los Tinarejos. También afirman, basándose en varios informes de la Sociedad Minera y

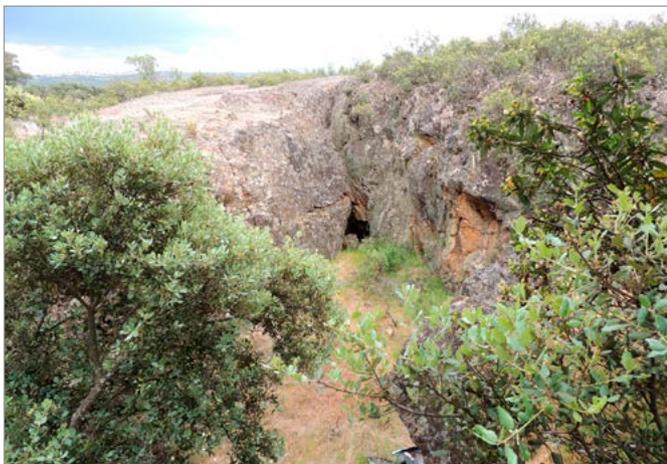


Fig. 8. Pequeña corta y socavón en uno de sus laterales.
Foto: B. Rodríguez (abril 2017).



Fig. 9. Posible pocillo romano.
Foto: B. Rodríguez (abril 2017).

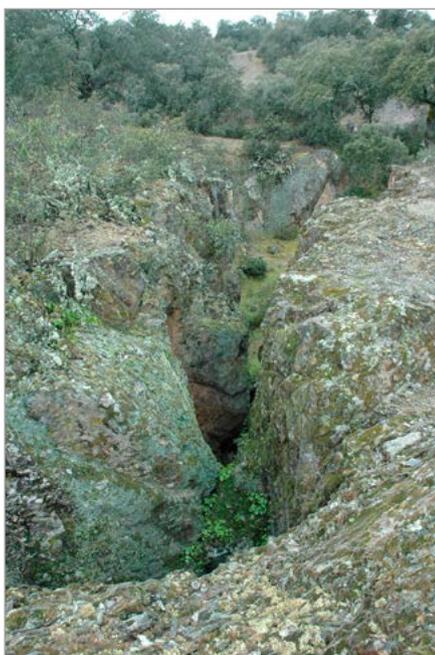


Fig. 10. Rafa romana. Foto: I. Ramos (marzo 2018).

Metalúrgica de Peñarroya (SMMP), que existían cuatro filones paralelos de dirección NE-SO con galena argentífera y calcopirita, muy ricos en cobre y plata, próximos entre sí los tres más orientales y a unos 300-400 m el más occidental.

Los análisis llevados a cabo por la SMMP presentan unos contenidos del 63% de plomo y un contenido en plata que variaba entre 3,700 kg y 9,240 kg por tonelada de mineral de plomo (Domergue, 1987).

Entre las labores efectuadas por los romanos que cita García Romero (2002) se hallan pozos y rafas. Los primeros son escasos y la mayoría suelen ser rafas arrosariadas, algunas de ellas ensanchadas a corta o transformadas en socavón. Las rafas, de dimensiones 3x2x50 m,

derivan a socavón o a pozo cuadrado de 1,5 x 1,5 m y de profundidad desde 4 hasta 20 m. Las cortas pueden tener 50 metros de longitud por 15 m de ancho y 10 metros de altura. (Figuras 5 a 12)

Domergue (1987) indica que la profundidad alcanzada por las labores romanas fue de 200 metros, mientras que García Romero (2002) afirma que llegaron a 230 metros, citando al propio Domergue en una publicación de 1990. Como desconocemos la fuente usada por Domergue, utilizaremos la profundidad, 195 metros, que daba Carbonell (1948) como la máxima alcanzada por las labores romanas, dado que entendemos se basa en los datos que la antigua Jefatura de Minas de Córdoba conservaba en su

Fig. 11.: Rafa romana evolucionada a socavón.
Foto: B. Rodríguez (abril 2017).



Fig. 12. Pozo de edad desconocida. Pudo tratarse de una labor romana reconquistada a comienzos del siglo XX.
Foto: I. Ramos (marzo 2018).





Fig. 13. Denarios romanos (arriba) y fíbulas (abajo) de plata del Tesorillo expuestas en el Museo Arqueológico de Córdoba. Fotos: Francis Suárez (fuente: web denariosibericos.wordpress.com).

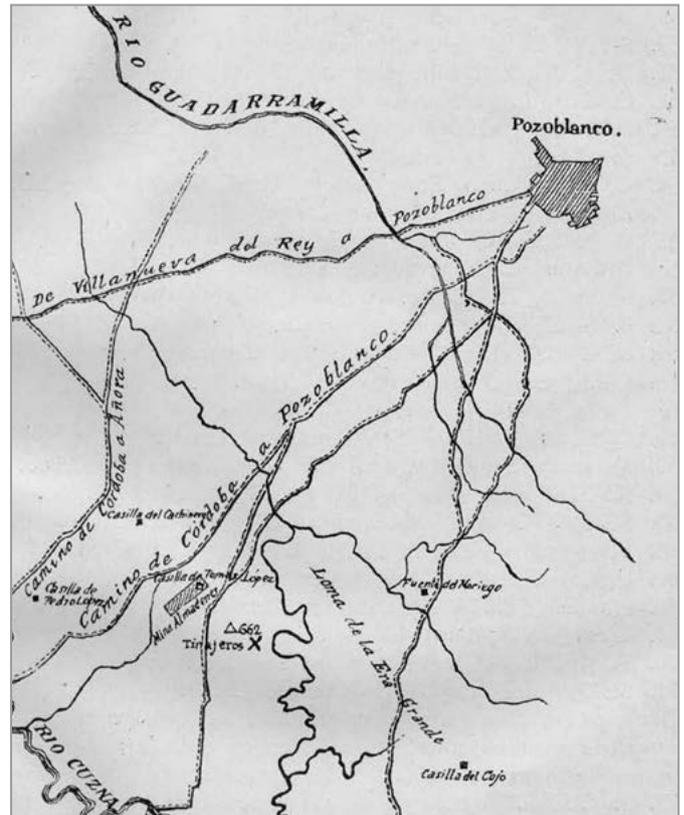
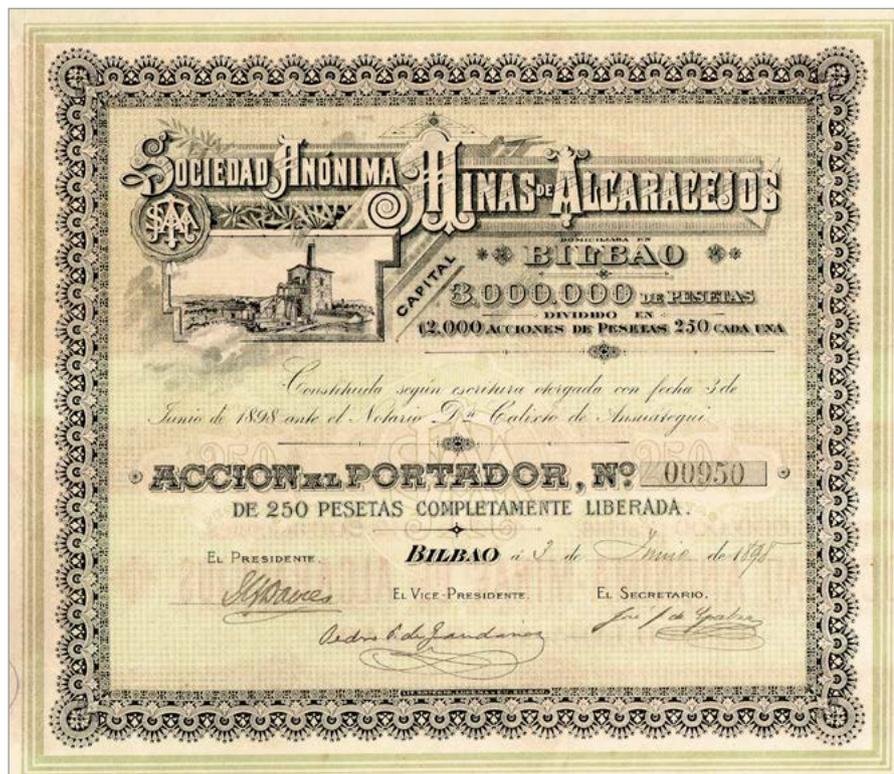


Fig. 14. Hallazgo del Tesorillo de Los Almadenes, en el lugar marcado con una X. Fuente: De los Santos Jener, 1928.

Fig. 15. Acción minera de la sociedad anónima Minas de Alcaracejos, de 1898. Col. y foto: I. Ramos.



Archivo referidas a la explotación de las minas de Los Almadenes a comienzos del siglo XX.

Hacia la mitad del mes de julio de 1928, Antonio Carbonell Trillo-Figueroa hizo entrega, en nombre de un amigo suyo, Moisés Moreno Castro (Subdelegado de Farmacia en Pozoblanco), del denominado Tesorillo, un tesoro conformado por 55 objetos de plata, entre vasijas y otras piezas (siete fíbulas, siete vasos, ocho placas circulares, dos torques, anillos y pulseras), además de 200 monedas del mismo metal, para su conservación y exposición en el Museo Arqueológico de Córdoba (Figura 13). Comentamos esto porque el lugar del hallazgo está muy próximo a las minas de Los Almadenes, que habían sido abandonadas en fechas recientes, y denota el poblamiento romano que debió existir en los alrededores del centro minero.

El Tesorillo fue hallado en 1926 por dos muchachas mientras cui-



Fig. 16. Acción minera de la sociedad anónima La Argentífera de Córdoba, de 1913. Col. y foto: I. Ramos.

daban ganado en el paraje conocido como Cerro del Peñón, que corona el barranco de los Arrabaleros en la parte de loma del lado norte y a unos 300 m de distancia del arroyo de García o del Coso, que en el croquis de la figura 14 se señala con una X (De los Santos Jener, 1928). Las piezas estaban dentro de una olla de cobre enterrada superficialmente. La persona que donó el Tesorillo al Museo Arqueológico se lo compró a la familia de las muchachas que lo encontraron.

En el caso del Tesorillo, volvemos a aclarar que la localización del mismo no tuvo lugar en Pozoblanco, sino en Alcaracejos, aunque aún hoy día siga citándose el primer municipio, como ocurre con Añora en el caso de las minas de Los Almadenes.

Concesiones y propietarios en época moderna

A pesar de que pudieron existir otros registros mineros modernos

sobre la zona, el primero de ellos que se mantuvo en el tiempo y que formó parte del futuro grupo minero fue el de la concesión “Almadenes”, nº 2941, solicitada en 1890 y demarcada en 1891.

Las concesiones “Almadenes Bajos”, nº 3683, y “Almadenes Altos”, nº 3685, se demarcaron también a finales del siglo XIX, concretamente en 1898.

Por no haber sido posible consultar los expedientes de las concesiones mineras que conformaron el grupo minero, se desconoce quién fue el primer propietario de las mismas, pero en el primer trimestre de 1901 se constituye en Bilbao la sociedad anónima Los Almadenes con el fin de explotar las minas de plomo de Alcaracejos (Córdoba), con un capital social de 6.000.000 de pesetas, representado por 24.000 acciones de 250 pesetas cada una, cuya tercera parte fue adjudicada a los fundadores y el resto fue suscrito por las compañías Anglo-Vasca de las Minas de Córdoba, La Argentífera de Córdoba y Minas de Alcaracejos.

Es posible que alguno de los socios fundadores fuese propietario de las minas demarcadas y otorgadas antes de 1901 sobre la zona de “Los Almadenes”, con lo que las pudo incorporar a la nueva sociedad, o bien, que la sociedad adquiriese las concesiones existentes a algún particular o a alguna empresa que, desde luego, no las había laboreado en el tiempo transcurrido desde que se otorgaron, ya que no se halló ninguna referencia anterior a 1901 en la *Estadística Minera de España*.

Las tres últimas sociedades mencionadas más arriba guardaban una cierta relación entre sí, como a continuación se verá.

La primera en constituirse fue la sociedad anónima Minas de Alcaracejos (Figura 15), concretamente el 3 de junio de 1858, con un capital social de 8.000.000 de pesetas, distribuido en acciones de 250 ptas. cada una. Esta sociedad tenía su domicilio social en Bilbao y en 1916 su capital era de 3.000.000

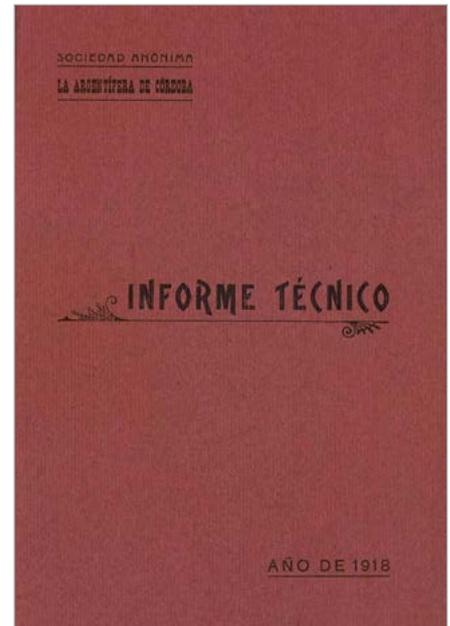


Fig. 17. Portada de uno de los informes técnicos de la sociedad anónima La Argentífera de Córdoba, de 1918. Fuente: Fundación Sancho el Sabio Fundazioa, 2017.

ptas. (Rodríguez Moyano, 2016), considerablemente menor al inicial, siendo entonces su presidente: Alfonso Etchats; vocales: José Lequerica, Pedro Mac Mahon, Victoriano Galdiz y Ricardo de Gandarias; y secretario: José F. de Espalza.

La sociedad Anglo-Vasca de las Minas de Córdoba se constituyó en Bilbao el 20 de enero de 1892. El capital social era de 1.125.000 ptas., suscrito mediante 4.500 acciones de 250 ptas. cada una de valor nominal. Su objeto social era el aprovechamiento de tres minas de plomo en las inmediaciones de Pozoblanco (Córdoba). Sus socios fueron:

- Juan Bailey Davies y Priestoll,
- Ricardo de Arellano Arróspide,
- Víctor Chávarri Salazar,
- Pedro Pascual Gandarias,
- Ramón de la Sota (abandona la sociedad en 1894 y lo sustituye Tomás de Zubiría Ybarra),
- Federico L. Macleod,
- Guillermo de Goitia.

Al constituirse la sociedad, ésta compra al británico Juan Bailey Davies las minas “San Antonio”, “Demetrio” y “Nueva Unión”, ninguna de ellas próxima a Pozoblanco (sería un error de localización lo que

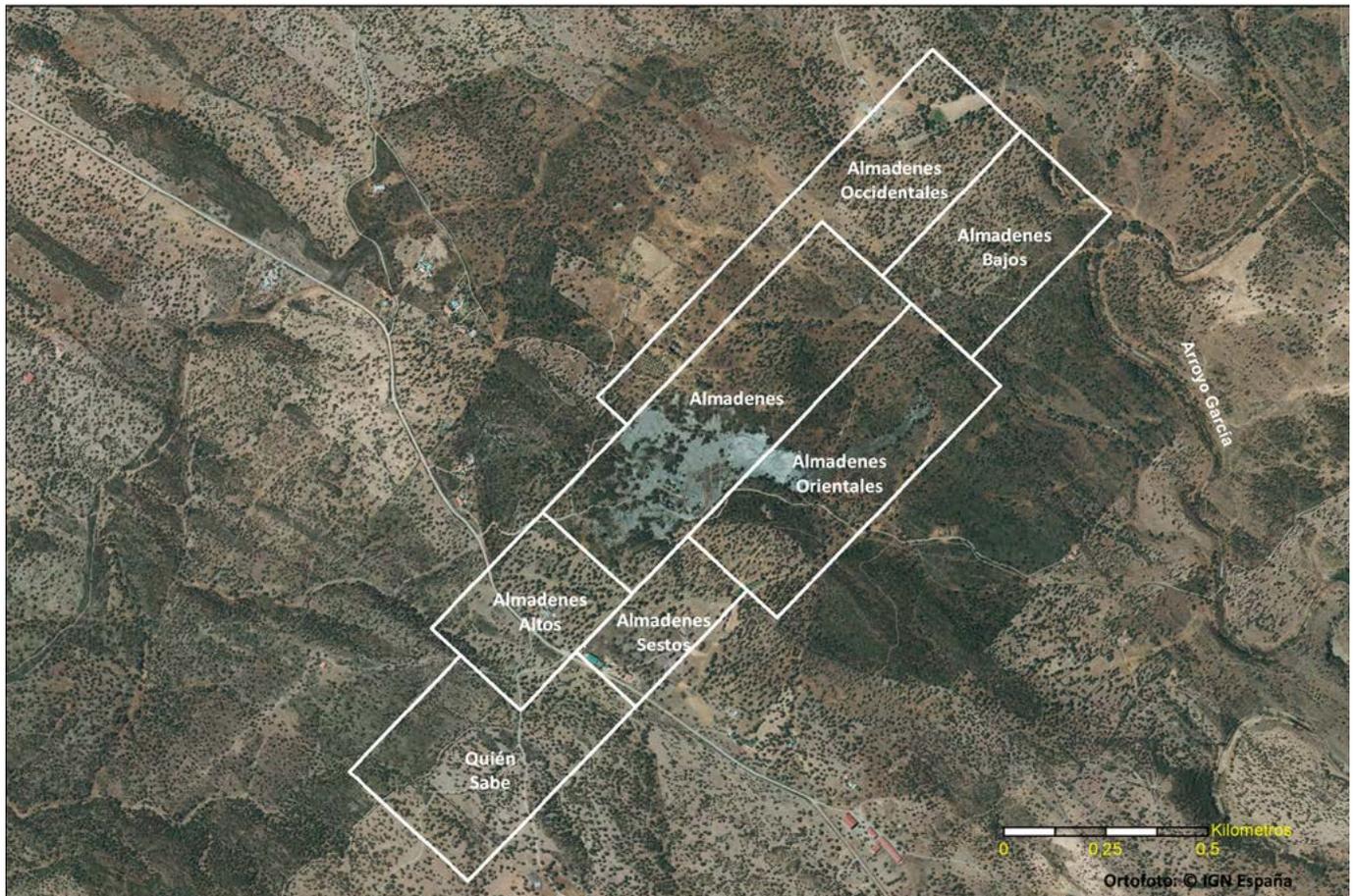


Fig. 18. Plano de concesiones del Grupo Minero “Los Almadenes”. Fotomapa: A. Carmona e I. Ramos (fuente ortofoto base: Servicio WMS “Ortofotos máxima actualidad del PNOA”, 2016 –PNOA cedido por el Instituto Geográfico Nacional de España–).

figuraba en el objeto social), aunque sí eran cercanas a Villanueva del Duque (Córdoba). La empresa incrementó el capital social, hasta alcanzar 1.500.000 ptas. en 1895.

Por último, la también sociedad anónima denominada La Argentífera de Córdoba (Figuras 16 y 17) se constituyó en Bilbao, el 28 de febrero de 1896, con un capital de 1.500.000 ptas., y teniendo como objeto:

- El aprovechamiento de cinco minas de plomo argentífero y otra de galena en la provincia de Córdoba.
- La adquisición de minas de los mismos minerales en Córdoba.
- La compra de minerales en minas ajenas.
- La fundición, beneficio y transporte de los minerales y demás productos.

Los socios de la empresa eran los siguientes:

- Juan Bailey Davies y Priestoll,

- Ricardo de Arellano Arróspide,
- Víctor Chávarri Salazar,
- Pedro Pascual Gandarias,
- Tomás de Zubiría Ybarra,
- Federico L. Macleod,
- Guillermo de Goitia.

Davies aportó a la sociedad, que le asignó su valor en acciones liberadas, varias minas de plomo argentífero en la misma zona que las que tenía la ‘Anglo-Vasca’: “Terreiras”, “San Rafael” y sus demasías, “Natividad”, “Pozo Rico” y “Elena”, y otra mina de galena llamada “Salvador”.

Como curiosidad relativa a los apellidos de los socios de las empresas citadas, cabe mencionar cómo muchos de los pozos mineros de la zona de Alcaracejos-Villanueva del Duque recibieron nombres que guardaban relación con los apellidos de dichos socios, por ejemplo: Gandarias, Goitia, Arellano, Davies, etc.

En 1912, La Argentífera de Córdoba,

cuyo presidente era entonces Ricardo de Arellano, adquirió todas las minas y bienes de la Anglo-Vasca de las Minas de Córdoba, a cambio de 10.000 acciones liberadas de 50 ptas. nominales, en cuya cuantía ampliaba su propio capital (500.000 ptas.) (Alonso Olea, 2005).

En 1916 se produce la fusión de La Argentífera de Córdoba con la sociedad Los Almadenes, en virtud del acuerdo adoptado en la Junta extraordinaria del 29 de agosto de 1915, pasando todos los bienes de la segunda a la primera, incluyendo, por supuesto, las minas de Los Almadenes.

Para el año 1921 La Argentífera de Córdoba apenas tenía actividad, salvo el lavado de escombreras, teniendo como único negocio rentable una participación en Minas de Alcaracejos, de cuya mitad era propietaria y que sí repartía beneficios en ese momento (Alonso Olea, 2005).

Las concesiones que formaron el Grupo Minero “Los Almadenes” (Figura 18) fueron las siguientes (todas ellas en el municipio de Alcaracejos):

- “Almadenes”, nº 2941, demarcada en 1891.
- “Almadenes Altos”, nº 3683, demarcada en 1898.
- “Almadenes Bajos”, nº 3685, demarcada en 1898.
- “Almadenes Orientales”, nº 4497, demarcada en 1901.
- “Almadenes Occidentales”, nº 5013, demarcada en 1902.
- “Almadenes Sestos”, nº 6608, demarcada en 1909.
- “Quién Sabe”, nº 7033, demarcada en 1912.

Una vez superado el año 1917, en los posteriores apenas si hay mención al grupo minero en la *Estadística Minera de España*, señal inequívoca de su escasa o nula producción, dado que en 1918 se paralizaron las labores. Todo ello unido a la afirmación vertida por Alonso Olea (2005) sobre La Argentífera de Córdoba, recordemos última titular de las concesiones una vez fusionada en 1916 con la sociedad Los Almadenes, en cuanto a que en 1921 apenas tenía actividad, salvo el lavado de escombreras, nos induce a pensar que la suerte de las minas de “Los Almadenes” ya no fue la misma nunca más, manteniéndose parado el grupo durante muchos años, salvo para que el Gobernador

Civil de la provincia de Córdoba emitiera un decreto fechado el 30 de enero de 1929, mediante el que aceptaba la renuncia de las concesiones “Almadenes Altos”, nº 3683, y “Almadenes Bajos”, nº 3685, declarando francos y registrables los terrenos ocupados por las mismas hasta entonces.

Poco después de la caducidad de estas dos concesiones fue solicitada, entre marzo y abril de 1930, una nueva concesión de 20 pertenencias denominada “Catalina”, nº 9050, en el paraje Almadenes Hondos, siendo el solicitante un particular, Manuel Caballero Suárez. Se desconoce si finalmente llegó a otorgarse, aunque no nos consta ninguna actividad de la misma.

Por otra parte, en 1932 volvió a demarcarse la concesión más antigua, “Almadenes”, nº 2941, por haber renunciado su titular a la mitad de sus 30 pertenencias. En el nuevo plano de demarcación ya no aparece ninguna de las concesiones del grupo que eran colindantes con ella, por lo que debían haber sido ya caducadas.

En años posteriores, y hasta la década de los 50 del pasado siglo XX, serían caducadas el resto de concesiones que formaron el grupo minero y que aún subsistieran vigentes. El 20 de octubre de 1951 se publicó en BOE la solicitud de un Permiso de Investigación denominado “Almadenes”, nº 10590, de 20

pertenencias, para plomo y otros, en el término de Alcaracejos. El mismo Permiso figuraba como concesión derivada varias décadas más tarde (VVAA., 1972), y especificando que se encontraba en el paraje Serrezuela, Chaparro Barrenado, de Alcaracejos, por lo que hubo de otorgarse probablemente sobre los terrenos que ocuparon las antiguas concesiones del grupo minero.

La concesión derivada nº 10590, denominada “Almadenes”, pudo amparar la instalación de un lavadero moderno para aprovechar las antiguas escombreras, dado que en la *Estadística Minera y Metalúrgica de España* de 1956 se menciona que se había trabajado sobre los vacíos de las antiguas minas de Los Almadenes. En cualquier caso, tampoco era necesario contar con una concesión autorizada para aprovechar las escombreras de derechos mineros caducados, según lo preceptuado por el Decreto de 9 de marzo de 1951, por el que se declara de interés nacional la explotación de las escombreras que contengan minerales de plomo procedentes de minas caducadas.

También en la *Estadística Minera y Metalúrgica de España* de 1957 se indica que se instaló un lavadero de flotación para relavar las antiguas escombreras de “Los Almadenes”.

La última mención al lavadero moderno de “Los Almadenes” figura en la *Estadística Minera y*

Fig. 19. En primer plano, pozo maestro o principal del Grupo Minero “Los Almadenes”. En segundo plano, casa de máquinas del mismo pozo. Foto: B. Rodríguez (abril 2017).



Fig. 20. Caña del pozo maestro, mamposteada en sus primeros 30 metros. Foto: B. Rodríguez (abril 2017).





Fig. 21. Por su ubicación y por sus características constructivas, probablemente se trate del pozo denominado 'Este', también revestido de mampostería. Foto: I. Ramos (marzo 2018).

Metalúrgica de España del año 1959, para informar que se había autorizado la instalación de una línea eléctrica de 9 km de longitud y 15.000 voltios que sustituiría al grupo de aceite pesado y complementos con que inicialmente se llevaron a cabo estas explotaciones. Probablemente seguiría funcionan-

do en la década de los años 60, pero no hemos localizado más información hasta la fecha de finalización del presente trabajo.

Según parece, la empresa que instaló el lavadero fue la denominada *Minerales de Almadenes, S.L.*, domiciliada en Madrid, aunque con vivienda para su director técnico

Fig. 23. Comparación de dos vistas aéreas de la zona, correspondientes a 1980 y 2016. Fuente ortofoto 1980: Servicio WMS "Ortofotografía Digital Histórica Pancromática de Andalucía 1977-83", Junta de Andalucía; fuente ortofoto 2016: Servicio WMS "Ortofotografía máxima actualidad del PNOA", 2016 (PNOA cedido por el Instituto Geográfico Nacional de España).



PROFUNDIDAD	PLANTA
130 metros	Primera
210 metros	Segunda
250 metros	Tercera
300 metros	Cuarta
330 metros	Intermedia
360 metros	Quinta
410 metros	Sexta

Fig. 22. Profundidades de las siete plantas del yacimiento. Tabla: I. Ramos (fuente: Carbonell y López de Azcona, 1946).

en Peñarroya-Pueblonuevo hacia comienzos de los años 60.

En BOE de 27 de marzo de 1971 se anuncia la caducidad de la concesión "Almadenes", nº 10590, por falta de pago del canon minero.

Características principales del yacimiento

La dirección de los filones, aunque muestran un trazado sinuoso, está entre 30° y 40° NE, buzando 70° S (Carbonell Trillo-Figueroa, 1948), sin que se hubiese detectado tendencia al acuífamiento.

La potencia media del filón más explotado alcanzó los 4 metros. La caja del filón mostraba una anchura respetable, lo que unido a la inconsistencia del terreno obligaba en algunas zonas a realizar guías fuera del filón, tratando de evitar posibles hundimientos.

La caja del filón está formada por lutitas y areniscas grauváquicas alternantes. Esta es una de las razones que determinan la alternancia de zonas blandas y duras en profundidad, lo que obligaba a una cuidadosa entibación en los tramos más inconsistentes.

Las menas explotadas fueron la galena y la calcopirita, estimándose como metalización media la de 761 kg de mineral de cobre y 153 kg de plomo mineral por metro cuadrado (Carbonell Trillo-Figueroa, 1948).

La ley del mineral lavado era, para el mineral de plomo, de 45,5% de plomo, con 2,572 kg/t de plata en el mineral preparado, y para el mineral de cobre, de 20,5% de cobre. La ley en bruto del mineral (zafras de la mina) era del 6,22% todo uno.



Fig. 24. Casa de máquinas del pozo maestro.
Foto: B. Rodríguez (abril 2017).



Fig. 25. Otra vista de la casa de máquinas del pozo maestro.
Foto: B. Rodríguez (abril 2017).

La cantidad de agua que se extraía era de unos 200 m³ diarios (2,31 l/s), en régimen normal.

En el macizo situado en el centro de la zona metalizada domina el mineral de plomo; a ambos lados de éste hay fundamentalmente mineral cuprífero, y más externamente y a ambos lados aparece la zona estéril. La longitud total de la columna metalizada que se explotó es de unos 100 metros.

Según Antonio Carbonell (1948), la mina no podía considerarse como agotada. Entonces restaban por explotar los realces de la 7^a a 6^a planta, tímidamente iniciados, teniendo en cuenta, además, que la mineralización continuaba por debajo de la 7^a planta, existiendo la posibilidad de hallar alguna columna bien mineralizada en dirección. Las reservas probables se calculaban en unas 2.500 toneladas.

Labores de reconocimiento y explotación efectuadas

Las labores de reconocimiento y explotación han sido relativamente numerosas, siendo la principal de ellas el pozo maestro, en el centro del campo de explotación, con dimensiones de 5 x 2,20 m, y profundidad 368 m. A 130 metros de éste y al sur hay un contrapozo de 50 metros de profundidad y una travesía al norte para cortar el filón y establecer la planta 6^a.

El pozo maestro (Figuras 19 y 20) se encuentra revestido de mam-

postería los 30 primeros metros, y entibados los 100 metros siguientes. A los 130 metros de profundidad atraviesa una zona consistente de 20 metros de espesor, en los que no fue necesario fortificar el terreno. Sigue a esta zona otra de 50 metros, en que fue precisa la entibación y, después, otra zona consistente.

Además hubo otro pozo, denominado 'Este' (Figura 21), que comunica con la 1^a planta y, por calderillas, con la 5^a, a través de la cual se introducían rellenos.

Se ejecutaron 7 plantas, a las profundidades indicadas en la tabla de la figura 22.

Los trabajos romanos llegaron a 195 m de profundidad (Carbonell Trillo-Figueroa, 1948).

Como las salvandas del filón estaban muy descompuestas, las galerías de transporte se hacían en estéril y, de tramo en tramo, se abrían travesías para arrancar el mineral. Por la excesiva anchura del filón, la explotación se hacía por rellenos mediante arcos de mampostería apoyados en los hastiales. Los estériles se aprovechaban para relleno de la mina.

Con las plantas trazadas, se desarrollaron galerías sobre filón, entre las que destacan los 800 m de la 2^a planta (*Estadística Minera de España*, 1911), que fue la de mayor desarrollo (Carbonell Trillo-Figueroa, 1948).

Además de estos trabajos se han realizado las transversales y gale-

rías de reconocimiento pertinentes.

Veamos a continuación un breve recorrido histórico por años y con algo más de detalle sobre las labores practicadas en el grupo minero, algunas de ellas localizables aún en superficie y de relativamente fácil situación sobre fotografía aérea de diferentes épocas (Figura 23).

Año 1901

Es el primer año en que se menciona "Los Almadenes" en la *Estadística Minera de España* y coincide también con la constitución de la sociedad Los Almadenes y el comienzo, parece ser, de labores serias de preparación para la explotación. Así, se realizaron labores de investigación de los filones hasta los 30-40 metros de profundidad, al mismo tiempo que se hacía lo propio en otras dos concesiones de Alcaracejos y Villanueva del Duque, explotadas también por la misma sociedad: "Vizcaya" y "Los Ingleses".

En todas las minas citadas se indicaba la instalación de varios tornos de vapor de 15 CV cada uno, destinados a la extracción y al desagüe mediante cubas. Los vestigios de las antiguas instalaciones de extracción y desagüe asociadas al pozo maestro pueden verse en las figuras 24 a 26.

Ese mismo año sirvió para edificar los cuarteles, las oficinas y las viviendas del grupo minero.



Fig. 26. Vista de los restos de instalaciones alineadas existentes entre el pozo maestro y su casa de máquinas, desde donde se tomó la fotografía. Foto: B. Rodríguez (abril 2017).



Fig. 27. Posible pozo de reconocimiento de los practicados en 1901, situado a unos 50 m al suroeste del pozo maestro. Foto: B. Rodríguez (abril 2017).

La dirección de las labores se encomendó al ingeniero de minas Rafael Aguirre.

Constaba ese año la apertura de cinco pozos de reconocimiento (Figura 27) sobre las rafas romanas, de los cuales los nº 1 y 3 se encontraban parados por la elevada afluencia de agua a los mismos; el pozo nº 2 descendió 30 metros; el pozo nº 4 alcanzó los 20 m; y el pozo nº 5 llegó a 16 m de profundidad (Carbonell Trillo-Figueroa *et al.*, 1946).

Año 1902

En la *Estadística Minera de España* de ese año no figuraba en producción este grupo de minas, por lo que se supone que seguiría en investigación.

Año 1903

Las labores de interior seguían limitándose a reconocimiento e investigación, salvo la construcción del pozo maestro. Éste se profundizó sin interrupción hasta los 140 m de profundidad, existiendo traviesas de reconocimiento a los 130 m, tanto al norte como al sur del pozo, en una longitud de 110 metros. La ubicación de dicho pozo se estableció fuera de la zona de laboreo romano, pero de tal forma que permitiera alcanzar en profundidad los filones reconocidos en la antigüedad. La profundidad alcanzada se consideraba entonces sufi-

ciente para sobrepasar las labores antiguas, pero tras comprobarse que no era así, la sociedad Los Almadenes decidió seguir profundizándolo hasta alcanzar las galerías romanas.

De los cinco pozos de reconocimiento practicados durante 1901, el de más profundidad llegaba a los 45 metros.

Año 1904

Este año el pozo maestro alcanzaba los 210 metros de profundidad, siendo considerada ésta como mínima para lo extenso de la zona que pretendía explotarse, previamente considerada también para establecer las dimensiones de la sección horizontal de este pozo.

Años 1905 y 1906

La profundidad del pozo maestro era entonces de 260 metros, quedando la traviesa que conducía a las galerías de la 3ª planta a 250 metros.

Año 1907

El pozo maestro llega a los 305 metros, quedando instalada su 4ª planta a los 300 metros, es decir, a 50 metros de la 3ª planta. La planta 4ª constaba de una transversal al sur de 9 metros y dos galerías, una al este, de 8,70 metros, y otra al oeste, de 10,30 metros.

La *Estadística Minera de España* correspondiente a ese año indica

que “Los Almadenes” era productora de galena argentífera, aunque el mineral más abundante había pasado a ser la calcopirita, por lo que en breve se preveía que pudiera ser considerada como mina de cobre.

Año 1908

Los frentes de avance de la explotación se hallan en la 4ª planta, cuya metalización era buena, presentándose constituida por galena y calcopirita a partes casi iguales.

La presencia de la calcopirita en profundidad iba en aumento, con leyes del 13 al 15% de cobre.

En la *Estadística Minera de España* de 1908 se menciona que próximamente podría contarse con producción de cobre en “Los Almadenes”, por lo que deducimos que hasta entonces no habría figurado como productora de cobre, siendo registrada tan solo su producción de galena argentífera.

Año 1909

Los trabajos efectuados por la sociedad anónima Los Almadenes se limitaron a desarrollar las plantas de los diferentes niveles, sin continuar la profundización del pozo maestro.

Entonces existían cuatro plantas, entre los 130 y los 300 m, habiéndose trabajado en todas ellas. La más avanzada era la 2ª, con 800 metros practicados sobre filón.

El grupo minero ya producía cobre, además de plomo argentífero.

Año 1910

A comienzos de año el pozo maestro alcanzaba los 370 metros, habiéndose trazado la 5ª planta a los 360 m. La metalización en ese momento se vuelve más cobriza.

Al oeste de la 1ª planta se comenzó una traviesa al norte, con una longitud de 27 metros, restando unos 8 más para tocar el filón.

En la 2ª planta la galería situada al este incrementó su longitud en 65 m, llegando a 92 m en total, mientras la galería oeste alcanzaba los 71 m, quedando situada al norte de la general, que no registró cambios. Sobre la galería general existía un realce al oeste.

En la 3ª planta, la galería transversal al norte de la general avanzó hasta los 89 m y, a partir de la galería transversal al sur, se trazaron 19 m de galería al este. Por lo demás, esta planta se mantuvo sin más cambios, explotándose en realce al oeste, mientras existía otro al este cuya explotación había finalizado.

La galería de la 4ª planta avanzó a este y a oeste, teniendo trazados 144 y 140 m, respectivamente. La transversal existente al sur medía 197 metros de longitud y, a partir de la misma, se trazaron 43 m de galería este. 30 metros más abajo de esta planta se estaba perforando una intermedia, mediante una calderilla practicada desde la 4ª planta y a 8 metros de traviesa al norte; esta nueva planta estaba en preparación, con 82 m de traviesa ejecutados y sin haber llegado aún al filón.

Año 1911

Los trabajos se centran en la 4ª y la 5ª planta, así como en una intermedia entre ambas que no cuenta con conexión con el pozo maestro.

Disminuye la producción de plomo, mientras que aumenta la de cobre. Se comprueba que los trabajos romanos alcanzaron los 195 metros de profundidad (Carbonell Trillo-Figueroa *et al.*, 1946).

Sobre la planta 4ª se llevaban dos realces en plomo y otros dos en cobre, siguiendo en estéril tanto a este como a oeste.

En la 5ª planta se llevaba un realce en plomo, mientras que en la intermedia se realizaron 2 chimeneas que la comunicarían con la 5ª, quedando ya comunicada con la 4ª mediante otra calderilla.

Año 1912

Vuelve a aumentar algo la galena y a disminuir sustancialmente la calcopirita, aunque manteniéndose las leyes. Sin embargo, el aumento del plomo no compensa la pérdida del cobre.

Las labores de interior se concentran en la 5ª planta, aunque también se realizan trabajos en la 4ª planta. En la 5ª planta la longitud de galerías es de 262 metros al este y al oeste.

Año 1913

El espacio para realizar nuevas labores está algo limitado, suponemos que por falta de profundización del pozo maestro, habiéndose realizado tan solo un contrapozo de 47 metros al nivel de la 5ª planta (360 m) para la explotación por debajo de la misma.

Hasta este año la concesión que se había laboreado era la titulada "Almadenes", nº 2941. En 1913 entra en trabajos también la denominada "Almadenes Bajos", nº 3683, en la que se practicaron algunas labores sobre vestigios superficiales que denotaban trabajos antiguos. Las referidas labores consistieron en la práctica de dos pocitos; uno de ellos, detenido a los 16 m, cortó una pequeña veta cobriza, y el otro, que llegó a 20 m, también alcanzó las calcopiritas.

Año 1914

El contrapozo realizado el año anterior desde la planta 5ª alcanzaba los 50 m de profundidad, donde se emboquilló una traviesa para establecer la 6ª planta, quedando parada a los 10 metros, en tanto no se efectuase la instalación eléctrica proyectada para los ser-

vicios de extracción y desagüe de esta nueva planta.

Las metalizaciones medias obtenidas ese año fueron de 415 kg de plomo, equivalentes a 0,06 metros de galena argentífera, y 46 kg de cobre, equivalentes a 0,01 metros de calcopirita.

Sobre la investigación en profundidad, partiendo de la 5ª planta (360 m) y a 130 m al sureste del pozo maestro se estaba perforando un contrapozo de 2,80 x 1,60 m, cuya profundidad alcanzaba los 410 metros.

Los trabajos sobre la concesión "Almadenes Bajos" se paralizaron en mayo de 1914. De los dos pocitos de reconocimiento realizados, el nº 1 llegó a 16 m de profundidad, bajando en mina hasta los 12 metros, mientras que el nº 2 bajó hasta los 22 metros, donde cortó filón vetado de cuarzo con pintas de calcopirita, según la *Estadística Minera de España* del año 1914.

Año 1915

Se produjo un aumento de la producción de cobre y también subió su precio de cotización (de 89,30 a 98,66 ptas./t). Por el contrario, la producción de plomo disminuyó, aunque su cotización subió (de 228 ptas./t en 1914 a 245 ptas./t en 1915).

A 360 m de profundidad la caja de mina presentaba gran potencia, pero la metalización era reducida, lo que redundó en un incremento de los costes de explotación, motivo por el cual se decidió seguir explotando solo por encima del nivel 200, manteniendo el desagüe por debajo de esa cota y suspendiendo las labores de investigación.

Año 1916

En ese año "Los Almadenes" era la 3ª explotación minera más importante de la provincia por su producción de cobre.

La ley del mineral de plomo era del 45% de plomo y el 0,21% de plata, mientras que la del mineral de cobre era del 15,30% de cobre y 0,04% de plata.

Las investigaciones suspendidas el año anterior provocaron la inundación de las labores subterráneas por debajo del nivel 200. Durante 1916 se realizó el desagüe de la zona cubierta por las aguas, agotando las aguas en la planta 5ª a finales de año y realizándose la instalación auxiliar para iniciar un reconocimiento a los 410 m de profundidad (6ª planta).

El director de los trabajos continuaba siendo el ingeniero de minas Rafael Aguirre Carbonell, quien también dirigía las minas "Demetrio" y "Terreras". Éste se quejaba, en su informe técnico de 1916 de la sociedad anónima La Argentífera de Córdoba (Carbonell Trillo-Figueroa *et al.*, 1946), de que aún no se estaba trabajando de lleno en el reconocimiento de la planta 6ª debido al insuficiente suministro de combustible que esperaba se normalizase en el futuro, aunque mientras ello ocurría se destinaban los esfuerzos a otros trabajos de dicha sociedad, que se consideraban de mayor interés en otras minas de su propiedad. Así, pues, los trabajos de reconocimiento o preparación en "Los Almadenes" no parecían ser tan urgentes ni prioritarios para la dirección técnica de las minas.

Año 1917

La información de este año procede de Carbonell y López de Azcona (1946), aunque dichos autores se basan en el informe técnico de la sociedad anónima La Argentífera de Córdoba para 1917, firmado probablemente, al igual que el del año 1918, por el director de las minas, Rafael Aguirre.

Hasta el mes de mayo de 1917 no se logró desaguar la planta 5ª (nivel 360 m), por los mismos problemas de abastecimiento de combustible sufridos el año anterior. Una vez conseguido, se montó una bomba para la planta 6ª y a mitad de julio se consiguió trabajar sin agua en el nivel 410 m, cortando el filón un mes después. Sobre el filón se desarrollaron 60 metros de galería, en su mayor parte sin buena

metalización, confiando en que el frente de avance hacia el oeste tocase mineral a final de año, ya que del que iba hacia el este no se esperaba que pudiera proporcionar una explotación ventajosa.

El frente del oeste en la galería de la 6ª planta presentaba el mineral de plomo muy similar al hallado en el extremo de otra galería que se encontraba por encima de ella, además de mejorar su ley en plata, ya que algunas de las muestras extraídas alcanzaban las 240 onzas de plata por tonelada de mineral de plomo, conteniendo todas ellas más de 230 onzas de plata por tonelada. Si las 240 onzas fueran onzas troy (ozt) su equivalencia en kilogramos sería 7,46 kg/t de plata.

No deja de ser algo llamativo el enriquecimiento en plata producido a tanta profundidad, cuando en toda la vida del grupo minero se superaron las 200 onzas de plata, siendo normales valores comprendidos entre 170 y 180 onzas de plata por tonelada, que igualmente tampoco son nada despreciables.

El director del grupo minero confiaba en que el yacimiento adquiriese la consistencia necesaria para explotarlo con rentabilidad, tal y como tuvo anteriormente, ya que en los últimos trabajos el material aparecía muy descompuesto, lo que hizo que no se encontrase lugar apropiado para subir una chimenea que permitiese la ventilación natural de las labores más profundas y la preparación y acceso a los macizos que se realizarán en el futuro.

Ese mismo año se realizaron algunas investigaciones en la planta 2ª, pero no resultaron fructíferas.

Año 1918

Hasta el mes de junio de ese año, la escasez de combustible casi ocasionó que las labores de interior se inundasen por insuficiente desagüe, pero se mantuvo abierta la mina. Sin embargo, a comienzos de junio se declaró una huelga de obreros que obligó a extraer la bomba que elevaba las aguas desde el nivel más profundo, aún en pre-

paración, hasta el desagüe general del pozo maestro, conllevando la inundación de los niveles inferiores de la mina. Como la falta de suministro de carbón continuó, no fue posible tras la huelga obrera retomar el desagüe de la mina, por lo que se paralizaron las labores.

La galería abierta al nivel 410 m avanzó unos 30 metros, con leyes próximas a las normales del yacimiento, incluso para la plata, a pesar de la profundidad alcanzada, sin que esa y otras labores de reconocimiento efectuadas sobre filón (calderillas y chimeneas), a juicio del director de las minas, sirvieran para modificar el criterio que tenían anteriormente sobre el valor del criadero, por lo que establecía la necesidad de un estudio detallado antes de reemprender la explotación del yacimiento, al que calificaba de dificultoso, no sin antes afirmar que las condiciones de trabajo sí sufrirían variaciones.

Durante 1918, "Los Almadenes" seguía figurando como mina productora de plomo. En esas fechas se estaban agotando las mineralizaciones de plomo de las minas "Demetrio" y "Terreras", propiedad también de La Argentífera de Córdoba.

El plomo y, en general, el resto de metales, bajaron mucho su cotización durante 1918, consecuencia previsible debida a la finalización de la 1ª Guerra Mundial ese mismo año, hecho que en años posteriores seguiría influyendo notablemente en el mercado de los metales y, por tanto, en la minería metálica.

Año 1919 y siguientes

Como la mina se paralizó en 1918, durante 1919 ya figuraba como improductiva.

Los años posteriores fueron de crisis, al igual que lo fue 1917 en todo el país, hasta que en 1923 parece mitigarse un tanto, al menos en lo que al plomo se refiere.

En años posteriores se suceden numerosas dificultades para la minería provincial, al igual que en el resto de España, tanto por los movimientos obreros como por los pro-



Fig. 28. Posible galería que conduciría los estériles del lavadero destinados a relleno hidráulico hacia pozo vertical ubicado en su interior. Foto: I. Ramos (mayo 2017).



Fig. 29. Otra vista más cercana de la entrada a la posible "obra de canalización" del estéril de planta hacia la tolva para relleno. Foto: I. Ramos (marzo 2018).

blemas de transporte, suministro de combustibles, bajada de cotización de todos los metales, etc.

En 1920 "Los Almadenes" no se cita siquiera como mina improductiva en la *Estadística Minera de España*.

En 1921 casi llegan a cerrar "El Soldado" y "Claudio", referentes del plomo en la provincia de Córdoba.

En 1922 continúa la crisis, que se suaviza levemente en 1923.

En 1924 sube la cotización del plomo, pero las tarifas de transportes poco homogéneas y no unificadas, además de los impuestos mineros, impiden que se recupere la minería del plomo.

En 1925 vuelve a la actividad la mina "Demetrio", parada durante todos los años de crisis. En esta mina, explotada desde 1893 y propiedad también de La Argentífera de Córdoba, se hallaba el famoso pozo 'Begoña', modernamente situado dentro del Grupo Minero "El Rosalejo", en la concesión "Cara al Sol".

Finalmente, la mina "Demetrio" para definitivamente en 1928, aunque para los años 1929 y 1930 solo resistían las minas de plomo "El Soldado" (en Villanueva del Duque) y "Santa Bárbara" (en Fuente Obrajuna), ambas propiedad de la Sociedad Minera y Metalúrgica de Peñarroya (SMMP), que prácticamente fue de las pocas empresas que pudo aguantar esos años de crisis.

Tras la enorme crisis de la minería metálica, y del plomo en particular, además de las labores, se fueron abandonando incluso las concesiones de "Los Almadenes", tal y como se ha comentado con anterioridad en este artículo (apartado: Concesiones y propietarios en época moderna).

Producciones

El mineral de plomo obtenido en la planta se vendía a la fundición de la SMMP en Peñarroya, mientras que el cobre lavado se embarcaba en el puerto de Sevilla con destino a la Compañía de Minerales de Lieja (Carbonell Trillo-Figueroa *et al.*, 1946).

No contamos con datos de producción de todos los años en que las minas permanecieron activas, pero hemos querido mostrar aquellos que sí figuran en la bibliografía consultada, lo cual no significa que los que no aparecen no fueran productivos.

Del 1 de diciembre al 31 de mayo de 1909 la producción obtenida fue:

- 8.000 quintales métricos de mineral de cobre con ley del 15,50% de cobre.
- 2.800 quintales métricos de mineral de plomo con ley del 46% de plomo y 2,440 kg/t de plata.

En 1910 se beneficiaron:

- 570 toneladas de mineral de

plomo, con ley del 44,5% de plomo y 2,500 kg/t de plata.

- 1680 toneladas de mineral de cobre, con ley del 19% de cobre.

De 1911 sólo conocemos datos totales de producción, pero no de leyes:

- 1177 toneladas de mineral de plomo.
- 1095 toneladas de mineral de cobre.

En 1916 se explotó una superficie de unos 1.000 m² de filón, arrojando un resultado de 6.073 toneladas de zafra para el plomo y 7.343 toneladas para el cobre. De ese tonelaje se beneficiaron:

- 194.431 kg de mineral de plomo, con ley media de 46,26% de plomo y 2,292 kg/t de plata.
- 322.303 kg de mineral de cobre, con ley media de 18,82% de cobre y 0,597 kg/t de plata.

En 1917 la producción fue la siguiente (Carbonell Trillo-Figueroa *et al.*, 1946):

- 132.301 kg de mineral de plomo, con el 46,49% de plomo y 2,285 kg/t de plata.
- 50.000 kg de mineral de cobre, con el 16% de cobre.

Por último, en 1918, se obtuvieron:

- 41.160 kg de mineral de plomo con el 44% plomo y 2,785 kg/t de plata.
- 30.000 kg de mineral de cobre, con ley del 15% cobre.

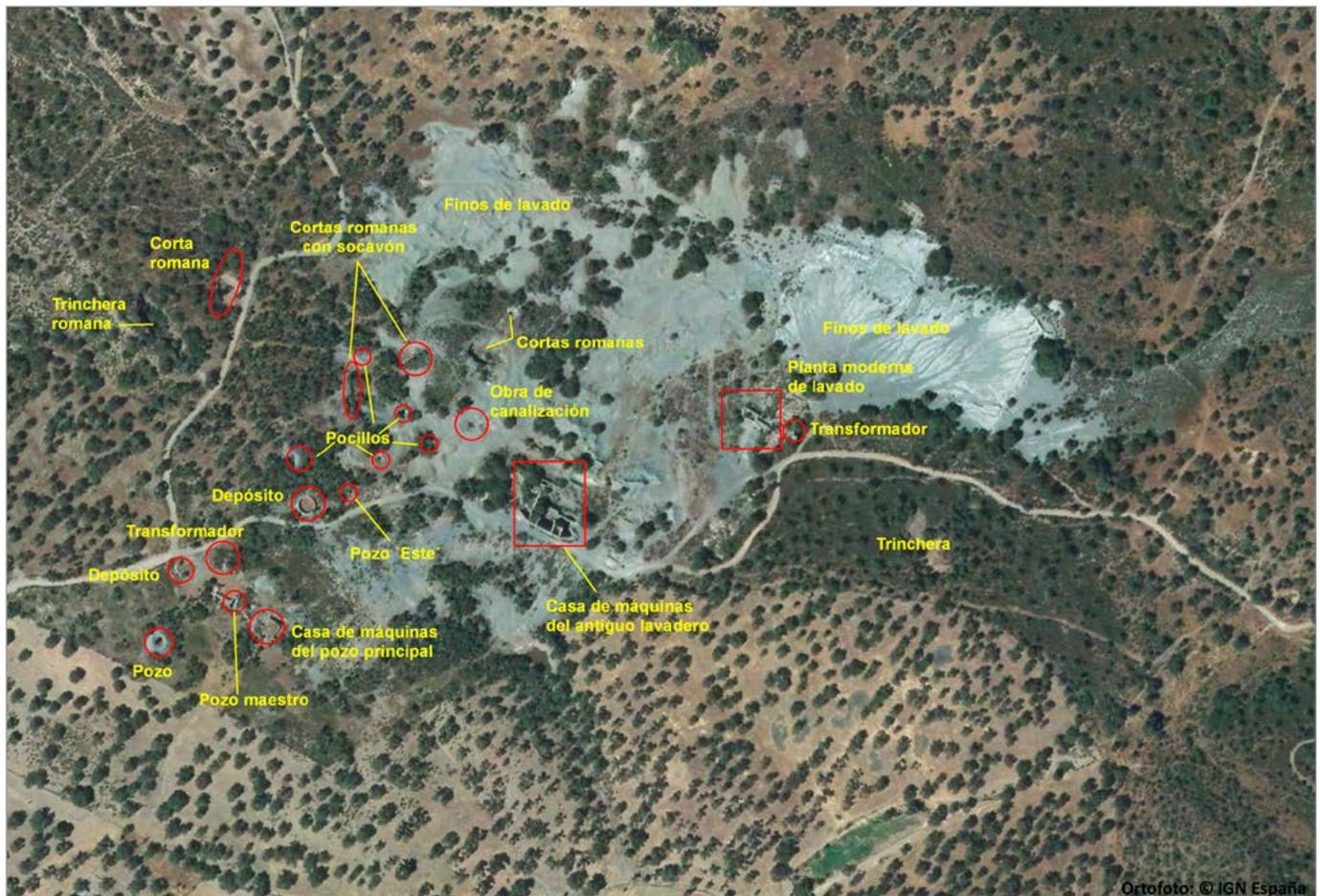


Fig. 30. Plano de instalaciones mineras del Grupo Minero “Los Almadenes”. Fotomapa: A. Carmona (fuente ortofoto base: Servicio WMS “Ortofotos máxima actualidad del PNOA”, 2016 –PNOA cedido por el Instituto Geográfico Nacional de España–).

Los posibles datos relativos a la etapa moderna (finales de los años 50-principios de los 60 del siglo XX) de relavado de escombreras antiguas, preferimos no incluirlos aquí, por no corresponder a explotación propiamente dicha y estar amparados por derechos mineros diferentes a los que integraron el Grupo Minero “Los Almadenes”. No obstante, se citan algunas cifras significativas en la descripción de las instalaciones.

Instalaciones

Cabe citar entre las instalaciones una que nos pareció cuanto menos curiosa. Así, en la *Estadística Minera de España* correspondiente al año 1911 se recoge que se estaba terminando de instalar una especie de buzón que condujese los estériles procedentes del lavado del mineral hasta el nivel 300 m directamente, sin que se hiciera ne-

cesario trasladarlos por diferentes medios hasta ese nivel, donde se usaban como relleno. Entendemos que dicho “buzón” entraría en funcionamiento hacia 1912.

En nuestras visitas de campo pudimos observar la existencia de una suerte de socavón o galería (Figuras 28 y 29), muy cerca del antiguo lavadero (hacia el oeste del mismo). Por comunicación personal de Bartolomé Rodríguez, la referida estructura tiene un recorrido muy corto y muestra un pozo practicado en el piso de la labor. Tras pensar qué sentido tendría realizar un socavón de reconocimiento, con escasos metros de recorrido, encajado en una pequeña zona alomada de escasa altura, para después realizar un pozo en el piso a pocos metros de la entrada, cuando perfectamente se podría haber ejecutado desde lo alto de la loma y no malgastar el presupues-

to en hacer algo innecesario, optamos por contemplar la posibilidad (aún por confirmar) de que ese socavón o galería sirviera para canalizar los estériles húmedos que producía el lavadero diariamente hasta una especie de tolva, embudo o buzón, que sería lo que otras personas interpretan como un simple pozo en el piso del socavón.

Las razones que apoyan nuestra hipótesis son variadas, pero pasan por ejemplo por la escasa o nula costumbre en la zona de revestir de mampostería la entrada a un socavón y mucho menos si únicamente se tratase de labores de reconocimiento. Igualmente, la bibliografía consultada sobre “Los Almadenes” no contempla que la empresa titular realizase ningún tipo de reconocimiento o labor de explotación en forma de socavón o galería abierta desde la superficie (solo se les reconoce a los romanos



Fig. 31. Antiguo lavadero (vista frontal). A la izquierda se aprecia lo que aparentemente era una tolva para verter el mineral desde arriba. Foto: I. Ramos (mayo 2017).



Fig. 32. Antiguo lavadero (vista lateral). Foto: R. Jiménez (mayo, 2017).

y, evidentemente, no es romano el socavón).

Joaquín Ezquerro del Bayo (1839) definía “buzón” como «un cajón piramidal cuya base inferior sea la más pequeña». El mineral o, en nuestro caso, el estéril procedente del lavado, se arrojaría por la boca superior, recibiendo en un nivel inferior un carro, carretilla o vagoneta, utilizados para el transporte por galería. Con el fin de que no caiga más mineral (estéril) del que puede cargar el carro o vagoneta, ni se bloquee el paso por la galería inferior (nivel 300 m), se colocaría una portezuela o trampilla en la boca de salida del buzón, que solo se abriría cuando estuviese listo el transporte (colocado debajo de la boca de salida).

Nótese que en la *Estadística Minera de España* se refería a conducir los estériles hacia el nivel 300 m, y qué mejor forma de hacerlo que canalizar o guiar de algún modo la circulación de dichos estériles acuosos hacia la boca de entrada del buzón, que pensamos podría ser lo que aparenta ser un simple pozo en el piso del socavón o galería.

En el plano indicativo de instalaciones que se acompaña (Figura 30) aparece señalado como «Obra de canalización» lo que algunos denominan “socavón”, que es lo que pensamos que pudo haber sido realmente, destinada a conducir los estériles del lavado hacia una es-

pecie de buzón conectado directamente con la planta 4ª (300 m).

En 1912 se aumentó la altura, de 17 a 30 metros, de la chimenea de salida de humos de las calderas, con el fin de poder quemar en el hogar toda clase de carbones.

Consta que el lavadero antiguo (Figuras 31 a 33) estaba ya instalado en 1912 (*Estadística Minera de España*, 1913) aunque ese año se amplió el mismo con cuatro mesas Wilfley más para tratar los finos, contando tras la ampliación con ocho mesas de ese tipo.

En 1913, se instaló un calentador o economizador Green para el grupo de calderas Babcock de la planta de lavado. Dicha planta tenía una capacidad de tratamiento de 141 toneladas de tierras en 10 horas, que podían dar una producción de 8 toneladas, 5 de plomo y 3 de cobre, siendo su rendimiento de 5-6% y la ley resultante de 48-49% de plomo y 18% de cobre. Para apreciar el enriquecimiento obtenido tras el tratamiento del mineral extraído, baste tener en cuenta que éste sale a bocamina con una ley de 2,77% de plomo y 7,78% de cobre.

En 1914 se proyectó la instalación eléctrica para la extracción y el desagüe de la planta 6ª.

En 1917 la máquina de extracción era de 40 CV de potencia, mientras que la de desagüe era de 60 CV, extrayéndose 140 m³ de agua en 24 horas. La energía eléctrica se apro-

vechaba para el desagüe del contrapozo mediante un motor de 2 CV, acoplado a una bomba que elevaba el agua a la planta 5ª, donde la tomaban los pistones movidos por un tirante maestro que accionaba la máquina de desagüe antes citada. Dicha maquinaria estaría cobijada por la casa de máquinas del pozo maestro (Figuras 24 y 25). Para esas fechas es posible que la energía fuese eléctrica, pero en años anteriores ésta provenía de las máquinas o calderas de vapor instaladas en otra casa aneja o casa de calderas; de ésta o de algunas de sus chimeneas provendrá un ladrillo refractario que hallamos en las cercanías de la casa de máquinas (Figura 34).

En las mismas fechas el antiguo lavadero estaba accionado por una máquina horizontal de 90 CV de potencia, alimentada por dos calderas multitubulares, tipo Babcock & Wilcox (Figura 35), probadas ese mismo año. Su producción era de 250 toneladas de tierras al mes, que proporcionaban 20 toneladas de mineral vendible. Constaba de los siguientes elementos principales:

- 1 machacadora,
- 3 molinos,
- 5 trómeles dispuestos en cascada,
- 6 cribas del tipo Hart,
- 8 mesas Wilfley (Figuras 35 a 37),
- reposadores.



Fig. 33. Planta antigua de lavado (vista trasera).
Foto: B. Rodríguez (abril 1917).

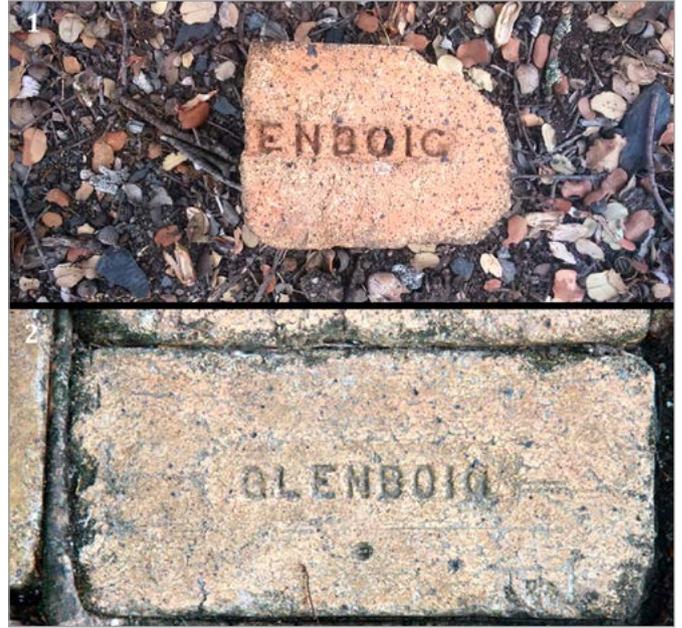


Fig. 34. 1) Fragmento de un ladrillo hallado junto a la casa de máquinas del pozo maestro. Foto: I. Ramos (octubre 2017). 2) Ladrillo completo del mismo fabricante, Glenboig Fire-clay Co., sociedad constituida en 1872 en Glenboig (Escocia), hallado en Barbados. Fuente: web gracesguide.co.uk.

Fig. 35. Arriba) caldera multitubular tipo Babcock & Wilcox; abajo) mesa concentradora Wilfley de principios del siglo XX, vista por sus dos extremos, aunque le faltan los apoyos necesarios para ser instalada. Fuente: Davies, 1902.

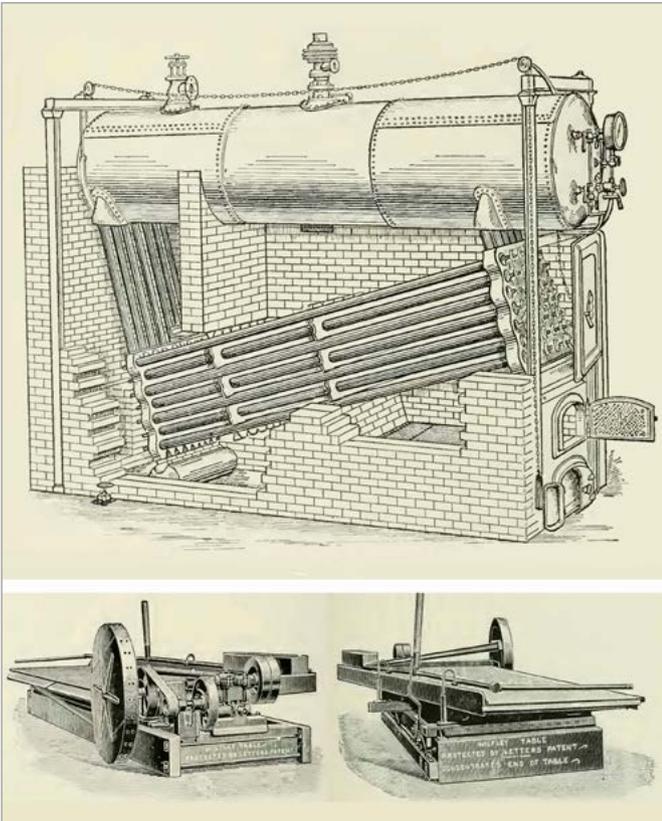


Fig. 36. Mesa Wilfley más moderna que las utilizadas a comienzos del siglo XX, aunque apenas han modificado sus fundamentos principales. Ésta en concreto perteneció a la SMMP (probablemente date de los años 40-50 del siglo XX) y procede de alguna de sus instalaciones de La Unión (Murcia), aunque actualmente se encuentra en los laboratorios de la Escuela Politécnica Superior de Linares. Foto: I. Ramos (febrero 2018).





Fig. 37. Otra vista de la mesa Wilfley de la figura 36, esta vez en funcionamiento (precisa agua). Obsérvese cómo la galena (color gris), más pesada, se va separando del resto de fragmentos del mineral triturado y concentrándose en una franja de la mesa. Foto: I. Ramos (febrero 2018).



Fig. 38. Posibles restos de un rumbo minero (*round buddle*) para lavar a mano el mineral de cobre. Se aprecia un semicírculo en el suelo y el fondo que limita éste parece conservar una parte de su primitiva solera de ladrillo. Foto: B. Rodríguez (abril 2017).

Existía también un pequeño lavadero a mano para los minerales de cobre en esa misma época, y quizá formase parte del mismo lo que pudo ser un “rumbo” o *round buddle* localizado en las inmediaciones de la planta antigua de lavado (Figura 38).

El agua que alimentaba la planta de lavado debía proceder del desagüe de la explotación minera y sería conducida desde el pozo maestro hacia un depósito (Figura 39), marcado como tal en el plano de la pasada figura 30. Dicho depósito, de

unos 10 metros de diámetro y 2 de altura, tendría una capacidad de almacenamiento de unos 157 m³. En su base muestra una pequeña compuerta y, alineada con ella, hallamos los restos de una canalización, cuya dirección apunta hacia la antigua planta de lavado (Figuras 40 a 42). Por otro lado, en dirección al pozo maestro, desde dicho depósito, hallamos restos de canalizaciones de cerámica (Figura 43), antiguamente enterradas, que podrían haber conducido el agua desde el pozo hasta el depósito.

En las proximidades del pozo maestro existe una caseta de transformador y un depósito rectangular cuyo uso se desconoce (Figuras 44 y 45).

También se localiza frente al transformador un depósito circular (Figura 46) de muy escasa altura (unos 30-40 cm máximo), aunque pudo ser arrasado cuando se abandonó la mina, que aparece conectado mediante tubería de hierro enterrada a los aledaños del pozo maestro, estando alineado, a unos 75 metros de distancia, con el depósito de 2

Fig. 39. Depósito de unos 157 m³, que con total probabilidad suministraba el agua necesaria a la antigua planta de lavado. Foto: B. Rodríguez (abril 2017).



Fig. 40. Pequeña compuerta (A), situada al pie del depósito de agua, y restos de canalización (B) en dirección a la planta de lavado. Foto: I. Ramos (marzo 2018).





Fig. 41. Detalle A de la figura 42, donde se aprecia la compuerta que daría salida al agua del depósito hacia la planta.
Foto: I. Ramos (marzo 2018).



Fig. 42. Detalle B de la figura 42, con los restos de canalización existentes. Foto: I. Ramos (marzo 2018).



Fig. 43. Restos de canalización de cerámica en las proximidades del depósito. Foto: I. Ramos (marzo 2018).



Fig. 44. Caseta de transformador y depósito próximos al pozo maestro. Foto: B. Rodríguez (abril, 2017).

Fig. 45. Otra vista del depósito rectangular de la figura 46.
Foto: I. Ramos (marzo 2018).



Fig. 46. Restos de un depósito circular de unos 10 m de diámetro, próximo al pozo maestro, y conectado con sus instalaciones mediante tubería de hierro enterrada. Está situado cercano al depósito de la figura 41, del cual dista unos 75 metros.
Foto: I. Ramos (marzo 2018).





Fig. 47. Ruinas del lavadero moderno. En primer plano aparecen los apoyos sobre los que pudo estar instalada una machacadora. Foto: R. Jiménez (mayo 2017).



Fig. 48. Zona lateral del lavadero moderno. Al fondo, tras la higuera, y con tejado de chapa, se ve la caseta del transformador. Foto: B. Rodríguez (abril 2017).

metros de altura que describimos anteriormente y teniendo ambos el mismo diámetro (10 m). Es posible que constituyese una descarga de agua intermedia desde el desagüe del pozo maestro y desde ahí se condujera al segundo depósito.

Según la *Estadística Minera de España* de 1957, se instaló un lavadero de flotación (Figuras 47 a 50), con diferenciación para plomo y cobre, para relavar las antiguas escombreras de “Los Almadenes”, que contenían según la misma fuente un 1,5% de plomo y un 0,6% de cobre. La capacidad de tratamiento del nuevo lavadero era de 30 t/día durante 1956, obteniendo un complejo plomo-cobre en pequeñas cantidades, poco rentables, por lo que se decidió ampliar la instalación, siendo autorizada a tratar 100 toneladas por día con diferenciación de minerales. Ese año la instalación estaba en período de pruebas y aguardaban unas 380.000 toneladas de escombrera para ser tratadas en la nueva planta, aunque en la *Estadística Minera de España* relativa al año 1958 se rebaja esa cifra a 350.000 toneladas.

Hoy día existe una amplia zona donde se muestran los estragos del relavado llevado a cabo, reconocible por la acumulación de finos y la escasez de vegetación que presenta (Figura 51).

Sobre el lavadero moderno, también conocemos que antes de 1959 estaba alimentado por un grupo



Fig. 49. Caseta del transformador próxima a la planta de lavado de los años 50. Foto: R. Jiménez (abril 2017).

electrógeno cuyo combustible era el aceite pesado, sustituido ese año por una línea eléctrica de 9 km y 15.000 V, autorizada entonces, que unía un centro de transformación de la SMMP a 70.000-15.000 voltios, situado en Pozoblanco, con los transformadores de la mina (a 50 KVA).

Servicios generales

En las minas existía un taller de reparaciones, que empleaba a 20 obreros, con jornales de 3,25 ptas.

También había instalado un taller de fragua, que empleaba el mismo número de obreros y con el mismo jornal que el anterior.

Existió igualmente una carpintería, dotada de 6 obreros, que percibían un jornal medio de 2,75 ptas.

En 1912 se fundó un economato, sucursal del instalado en la mina “Demetrio”, con arreglo a lo dispuesto en el Real Decreto de 18 de julio de 1907, y acorde al Reglamento de 15 de agosto de idéntico año. Estaba controlado por los obreros y su coste durante 1916 ascendió a 11.837,80 ptas.

En 1912 se inauguró una escuela (Figuras 52 y 53) para los hijos de los mineros, subvencionada por la empresa, con un maestro titulado contratado y en la cual recibían clase al principio, unos 30 niños, mientras que en 1917 eran 50 los alumnos. Aún pueden verse en pie sus ruinas.

En 1917 trabajaban en esas minas un total de 465 obreros, de los que 276 lo hacían en interior y 189 en el exterior. Los jornales de interior eran de 3,125 ptas.

El horario de trabajo en el exterior era de 7:00 a 17:30, con descanso entre 12:00 y 12:30. Las jornadas en interior eran de 8 horas, trabajando a dos o tres relevos.

MINERALOGÍA

Los filones del Grupo Minero “Los Almadenes”, también llamado del



Fig. 50. Depósitos en la zona de la planta moderna. Foto: B. Rodríguez (abril 2017).



Fig. 51. Aspecto que presenta actualmente la superficie de vertido de los finos de lavado, colonizada por diferentes especies vegetales, principalmente encina, retama (amarillo) y *Rumex bucephalophorus* (rojo pardusco), planta que suele asociarse a antiguos suelos mineros. Foto: I. Ramos (mayo 2017).



Fig. 52. Antigua escuela para los hijos de los mineros, vista desde el camino de acceso a la misma. Foto: I. Ramos (marzo 2018).



Fig. 53. Antigua escuela para los hijos de los mineros, vista desde el patio interior. Foto: I. Ramos (marzo 2018).

Chaparro Barrenado, forman dos alineaciones paralelas de unos 500 m de longitud. Llevan una dirección NE-SO con sucesivas combaduras y un buzamiento aproximado de 70° , siendo su potencia media de unos 4 m.

El relleno está constituido por cuarzo, calcita y pizarra sumamente descompuesta. Las menas son la galena argentífera y la calcopirita, muy ricas en cobre y plata. La caja está formada por una alternancia de pizarra y arenisca grauváquica, siendo ambas formaciones de edad paleozoica (Carbonell Trillo-Figueroa, 1948).

El origen de los filones de cuarzo es hidrotermal y peribatolítico con textura principalmente brechoide,

encajados en una aureola de metamorfismo.

Observando fragmentos del filón en las escombreras se puede deducir que quizás coexistan en el filón dos tipos de paragénesis primarias y sus correspondientes paragénesis de alteración.

La primera estaría constituida por minerales primarios: sulfuros de cobre y hierro (calcopirita, piritita, tetraedrita y argentotennantita) y en menor proporción por sulfuros de plomo (galena) enriquecidos en níquel, cobalto, bismuto y arsénico. La alteración de estos minerales primarios da lugar a una paragénesis secundaria constituida por arseniatos de cobalto (eritrina), óxidos e hidróxidos de hierro

(goethita), carbonatos (cerusita y malaquita) y otros sulfuros de cobre de enriquecimiento secundario (covellina y bornita).

La segunda paragénesis estaría constituida por sulfuros (galena, enriquecida en plata, y estibina) y sulfuros y sulfosales de plata (acantita, freibergita, stephanita), y en menor proporción por sulfuros de cobre, hierro y zinc (calcopirita, esfalerita y piritita). La alteración de este grupo de minerales habría generado sulfatos (brochantita, devillina, linarita y yeso), carbonatos (cerusita), elementos nativos (azufre) y halogenuros (cotunnita).

Los ejemplares han sido analizados mediante microscopía electrónica de barrido (MEB/SEM) para

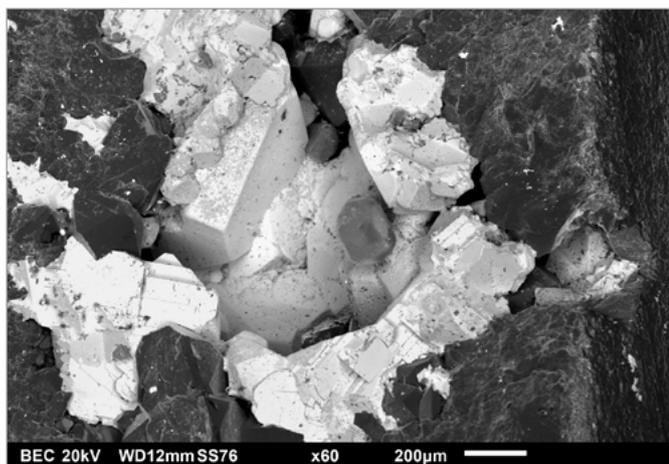


Fig. 54. Imagen SEM de cristales de azufre sobre galena. Foto: R. Jiménez (IGME).



Fig. 55. Azufre sobre galena. C.V. 2 mm. Col.: A. Carmona xe I. Ramos; foto: A. Carmona.

determinar los principales rasgos morfológicos de los cristales y también para obtener análisis semi-cuantitativos, necesarios para confirmar la naturaleza de los cristales. Se ha empleado un microscopio JEOL JSM 6010 PLUS/LA dotado de un sistema de microanálisis por energía dispersiva (EDS) del Instituto Geológico y Minero de España.

A continuación se hace una descripción detallada de las distintas especies mineralógicas existentes en el yacimiento de “Los Almadenes”, siguiendo un orden sistemático.

Elementos nativos

Azufre, S

En algunas geodillas de cuarzo, y sobre la galena, se han observado cristales, inferiores al milímetro, de azufre nativo, que probablemente

sean de neoformación relacionados con procesos de oxidación de la galena en las escombreras. (Figuras 54 a 56).

Sulfuros

Acantita, Ag_2S

La acantita (Figuras 57 a 62) es escasa en el yacimiento y se localiza en pequeñas geodas con alta alteración, donde suele ir acompañada de arcillas y otros filosilicatos. Forma masas de escasos milímetros asociadas a galena, en las que es frecuente que aparezcan englobados cristales de pirargirita o stephanita. Los cristales suelen estar deformados, con hábito prismático y en menor medida acicular (Figura 59). En algunos casos forman pequeñas estructuras arborescentes.

Argentotennantita, $Ag_6Cu_4(Fe,Zn)_2As_4S_{13}$

La argentotennantita es un mineral muy raro a nivel mundial, cuya localidad tipo es el depósito aurífero Kvarstovje Gorki (Quartzite Hills, en inglés), en Kazajistán.

En España hay una sola referencia, que no está confirmada (Calvo Rebollar, 2003), en las inclusiones de galena en la mina “La Serafina”, situada a unos 9 km al norte del pueblo de Plasenzuela (Cáceres). Al parecer, debido a su pequeño tamaño no se ha podido determinar con seguridad si se trata de este mineral o de freibergita (Lago Rodríguez *et al.*, 1989).

En la zona de estudio aparece en cristales milimétricos dentro de pequeñas geodas de cuarzo (Figuras 63 a 66). Presenta formas

Fig. 56. Espectro SEM-EDS de azufre. Gráfica: R. Jiménez (IGME).

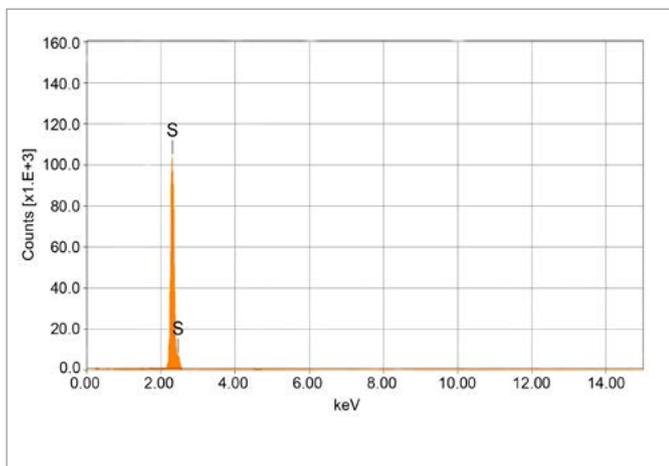


Fig. 57. Espectro SEM-EDS de acantita. Gráfica: R. Jiménez (IGME).

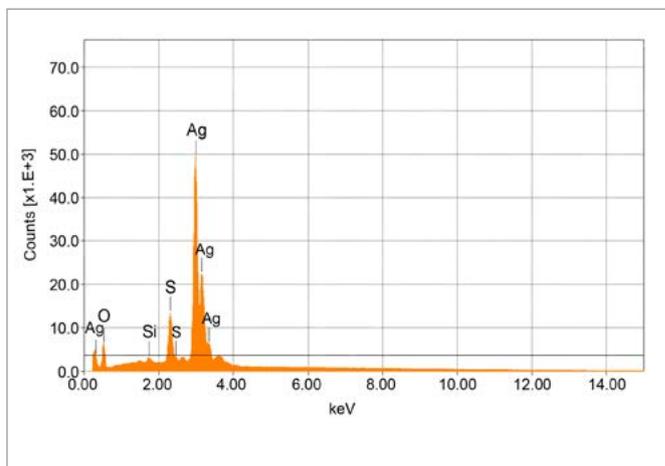




Fig. 58. Acanthita y galena sobre cuarzo. Cristales deformados. C.V. 3 mm. Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.



Fig. 59. Acanthita de hábito acicular sobre galena y cuarzo. C.V. 3 mm. Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.

Fig. 60. Acanthita sobre cuarzo. C.V. 3 mm. Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.

Fig. 61. Cristalización más frecuente de la acanthita en "Los Almadenes". Dibujo: A. Carmona (fuente: Goldschmidt, 1922b).



Fig. 62. Cristales maclados de acanthita sobre cuarzo. C.V. 4 mm. Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.

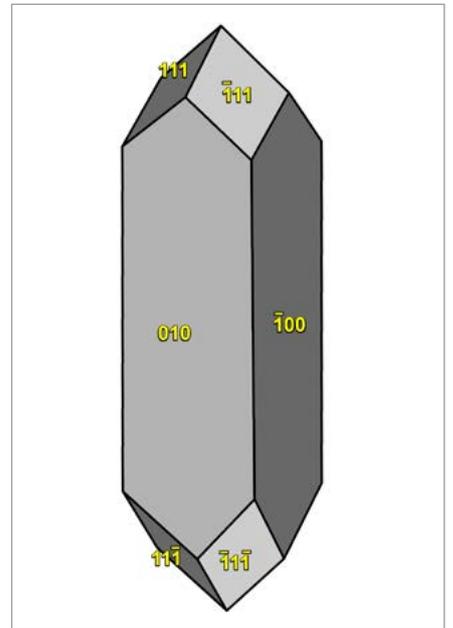


Fig. 63. Argentotennantita sobre cuarzo. C.V. 4 mm. Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.



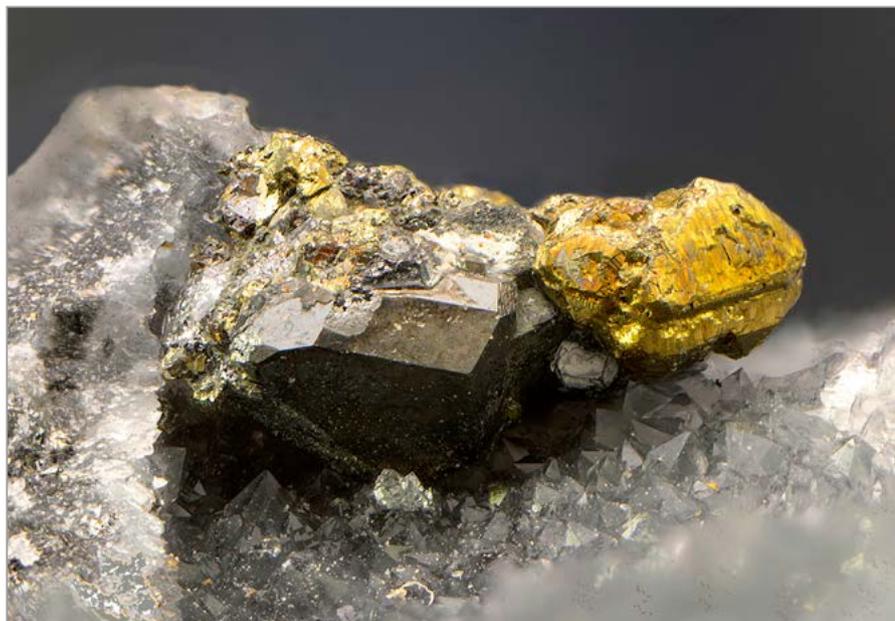
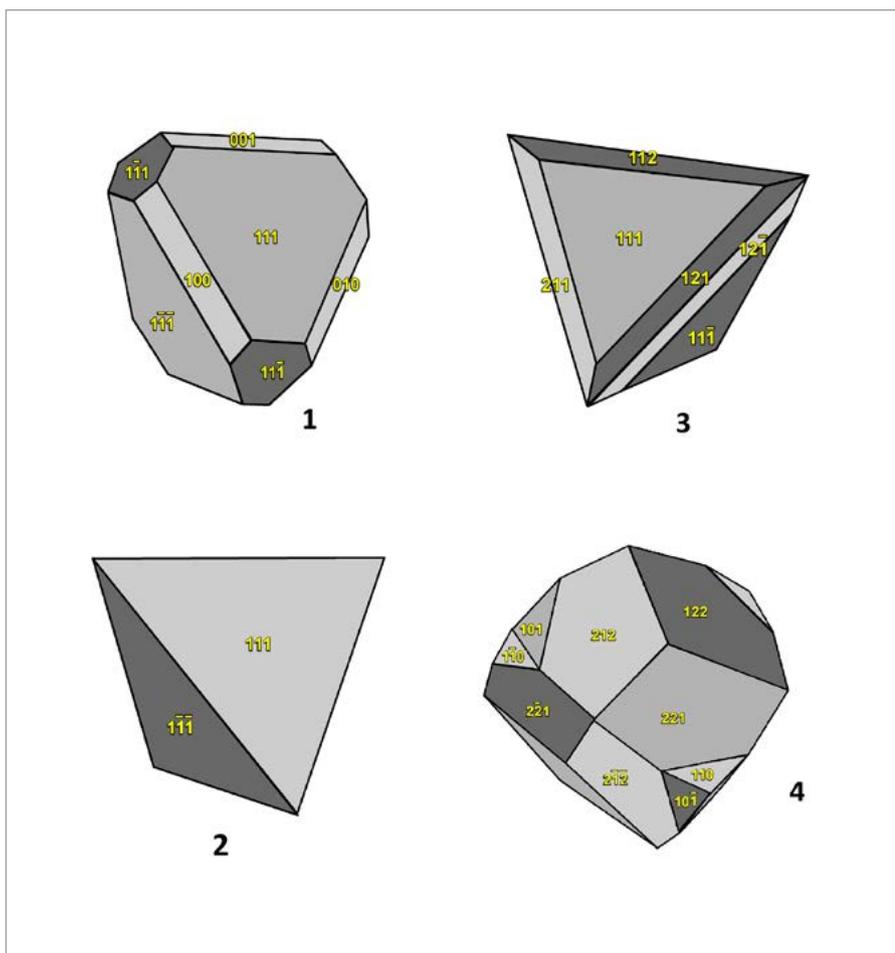


Fig. 64. Argentotennantita y calcopirita. C.V. 3 mm. Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.

Fig. 65. Hábitos cristalinolinos más frecuentes tanto de la argentotennantita y la freibergita como de la tetraedrita en "Los Almadenes": 1) cristal formado por tetraedro dominante con modificaciones de cubo; 2) tetraedro positivo; 3) cristal formado por combinación de tetraedro con triaquistetraedro; 4) deltododecaedro positivo con modificaciones de rombododecaedro. Dibujos: A. Carmona (fuente: Goldschmidt, 1916; excepto el 4: Wade y Mattox, 1976).



con predominio de caras $\{111\}$ de tetraedro, simples o modificadas por tetraedro negativo o por otras formas como cubo o triaquistetraedro (Figura 65, núms. 1 a 3); menos frecuente es el hábito de deltododecaedro positivo modificado por rombododecaedro (Figura 65, núm. 4). El color es gris acero mate y suele ir acompañada de calcopirita.

Bornita, Cu_5FeS_4

Este sulfuro es muy escaso en la zona de estudio. Solamente hay constancia de su existencia en una muestra asociada a la calcopirita (Figura 67), obtenida recientemente en las escombreras.

Calcopirita, CuFeS_2

Este mineral constituye una de las menas del yacimiento, habiéndose explotado conjuntamente con la galena. A principios del siglo XX se obtuvo una mayor producción de mineral de cobre o de plomo dependiendo de los años. Análisis realizados en 1909 en menas de calcopirita y galena indicaban contenidos de níquel y cobalto del 0,09% y el 0,11% de bismuto (Carbonell Trillo-Figueroa, 1925).

La calcopirita era el mineral dominante en los extremos de la zona mineralizada del filón explotado, mientras que la galena era más abundante en la zona central. El contenido de calcopirita era variable y no dependía de la profundidad del yacimiento a la que se encontrasen las labores de explotación.

La calcopirita aparece diseminada o formando vetas tanto en las pizarras y areniscas grauváquicas que constituyen el encajante, como en el filón metalizado (Figuras 68 a 70). Suele ir acompañada de otros sulfuros, principalmente de galena, entremezclándose con ellos o de forma dispersa. En algunos casos se aprecian cristales completamente desarrollados y de gran perfección, en los que predominan las caras $\{112\}$, llegando a alcanzar algo más de 1 centímetro de longitud (Figura 71).



Fig. 66. Cristal de argentotennantita. C.V. 3 mm. Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.



Fig. 67. Bornita sobre calcopirita y cuarzo. C.V. 2 mm. Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.

La calcopirita es uno de los sulfuros más recientes en el yacimiento, formándose sobre otros más antiguos, llegando en algunos casos a reemplazarlos. Es frecuente encontrar caras superficiales de sulfuros como esfalerita o pirargirita recubiertas de calcopirita (Figuras 73, 76 y 97).

En la superficie del mineral es frecuente encontrar alteraciones de bornita, calcosina o covellina (Figura 72), o recubrimientos de masas botrioidales de sulfatos de cobre.

En zonas superficiales suele estar alterada a goethita por pérdida de cobre y azufre y oxidación del hierro.

La alteración de este mineral junto a la de otros sulfuros probablemente haya contribuido a la forma-

ción de los minerales de arsénico en este yacimiento.

Calcosina, Cu_2S

Carbonell y López de Azcona (1946) mencionan la presencia de calcosina junto a la calcopirita. Sin embargo, los análisis recientemente realizados sobre muestras que podrían ser calcosina, dieron como resultado tetraedrita.

Covellina, CuS

Este mineral se encuentra normalmente pseudomorfizando a la calcopirita como consecuencia de un enriquecimiento secundario de las menas cobrizas. Suele localizarse en forma de pátina superficial adquiriendo vistosas tonalidades azuladas (Figura 72).

En algunas muestras se han llegado a detectar cristalizaciones hojosas submilimétricas sobre calcopirita.

Esfalerita, ZnS

La esfalerita no es frecuente en el yacimiento, ya que aparece como mineral accesorio. Los cristales son casi siempre inferiores al centímetro, rodeados de carbonatos, con hábito principalmente romboédrico u octaédrico y, en menor medida, formando tetraedros (Figuras 73 a 76).

En "Los Almadenes" es translúcida, de color rojo (Figura 75) o amarillento y en algunos casos suele estar recubierta de una fina pátina de calcopirita (Figuras 73 y 76).

Fig. 68. Cristal maclado de calcopirita recubierta de dolomita. C.V. 15 mm. Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.



Fig. 69. Cristales de calcopirita. C.V. 40 mm. Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.

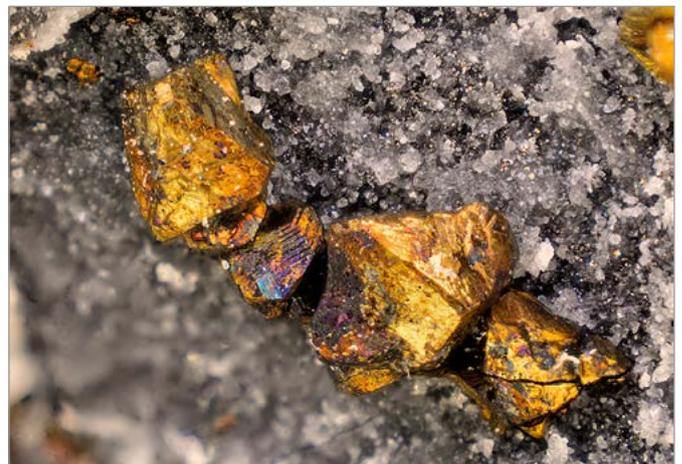




Fig. 70. Cristales de calcopirita con cuarzo. C.V. 10 mm. Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.

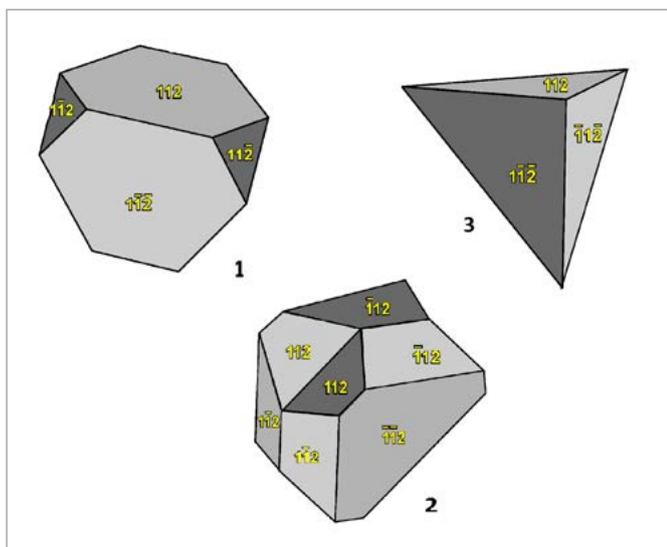


Fig. 71. Hábitos cristalinicos de calcopirita más habituales en el yacimiento: 1) biesfenoide tetragonal positivo modificado por biesfenoide tetragonal negativo; 2) cristales maclados; 3) biesfenoide tetragonal positivo. Dibujos: A. Carmona (fuente: Goldschmidt, 1918).

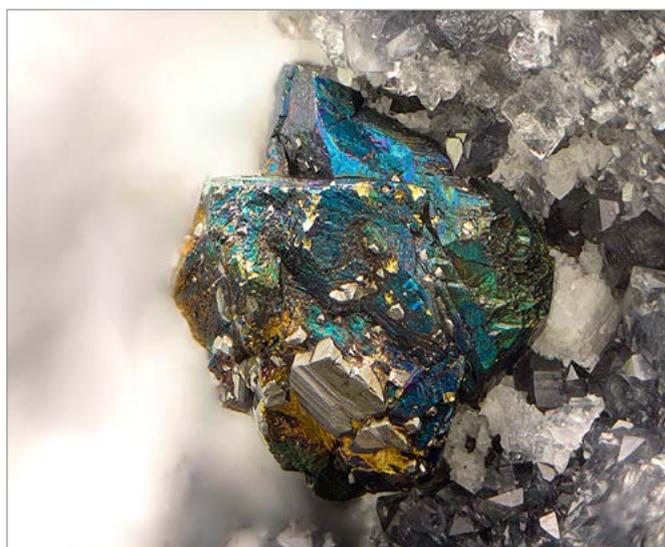


Fig. 72. Covellina recubriendo calcopirita y cristales plateados no identificados. C.V. 4 mm. Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.

Estibina, Sb_2S_3

En algunas muestras provenientes de las escombreras se han localizado cristales alargados, estriados y con brillo metálico, que

probablemente podrían ser estibina (Figura 77). Este mineral se encuentra asociado con sulfoantimonio de plata como stephanita y pirargirita.

Freibergita, $Ag_6Cu_4Fe_2Sb_4S_{13}$

Este mineral pertenece al grupo de la tetraedrita, constituyendo el término argentífero de la serie tetraedrita-freibergita (Figuras 78



Fig. 75. Esfalerita y galena. C.V. 5 mm.
Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.



Fig. 76. Esfalerita recubierta de calcopirita.
C.V. 5 mm. Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.



Fig. 77. Galena, pirargirita, stephanita, calcopirita y posible estibina, sobre cuarzo. C.V. 4 mm. Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.



Fig. 78. Posible freibergita sobre cuarzo. C.V. 2 mm.
Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.

Fig. 79. Imagen SEM de freibergita.
Foto: R. Jiménez (IGME).

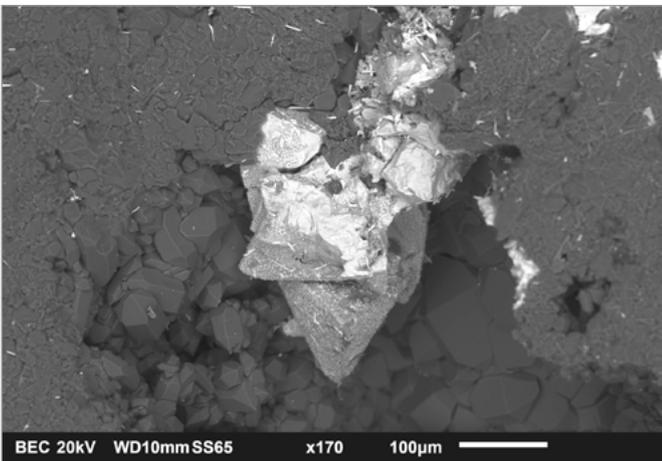


Fig. 80. Posible freibergita con cuarzo. C.V. 2 mm.
Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.





Fig. 81. Cristal de galena. C.V. 5 mm. Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.

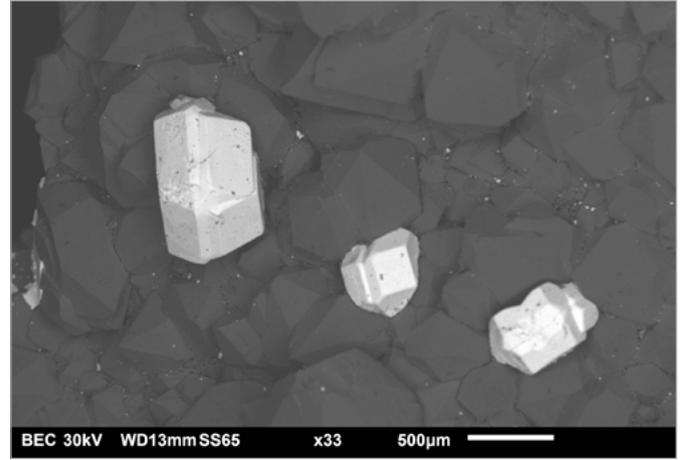


Fig. 82. Imagen SEM de galena. Foto: R. Jiménez (IGME).

en zonas de alteración de la galena acompañando a cristales de yeso y rellenos de arcillas.

El color de los cristales varía de rojo claro (Figuras 89, 94 y 100) a gris oscuro (Figura 95) y su hábito es prismático con distintas terminaciones. Predomina el prisma hexagonal de segundo orden {110} combinado con pinacoide basal (Figuras 93, 97 y 98) o con pirámides hexagonales (Figuras 94 y 95) o también con prismas y pirámides trigonales (Figuras 89).

Otros hábitos menos frecuentes presentan combinaciones de pirámides trigonales, que parecen caras de romboedro, o pirámides ditrigonales, que parecen caras de esclenoedro.

Este mineral suele localizarse en oquedades de cuarzo dentro de mineralizaciones de galena tipo “ojo de perdiz” y muy rara vez aparece junto a calcopirita.

Pirita, Fe_2S

La pirita es muy escasa en el yacimiento. A nivel microscópico se observan cristales cúbicos acompañando a otros sulfuros o a minerales de la ganga.

Stephanita, Ag_5SbS_4

En la provincia de Córdoba apareció stephanita asociada a cobres grises en algunas bolsadas de mineral de la mina “El Complemento”. Se ha localizado un fantástico ejemplar en la colec-

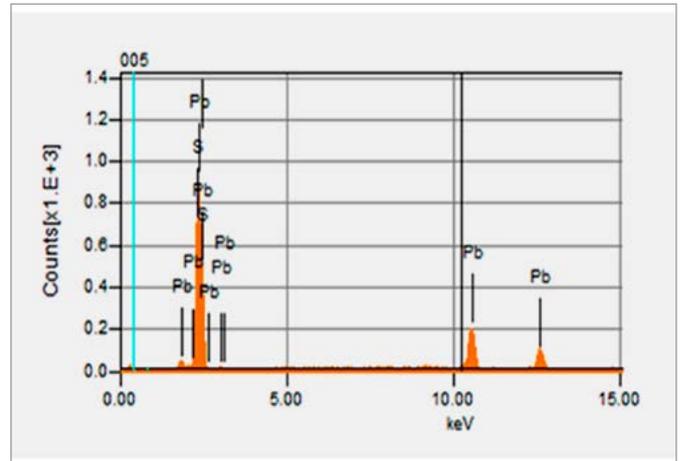
ción privada de D. Joaquín Folch Girona (1892-1984), etiquetado como procedente de las minas de Navalespino, pero, dado que sólo se tiene constancia documental de su hallazgo en la mina “El Complemento”, se asocia a esta mina del grupo sin lugar a dudas (Carmona Ruiz *et al.*, 2016).

La stephanita localizada en “Los Almadenes” tiene un tamaño por debajo del milímetro (Figuras 101 a 104). El hábito de los cristales es tabular, de contorno hexagonal, por predominio del pedión {001} junto a otras formas de la clase piramidal rómbica (Figura 103). Es muy escasa y suele ir asociada con otros minerales de plata, como acantita y pirargirita.

Fig. 83. Galena. C.V. 2 mm. Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.



Fig. 84. Espectro SEM-EDS de galena. Gráfica: R. Jiménez (IGME).



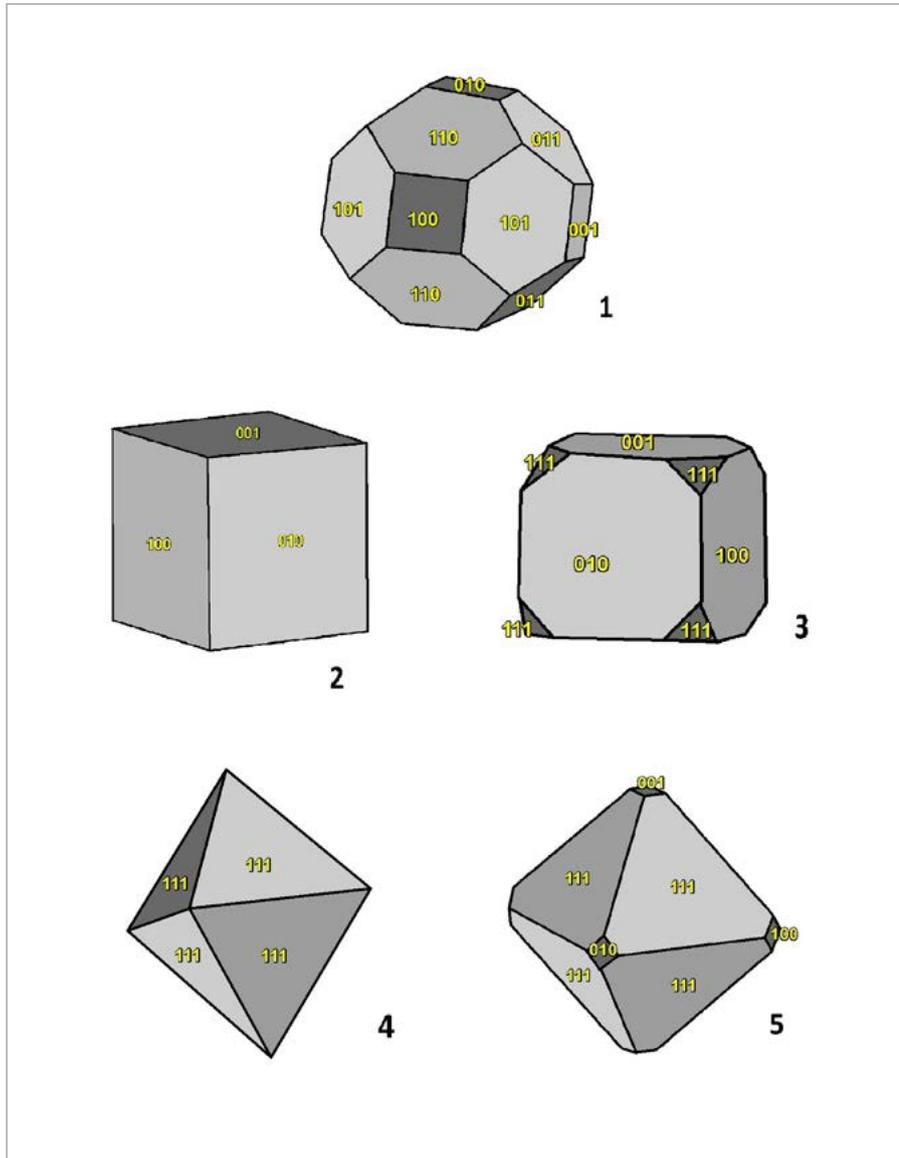
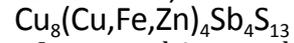


Fig. 85. Hábitos cristalinicos más frecuentes de galena en el yacimiento: 1) rombododecaedro modificado por cubo; 2) cubo; 3) cubo modificado por octaedro; 4) octaedro; 5) octaedro modificado por cubo. Dibujos: A. Carmona (fuente: Goldschmidt, 1913a; excepto el 1: Wade y Mattox, 1976).

Fig. 86. Cristal deformado de galena. C.V. 5 mm. Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.



Tetraedrita,



La tetraedrita es abundante en el yacimiento y suele encontrarse asociada a calcopirita, formando masas o bellos cristales que no superan el centímetro (Figuras 105 a 108). Suelen ser cristales de brillo metálico y en su hábito más frecuente predomina el tetraedro, modificado por cubo y rombododecaedro.

En algunos casos se observan intercrecimientos de este mineral con calcopirita (Figuras 107 y 108).

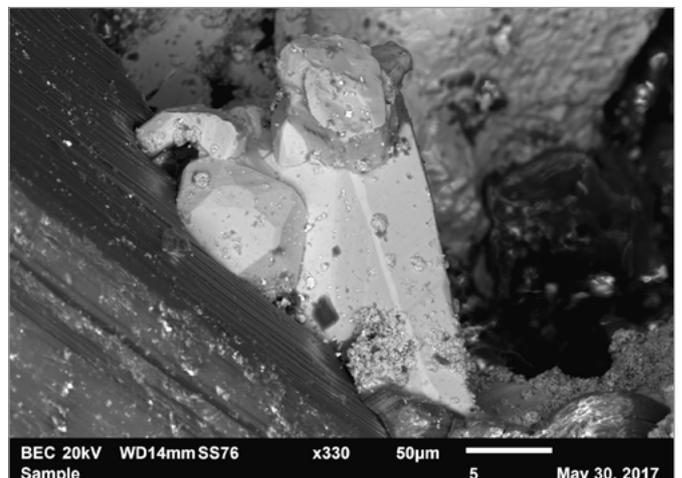
Halogenuros

Cotunnita, PbCl_2

En España se tiene constancia de la presencia de este mineral en dos localidades. La primera corresponde a la zona del cabo de Palos, en Cartagena (Guardiola, 1927), cuyo descubrimiento se llevó a cabo a mediados del siglo XIX, en varias minas de plomo ("Cándida", "Ferruginosa" y "Primitiva") y en crestones ferruginosos (zona de Talayón). La segunda se refiere a un análisis realizado en 2006 por el Dr. Joan Viñals, profesor de Metalurgia de la Universidad de Barcelona (Calvo y Viñals, 2018), sobre una muestra recogida en el monte Bedures, Vegadeo (Asturias).

La cotunnita se descubrió por primera vez en el volcán Vesubio (Nápoles, Italia), como un mineral exhalativo, es decir, que se ha for-

Fig. 87. Imagen SEM de pirargirita. Foto: R. Jiménez (IGME)



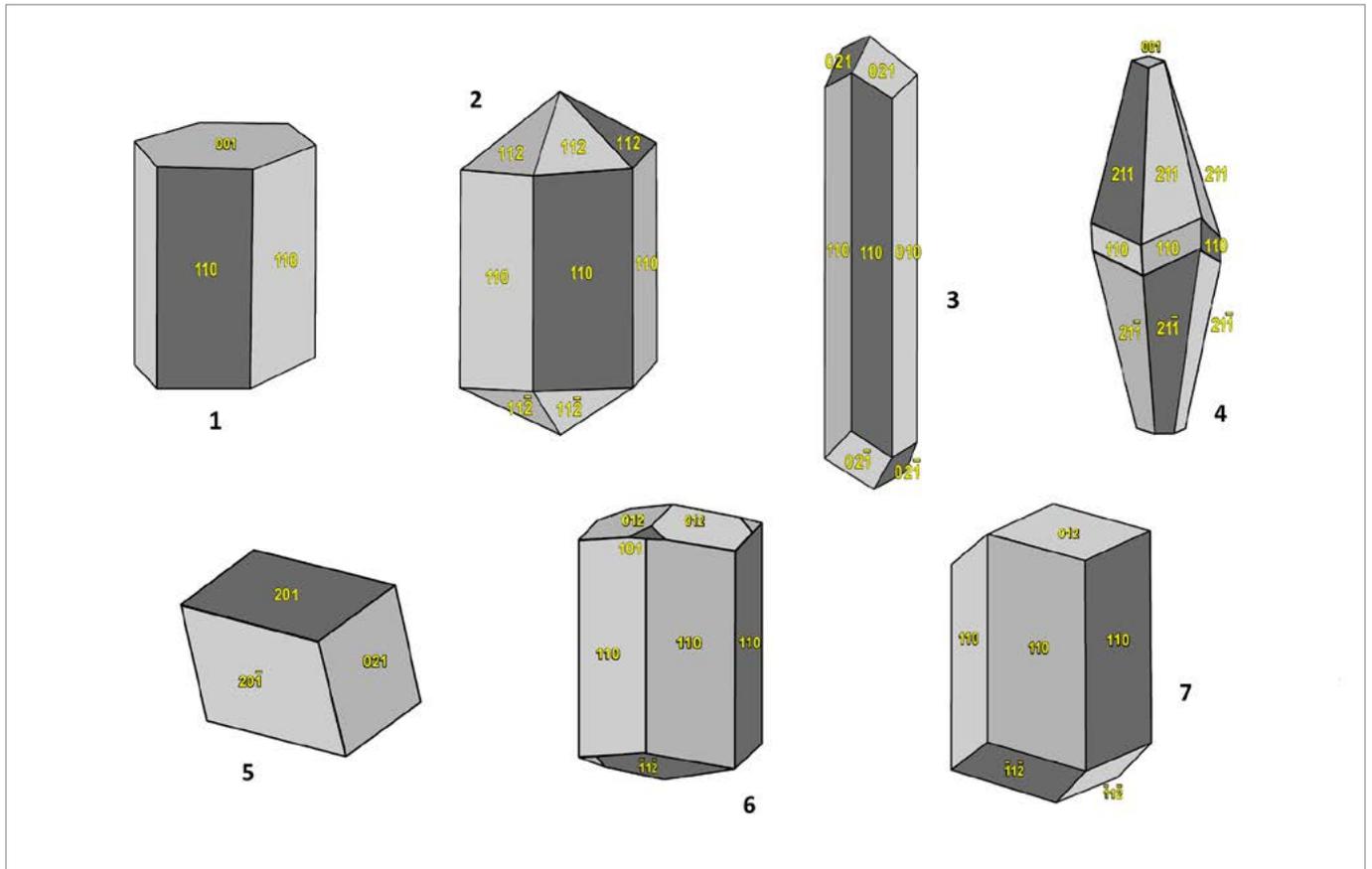


Fig. 88. Hábitos cristalinicos más frecuentes de pirargirita en el yacimiento: 1) prisma hexagonal de segundo orden {110} con pinacoide basal {001}; 2) prisma hexagonal de segundo orden {110} con pirámides hexagonales {112} superior e inferior; 3) prisma hexagonal de segundo orden {110} con prisma trigonal {010} y con pirámides trigonales {021} superior e inferior; 4) pirámides ditrigonales {211} superior e inferior con prisma hexagonal de segundo orden {110} y pinacoide basal {001}; 5) combinación de pirámides trigonales a modo de romboedro; 6) prisma hexagonal de segundo orden {110} con pirámides trigonales {012} superior e inferior y pirámides trigonales {101} superior e inferior; 7) prisma hexagonal de segundo orden {110} con pirámides trigonales {012} superior e inferior. Dibujos: A. Carmona (fuente: Goldschmidt, 1922a).



Fig. 89. Pirargirita. C.V. 2 mm. Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.

mado por emanaciones de fluidos hidrotermales asociadas a vulcanismo submarino (Menor Salván, 2010). Asimismo, se produce en la alteración de minerales de plomo primarios (galena) en ambientes áridos y salinos (como en Sierra Gorda, Chile).

En las escombreras de “Los Almadenes” se ha localizado cotunnita recubriendo, en forma de esférulas de color blanco a grisáceo, superficies alteradas y, en algunos casos, acompañando a sulfatos de cobre y plomo (Figuras 109 a 113).

Óxidos e hidróxidos Brucita, $Mg(OH)_2$

Se ha analizado brucita en ejemplares de “Los Almadenes”. La bru-

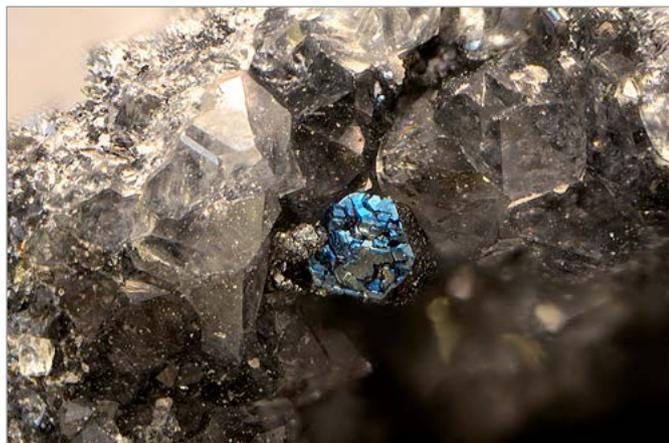


Fig. 90. Pirargirita y freibergita con cuarzo. C.V. 3 mm. Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.

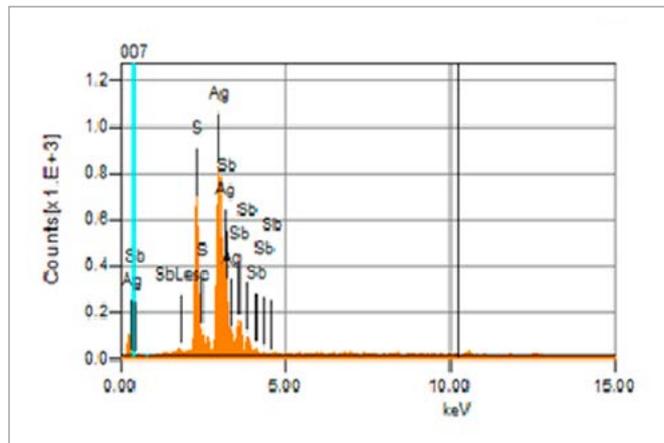


Fig. 91. Espectro SEM-EDS de pirargirita. Gráfica: R. Jiménez (IGME).

cita forma masas foliáceas escamosas de color blanco, cuyos cristales son de tamaño submilimétrico (Figuras 114 a 116). La brucita probablemente se puede haber formado por alteración de la dolomita (Figura 114) o incluso puede estar relacionada con el relleno serpentínico que se ha observado en algunos espejos de falla, por lo que no tendría una clara relación genética con la metalización.

Cuarzo, SiO₂

El cuarzo es, junto con los carbonatos, uno de los minerales constituyentes de la ganga en los filones. Se muestra idiomorfo, en cristales milimétricos que suelen ser transparentes, acompañando a la mayor parte de especies metálicas.

Goethita, α-Fe³⁺O(OH)

La goethita que se ha encontrado en “Los Almadenes” suele ser producto de alteración de sulfuros que contienen hierro, como la calcopirita y, en menor medida, la pirita.

Carbonatos

Azurita, Cu₃(CO₃)₂(OH)₂

En un pocito situado dentro de la concesión “Almadenes Bajos” se localizaron, a una profundidad de 22 m y en los hastiales del filón, pizarras, pórfidos y cuarzo con buenas pintas de malaquita y azurita (Carbonell Trillo-Figueroa *et al.*, 1946).

Recientemente, en todas las muestras obtenidas en las escombreras modernas, lo que aparentemente parecía azurita se pudo

verificar al toque del ácido clorhídrico que era linarita, por volverse blanca su superficie.

Sin embargo, en algunas de las labores romanas sí se han localizado interesantes ejemplares cristalizados de azurita durante la última visita efectuada al yacimiento (Figuras 117 y 118).

Calcita, CaCO₃

Los carbonatos más abundantes en el yacimiento son la calcita y la dolomita, localizándose principalmente en el relleno de fracturas o tapizando de cristales algunas geodas. El hábito más común es el de combinación de romboedros con prismas en caras laterales, siendo frecuentes los crecimientos paralelos a lo largo del eje axial (Figura 119).

Fig. 92. Cristal de pirargirita con cuarzo. C.V. 4 mm. Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.



Fig. 93. Cristales de pirargirita. C.V. 2 mm. Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.



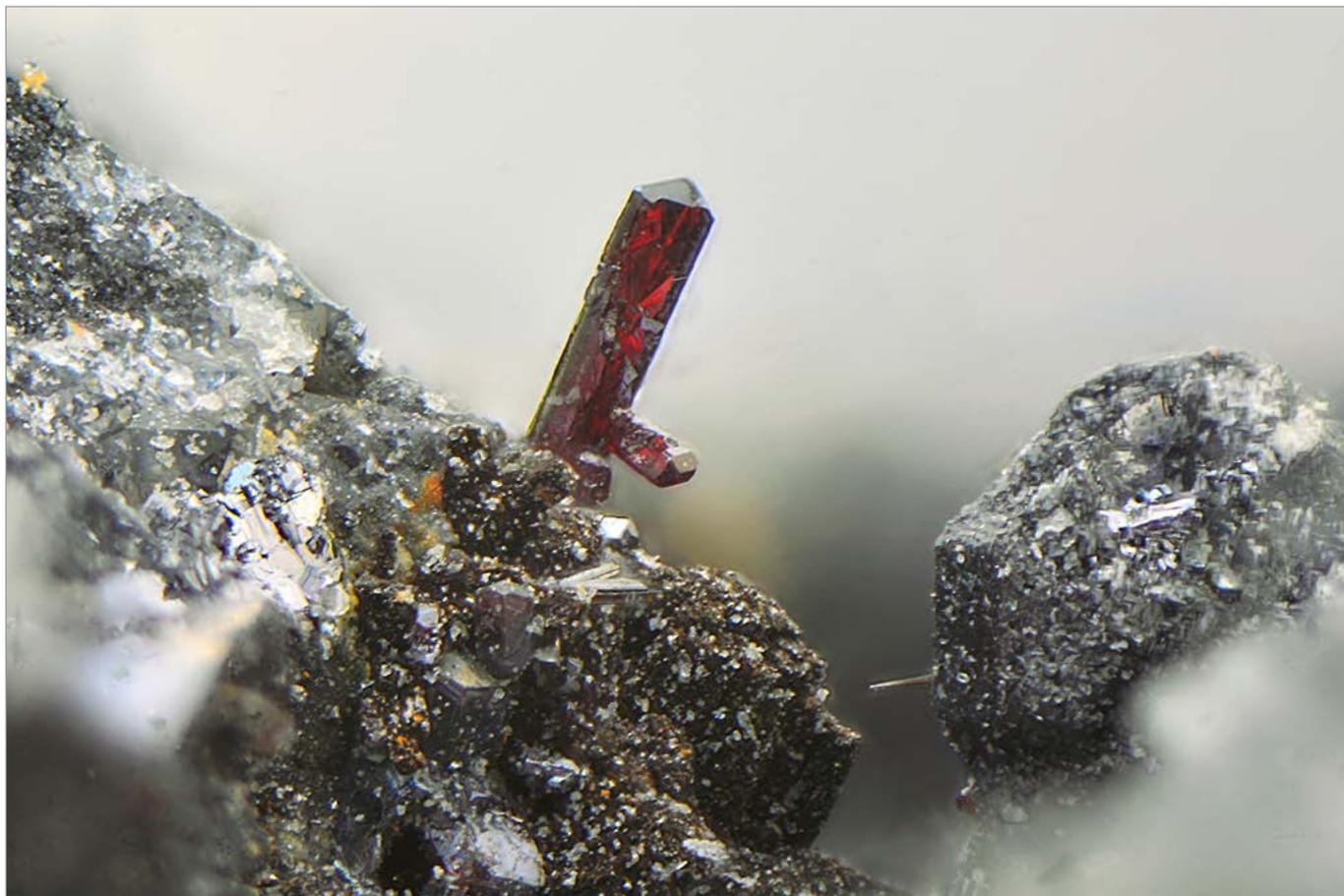


Fig. 94. Pirargirita. C.V. 2 mm. Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.

Cerusita, $PbCO_3$

En muestras obtenidas en campo no se aprecian muchos ejemplares. Suele encontrarse en cavidades junto a la dolomita formando cristales que no exceden del milímetro.

Los cristales son ricos en facetas, de color blanco, transparen-

tes y presentan hábito prismático (Figura 120).

Dolomita, $CaMg(CO_3)_2$

La dolomita es muy abundante y los cristales (Figuras 73 y 105) suelen formar romboedros que no llegan a sobrepasar por lo ge-

neral el centímetro, encontrándose junto al cuarzo en oquedades de la zona mineralizada.

Malaquita, $Cu_2(CO_3)(OH)_2$

Basándose en muestras obtenidas en las escombreras, al igual que la cerusita, la malaquita no es un

Fig. 95. Pirargirita con pequeños cristales de yeso en superficie, sobre cuarzo. C.V. 3 mm. Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.



Fig. 96. Pirargirita con cuarzo. C.V. 2 mm. Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.

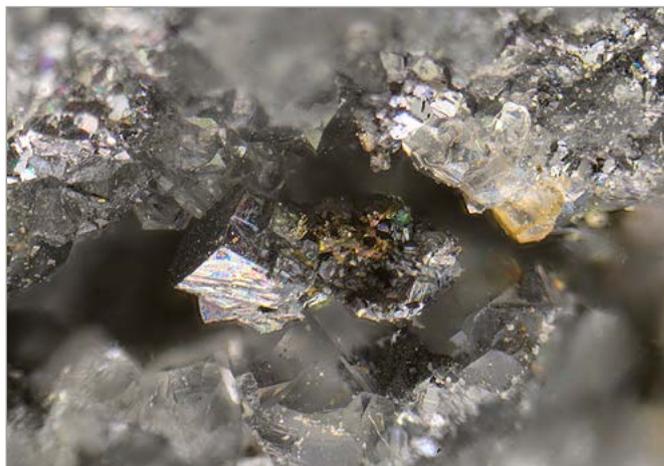




Fig. 97. Pirargirita recubierta de calcopirita. C.V. 2 mm.
Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.



Fig. 98. Agregado de pirargirita alterada. C.V. 5 mm.
Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.



Fig. 99. Pirargirita. C.V. 2 mm. Col.: A. Carmona e I. Ramos;
foto: A. Carmona.



Fig. 100. Pirargirita sobre galena alterada, con cuarzo. C.V. 3 mm.
Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.

Fig. 101. Stephanita sobre acantita y pirargirita. C.V. 3 mm.
Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.



Fig. 102. Stephanita sobre acantita. C.V. 10 mm.
Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.



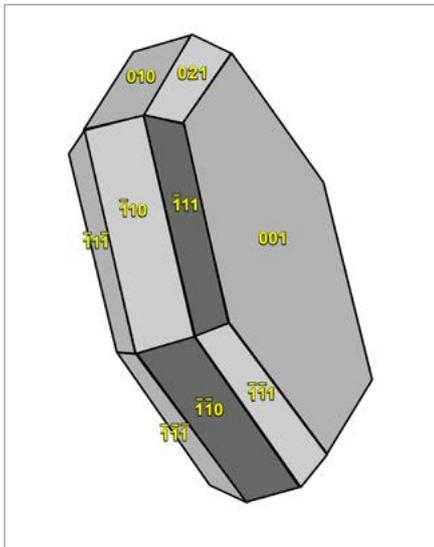


Fig. 103. Cristal de stephanita predominante en "Los Almadenes": pedión {001}, prisma rómbico de tercer orden {110}, pirámide rómbica {111}, domo rómbico {021} y pinacoide {010}. Dibujo: A. Carmona (fuente: Goldschmidt, 1920).



Fig. 106. Cristales de tetraedrita con calcopirita. C.V. 2 mm. Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.



Fig. 104. Stephanita sobre cuarzo. C.V. 2 mm. Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.



Fig. 105. Tetraedrita y calcopirita. C.V. 3 mm. Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.

Fig. 107. Intercrecimiento de tetraedrita y calcopirita. C.V. 3 mm. Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.



Fig. 108. Intercrecimiento de tetraedrita y calcopirita. C.V. 3 mm. Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.



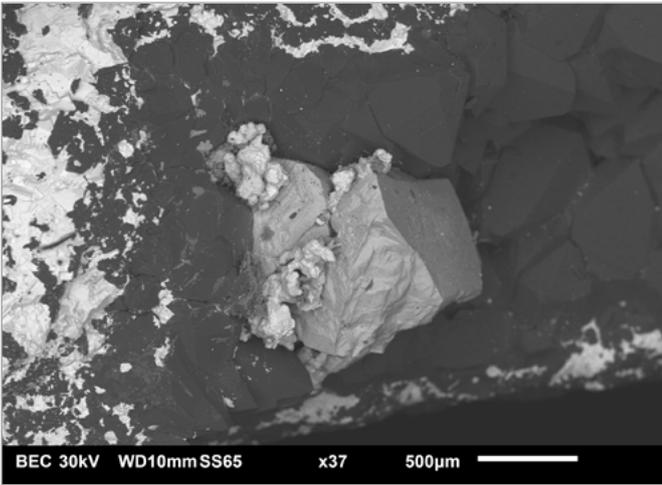


Fig. 109. Imagen SEM de cotunnita sobre pirargirita.
Foto: R. Jiménez (IGME).



Fig. 110. Cotunnita, linarita y brochantita. C.V. 4 cm.
Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.

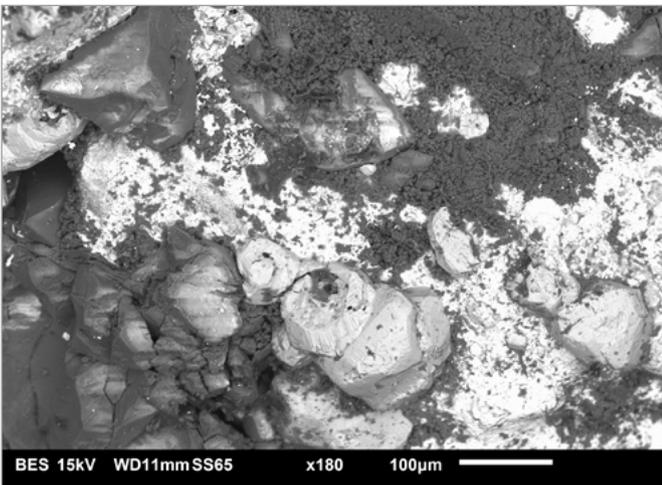


Fig. 111. Imagen SEM de cotunnita sobre sulfosales.
Foto: R. Jiménez (IGME).



Fig. 112. Cotunnita y brochantita. C.V. 10 mm.
Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.

Fig. 113. Espectro SEM-EDS de cotunnita.
Gráfica: Ramón Jiménez (IGME).

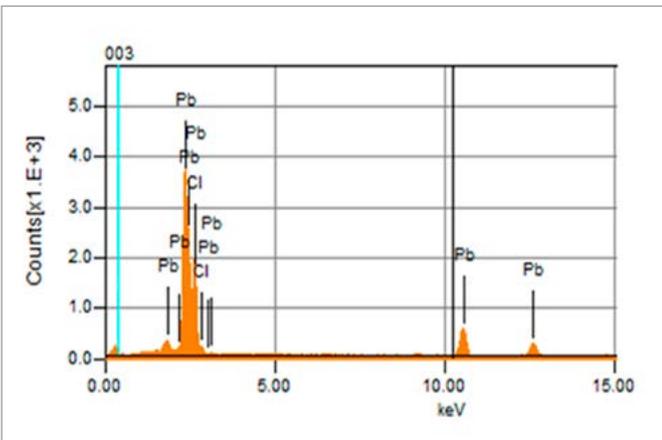


Fig. 114. Brucita sobre cuarzo y dolomita. C.V. 3 mm.
Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.



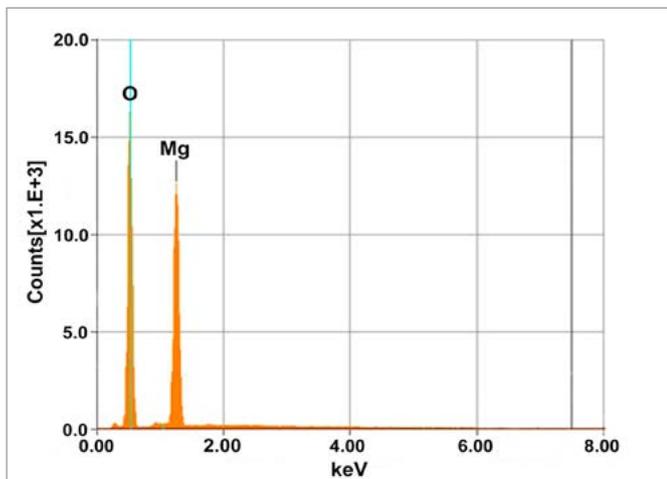


Fig. 115. Espectro SEM-EDS de brucita.
Gráfica: R. Jiménez (IGME).

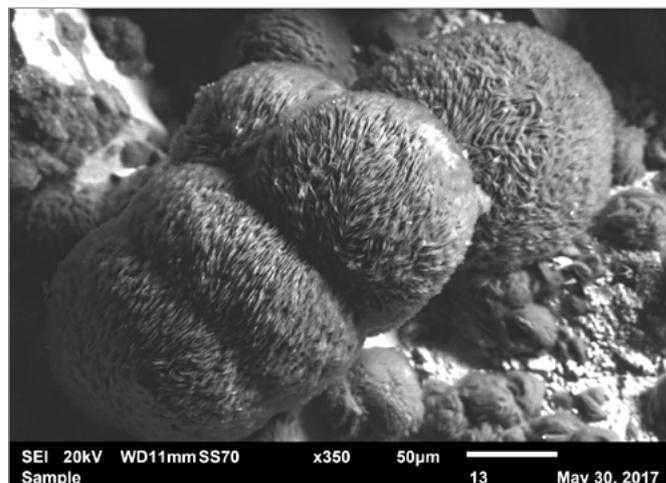


Fig. 116. Imagen SEM de agregados esféricos de brucita.
Foto: R. Jiménez (IGME).

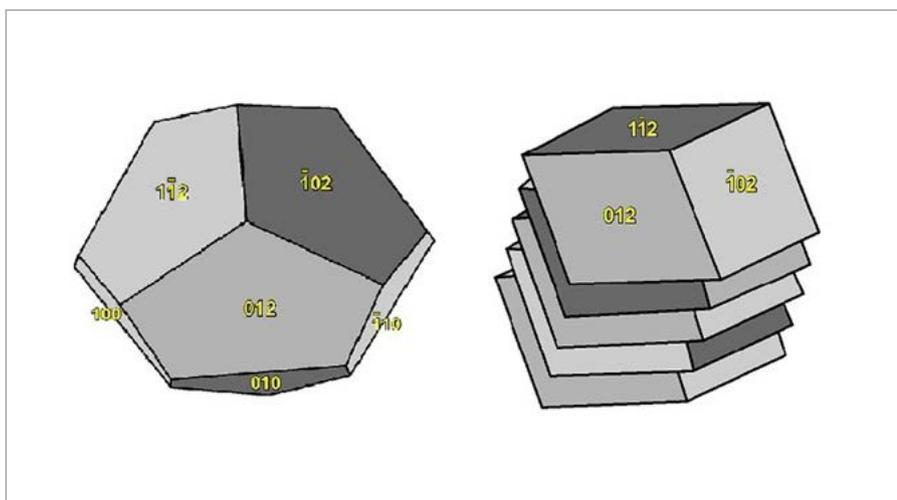


Fig. 117: Azurita. C.V. 2 mm. Col. A. Carmona e I. Ramos.
Foto: A. Carmona.



Fig. 118: Azurita y malaquita. C.V. 2 mm.
Col. A. Carmona e I. Ramos. Foto: A. Carmona.

Fig. 119. Hábitos cristalininos más frecuentes de calcita en "Los Almadenes".
Dibujo: A. Carmona (fuente: Goldschmidt, 1913).



carbonato abundante en las minas de Los Almadenes, aunque en las labores romanas sí aparece con mayor frecuencia, sobre todo en hábito botrioidal (Figuras 121 y 122).

Sulfatos

Brochantita, $\text{Cu}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_6$

La movilización del cobre y plomo en soluciones acuosas lleva a la formación de abundantes sulfatos básicos, que se acumulan especialmente en huecos y fracturas formando principalmente encostramientos botrioidales. Los sulfatos secundarios de cobre, junto a los arseniatos, son los minerales de alteración más importantes encontrados en el filón,



Fig. 120. Cerusita, dolomita, galena y azufre. C.V. 2 mm.
Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.



Fig. 121: Malaquita botrioidal. C.V. 46 mm.
Col. A. Carmona e I. Ramos. Fot: A. Carmona.



Fig. 122: Malaquita botrioidal. C.V. 36 mm.
Col. A. Carmona e I. Ramos. Fot: A. Carmona.



Fig. 123. Brochantita, linarita y yeso. C.V. 2 mm.
Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.

Fig. 124. Imagen SEM de devillina sobre cuarzo.
Foto: R. Jiménez (IGME).

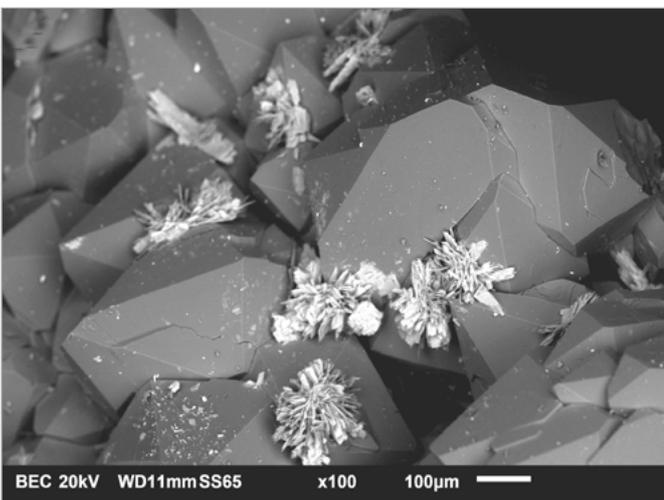


Fig. 125. Devillina sobre dolomita. C.V. 2 mm.
Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.





Fig. 126: Linarita. C.V. 2 mm. Col. A. Carmona & I. Ramos. Fot: A. Carmona.

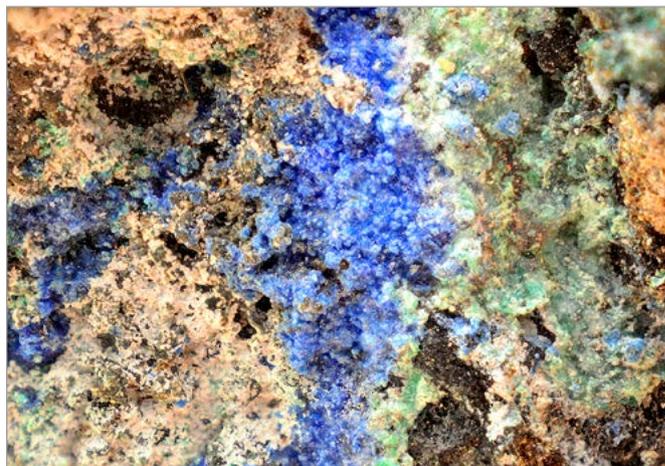


Fig. 127: Linarita. C.V. 12 mm. Col. A. Carmona e I. Ramos. Fot: A. Carmona.

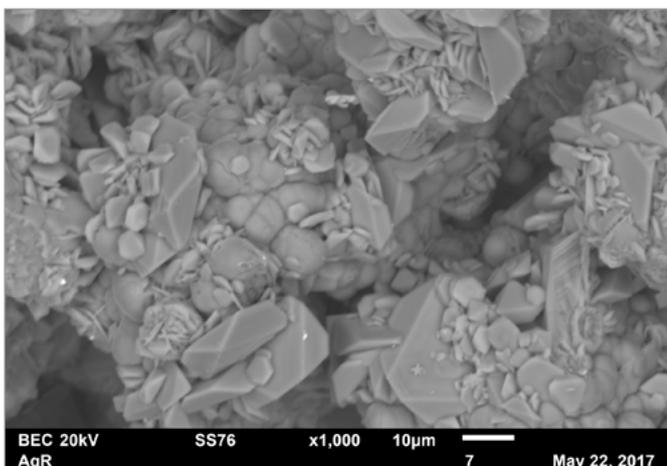


Fig. 128. Imagen SEM de plumbojarosita. Foto: R. Jiménez (IGME).

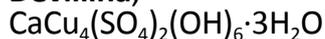


Fig. 129. Plumbojarosita sobre arenisca grauváquica. C.V. 10 mm. Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.

tanto por su abundancia como por su diversidad.

En muestras obtenidas en las escombreras, la brochantita se encuentra tanto en forma de pátinas verdes y recubrimientos terrosos como de esférulas (Figura 123).

Devillina,



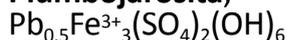
La formación de sulfatos mixtos de calcio y cobre tiene lugar mediante la reacción de soluciones de sulfato de cobre con carbonato cálcico (Zhizhaev *et al.*, 2007). En “Los Almadenes” la devillina se presenta en forma de láminas micáceas y rosetas de color azul verdoso o azul pálido y brillo nacarado, así como grupos de cristales hojosos de color

azul verdoso y brillo subvítreo o nacarado (Figuras 124 y 125).

Linarita, $\text{PbCu}(\text{SO}_4)(\text{OH})_2$

Se ha identificado linarita en algunas muestras obtenidas en las escombreras (Figuras 126 y 127). Los cristales son poco desarrollados, aunque con cierta frecuencia acompaña a brochantita y cerusita, formando aureolas azuladas. Se localiza en huecos y sobre superficies de masas de galena.

Plumbojarosita,



En las minas de Los Almadenes se ha analizado plumbojarosita en rocas donde están presentes sulfuros muy alterados (Figuras 128 a 130).

Este mineral forma concreciones y pequeños cristales de color miel (Figura 129) revistiendo pequeñas quedades y fracturas.

Yeso, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

El yeso no es un mineral muy abundante entre los sulfatos del yacimiento. Proviene de la degradación de los sulfuros de estas minas (Figura 131). Suele aparecer formando costras blancas y en diminutos grupos de cristales aciculares blancos, o pequeños cristales prismáticos blancos o incoloros.

Arseniatos

Eritrina, $\text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$

La eritrina aparece en las escombreras como posible alteración de

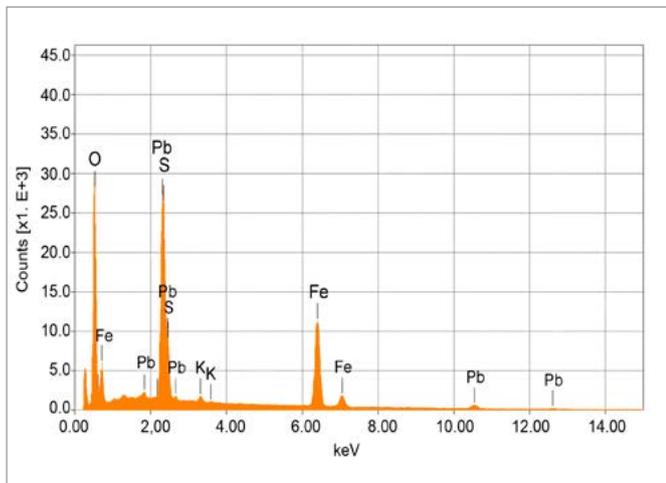


Fig. 130. Espectro SEM-EDS de plumbojarosita. Gráfica: R. Jiménez (IGME).

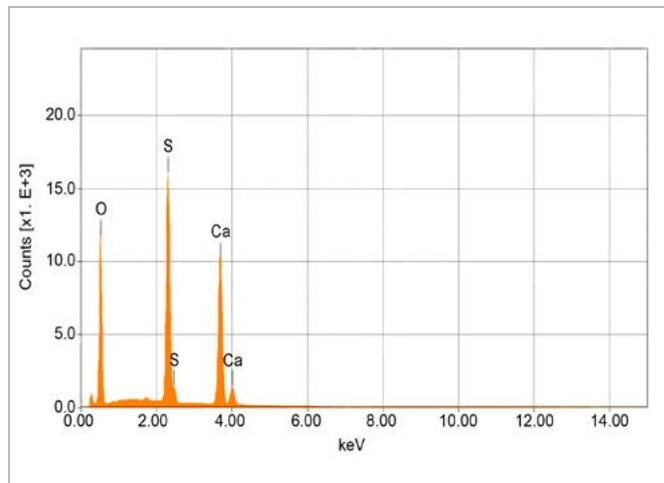


Fig. 131. Espectro SEM-EDS de yeso. Gráfica: R. Jiménez (IGME).

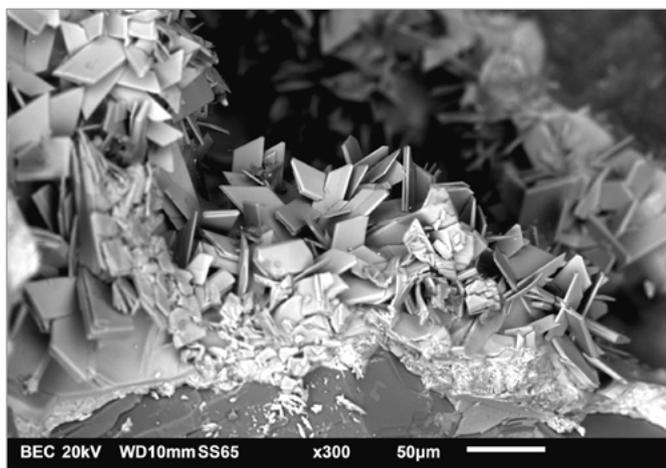


Fig. 132. Imagen SEM de eritrina. Foto: R. Jiménez (IGME).

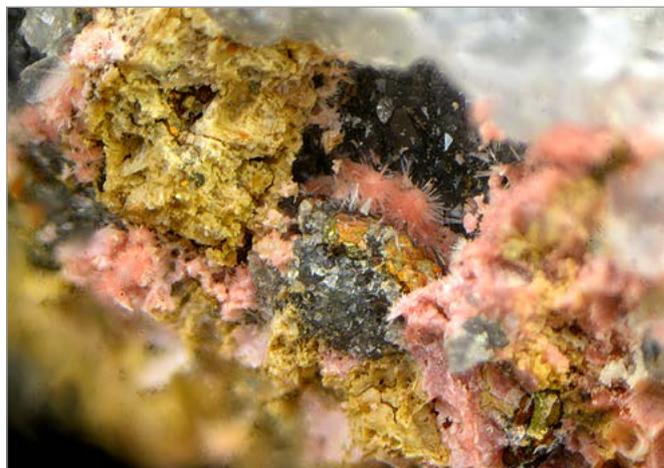


Fig. 133. Eritrina. C.V. 2 mm. Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.

la calcopirita rica en Co y otros sulfuros. Se encuentra en la zona supergénica del yacimiento rellenando huecos o fracturas. Son cristales muy pequeños, por debajo del milímetro, muy bien cristalizados, formando rosetas radiadas o cristales individuales (Figuras 132 a 135).

El color es rosáceo, variando su intensidad en función de su contenido en níquel. Los ejemplares con menor contenido en níquel son de color rosa intenso y los de mayor contenido son de color rosa claro e incluso anaranjado.

El hábito de estos cristales es tabular, con su mayor alargamiento en la dirección del eje *c* (Figura 134) y estriados siguiendo este eje. Están formados por pinacoide lateral

{010}, de contorno romboidal, combinado con prisma monoclinico de tercer orden {110} y pinacoide de segundo orden {101}.

Otros minerales

Aparte de los minerales señalados, hay un arsenito, un piroarseniato y un arseniato, que han sido analizados mediante SEM-EDS, pero dada la rareza de los mismos, la escasez de muestra y la dificultad de su análisis, se ha decidido su confirmación por otras técnicas, por lo que tan sólo haremos una pequeña mención.

Freedita (?), $\text{Cu}^{1+}\text{Pb}_8(\text{AsO}_3)_2\text{O}_3\text{Cl}_5$

En alguna muestra con eritrina se

han observado pequeñas pajuelas verdosas de un arsenito de plomo y cobre, que presenta además concentraciones de cloro entre el 2 y el 5% (Figura 136). Esta composición se acerca a la freedita, aunque intentaremos concentrar el mineral para caracterizarlo por otras técnicas.

Petewilliamsita (?), $(\text{Ni},\text{Co})_{30}(\text{As}_2\text{O}_7)_{15}$

En las minas de Los Almadenes se ha analizado un mineral rosado de aspecto botrioidal que tiene una composición media de $\text{CoO} = 20,36\%$; $\text{NiO} = 17,26\%$; $\text{As}_2\text{O}_3 = 60,63\%$; y pequeñas concentraciones (impurezas) de Cu, Fe y Mn, que podría corresponderse con petewilliamsita (Figura 137), pero

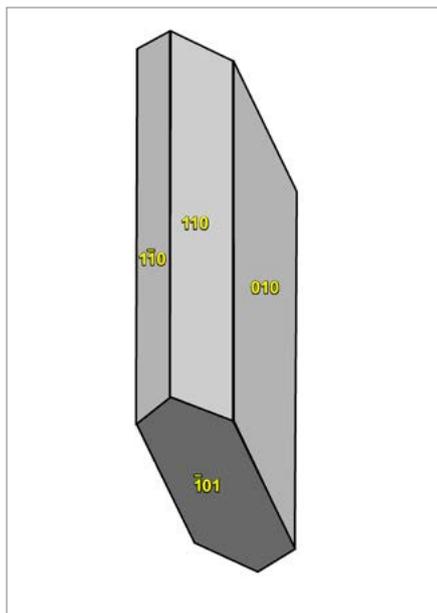
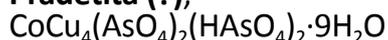


Fig. 134. Cristal de eritrina de “Los Almadenes”, formado por combinaciones de prisma {110} con pinacoides {010} y {101}. Dibujo: A. Carmona (fuente: Goldschmidt, 1918).

dada la rareza de este mineral y la imposibilidad de confirmar la especie mediante DRX, debido a la escasez de muestra, lo dejamos con interrogante hasta su confirmación inequívoca.

Pradetita (?),



Otro mineral grisáceo y de hábito botrioidal que acompaña a la eritri-

na es un arseniato de cobre, cobalto (níquel) y zinc, que podría corresponderse con la serie pradetita-veselovskita. Presenta una concentración de Co+Ni entre dos y tres veces mayor que el Zn (media 2,3), por lo que podría estar más cerca del término pradetita (Figura 138).

CONCLUSIONES

El Grupo Minero “Los Almadenes” presenta un indudable interés histórico, minero y mineralógico.

Desde el punto de vista histórico y minero, consta su explotación desde época romana hasta las primeras décadas del siglo XX, quedando en pie numerosos vestigios de los dos milenios de laboreo intermitente.

Sería interesante poder preservar los restos de algunas de las instalaciones más antiguas del grupo, así como las labores romanas superficiales (se desconoce si la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía tiene algún yacimiento arqueológico catalogado sobre dichos trabajos).

Respecto a las instalaciones de principios del siglo XX, destacan sobre todo los vestigios de la casa de máquinas del antiguo lavadero, la casa de máquinas del pozo maestro y los restos del mismo, la huella de lo que pudo ser un rumbo bo, si se confirma finalmente, lo que

podiera constituir la instalación de relleno hidráulico de la 4ª planta mediante estériles procedentes del lavadero, realizada hacia 1911, tan solo cuatro años después de que se emplease dicha técnica por primera vez en España para una mina metálica, concretamente en la mina de plomo “Joaquina”, de Azuaga (Badajoz).

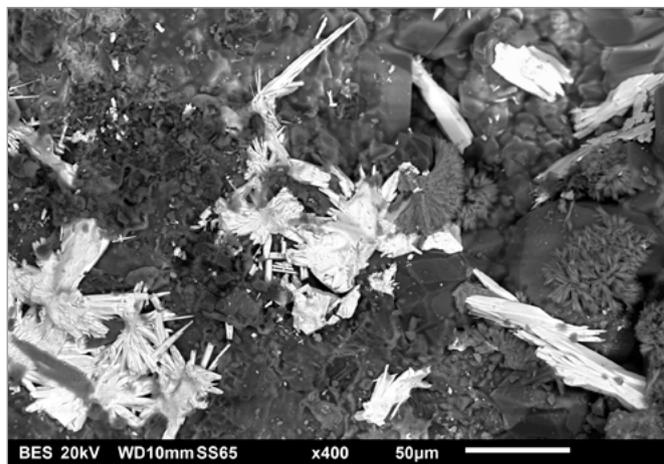
En cuanto al interés mineralógico, hay que señalar que todavía es posible reconocer una rica diversidad mineralógica en sus escasas escombreras, en las que destacan sulfuros y sulfosales de Pb, Ag y Cu (galena, calcopirita, tetraedrita, stephanita y pirargirita) y minerales secundarios (carbonatos, sulfatos y arseniatos), que se han formado a partir de la alteración de los anteriores (eritrina, malaquita, brochantita, linarita, devillina, yeso).

Asimismo, se han detectado mediante microscopía electrónica algunos minerales de arsénico que, por la escasez de muestra, por la complejidad de su identificación o por la rareza de los mismos, quedan pendientes de confirmación por otras técnicas. Los autores de este trabajo tienen previsto profundizar en la caracterización de estas especies, esperando poder comunicar los resultados en los próximos meses.

Fig. 135. Eritrina. C.V. 2 mm. Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.



Fig. 136. Imagen SEM de pajuelas de posible freedita junto a otros arseniatos. Foto: R. Jiménez (IGME).



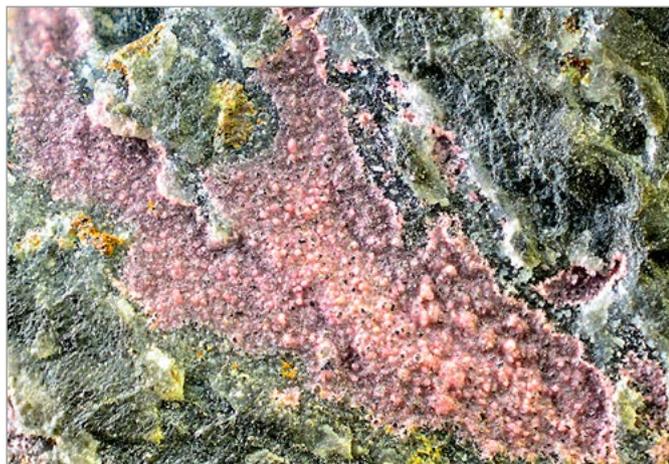


Fig. 137. Posible petewilliamsita. C.V. 10 mm.
Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.

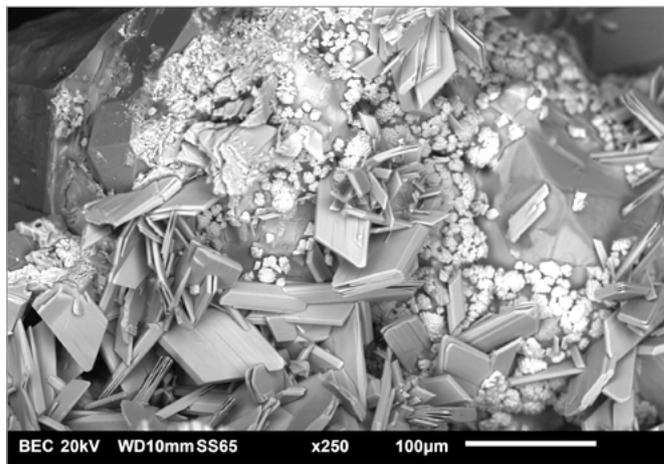


Fig. 138. Imagen SEM de supuesta pradetita acompañando a eritrina. Foto: R. Jiménez (IGME).

Agradecimientos

A Bartolomé Rodríguez (Bartos), por habernos facilitado información, muestras y fotos, además de acompañarnos al yacimiento. A Paco Gutiérrez, por habernos facilitado muestras. También, a M^a Pilar Mata, de los laboratorios del IGME en Tres Cantos, por la ayuda prestada con la microscopía electrónica.

Además, los autores agradecen el uso de los servicios de la Litoteca del Instituto Geológico y Minero de España. Por último, agradecemos a Ángel Domínguez su inestimable ayuda en la localización de bibliografía referida a estas minas, a Juan Miguel Jiménez sus oportunas correcciones, y a Francis Suárez, el habernos permitido usar varias de sus fotografías del Tesorillo de Los Almadenes, que tiene colgadas en su blog (<https://denariosibericos.wordpress.com>)

Referencias bibliográficas

- AGUIRRE, G. (1917). "Extracto del Informe de la visita girada a los Distritos de la Séptima Región Minera en junio de 1917". *Boletín Oficial de Minas*, año I, núm. 7 (diciembre 1917), pp. 34-36.
- AGUIRRE, R. (1919). *Informe referente a las minas que trabajó la Sociedad en el año 1918*, sobre la Sociedad Anónima La Argentífera de Córdoba. Bilbao: Imprenta y Encuadernación de la Casa de Misericordia; pp. 6-8.
- ALONSO OLEA, E.J. (2005). *Víctor Chávarri (1854-1900). Una biografía*. Col. Lankidetzan, núm. 34. San Sebastián: Eusko Ikaskuntza (Soc. de Estudios Vascos). 261 pp.
- APALATEGUI ISASA, O.; ROLDÁN GARCÍA, F.J. Y PÉREZ LORENTE, F. [DIR. INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA] (1985). "Mapa geológico de la Hoja nº 880 (Espiel)". *Mapa Geológico de España 1:50.000*. Segunda serie (MAGNA). Madrid: Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía.
- APALATEGUI ISASA, O.; HIGUERAS HIGUERAS, P.; PÉREZ LORENTE, F. Y ROLDÁN GARCÍA, F.J. [DIR. INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA] (1985). "Memoria de la Hoja nº 880 (Espiel)". *Mapa Geológico de España 1:50.000*. Segunda serie (MAGNA). Madrid: Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía. 58 pp.
- CALDERÓN, S. (1910). *Los Minerales de España. Tomo I*. Madrid: Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas; pp. 212 y 216.
- CALVO REBOLLAR, M. (2003). *Minerales y Minas de España. Volumen II: Sulfuros y sulfosales*. Vitoria-Gasteiz: Diputación Foral de Álava, Depto. Cultura, Juventud y Deportes; p. 564.
- CALVO, M. y VIÑALS, J. (2018). "Minerales secundarios de plomo y cobre en la mina Reixidora, Monte Bedures, Meredo, Vegadeo (Asturias)". *Revista de Minerales* (en prensa).
- CARBONELL TRILLO-FIGUEROA, A. (1925). "La provincia de Córdoba y los minerales raros". *Revista Minera, Metalúrgica y de Ingeniería*, vol. 76, p. 424.
- CARBONELL TRILLO-FIGUEROA, A. (1948). "Estudio de los criaderos de la región SE. de El Soldado para investigar la continuidad de esa importante zona minera". *Boletín del IGME*, vol. 60, pp. 405-519.
- CARBONELL TRILLO-FIGUEROA, A.; LÓPEZ DE AZCONA, J.M. (1946). *Criaderos de cobre de la provincia de Córdoba*. Documento mecanografiado (Inédito). Madrid: Instituto Geológico y Minero de España; pp. 173-179.
- CARMONA RUIZ, A.; RAMOS MÁRQUEZ, I. Y MENOR SALVÁN, C. (2016). "Grupo Minero de Navalespino y mina "La Solución", Fuente Obejuna (Córdoba): Historia, explotación y mineralogía". *Acopios*, vol. 7, p. 146.

- DAVIES, E.H. (1902). *Machinery for metalliferous mines*. London: Crosby Lockwood and Son; p. 48.
- DE LOS SANTOS JENER, S. (1928). "El tesoro Celtíbero-Romano de los Almadenes en Pozoblanco". *Boletín de la Real Academia de Córdoba*, año VII, núm. 21 (enero-marzo 1928), pp. 29-60.
- DOMERGUE, C. (1987). *Catalogue des mines et des fonderies antiques de la Péninsule Ibérique*. Tomo I. Col. Casa de Velázquez, serie Archéologie, vol. VIII. Madrid: Casa de Velázquez; pp. 138-139.
- INSPECCIÓN GENERAL DE MINERÍA (1902). *Estadística Minera de España*, correspondiente al año de 1901. Madrid: Ministerio de Agricultura, Industria, Comercio y Obras Públicas, Dir. Gen. de Agricultura, Industria y Comercio; pp. 92-93.
- CONSEJO DE MINERÍA (1908). *Estadística Minera de España*, correspondiente al año de 1907. Madrid: Ministerio de Fomento, Dir. Gen. de Agricultura, Industria y Comercio; pp. 165-168.
- CONSEJO DE MINERÍA (1910). *Estadística Minera de España*, año 1908. Madrid: Ministerio de Fomento, Dir. Gen. de Agricultura, Industria y Comercio; p. 255.
- CONSEJO DE MINERÍA (1911). *Estadística Minera de España*, año 1909. Madrid: Ministerio de Fomento, Dir. Gen. de Agricultura, Industria y Comercio; pp. 147 y 148.
- CONSEJO DE MINERÍA (1912). *Estadística Minera de España*, año 1910. Madrid: Ministerio de Fomento, Dir. Gen. de Agricultura, Industria y Comercio; pp. 168 y 169.
- CONSEJO DE MINERÍA (1913). *Estadística Minera de España*, año 1911. Madrid: Ministerio de Fomento, Dir. Gen. de Agricultura, Industria y Comercio; p. 201.
- CONSEJO DE MINERÍA (1913). *Estadística Minera de España*, año 1912. Madrid: Ministerio de Fomento, Dir. Gen. de Agricultura, Industria y Comercio; p. 185.
- CONSEJO DE MINERÍA (1914). *Estadística Minera de España*, año 1913. Madrid: Ministerio de Fomento, Dir. Gen. de Agricultura, Industria y Comercio; p. 154.
- CONSEJO DE MINERÍA (1916). *Estadística Minera de España*, año 1914. Madrid: Ministerio de Fomento, Dir. Gen. de Agricultura, Industria y Comercio; p. 190.
- CONSEJO DE MINERÍA (1916). *Estadística Minera de España*, año 1915. Madrid: Ministerio de Fomento, Dir. Gen. de Agricultura, Industria y Comercio; p. 166.
- CONSEJO DE MINERÍA (1917). *Estadística Minera de España*, año 1916. Madrid: Ministerio de Fomento, Dir. Gen. de Agricultura, Industria y Comercio; p. 180.
- CONSEJO DE MINERÍA (1918). *Estadística Minera de España*, año 1917. Madrid: Ministerio de Fomento, Dir. Gen. de Agricultura, Industria y Comercio; p. 169 y 186.
- CONSEJO DE MINERÍA (1919). *Estadística Minera de España*, año 1918. Madrid: Ministerio de Fomento, Dir. Gen. de Agricultura, Industria y Comercio; p. 191.
- CONSEJO SUPERIOR DE MINERÍA (1917). *Estadística Minera y Metalúrgica de España*, año 1956. Madrid: Ministerio de Industria, Dir. Gen. de Minas y Combustibles; p. 271.
- CONSEJO SUPERIOR DE MINERÍA (1958). *Estadística Minera y Metalúrgica de España*, año 1957. Madrid: Ministerio de Industria, Dir. Gen. de Minas y Combustibles; p. 199.
- CONSEJO SUPERIOR DE MINERÍA (1959). *Estadística Minera y Metalúrgica de España*, año 1958. Madrid: Ministerio de Industria, Dir. Gen. de Minas y Combustibles; p. 183.
- CONSEJO SUPERIOR DE MINERÍA (1960). *Estadística Minera y Metalúrgica de España*, año 1959. Madrid: Ministerio de Industria, Dir. Gen. de Minas y Combustibles; p. 189 y 190.
- DIRECCIÓN GENERAL DE MINAS (1972). "Programa sectorial de investigación de minerales de plomo y cinc". Plan Nacional de la Minería. *Programa Nacional de Investigación Minera*, vol. 14. Madrid: Ministerio de Industria, Dir. Gen. de Minas; pp. 89, 95 y 96.
- ESQUERRA DEL BAYO, J. (1839). *Elementos de laboreo de minas*. Madrid: Imprenta de Don Salvador Albert; p. 430.
- FUNDACIÓN SANCHO EL SABIO FUNDAZIOA (2017). *Memorias e informes técnicos de la Sociedad Anónima La Argentífera de Córdoba*. Archivos de la Fundación Sancho el Sabio (fondo: Archivo Familiar Ampuero).
- GARCÍA ROMERO, J. (2002). *Minería y metalurgia en la Córdoba romana*. Córdoba: Universidad de Córdoba, Servicio de Publicaciones; pp. 132-134.
- GOLDSCHMIDT, V. (1913a). *Atlas der Krystallformen. Tafeln. Band I: Adamin-Buntkupfererz*. Heidelberg: Carl Winters Universitätsbuchhandlung; pp. 205-207.
- GOLDSCHMIDT, V. (1913b). *Atlas der Krystallformen. Tafeln. Band II: Calaverit-Cyanochroit*. Heidelberg: Carl Winters Universitätsbuchhandlung; p. 4.
- GOLDSCHMIDT, V. (1916). *Atlas der Krystallformen. Tafeln. Band III: Danalith-Feldspat-gruppe*. Heidelberg: Carl Winters Universitätsbuchhandlung; pp. 156 y 157.
- GOLDSCHMIDT, V. (1918). *Atlas der Krystallformen. Tafeln. Band V: Kainit-Margarosanit*. Heidelberg: Carl Winters Universitätsbuchhandlung; pp. 17 y 42.
- GOLDSCHMIDT, V. (1920). *Atlas der Krystallformen. Tafeln. Band VI: Markasit-Pyrit*. Heidelberg: Carl Winters Universitätsbuchhandlung; p. 12.

- GOLDSCHMIDT, V. (1922a). *Atlas der Krystallformen. Tafeln. Band VII: Pyroaurit-Rutil*. Heidelberg: Carl Winters Universitätsbuchhandlung; pp. 127-132.
- GOLDSCHMIDT, V. (1922b). *Atlas der Krystallformen. Tafeln. Band VIII: Safflorit-Topas*. Heidelberg: Carl Winters Universitätsbuchhandlung; p. 30.
- GOLDSCHMIDT, V. (1923). *Atlas der Krystallformen. Tafeln. Band IX: Trechmannit-Zoisit*. Heidelberg: Carl Winters Universitätsbuchhandlung; pp. 66-73.
- GUARDIOLA, R. (1927). "Estudio metalogenético de la Sierra de Cartagena". *Memorias del Instituto Geológico de España*, vol. 33. 564 pp.
- INSTITUTO DE ESTADÍSTICA Y CARTOGRAFÍA DE ANDALUCÍA (2018). *Datos Espaciales de Referencia de Andalucía* (DERA), actualizados a fecha 03/04/2018. Consejería de Economía y Conocimiento, Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA). Licencia Creative Commons CC BY 4.0.
- LAGO RODRÍGUEZ, A.; CASTROVIEJO BOLIBAR, R. y NODAL RAMOS, T. (1989). "Las mineralizaciones argentíferas de Plasenzuela, Cáceres. España". *Boletín Geológico y Minero*, vol. 100, núm. 6, pp. 1059-1074.
- MENOR SALVÁN, C. (2010) "Laurionita y otros cloruros de plomo de la Sierra de Cartagena (Murcia)". *Acopios*, vol. 1, pp. 73-76.
- RANKIN DÍAZ, V. [Dir.] (1901). *Revista Ilustrada de Banca, Ferrocarriles, Industria y Seguros*. 25 marzo 1901. Madrid: Victorino Rankin Díaz; p. 159.
- RODRÍGUEZ MOYANO, M. (2016). "La tradición minera de Villaviciosa". *Crónica de Córdoba y sus pueblos*, vol. XXII, p. 25.
- SOCIEDAD ANÓNIMA LA ARGENTÍFERA DE CÓRDOBA (1919). *Memoria del año 1919*, presentada por el Consejo de Administración a la Junta General de Accionistas del 31 de mayo de 1919. Bilbao: Imprenta y Encuadernación de la Casa de Misericordia; p. 6.
- WADE, F.A. y MATTOX, R.B. (1976). *Elementos de Cristalografía y Mineralogía*. 2ª edición. Barcelona: Ediciones Omega. 371 pp.
- ZHIZHAEV, A.M; MERKULOVA, E.N. y BRAGIN, I.V. (2007). "Copper precipitation from sulfate solutions with calcium carbonates". *Russian Journal of Applied Chemistry*, núm. 80, pp. 1632-1635.

Webs consultadas

- http://catalogo.sanchoelsabio.eus/Record/FSS_A.F.A._AMPUERO,N.517
- <http://movingimage.nls.uk/film/3048>
- <http://www.penmorfa.com/bricks/scotlanda.html>
- <http://www.solienses.com/noria/siete.htm>
- <https://denariosibericos.wordpress.com/2014/12/04/tesorillo-del-cerro-del-peon-en-alcaracejos/>
- https://www.gracesguide.co.uk/Glenboig_Union_Fireclay_Co
- <https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/DERA>

Antonio CARMONA RUIZ

Asociación Antonio Machado y Núñez, Amigos del Museo de Geología de la Universidad de Sevilla.
Sevilla.

a.carruiz@gmail.com

Inmaculada RAMOS MÁRQUEZ

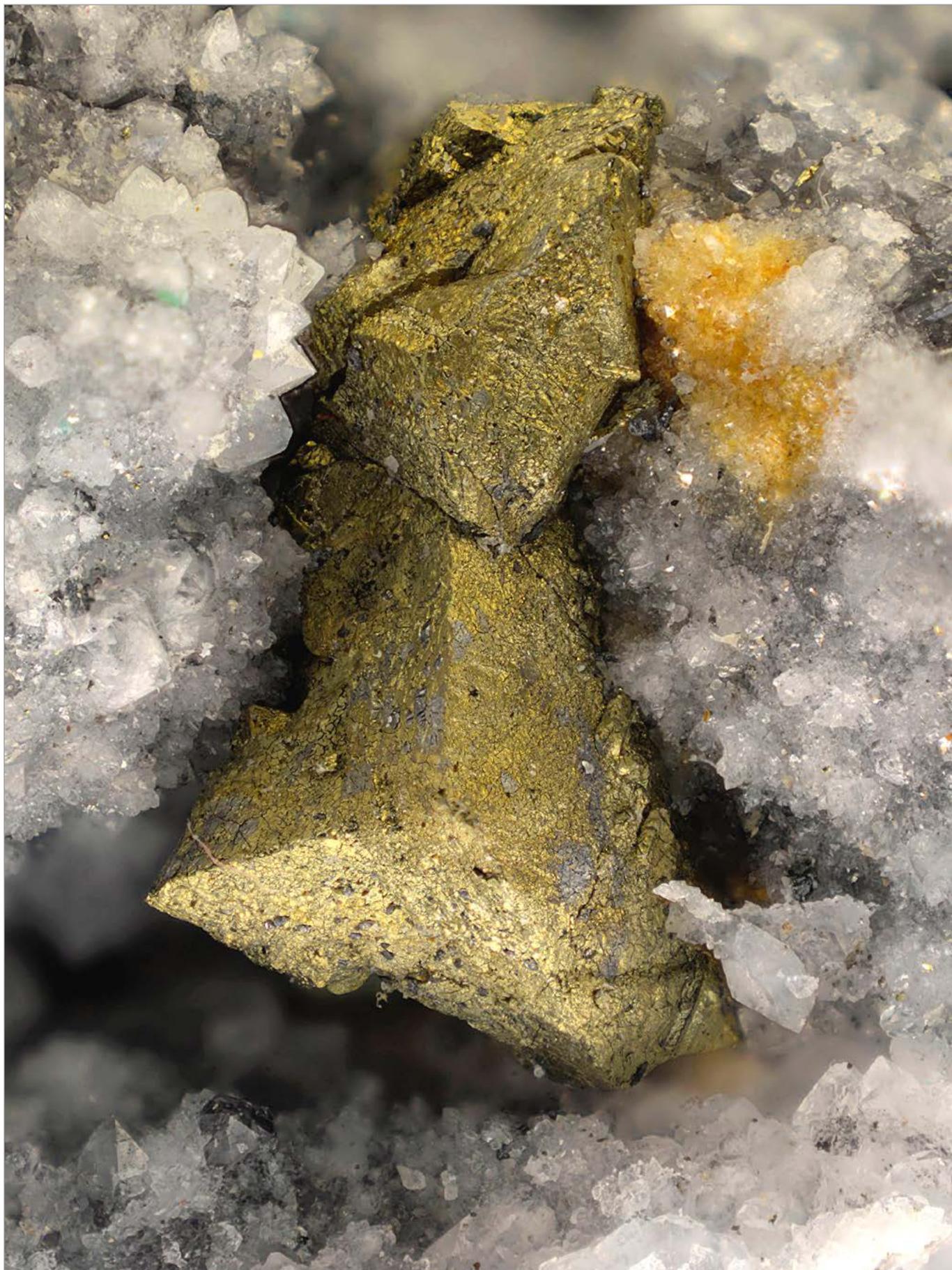
Asociación Antonio Machado y Núñez, Amigos del Museo de Geología de la Universidad de Sevilla.
Sevilla.

inma.ramos@gmail.com

Ramón JIMÉNEZ MARTÍNEZ

Museo Geominero, Instituto Geológico y Minero de España.
Madrid.

r.jimenez@igme.es



Cristales de calcopirita de "Los Almadenes", con cuarzo. C.V. 6,5 mm. Col.: A. Carmona e I. Ramos; foto: A. Carmona.