

La mina “San Ignacio”, La Crestella, Setcases, el Ripollès, Girona, Cataluña

Xavier RODRÍGUEZ (Grup Mineralògic Català, Terrassa)

Abstract: Setcases is a small village located in the Ripollès region (Girona prov., Catalonia, Spain) where four interesting mining areas are located. This work describes the history, geology and mineralogy of the San Ignacio mine, which is located in one of these areas called “La Crestella”. The San Ignacio mine were active since the XIX century to obtain arsenic from arsenopyrite, a very useful element in the industry at that time. Aside from arsenopyrite, other minerals have been found in this locality such as pyrite, scorodite or arsenolite.

Keywords: arsenopyrite, scorodite, arsenolite, Cambro-ordovician, San Ignacio mine, Setcases, Girona, Catalonia.

En el municipio de Setcases, comarca del Ripollès, provincia de Girona, existieron durante el siglo pasado cuatro zonas mineras de gran interés: la zona del torrente de Carboners, donde se superpusieron muchas concesiones de minas de cobre; la zona del Costabona, con minas de molibdenita y scheelita; la zona del Torrent dels Coloms, con minas de cobre; y la zona de La Crestella. En esta última, cerca del pueblo, se explotaban filones de arsenopirita siendo, junto con las minas del valle de Ribes, las más importantes de Cataluña y del Estado para la producción de arsénico.

Localización de la zona minera

Las concesiones mineras de la zona de la que hablaremos son las que se ubicaron en el paraje llamado La Crestella. Dicho paraje se encuentra al noroeste del pueblo de Setcases, en la falda del monte de Pastuira (2.354 m) y muy cerca del torrente de Pastuira.

Para llegar al pueblo de Setcases tenemos que ir a Camprodon y tomar la GIV-5264 hasta el pueblo.

Ortofoto en relieve donde se ubican las minas en relación al pueblo de Setcases. Fuente: ICGC.



Geología

Las mineralizaciones del paraje de La Crestella se encuentran encajadas en materiales de edad paleozoica, concretamente del Ordovícico superior y del Cambro-Ordovícico (Mata-Perelló, 2011).

Tal y como se observa en los mapas geológicos del IGME y del ICGC, los materiales que afloran en las inmediaciones de las minas son niveles metapelíticos (pizarras y esquistos) de potencia milimétrica y centimétrica, que conforman la conocida como formación Jújols (7,8). Estos materiales se alternan con niveles calcáreos, dolomías y mármoles (14) del Cambro-Ordovícico.

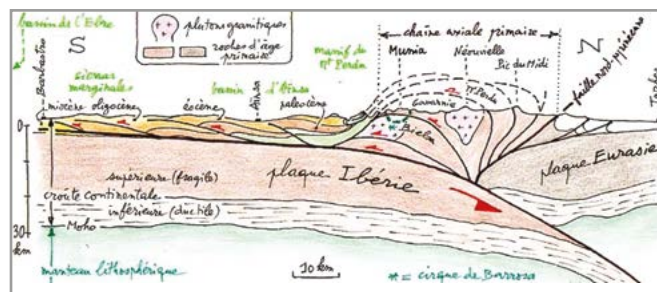
Estructuralmente, estos materiales forman parte de la zona axial de los Pirineos, que se formó a partir de los apilamientos antiformes provocados por la colisión de la subplaca Ibérica con la placa Europea durante la orogenia alpina.

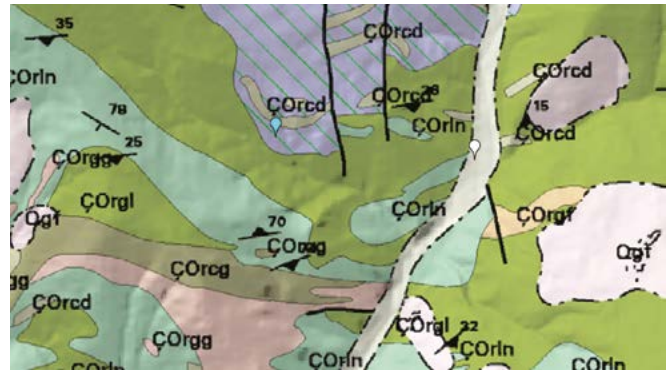
Historia

Podemos diferenciar dos épocas: anterior y posterior a la guerra civil.

La primera concesión de la que tenemos constancia, gracias al BOPG, es del 29 de julio de 1898, fecha en que D. Sebastián Cervera y Mouros, de Barcelona, solicita 12 pertenencias para una mina de piritita de hierro con el nombre de “La Gualda” en la Devesa dels

Esquema de los apilamientos antiformes de la zona axial pirenaica. Fuente: Wikimedia Commons (Pierraille).





Planos geológicos de la zona. Fuente: IGME (izquierda) y ICGC (derecha).

Pins i de la Crestella. Se toma como punto de partida una calicata situada a cincuenta metros al oeste de la roca de los dos pinos.

En 1899 hay operaciones facultativas para una mina con las mismas características exactas a "La Gualda" pero con el nombre de "La Giralda", siendo propietario D. Sebastián Cirera y Monrós, por lo que pensamos que hay un error en el BOPG, siendo la misma mina y el mismo promotor. El 22 de enero de 1900 el mismo D. Sebastián Cirera solicita otras 63 pertenencias al sur de "La Giralda", siendo la primera "Ampliación a La Giralda".

El mismo año, al ver la riqueza de los filones, se empezaron a pedir concesiones en la misma zona. Así D. Antonio San y Pon, de Pallarols, solicita en agosto 39 pertenencias para una mina de hierro con el nombre

de "La Reina", lindando por el sur con "La Giralda". Y D. Alfonso María Serra, de Barcelona, solicita en septiembre 12 pertenencias para otra mina de hierro con el nombre "Ceres", expediente núm. 970, al suroeste de "La Giralda" y al este de "La Reina".

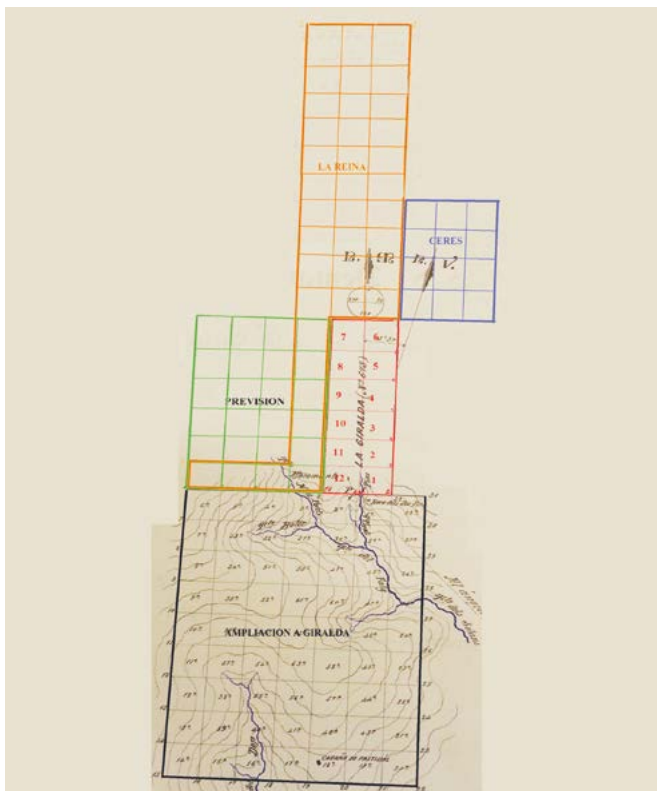
El 13 de abril de 1901, el Sr. Cirera solicita la "2ª Ampliación a La Giralda", con 24 pertenencias, mientras que en la misma zona se cancela una mina de hierro con el nombre de "Ygavella", expediente núm. 939, y la mina "Ceres" antes mencionada.

El 21 de abril de 1902 se solicita a nombre de D. Magín Más y Llanas, de Barcelona, 24 pertenencias para una mina de hierro con el nombre de "Previsión", expediente núm. 1.238, lindando con "La Giralda" y su ampliación, que se cancela el mismo año. También a nombre de D. Pedro Bohigas Caradell, de Barcelona, se solicita una gran extensión con 572 pertenencias para una mina de hierro con el nombre de "Witworth" al sur de "La Giralda" y llegando a la zona conocida como el Catllar.

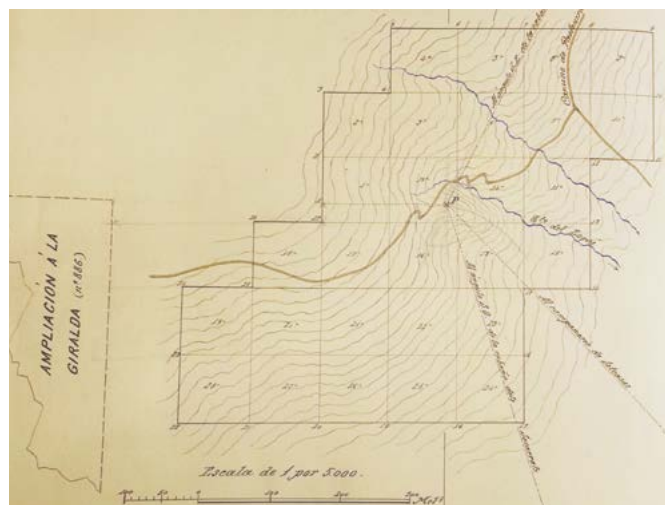
Por otro lado consta una mina de hierro de 28 pertenencias con el nombre de "San Ignacio", situada en el Roc d'Esquer, a nombre de D. Alfonso María Serra, el mismo promotor que la mina "Ceres".

En 1903 parece que el grupo "La Giralda" pasa a

Plano de las concesiones "La Giralda", "Ampliación a Giralda", "Ceres", "Previsión" y "La Reina". Fuente: Arxiu Històric de Girona.



Plano de la concesión "San Ignacio" y su relación con "Ampliación a La Giralda". Fuente: Arxiu Històric de Girona.



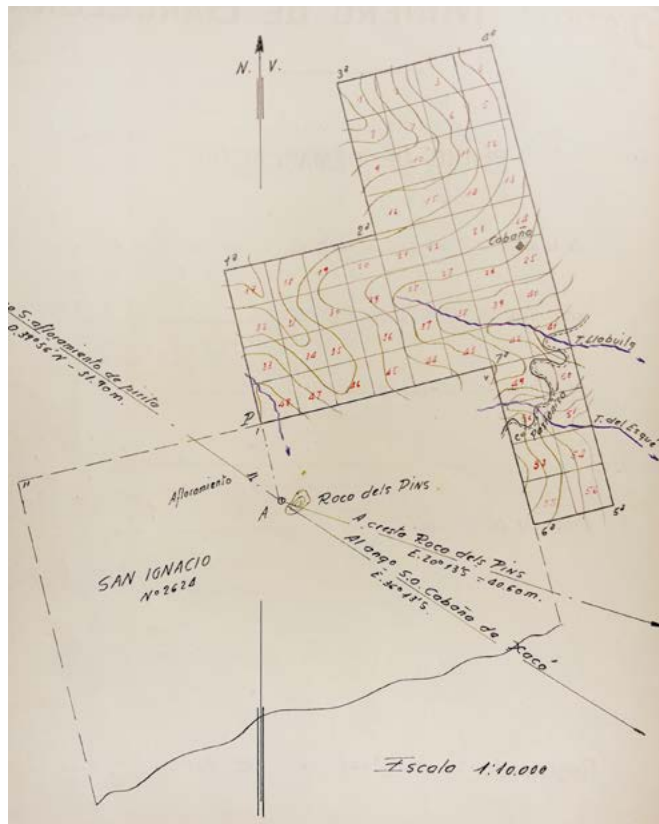
manos de otro, porque ahora es D. Sebastián Pascual Serra quien solicita 229 pertenencias para la "3ª Ampliación a La Giralda" y 101 pertenencias para la "4ª Ampliación a La Giralda" y posteriormente es su socio D. Gustavo M. de Gispert Serra el que después de conseguir en este año varias minas en la zona del Costabona, como "San Antonio", "San Rafael", "San Sebastián", "Nueva San Antonio" y "Nueva San Rafael", solicita 20 pertenencias en 1905, para una mina de hierro con el nombre "5ª Ampliación a La Giralda".

De 1905 en adelante, Gustavo M. Gispert Serra y Sebastián Pascual Serra dirigen "La Giralda" y todas sus ampliaciones. En 1907 se extrajeron 1.300 quintales de mineral, que se pagaba a 50 pesetas el quintal. El hierro y la baritina se pagaban más caros: a 71 pesetas el quintal.

El 4 de junio de 1908 se cancelan algunas pertenencias de la 3ª y 4ª ampliaciones a "La Giralda". Desde 1912 en adelante se van sucediendo prácticamente cada año los avisos de impago del canon de todo el complejo minero de "La Giralda", hasta que el 31 de diciembre de 1930 Sebastián Pascual Serra y Gustavo M. de Gispert Serra hacen renuncia a los terrenos de "La Giralda".

Después de la guerra Civil, esta zona minera se vuelve a reactivar. Así, el 24 de febrero de 1940, D. Ignacio Bareño, de Barcelona, solicita 168 pertenencias para una mina de hierro en la Devesa dels Pins i de la Crestella, con el nombre de "San Ignacio".

Plano de demarcación de la concesión "Francisco Javier".
Fuente: Arxiu Històric de Girona.



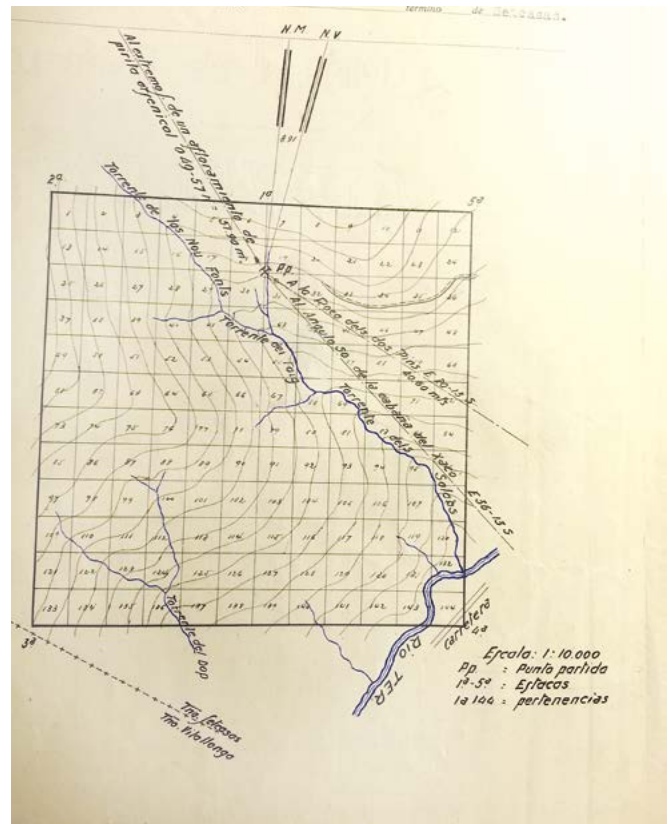
«Cumplidos los trámites reglamentarios en el expediente promovido por Don Juan Rius Presas, en nombre y representación de la compañía Derivados Arsenicales S.A., por trámite abreviado, para la instalación de una industria dedicada al aprovechamiento de minerales de sulfoarseniuro de hierro, procedente de pertenencias demarcadas por la misma y de un modo especial de la mina San Ignacio del término de Setcasas (Gerona). Esta Jefatura del Distrito Minero de Barcelona ha dispuesto:

Autorizar a "Derivados Arsenicales, S. A.", para instalar en Ripoll (Gerona), una fábrica para la producción de anhídrido arsenioso y beneficio de minerales arsenicales de la Mina San Ignacio, del término de Setcasas, por el procedimiento patentado número 155914, con arreglo al proyecto presentado y sujeción a las siguientes condiciones:

1. El plazo de puesta en marcha de la fábrica será el de seis meses a partir de la fecha de la notificación de esta autorización.

2. La autorización es válida solamente para "Deriva-

Plano de demarcación de la concesión "San Ignacio".
Fuente: Arxiu Històric de Girona.



dos Arsenicales S. A”.

3. La instalación se sujetará al proyecto presentado y no podrán ser hecha modificación ninguna, sin que se presenten a la aprobación de la Jefatura del Distrito Minero de Barcelona, los planos memorias y presupuestos necesarios para que pueda autorizarse dicha modificación o mejora.

4. La referida fábrica e instalaciones anejas queda sometida a la inspección y vigilancia exclusiva de la Jefatura del Distrito Minero de Barcelona, cuyas prescripciones deberán cumplimentarse de acuerdo con el Reglamento vigente.

5. Se dará cuenta al Distrito Minero de Barcelona de la terminación de las obras de instalación de la fábrica, para que se proceda a su puesta en marcha y se gire la oportuna visita de confrontación de las obras e instalaciones y se levante el acta de comprobación de su funcionamiento, de acuerdo con el Reglamento.

6. Esta autorización se concede sin perjuicio alguno de tercero y siendo de la exclusiva cuenta de la Sociedad peticionaria, responder de cuantos perjuicios pudiera ocasionar a tercera persona con el funcionamiento de la instalación que se autoriza.

7. En lo que se refiere a la explotación de los yacimientos de mineral que han de servir de base para la fábrica de beneficio, se cumplirán las disposiciones del Reglamento de Policía minera vigente, y se presentarán anualmente en el mes de noviembre de cada año los proyectos de plan de explotación, para el año siguiente, a la aprobación de la Jefatura de Minas de Barcelona.

8. Se presentará en el plazo de un mes, a partir de la fecha de la notificación de esta autorización, el proyecto completo y detallado de la fábrica y una memoria explicativa y demostrativa del procedimiento que se adopta, para que los humos de los hornos de la fábrica salgan exentos de materias que puedan dañar a la agricultura de las proximidades de la misma. Barcelona, 13 de mayo de 1942. Distrito Minero de

Barcelona, P. El Ingeniero Jefe: Santiago Echevarría.» Esta fábrica sólo quedaría en proyecto y nunca se llegaría a construir, según me indican desde el Archivo Histórico de Ripoll.

Tal como pasó con “La Giralda”, se empezaron a pedir concesiones en terrenos cercanos a la “San Ignacio”. Así, en febrero de 1942, Adrián de Gispert Serra solicita 99 pertenencias para una mina de pirita de hierro arsenical con el nombre de “La Giralda”, exp. núm. 2.730, con el mismo punto de partida que la antigua mina “La Giralda”, que se cancela en agosto de 1943 por no cubrir los gastos de demarcación. En 1943, Francisco de Semir Carrós, de Barcelona, solicita 56 pertenencias para una mina de hierro con el nombre de “Francisco Javier”, exp. núm. 2.717, al nordeste de la mina “San Ignacio”.

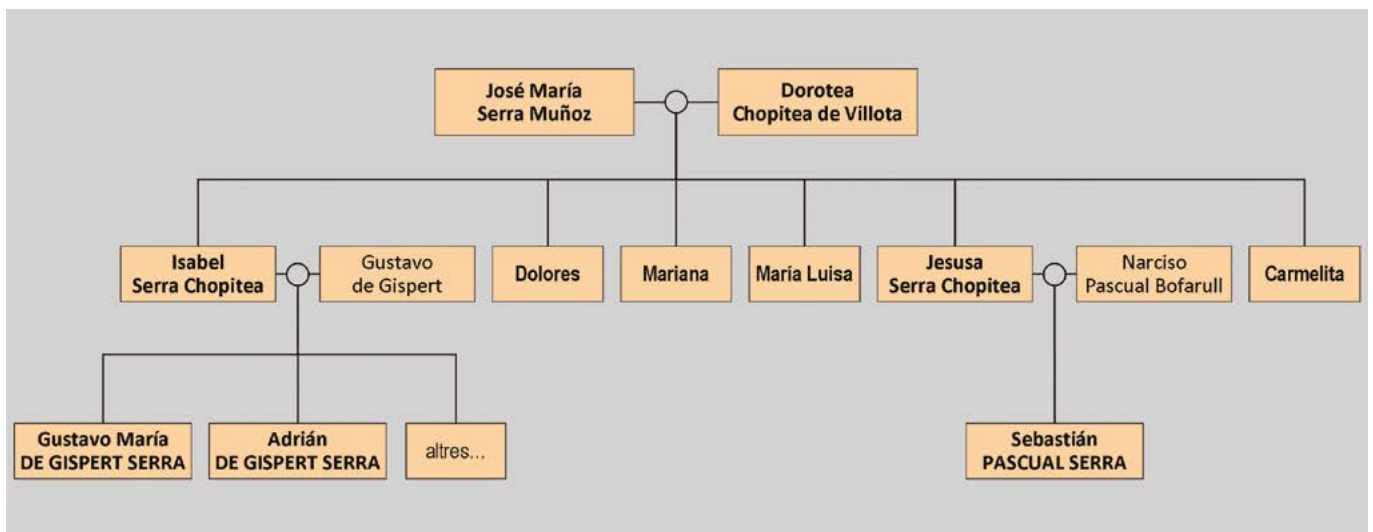
Geográficamente, la relación entre “La Giralda” de antes de la guerra y la mina “San Ignacio” de después de la guerra estaría principalmente en que la “San Ignacio” equivaldría prácticamente a la concesión “Ampliación a la Giralda”, teniendo las dos el mismo origen para la demarcación.

El procedimiento patentado ES0155914 para obtener óxido de arsénico del mispiquel (antiguo nombre de la arsenopirita)

Como hemos comentado anteriormente, era el método que pretendía usar la fábrica de Ripoll. Este método fue registrado en la oficina de patentes por D. Francisco de Semir Rovira, de Barcelona, posiblemente familiar del promotor de la mina “Francisco Javier”, Francisco de Semir Carrós.

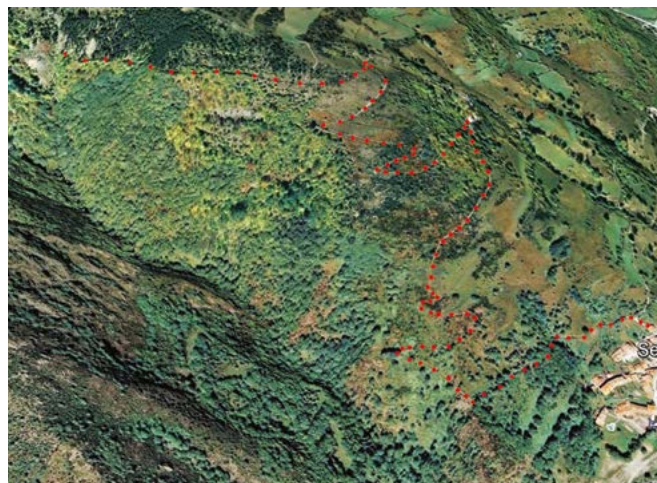
«El proceso de obtención del anhídrido arsenioso o arsénico blanco es sencillísimo, puesto que se trata de una simple tostación a base de la cual se oxida el azufre, que se escapa en forma de anhídrido sulfuroso, el Hierro pasa a óxido férrico que queda como residuo solido y el arsénico se sublima al formarse el anhídrido arsenioso, que luego se condensa en cámaras inmedia-

Esquema genealógico de la familia Serra-Chopitea. Fuente: myheritage.com.





Cartel explicativo al principio del camino. Foto: X. Rodríguez.



Camino del pueblo hasta las minas. Base: ortofoto del ICGC.

tas debidamente dispuestas.»

Por lo que parece, el verdadero problema radicaba en la obtención del arseniato sódico, que era el producto final que querían. Para ello se requería ácido nítrico, que complicaba el proceso y lo encarecía. Este señor describe en su patente un método para su obtención sin utilizar el ácido nítrico mediante un proceso de calcinación en un horno rotativo en el que se introducía el mineral previamente mezclado con carbonato de sosa.

Familia Serra-Chopitea

Como hemos podido ver, en la historia de estas minas, los apellidos Serra y de Gispert aparecen en varios expedientes como promotores. Para conocer más de esta familia tendríamos que revisar el árbol genealógico de la familia Serra-Chopitea. José María Serra fue un importante empresario: accionista de Transatlántica, consejero del Banco de Barcelona, propietario de General de Ferrocarriles y Ferrocarriles del Norte. Al morir, su fortuna pasa a manos de su mujer Dorotea de Chopitea, que la gastó en donaciones a varias órdenes religiosas. Una de sus hijas, Isabel, se casó con Gustavo de Gispert, siendo sus

hijos los promotores de muchas de estas minas. Uno de los descendientes de esta familia es la Sra. Núria de Gispert, que fue presidenta del Parlament de Cataluña. (Cortés, 2011).

Descripción del yacimiento

Para subir a las minas se toma un camino que sale cerca de la plaza de la iglesia (iglesia de Sant Miquel). A pesar de que está indicado como de 1 hora de duración, es un camino que sube bastante, con un desnivel de 316 m en 3,2 kilómetros, por lo que contad con un par de horas.

El camino sube hasta el Roc d'Esquers y la Cabara d'en Ras, donde hay una fuente, y sigue subiendo hasta los campos de La Crestella. A partir de aquí sale un camino bastante escondido que sigue un hilo de baja tensión para los animales. Desde este desvío y ya prácticamente al mismo nivel seguiremos el hilo hasta la zona minera que se encuentra en la hondonada que forma el torrente de Pastuira. Esta ruta se llama Camí de les Creus (Camino de las Cruces), conocido así porque se seguía durante la procesión de Semana Santa. (Ver: www.alt-ter.org, itinerario 31)

Ruinas de la casa de los mineros. Foto: X. Rodríguez.



Localización de la casa de los mineros. Fuente: ICGC (vuelo estadounidense de 1956-57).

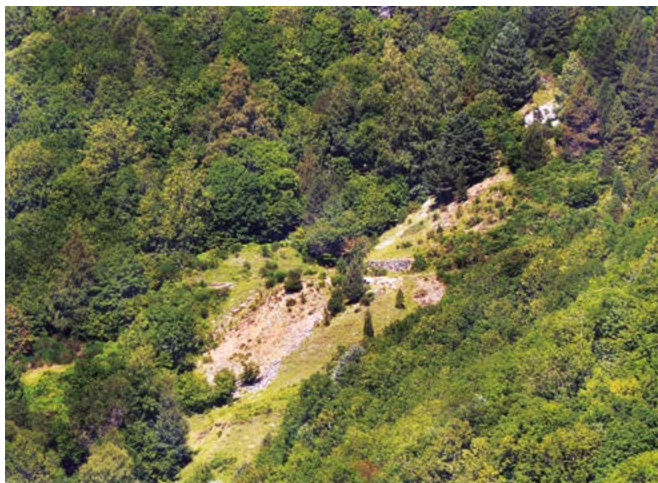




Las minas de Setcases a inicios del siglo XX. Fuente: Carreras i Candi (*Geografia General de Catalunya*).

Vista actual de las minas indicando donde estaban las bocas de "La Giralda". Foto: X. Rodríguez.





Vista de las minas desde el torrente dels Coloms, al otro lado del río Freser. Foto: X. Rodríguez.



Vista actual de las escombreras. Foto: X. Rodríguez.

Antes de llegar al yacimiento pasaremos por una antigua construcción, el edificio principal de la mina, donde posiblemente hacían vida los mineros, ya que subir y bajar a menudo no debía ser factible. Esta edificación se ve bastante bien en la ortofoto del año 1946. Unos metros más adelante llegamos a la zona minera, zona principal de las concesiones “Ampliación a La Giralda” y “San Ignacio”.

Por la foto histórica de que disponemos (Carreras-Candi, 1908), parece que había cuatro bocas: una abajo a la izquierda, le hacía de dintel un muro de piedra enmarcado con vigas de madera; una segunda justo por encima de esta; otra que se adentraba por el fondo y una última a un nivel superior a la derecha. De la del fondo salían unos raíles para vagonetas.

Dicha foto es de inicios del siglo XX, por tanto ha de corresponder al grupo “La Giralda”. Seguramente el cable aéreo no se debió construir hasta la época de la mina “San Ignacio”, por lo que en la foto no vemos su presencia: tendría que salir a la derecha.

Actualmente todas las bocas están tapadas. La construcción que hacía de dintel está sepultada, quedando un montículo. Respecto a la boca del fondo, todavía hay unas paredes que hacían de avancé o recibidor de la boca, pero tampoco existen. Y de la superior queda un agujero colapsado. Solo quedan las escombreras don-

de acababan los raíles que se ven en la foto y que están en fuerte pendiente, así como las de la boca superior.

En el rellano de la zona minera encontramos lo que queda de un muro con dos paredes. Probablemente debía ser la estación superior del cable, pues es la zona más adecuada para el envío de mineral hacia abajo, justo al final de los raíles.

Una descripción de la zona minera aparece en un artículo de Eugeni Bareche, que nos la describe así (1997): «Solo llegar puede distinguirse una edificación o casa de mineros, donde se guardaban las herramientas para la explotación; junto a una pequeña galería hay el filón de mispíquel en unas pizarras grises con mucha dolomía; 200 metros más adelante se encuentran por encima del camino tres bocas más, las cuales debían de formar parte de los trabajos más antiguos. A pocos metros cerca del barranco y abocada al cargador de mineral hay una pequeña explanada con dos bocas más.» Al principio de la ruta, el ayuntamiento ha dispuesto un letrero donde explica curiosidades de estas minas, entre las cuales dice: «Josep Bonaplata, pionero en la implantación de la máquina de vapor en el sector textil de Cataluña, se interesó por la extracción minera en Setcases.» He buscado información en varias biografías de los hermanos Bonaplata sin encontrar ninguna referencia al respecto (Nadal-Oller, 1983).

Restos de la estación superior del cable. Foto: X. Rodríguez.



Trayecto probable del cable: 1.300 metros de arriba abajo. Base: ortofoto del ICGC.





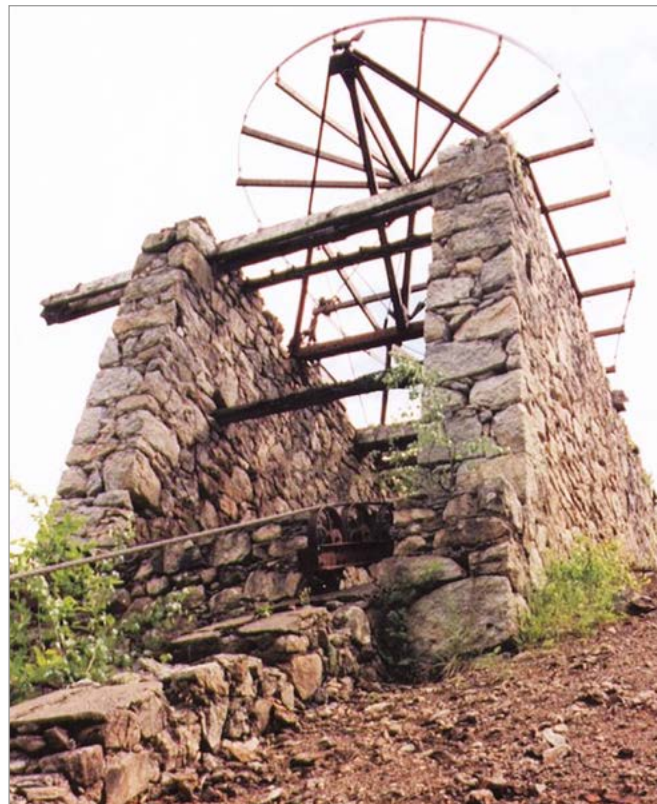
Restos de la estación inferior del cable, a pie de carretera.
Foto: X. Rodríguez.

El cable minero

Durante la época de la posguerra, cuando funcionaba la mina “San Ignacio”, se construyó un cable de unos 1.300 metros que iba desde la estación superior, a pie de minas, hasta la inferior, a pie de carretera. Las estaciones intermedias debían de ser de madera porque no queda ni rastro, solo alguna base reforzada con muretes de piedra. Pensamos que la estación superior debía situarse donde actualmente están los restos de unos muros en la explanada del yacimiento.

De la estación inferior todavía quedan dos paredes en bastante buen estado, entre las que debía ir la maquinaria. Se ven restos que nos muestran que de uno a otro lado iban vigas de madera para aguantar el sistema. Justo delante, al otro lado de la carretera, se observa la posible base de la primera estación intermedia. Desde aquí no se ven las minas, al contrario de lo que se suele decir. En el teleférico de las minas de hierro de Bielsa encontramos una construcción parecida que nos puede orientar de cómo debía ser el sistema.

Nódulos de arsenopirita en las escombreras de las minas.
Foto: X. Rodríguez.



Estación del cable de las minas de Bielsa.
Foto: Asociación Mineralógica Aragonesa (AMA).

Minerales de la mina “San Ignacio”

Entre los minerales presentes, podemos encontrar: arsenopirita (con sus minerales de alteración, fundamentalmente arsenolita y escorodita), pirita (alterada a menudo a limonita), hematites (normalmente terrosa), calcita y cuarzo (Mata-Perelló, 2011). También están citados la siderita, la calcedonia (variedad de cuarzo) y el oro (Bareche, 1997).

Arsenopirita, FeAsS

La arsenopirita, con un contenido de arsénico del 46%, es junto con el oropimente una de las menas principales

Cristal de arsenopirita sobre matriz de cuarzo.
Medidas: 4,8 x 4 x 3,1 cm. Col. y foto: M. Rafel.

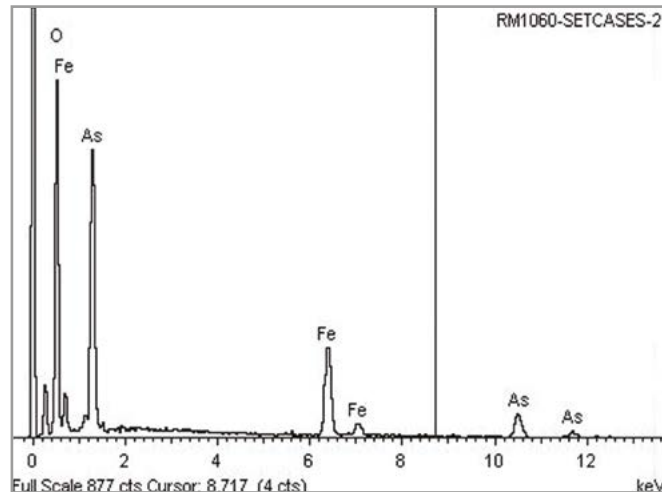




Cristales de arsenopirita recubiertos de una pátina de scorodita. Medidas: 4 x 3 x 1,5 cm. Col. y foto: X. Rodríguez.

del arsénico. El grupo de la arsenopirita está compuesto por los minerales siguientes (Mindat, 2016): arsenopirita, FeAsS ; glaucodoto, $(\text{Co}_{0.50}\text{Fe}_{0.50})\text{AsS}$; gudmundita, FeSbS ; osarsita, $(\text{Os,Ru})\text{AsS}$; y ruarsita, $(\text{Ru,Os})\text{AsS}$.

En estas minas es el mineral que se explotaba y la



Patrón SEM-EDS de una muestra de scorodita. Fuente: J. Rosell.

mena más abundante. La encontramos fácilmente en las escombreras en forma de nódulos de color gris azulado. Son trozos de arsenopirita masiva que se han redondeado y alterado en superficie por la acción de los elementos atmosféricos.



Scorodita de las escombreras. Medidas: 4 x 2,5 x 2,5 cm. Col. y foto: X. Rodríguez.

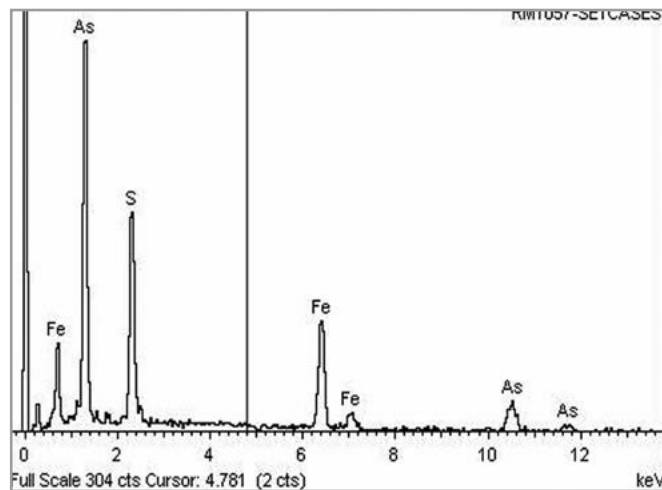
Scorodita. C.V. 6,5 mm. Col.: X. Rodríguez; foto: J.A. Soldevilla.



Scorodita de las escombreras. Medidas: 4 x 2 x 2 cm. Col. y foto: X. Rodríguez.



Patrón SEM-EDS de una muestra de arsenopirita. Fuente: J. Rosell.



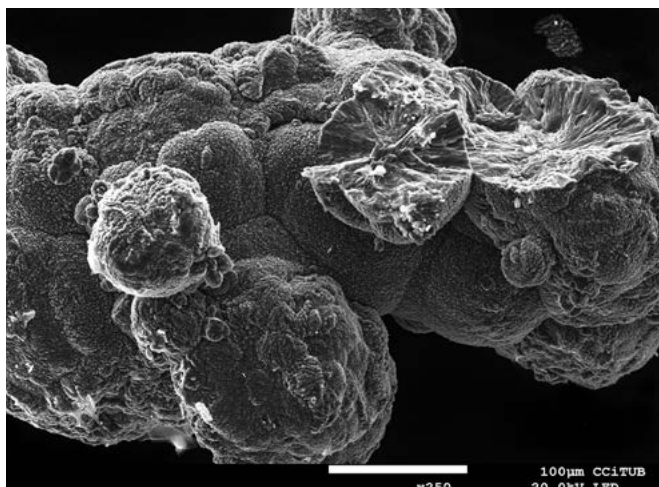
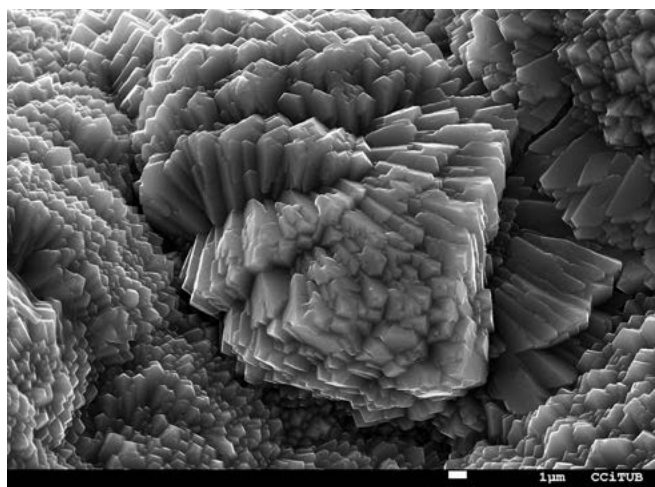


Imagen por SEM de una muestra botrioidal de escorodita, vista a 250 aumentos. Foto: J. Rosell.



La misma pieza por SEM, ahora vista a 3.300 aumentos. Foto: J. Rosell.



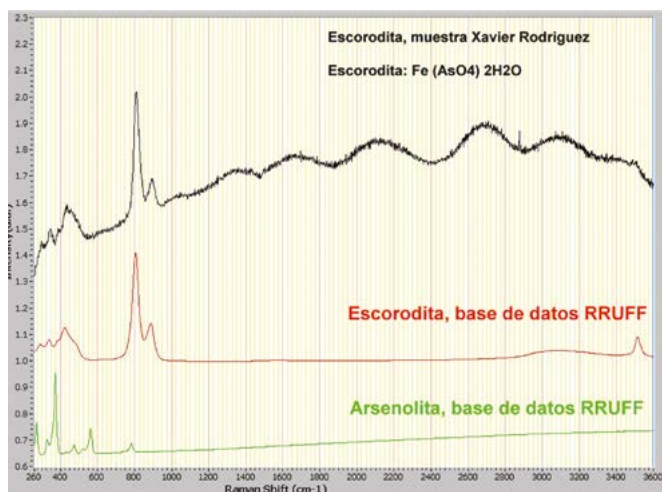
Escorodita. Medidas: 5,1 x 3,2 x 2 cm. Col.: E. Bareche (excol. J. Andrés i Rovira); foto: M. Rafel.

La arsenopirita cristaliza en el sistema monoclinico, razón por la cual se puede encontrar formando cristales prismáticos, a menudo con caras estriadas, de color gris acero y de hasta 8 mm de arista.

También puede cristalizar formando maclas por compenetración en forma de punta de lanza, pero es más difícil encontrarla en este hábito.

La alteración meteórica de escombreras ricas en arsenopirita produce arseniatos de hierro amorfos que

Patrón de la escorodita comparado con el de RRUFF de la escorodita y la arsenolita. Fuente: A. Cortel.



pueden recristalizar en escorodita, compactando los fragmentos de las escombreras y fijando el arsénico de manera eficaz (Marqués-Farré, 2012).

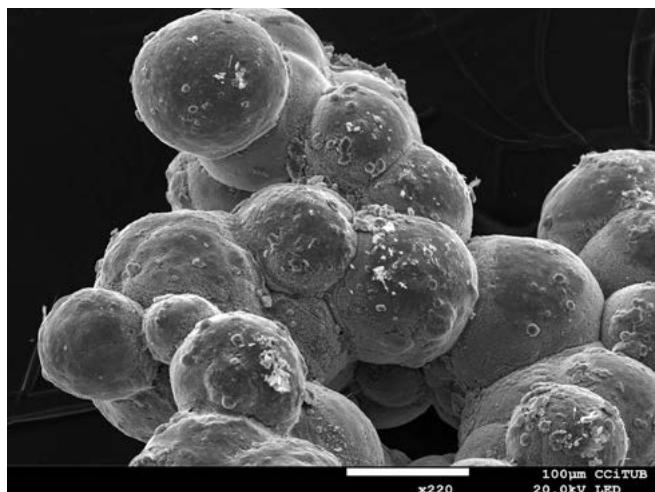
Se han analizado muestras de arsenopirita por si venían acompañadas de otros minerales, tal como hemos comentado con el grupo de la arsenopirita, pero el espectro es claro y se repite en todas las muestras, con los picos de Fe, As y S característicos de la arsenopirita.

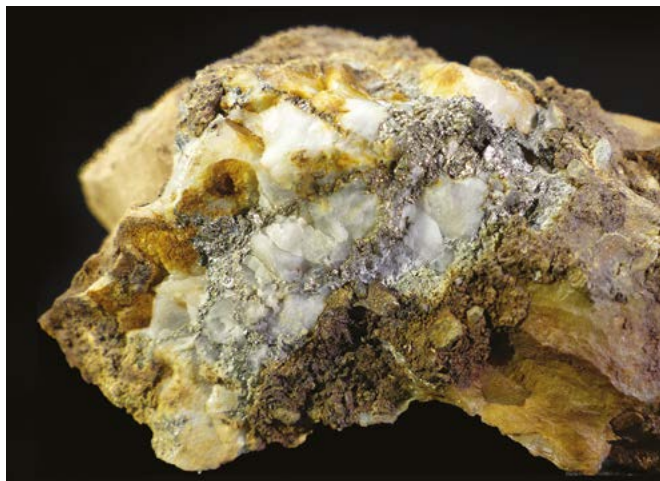
Escorodita, $Fe^{3+}AsO_4 \cdot 2H_2O$

Pertenece al grupo de la variscita y es el mineral de alteración más abundante de estas minas. Justo en la parte más alta de las escombreras hay una zona con abundante escorodita, pero en realidad se puede encontrar en todas partes, tapizando las cavidades del cuarzo o enganchado a los nódulos de arsenopirita. Se presenta como costras que al binocular resultan pequeños mamelones o masas botrioidales, generalmente de color verde oliva o verde más claro hasta blanco.

La escorodita cristaliza en el sistema rómbico pero difícilmente encontraremos cristales en estas minas.

Vista por SEM de otra muestra formada por esférulas de escorodita, a 220 aumentos. Foto: J. Rosell.





Vetillas de pirita dentro del cuarzo. Medidas: 6,5 x 5 x 3 cm. Col. y foto: X. Rodríguez.

Se han analizado numerosas muestras de escorodita de este yacimiento por SEM-EDS, con un patrón exacto al de la arsenopirita pero sin el azufre.

Arsenolita, $As^{3+}_2O_3$

Se presenta en pequeñas masas botrioidales y masas pulvulentas de color blanco (Bareche, 1997 y 2006). Igual que la escorodita, siempre va acompañando a la arsenopirita. Cuando cristaliza suele ser en octaedros transparentes a blancos. Sería el producto más tóxico de las minas de arsenopirita.

Después de analizar múltiples muestras con escorodita de este yacimiento, no hemos encontrado ninguna que tenga arsenolita, por lo que no podemos ofrecer ninguna fotografía. En la gráfica se puede ver como los patrones del Raman son muy diferentes.

Pirita, FeS_2

La encontramos masiva, formando pequeños filones dentro del cuarzo, y a veces cristalizada en pequeños cubos o formas más complejas, como octaedros y piritoedros.

Agregado de marcasita. C.V. 5 mm. Col. y foto: X. Rodríguez.



Fragmento de piritoedro. C.V. 4 mm. Col.: X. Rodríguez; foto: J.A. Soldevilla.

Marcasita, FeS_2

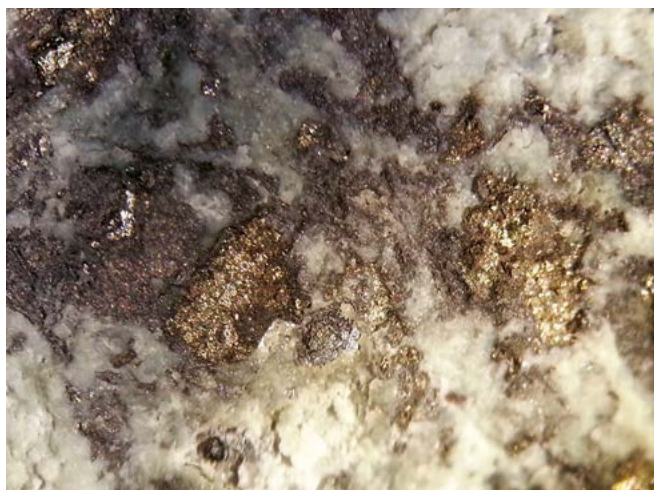
Están descritos cristales de hasta 5 mm de arista, agrupados linealmente con el cuarzo, y asociados a masas de arsenopirita. Se encuentran también cristales muy alterados de color amarillo metálico con brillo mate (Bareche, 1997). En mis muestras la marcasita aparece infiltrada en el cuarzo en pequeñas vetas igual que los otros sulfuros de la mina, como la arsenopirita y la pirita, siendo posible diferenciarla de la pirita solo por el hábito en crestas.

Óxidos e hidróxidos de hierro

Están por todas partes; muy abundantes en todo el yacimiento en forma de costras delgadas y manchas irregulares de poco grosor y de color marrón a negro. Frecuentemente se forman en la superficie de los sulfuros al perder el azufre y el arsénico.

Cuando partimos uno de los nódulos de arsenopirita podemos ver como se ha formado una capa externa de alteración por exposición a los elementos naturales, pasando la arsenopirita a óxidos e hidróxidos de hierro perdiendo el arsénico. Después, una interfase

Marcasita infiltrando el cuarzo y acompañando a otros sulfuros. C.V. 5 mm. Col. y foto: X. Rodríguez.



y finalmente la arsenopirita sin alterar con escorodita que se forma en las grietas del nódulo desde verde a blanca.

En otro artículo (Richardson & Vaughan, 1988), aunque antiguo, se nos describe lo que pasa en la superficie de la arsenopirita cuando se ve sometida a oxidantes como el aire, agua, calor, hidróxido amónico, peróxido de hidrógeno y ácido sulfúrico. El análisis espectroscópico de la superficie después de haber sufrido la oxidación, indica la formación de una variedad de óxidos e hidróxidos de hierro: $Fe^{2+}Fe^{3+}_2O_4$ (óxido ferroso-férrico o magnetita), $Fe^{3+}_2O_3$ (óxido férrico o hematites), $Fe^{3+}O(OH)$ (oxihidróxido férrico o goethita), además de limonita (mezcla de óxidos e hidróxidos de hierro); óxidos de arsénico, $As^{3+}_2O_3$ y $As^{5+}_2O_5$, y sulfatos de hierro, $Fe^{2+}SO_4$ y $Fe^{3+}_2(SO_4)_3$.

Cuarzo, SiO_2

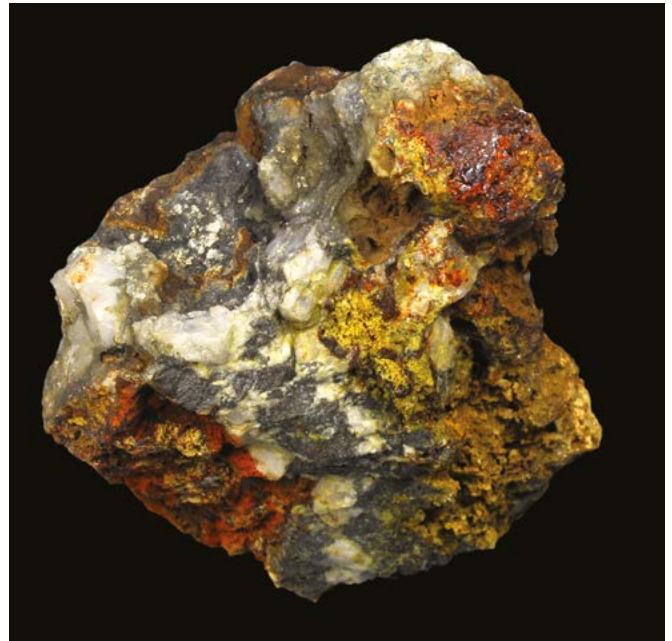
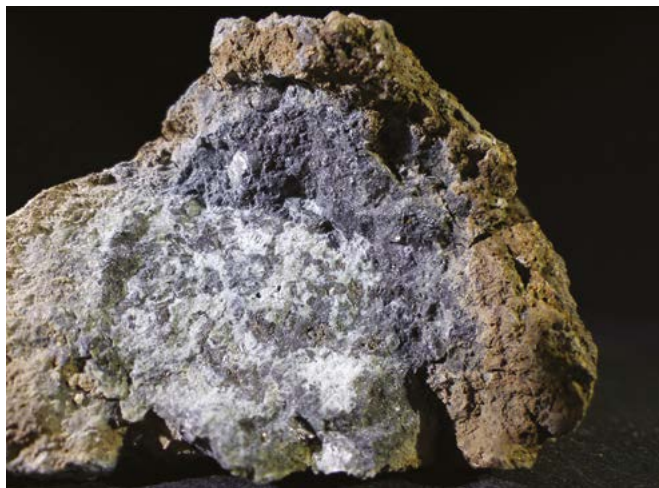
Es muy abundante y de forma masiva, albergando los sulfuros que forman pequeñas vetas. También se puede encontrar cristalizado, pero es poco frecuente. A menudo lo hallaremos en forma de cuarzo oqueroso o vuggy silica, tan habitual en todas las minas de sulfuros con un origen hidrotermal como parte de la alteración arcillosa avanzada y de alta silicificación.

La variedad calcedonia se presenta en pequeñas masas bandeadas de color azul claro, con arsenopirita y óxidos e hidróxidos de hierro (Bareche, 1997). Por lo que he visto, es bastante abundante en el yacimiento y a menudo va sola en grandes piezas masivas con curiosas formas, como si las hubiera corroído algún ácido, tal como hemos comentado en el apartado del cuarzo. Llama la atención el bandeo azul que presentan prácticamente todas las piezas.

Siderita, $FeCO_3$

Masas espáticas de color marrón claro, asociadas a piritita y cuarzo (Bareche, 1997).

Mitad de un nódulo de arsenopirita en el que se ven las capas. Medidas: 4 x 3 x 3 cm. Col. y foto: X. Rodríguez.



Óxidos de hierro formando costra. Medidas: 6,7 x 4,4 x 2,9 cm. Col.: E. Bareche (excol. J. Andrés i Rovira); foto: M. Rafel.



Formación de goethita en una grieta. C.V. 3,5 mm. Col.: X. Rodríguez; foto: J.A. Soldevilla.

Cuarzo (variedad calcedonia) con bandeo azul. Medidas: 14 x 8 cm. Col. y foto: X. Rodríguez.



Oro, Au

El oro aparecía mezclado con los sulfuros y se desestimó su explotación por la dificultad de su obtención (Bareche, 1997).

Derivados del antimonio

En ninguna de las muestras que tengo o de las que

nos aportaron provenientes de la colección de Joan Andrés Rovira hemos detectado, por análisis, el antimonio en forma de estibnita, valentinita o cervantita.

La cervantita está descrita en las minas de Pardiñes, en la Collada Verda, formando una costra terrosa como producto de alteración de la estibnita.

Agradecimientos

A mi mujer y a los niños, que me acompañaron al yacimiento a pesar de la subida.

Al Grup Mineralògic Català: a su presidente, a la vocalía de Publicaciones, al servicio de Análisis y, especialmente, a Martí Rafel, por su ayuda.

A Eugeni Bareche, por toda la ayuda que nos ha ofrecido y por aportar las piezas de la colección Andrés.

A Joan Rosell, Adolf Cortel y Marc Campeny, por su inestimable ayuda con los análisis.

Al Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Depósitos Minerales de la Universitat de Barcelona.

A José Antonio Soldevilla, por las fotomicrografías.

A la Asociación Mineralógica Aragonesa, por ceder la foto de Bielsa.

A Agustí Dalmau, del Arxiu Històric de Ripoll, por todas sus atenciones.

Referencias bibliográficas

- BARECHE, Eugeni (1997). “Mina Sant Ignasi. Setcases”. *Mineralogistes de Catalunya*; vol VII, núm. 1, p. 60.
- BARECHE, Eugeni (2006). *Els minerals de Catalunya. Segle XX*. Barcelona: Eugeni Bareche - Grup Mineralògic Català; 269 pp.
- CARRERAS CANDI, Francesch [Dir.] (1908). *Geografia general de Catalunya.*; vol. 1 (Catalunya), p. 228.
- CORTÉS, José María (2011). “De la Gran Via a les Punxes. Cròniques burgueses”. *La Vanguardia*, secció “Dinero” (19 juny 2011); p. 16.
- MARQUÉS FARRÉ, L. et al. (2012). “Neoformación de arseniatos de hierro en escombreras de mina: el ejemplo de la Vall de Ribes (Cataluña)”. *Macla*; núm. 16, pp. 244-245.
- MATA PERELLÓ, Josep Maria (1990). *Els minerals de Catalunya*. Barcelona: Institut d’Estudis Catalans.
- MATA PERELLÓ, Josep Maria (2011). “Recerca mineralògica, minera i geològica per la comarca del Ripollès: des de Molló a Rocabruna, a Costabona i a Setcases”. *Xaragall. Revista de Ciències de la Catalunya Central*. Sèrie B, núm. 412.
- NADAL OLLER, Jordi. (1983). “Els Bonaplata: Tres generacions d'industrials catalans a l'Espanya del segle XIX”. *Anuari de la Secció d'economia*; vol. 3 (1980-81 i 1981-82), pp. 6-19.
- RICHARDSON, S.; VAUGHAN, D.J. (1989). “Arsenopyrite: a spectroscopic investigation of altered surfaces”. *Mineralogical Magazine*; vol. 53, pp. 223-229.

Archivos consultados

Butlletí Oficial de la Província de Girona Històric.

Webs consultadas

Oficina Española de Patentes y Marcas: <http://invenes.oepm.es/InvenesWeb/detalle?p=1&referencia=P0155914>
Notas y Comunicaciones del IGME (pàg. 22, 1956, núm. 44): <http://doc.igme.es/BuscadorComunicaciones/COMUNICACIONESCons.asp>
<http://www.alt-ter.org/PDF/31-itinerari-creus-mines.pdf>
www.euskalnet.net/laviana/gen_bascas/chopitea.htm