

LA MINA SOLITA (PERAMEA, LÉRIDA): ALGO MÁS QUE EJEMPLARES PARA COLECCIÓN

I. SUBÍAS, I. FANLO, J. MANUEL, B. GARCÍA Y A. PANIAGUA

Cristalografía y Mineralogía. Universidad de Zaragoza, c/ Pedro Cerbuna, 12, 50009 Zaragoza

INTRODUCCIÓN

La mina Solita puede considerarse como una localidad clásica en la mineralogía mundial debido a la gran belleza y rareza de una calcita rica en Co (Figura 1) que presenta coloraciones moradas, rosadas, azules y verdes y que se presenta en forma coraloidea o en forma de ónix (bandas o aguas con tendencias zonales). Como apuntan Bareche y Sardá (1983) «no se conocen otros muchos yacimientos con este tipo de presentación del mineral, lo cual origina una sobrevaloración debida a la falta del mismo en cantidad». Estos mismos autores describen una compleja asociación de minerales secundarios entre los que se pueden destacar annabergita, asbalona, bassetita, cobaltocalcita, heubachita, ónix de Co-Ni, zagalita y zeiringita. Curiosamente ni los autores mencionados ni Closas (1954) nada dicen sobre la mineralogía primaria del yacimiento y ése es precisamente el objetivo de este trabajo que se encuadra en la exploración de recursos de cobalto-níquel por parte de nuestro grupo.

GEOLOGÍA DEL DEPÓSITO

La mina Solita (Gerri de la Sal, Pallars-Sobirà) queda enmarcada en la zona meridional del Manto de Las Nogueras cuyos cabalgamientos representan las estructuras más altas y modernas del apilamiento antiformal («antiformal stack») que constituye la Zona Axial. Inmediatamente al S se sitúa la Unidad Surpirenaica Central ca-

racterizada por contener unidades estratigráficas de covertera, en las que predominan los materiales mesozoicos frente a los paleógenos. En esta zona se encuentran las unidades de Sierras Marginales, Montsec, Cotiella, Pedraforca y Boixols denominadas por Muñoz et al. (1986) como láminas superiores.

La mineralización consiste en diseminaciones y alguna bolsada decimétrica encajada en los conglomerados basales del Buntsandstein que yacen en contacto mecánico sobre pizarras negras silúricas (Figura 2). El conglomerado triásico está formado por cantos redondeados de cuarzo blanco y, con menor frecuencia, cantos de pizarra

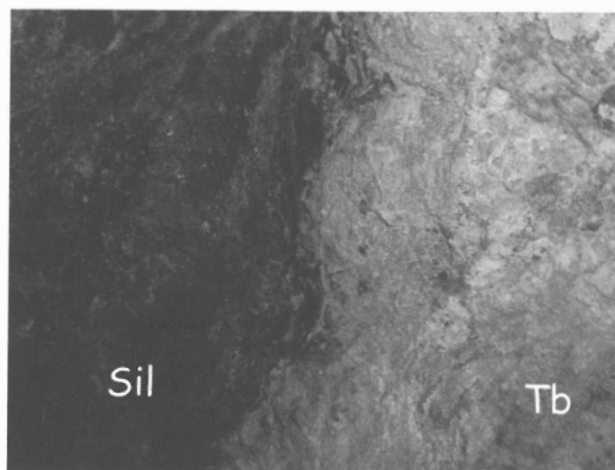
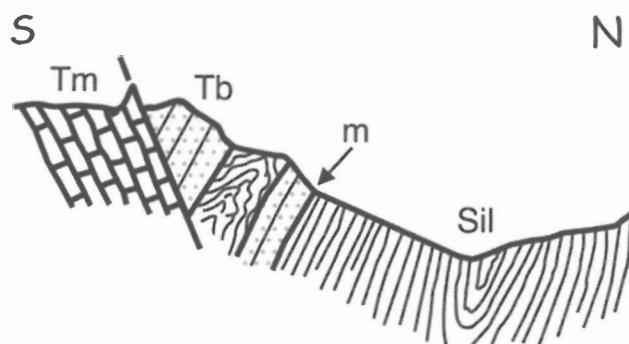


Figura 2: arriba: Corte geológico (Closas 1954); abajo: detalle de la mineralización. Sil: Silúrico, Tb: Buntsandstein, Tm: Muschelkalk, m: mineralización.

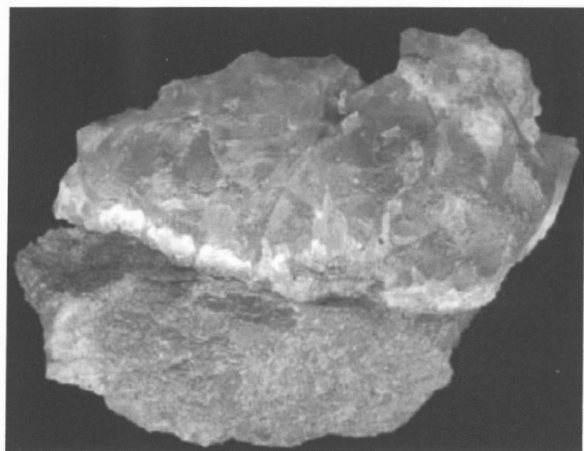


Figura 1: Calcita cobaltífera sobre conglomerado triásico. Foto copyright David Soler.

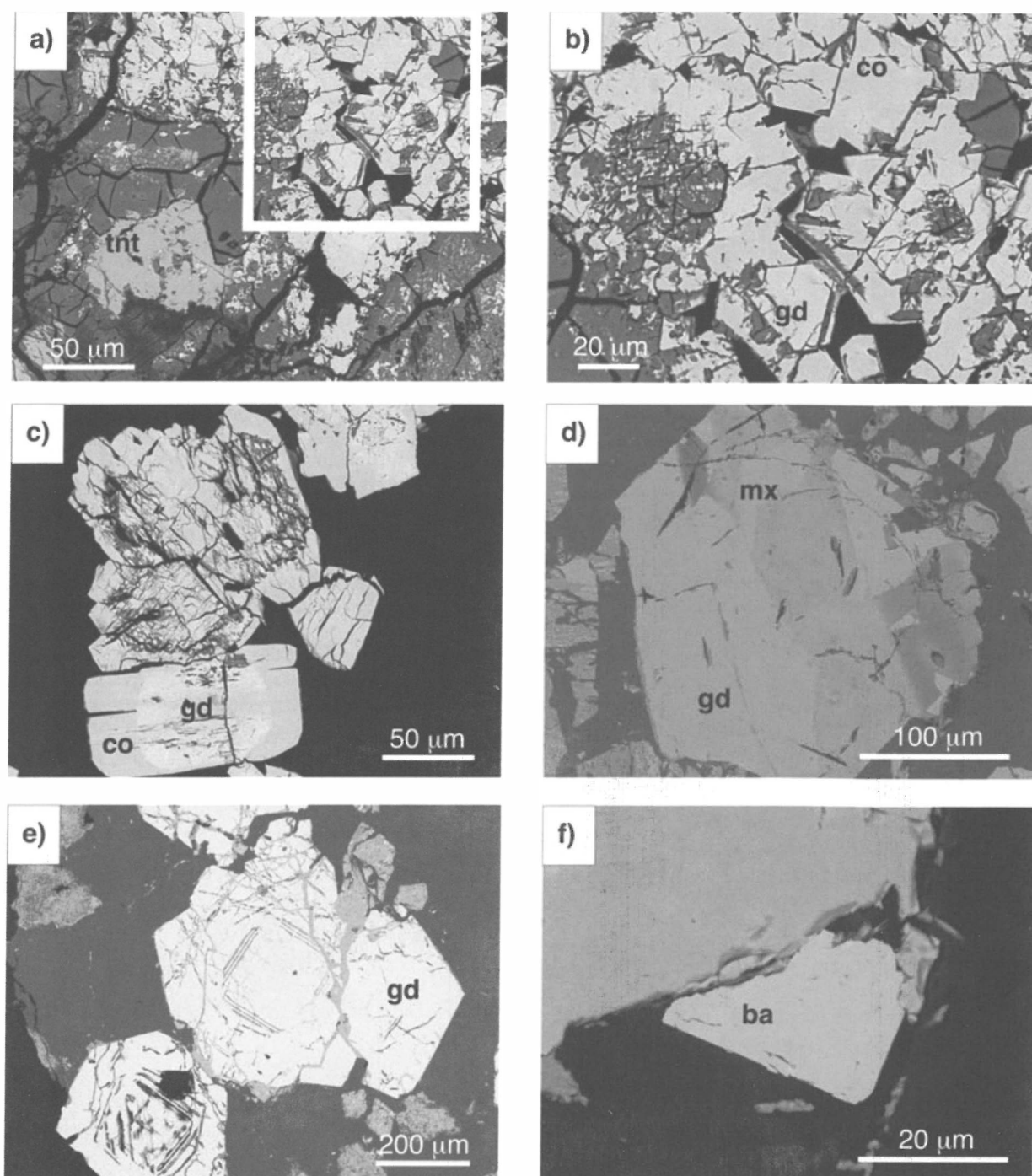


Figura 3: Imágenes de electrones retrodispersados. a) Vista general de la asociación de la mina Solita; b) Detalle de la anterior observándose la asociación gersdorffita-cobaltita; c) Cristales de cobaltita mostrando, mostrando en la parte inferior relictos de gersdorffita; d) gersdorffita y cristales mixtos de la serie gersdorffita-cobaltita; e) cristales idiomorfos de gersdorffita; f) cristal de celsiana en contacto con gersdorffita. Abreviaturas: co: cobaltita; gd: gersdorffita; mx: cristales mixtos; tnt: tenantita; ba: celsiana.

y de otras litologías paleozoicas (calizas, liditas, ...) cementados por calcita. Las menas se localizan en venas y fisuras milimétricas. En las zonas próximas se forman «flores de cobalto» tanto en pizarras como en conglomerados. Hay que destacar, además, la presencia de cristales centimétricos, idiomorfos y transparentes de yeso en las pizarras negras. Todos estos materiales pertenecen a una lámina cabalgante del Manto de Las Nogueras que se caracteriza por la presencia de pequeños indicios de Cu-(Co-U).

Las características mencionadas permiten incluir este yacimiento en el grupo de depósitos de Co-Ni relaciona-

dos con accidentes tectónicos que ponen en contacto pizarras negras y litologías reactivas, principalmente calizas metasomatizadas (Subías et al., 2003).

La asociación de menas está formada fundamentalmente por cobaltita y pirita cobaltífera con gersdorffita, cristales mixtos de la serie cobaltita-gersdorffita, tenantita, pirita y celsiana como accesorios. Desde un punto de vista paragenético, es posible diferenciar dos etapas de formación: la primera agrupa a los minerales ricos en Co-Ni (Figuras 3a - 3e), mientras que en la segunda se incluyen tenantita, pirita y celsiana (Figura 3a). La gersdorffita aparece en forma de agregados idiomorfos-subidiomorfos

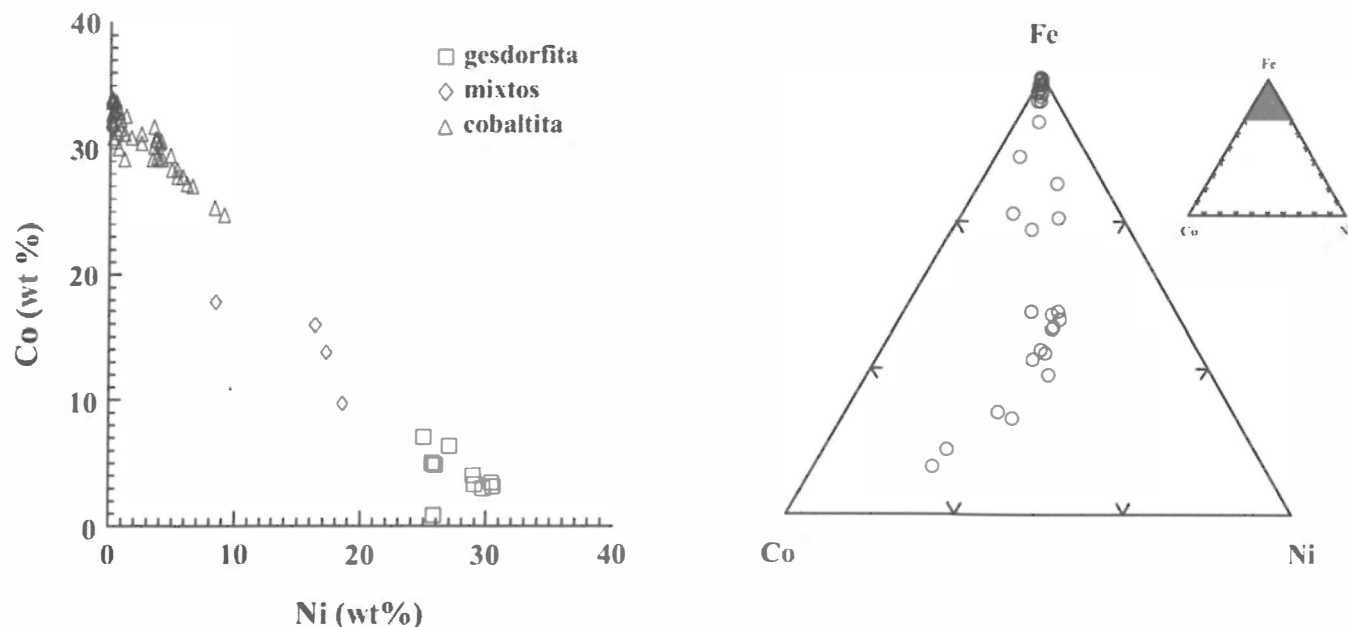


Figura 4: a) Diagrama binario en el que se observa la evolución composicional de los sulfoarseniuros de Co-Ni; b) Diagrama ternario mostrando la composición de las piritas.

que muestran a menudo exfoliación (Figura 3c) e incluso zonado (Figura 3e). La mineralización está dominada por cobaltita que, en ocasiones, reemplaza o recrece cristales de gersdorfita (Figura 3b, 3c, y 3e), dejando como resultado de este proceso de desestabilización, la formación de cristales mixtos del binario CoAsS-NiAsS (Figura 3d). En resumen, el estudio petrográfico permite evidenciar la existencia de un tránsito de Ni a Co en la primera etapa de depósito.

Desde un punto de vista composicional, la gersdorfita presenta los siguientes rangos atómicos, obtenidos a partir de 10 microanálisis: $\text{Ni}_{0,72-0,87}\text{Co}_{0,03-0,20}\text{Fe}_{0,03-0,22}\text{As}_{1,00-1,02}\text{S}_{0,99-1,02}$, mientras que la cobaltita ($n=43$) se caracteriza por: $\text{Co}_{0,72-0,96}\text{Ni}_{0,00-0,27}\text{Fe}_{0,08-0,23}\text{As}_{0,92-1,02}\text{S}_{0,99-1,03}$. En la figura 4 puede observarse la extensión de la solución sólida entre gersdorfita y cobaltita, con la posición de los cristales mixtos cuya fórmula estructural obtenida a partir de cuatro análisis es la siguiente: $\text{Ni}_{0,23-0,53}\text{Co}_{0,27-0,50}\text{Fe}_{0,08-0,23}\text{As}_{1,01-1,02}\text{S}_{0,99-1,03}$.

Respecto a las menas de la segunda etapa de depósito, cabe destacar que tanto tenantita como pirita presentan composiciones muy próximas a las estequiométricas. En efecto, en la figura 4 se observa las composiciones totalmente diferentes según la situación paragenética de la pirita: mientras en la primera etapa presenta contenidos de Co y Ni que varían entre 0,51 y 9,19 y entre 0,61 y 4,89, respectivamente, la pirita de la segunda etapa de depósito se caracteriza por la ausencia de elementos traza. De la misma manera, la tenantita presenta una fórmula $\text{Cu}_{11}\text{FeAs}_3\text{S}_{13,3}$ con pequeñas cantidades de Fe ($0,47 \pm 0,27$ wt%).

CONDICIONES DE FORMACIÓN

Si tenemos en cuenta que las fórmulas estructurales de gersdorfita, cristales mixtos y cobaltita son prácticamente estequiométricas en lo que se refiere al contenido en As y S; es decir, no existe una sustitución entre As y S, la composición química de estos sulfoarseniuros con respecto al solvus en el sistema CoAsS-NiAsS-FeAsS (Klem, 1965),

define tres grupos formados a diferentes temperaturas: menos de 300°C para gersdorfita, hasta 450°C para cobaltita y entre 500 y 600°C para los cristales mixtos.

Consideremos ahora si estas temperaturas son compatibles con el contexto geológico de la mineralización. Como punto de partida hay que tener presente que la mineralización está relacionada espacialmente con fracturas E-W que favorecen el emplazamiento de las «ofitas» que encajan en el Keuper. En este contexto, la temperatura de formación de gersdorfita (<300°C) puede asumirse como la temperatura del depósito. No obstante, las temperaturas excesivamente altas tanto de cristales mixtos como de cobaltita junto con las evidencias texturales ya comentadas, indicarían situaciones de desequilibrio, especialmente para los cristales mixtos CoAsS-NiAsS. Fanlo et al. (2006) han puesto en evidencia la importancia de este tipo de fenómenos en la mina Crescencia, otra pequeña mineralización de la Zona Axial pirenaica.

Aunque la naturaleza de los fluidos mineralizadores y de la fuente de los metales no puede conocerse con exactitud en la fase actual del estudio, es posible adelantar algunas hipótesis. El fluido mineralizador podría tratarse de un fluido magmático residual que migró a través de las rocas sedimentarias, en especial de la pizarras negras silúricas que pudieron ser la fuente de los metales. Asimismo, la abundancia de materia orgánica en las mismas pudo haber actuado como un agente reductor para las especies disueltas de azufre y arsénico lo que, sin duda pudo haber originado la precipitación de las menas en el contacto entre los conglomerados triásicos y las pizarras negras. Esta situación es común para los yacimientos de la zona Axial pirenaica estudiados por nuestro grupo de investigación (Subías et al., 2003; Fanlo et al, 2004 y 2006).

Respecto a la edad del depósito, si bien no puede conocerse con precisión las observaciones geológicas nos indican que tuvo lugar en el periodo de tiempo comprendido entre la intrusión de las ofitas triásicas a favor de fallas E-W y el emplazamiento del manto de Nogueras (Paleoceno-Eoceno inferior; Muñoz, 2002), que corta las fracturas mencionadas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado y realizado en el marco del Proyecto CGL2004-05055/BTE del M.E.C..

REFERENCIAS

Bareche, E. y Sardá, P. (1983). Mineralogistes de Catalunya, 6, 150-155.
 Closas, J. (1954). Bol. Real Soc. Española Hist. Nat. Vol Extraord. Hernández Pacheco, 171-178.
 Fanlo, I., Subías, I., Gervilla, F., Paniagua, A., García, B. (2004). Canadian Mineralogist, 42, 1221-1240.
 Fanlo, I., Subías, I., Gervilla, F., Manuel, J. (2006).

Canadian Mineralogist (aceptado).
 Klemm, D.D. (1965). Neues Jahrb. Mineral., Abh. 103, 205-255.
 Muñoz, J.A. (2002). The Pyrenees. In: «The Geology of Spain», Gibbons, W. y Moreno, T., eds., The Geological Society, London, 370-385.
 Muñoz, J.A., Martínez, A., Vergés, J. (1986). J. Struc. Geol., 8, 399-405.
 Soler, D. (1998): Mindat Homepage. <<http://www.mindat.org/picshow.php?id=16872>>.
 Subías, I., Fanlo, I., García, B., Paniagua, A., Gervilla, F. (2003). In: «Mineral Exploration and Sustainable Development», Eliopoulos, D.G. et al., eds, Millpress, Athens, vol. 2, 639-642.