

# La Mina Sol, Rodalquilar (Almería): Mineralogía e Inclusiones Fluidas

/ NÚRIA BAC-OLLER (1), SERGI CARDONA-GARCÍA (1), MARCEL GALLARDO-ARÉVALO (1), IRENE MERINO-PÉREZ (1), ANGELS CANALS-SABATÉ (1), PERE ENRIQUE-GISBERT (2), JOAN-CARLES MELGAREJO (1\*)

(1) Departament de Cristal·lografia, Mineralogía i Dipòsits Minerals. Universitat de Barcelona. c/Martí i Franquès, s/n 08028 Barcelona (Espanya)  
(2) Departament de Geoquímica, Petrología i Prospecció Geològica. Universitat de Barcelona. c/Martí i Franquès, s/n 08028 Barcelona (Espanya)

## INTRODUCCIÓN

La mina Sol forma parte del campo minero de Rodalquilar (Almería), encontrándose a 1 km al SW de esta localidad, en el Cerro de los Guardias. Las mineralizaciones, ahora abandonadas, se explotaron mediante pozos y trincheras.

Pese a formar parte de la zona minera de Rodalquilar, el aspecto de campo de las mineralizaciones, la elevada proporción de metales base y su posición distal en relación con el resto del conjunto de mineralizaciones filonianas de oro de la caldera de Rodalquilar sugerían que este depósito podía corresponder al tipo epitermal de baja sulfuración (Arribas et al., 1995).

El objetivo de este trabajo es aportar datos sobre los minerales primarios del depósito, así como de sus condiciones de formación a partir de inclusiones fluidas.

## MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

El campo minero de Rodalquilar se asocia a la caldera homónima, que forma parte del volcanismo calcoalcalino del Mioceno de la zona del Cabo de Gata (Martín Escorza & López Ruiz, 1988).

La mina Sol se encuentra situada cerca del contacto entre coladas de andesitas hornbléndicas y las ignimbritas de Lázaras (Fig. 1).

## ESTRUCTURA DE LOS DEPÓSITOS

Las mineralizaciones de mina Sol son de tipo filoniano, con un conjunto de vetas subparalelas de dirección aproximada NNW-SSE y con un buzamiento de unos 45° al NE. Su anchura oscila entre 10 cm y 1 m, y su corrida vertical sobrepasa los 50 m.

En las inmediaciones de los filones se aprecia en las rocas encajantes una

alteración hidrotermal clorítico-sericítica y una fuerte silicificación.

## MINERALOGÍA

Los filones están constituidos mayoritariamente por cuarzo de tipo lechoso o, localmente, amatista, en los que se aprecian a menudo bandeados milimétricos. La zona central de los filones presenta brechas hidrotermales constituidas por fragmentos angulosos de roca encajante y cuarzo, cementadas a su vez por cuarzo. No es rara la calcedonia, presentándose también en bandas y crecimientos botrioidales.

Los sulfuros se encuentran dispersos como cristales submilimétricos en la ganga de cuarzo, y en la parte más superficial del depósito se encuentran en su mayor parte alterados a una amplia variedad de minerales secundarios, que incluye goethita y diversos arseniatos, fosfatos, carbonatos, sulfatos y cloruros.

Los sulfuros son escasos en los afloramientos en superficie actualmente accesibles, si bien la abundancia de fases secundarias en éstos y en las escombreras sugiere que formaban acumulaciones importantes en algunas zonas del depósito.

En asociación con el cuarzo de las zonas de silicificación son frecuentes pequeños cristales tabulares de brookita (TiO<sub>2</sub>), que son cortados por todos los sulfuros.

Existe una primera generación de sulfuros caracterizada por la presencia de pirita euhedral en forma de cristales cúbicos inframilimétricos dispersos en cuarzo, a los que reemplaza calcopirita anhedral, asociada con una sulfosal arsenical de plomo, posiblemente gratonita. Todos estos minerales son reemplazados a menudo por tennantita

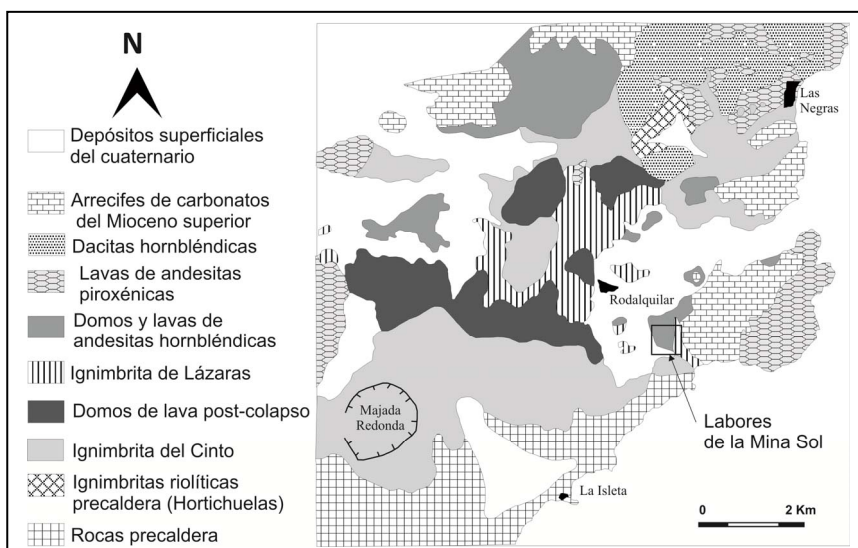


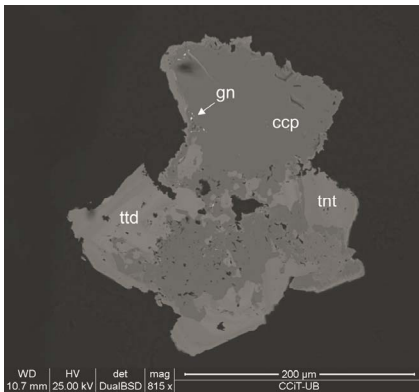
fig 1. Mapa geológico de la zona de estudio, con la situación de las mineralizaciones. Adaptado de Arribas (1993).

**palabras clave:** Filón, Epitermal, Baja sulfuración, Metales base, Inclusiones fluidas.

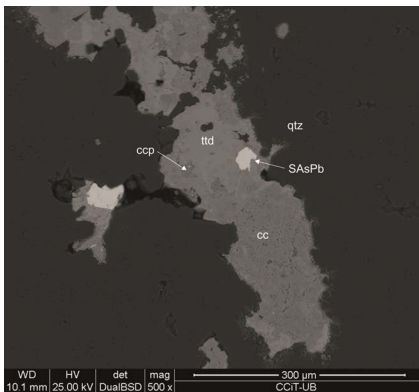
**key words:** Vein, Epithermal, Low sulfidation, Base metals, Fluid inclusions

resumen SEM/SEA 2012

\* corresponding author: joan.carles.melgarejo.draper@ub.edu



**fig 2.** Cristales de calcopirita (ccp) dispersos en cuarzo (oscuro) se ven reemplazados por tennantita (tnt), tetrahedrita (ttt) y galena (gn). Imagen de SEM, modo BSE.



**fig 3.** Agregados de calcopirita (ccp) y una sulfosal de plomo (SAsPb) en cuarzo (qtz), reemplazados por tetrahedrita (ttt) y galena (gn). Imagen de SEM, modo BSE.

y, finalmente, por tetrahedrita (Figs. 2 y 3). Ambos cobres grises son pobres en plata y son a su vez reemplazados por una nueva generación de cuarzo con galena y esfalerita pobre en Fe. Estos últimos minerales son especialmente comunes en la mineralización brechoide más tardía, en forma de cristales milimétricos euhedrales diseminados entre el cuarzo.

Todos los minerales anteriores pueden estar localmente reemplazados por pequeñas cantidades de greenockita, acantita y plata nativa, esta última, en forma de agregados arborescentes. Todos estos minerales son de tamaño de grano muy fino.

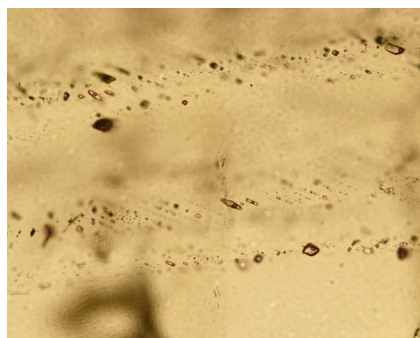
### INCLUSIONES FLUIDAS

En muestras de cuarzo sacaroide y monocristales centimétricos de cuarzo se han podido diferenciar tres asociaciones de inclusiones fluidas (FIA). En todas ellas las inclusiones son bifásicas (L+V) y no parece que haya diferencia en el grado de relleno ( $f = V_v / (V_L + V_v)$ ), siendo éste

aproximadamente de 0.1. Las características de las FIA son las siguientes:

- Asociación A: Inclusiones fluidas de tamaño aproximado entre  $<1 \mu\text{m}$  a  $50 \mu\text{m}$ . Tienen una morfología redondeada y de cristal negativo. Se trata de inclusiones primarias. Se encuentran alineadas siguiendo las direcciones cristalográficas de los cristales (Fig. 4). Los datos microtermométricos de estas inclusiones dan una  $T_h$  promedio de  $202^\circ\text{C}$  ( $\sigma=11$ ,  $n=36$  medidas). La  $T_{mi}$  oscila entre  $-0,8$  y  $-1,5^\circ\text{C}$ , y  $T_e$  se encuentra a temperaturas por debajo de  $-30$  a  $-47^\circ\text{C}$ .
- Asociación B: Son inclusiones con un tamaño variable entre  $10$  a  $65 \mu\text{m}$ . Predomina la morfología alargada, observándose a menudo "necking-down". Las inclusiones se encuentran formando alineaciones, y algunas presentan también sólidos atrapados.
- Asociación C: Sólo están presentes en el cuarzo sacaroide y siguiendo los bordes de los cristales equigranulares de cuarzo ( $0,1-0,5 \text{ mm}$ ). Ninguna de estas inclusiones supera las  $15 \mu\text{m}$ .

No se ha podido observar la secuencia de las generaciones de inclusiones fluidas descritas. Hay algunas inclusiones que se encuentran aisladas, las cuales tienen un tamaño excepcionalmente grande respecto a las descritas anteriormente ( $>100\mu\text{m}$ ).



**fig 4.** Inclusiones fluidas bifásicas de la generación A en cuarzo, dispuestas en bandas.

### DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La posición de los depósitos, la presencia de cuarzo y calcedonia con texturas bandeadas y en cockade, así como la alteración clorítica-sericitica, sugieren un contexto epitermal de baja sulfuración, de acuerdo con los criterios generales de clasificación de los depósitos epitermales (Camprubí et al., 2003).

Por otra parte, los datos de inclusiones fluidas sugieren que los fluidos tenían unas salinidades inferiores al 2,2% eq en peso NaCl de acuerdo con la ecuación de Bodnar (1993), con proporciones de otros solutos además de NaCl, posiblemente  $\text{CaCl}_2$ . Tanto las salinidades como las  $T_h$  medidas en las inclusiones primarias son más bajas que las encontradas por Arribas et al., (1995) en el sistema de alta sulfuración.

### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido apoyado por el proyecto SGR 444 de la Generalitat de Catalunya.

### REFERENCIAS

- Arribas, A.Jr, Cunningham, C.G., Rytuba, J.J., Rye, R.O., Kelly, W.C., Podwysocki, M.H., McKee, E.H., Tosdal, R.M. (1995): *Geology, geochronology, fluid inclusions, and isotope geochemistry of the Rodalquilar gold alunite deposit, Spain. Econ. Geol.* **90**, 795-822.
- Bodnar, R.J. (1993): *Revised equation and table for determining the freezing point depression of  $\text{H}_2\text{O}$ -NaCl solutions. Geochim. Cosmochim. Acta.* **57**, 683-684.
- Camprubí, A., González-Partida, E., Levresse, G., Tritlla, J., Carrillo-Chávez, A. (2003): *Depósitos epitermales de alta y baja sulfuración: una tabla comparativa. Bol. Soc. Geol. Mex.* **66**, 10-18.
- Martín Escorza, C. & López Ruiz, J. (1988): *Un modelo geodinámico para el volcanismo Neógeno del Sureste Ibérico. Estudios Geol.* **44**, 243-251.