

# Cobres grises y Sulfosales de Plata del Yacimiento Epitermal de Mina Martha, Macizo del Deseado, Santa Cruz (Argentina)

/ MAURICIO GONZALEZ GUILLOT (1), CECILIA BIEL SORIA (2,\*), ISABEL FANLO GONZALEZ (2), IGNACIO SUBÍAS PEREZ (2), ESTER MATEO GONZALEZ (2)

(1) Centro Austral de Investigaciones Científicas CADIC. Ushuaia. Tierra de Fuego (Argentina)

(2) Departamento de Ciencias de la Tierra. Ciudad Universitaria. Universidad de Zaragoza. C/ Pedro Cerbuna 12. 50009, Zaragoza (España)

## INTRODUCCIÓN.

Mina Martha constituye un depósito mineral de interés dentro del Macizo del Deseado, región localizada en el centro-norte de la provincia de Santa Cruz. Se caracteriza por un evento extensional representado por el Grupo Bahía Laura que comprende las Formaciones Chon Aike y La Matilde (rocas piroclásticas, efusivas y epiclásticas de composición ácida) de edad jurásica (Pankhurst et al., 2000). Vinculado a este volcanismo jurásico se desarrollaron eventos hidrotermales que produjeron estructuras mineralizadas portadoras de oro y plata. Mina Martha está enmarcada dentro del sistema vetiforme Bacon y junto con Cerro Vanguardia son los únicos depósitos de oro y plata actualmente en explotación dentro de las mineralizaciones epitermales del Macizo del Deseado. Dentro del Macizo, Veta Martha y Veta Ivonne presentan una mineralogía muy compleja y poco común (con fases ricas en Sn, In,...) (Crespi et al., 2006). Durante el año 2001 la Compañía Minera Polimet extrajo 1.7 M oz de plata con una ley media de 16.500 g/t de Ag eq. (Schalamuk et al., 2002) utilizando una ley de corte de 5000 g/t.

## GEOLOGÍA REGIONAL.

El área mineralizada se localiza dentro del Grupo Bahía Laura, la unidad de mayor extensión en la zona. Está constituida por ignimbritas de composición riolítica a dacítica, con afloramientos hacia el SE de diques y pequeños stocks afíricos a porfíricos de composición ácida. Los afloramientos de tobos estratificadas y tufitas son escasos (Panza et al., 1998). Las ignimbritas presentan una amplia gama de colores que varía del rojo al verde pasando por el rosa, amarillo, y morado. Están constituidas por porfidoclastos de cuarzo y feldespatos, y cantidades

variables de biotita y fragmentos líticos, que incluyen fragmentos pumíticos y fiammes. En algunas zonas hay intercalaciones de niveles con abundantes fragmentos líticos (hasta 25 cm de rocas) del basamento metamórfico (Complejo Río Deseado), compuestos por anfibolitas, esquistos, gneises y rocas plutónicas, y del Grupo Bahía Laura (rocas porfídicas e ignimbríticas jurásicas). En algunos de estos niveles es frecuente el desarrollo de alteración de tipo propilítica (clorita, epidota). Ciertos sectores presentan una marcada esquistosidad vertical de dirección ONO muy similar al de las estructuras regionales.

## DESCRIPCIÓN DEL YACIMIENTO.

El sistema vetiforme Bacon es un complejo sistema de vetas de relleno mineralizadas encajadas en rocas de la Fm. Chon Aike, de dirección ONO y una longitud >10 km con afloramientos discontinuos y espesores de 5 m. a pocos cms. Hacia el E presenta ramificaciones de rumbo E-O formando un sector de una longitud aproximada de 1,5 Km., que ha sido dividido en varios tramos: Veta Martha Oeste, Mina Martha Silver Shoot, Veta Nordeste, Veta Medio y Veta Martha Este.

Mina Martha Silver Shoot con unos 200 m de longitud, 75 m de profundidad y potencias de entre 1 y 2 m es la zona que presenta mejores leyes. La mineralización consiste en vetas de relleno de adularia y cuarzo y reemplazamientos con intensa silicificación y adularización. La mena se presenta como "nidos" de hasta varios centímetros de diámetro y en venillas de diverso espesor. Los principales minerales portadores de plata hipogénicos identificados son pirargirita, miargirita, tetraedrita argentífera-freibergita, polibasita (y/o estefanita) y plata nativa, además de argentita y

cerargirita en la paragénesis supergénica. El oro estaría asociado a la plata nativa como electrum. Los fluidos hidrotermales que dieron lugar a la mineralización ascendieron por un plano de falla, que sufrió varias reactivaciones, distinguiéndose así 4 episodios de mineralización de plata, más uno previo que no aporta esta mineralización (González Guillot, 2004).

Pulso A: Silicificación y adularización (con escasa sericita) que afectó a la roca de caja. La mineralización de esta etapa está constituida por pirita fina diseminada junto con arsenopirita y marcasita. Comprende además varias generaciones de venillas de cuarzo cristalino, calcedonia y adularia con pirita y arsenopirita, y algunas con esfalerita y pirita.

Pulso B: Roca Negra. Se trata de una vena de relleno de reducido espesor (5 - 20 cm) con ganga de adularia y cuarzo y un alto contenido en sulfuros de metales base (hasta un 35 %). Los sulfuros se encuentran cementando los granos de adularia y cuarzo, siendo el mineral más abundante calcopirita, intercrecida con pirita, marcasita, galena y esfalerita. La tetraedrita (argentífera) es tardía y se encuentra rellenando fracturas de los sulfuros previos. Junto a tetraedrita y calcopirita precipitó además polibasita (y/o estefanita). Plata nativa aparece reemplazando a tetraedrita y polibasita, rellenando fracturas o como inclusiones en pirita y calcopirita. El mineral más tardío de la asociación, argentita, se forma reemplazando los bordes de grano de las fases mencionadas (fig.1).

Pulso C: Veta Principal. Consiste en una veta de cuarzo y adularia, y numerosas venillas portadoras de sulfosales de plata y plata nativa. Los espesores varían entre 0,40 m y 2 m. La mineralización asociada a la ganga de grano grueso se presenta a modo de

**palabras clave:** epitermal, sulfosales de plata, Mina Martha, Argentina

**key words:** epithermal, silver sulphosalt, Martha Mine, Argentina

agregados y está compuesta de tetraedrita, esfalerita, galena, calcopirita, polibasita, pirita (en ocasiones alterada a marcasita), arsenopirita y pirargirita ± plata nativa, en orden aproximado de abundancia. La mena de las venillas es más abundante y está constituida principalmente por miargirita, pirargirita, freibergita, galena y plata nativa. Presentan pequeñas inclusiones de arsenopirita, pirita, calcopirita, galena y escalerita.

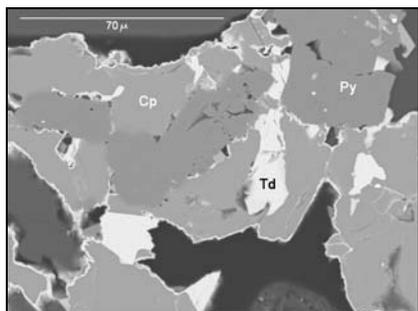


fig 1. Tetraedrita rellenando fracturas entre sulfuros y argentita reemplazando calcopirita y pirita en los bordes de grano en la Roca Negra. Imagen de electrones retrodispersados

Pulso D: Brecha no granosostenida de fragmentos de roca de caja y de veta, que aparecen de forma discontinua con espesores entre 0,10 y 0,60 m. La matriz está compuesta por sílice microcristalina y abundante mineralización diseminada principalmente pirargirita, pirita, arsenopirita, tetraedrita, calcopirita, esfalerita y galena. Presenta venillas de hasta 1-2 mm cortando la brecha, constituidas por miargirita, pirargirita y tetraedrita con inclusiones de galena, calcopirita, esfalerita y plata nativa.

Pulso E: Veta Secundaria. Está rellena por cuarzo y abundante adularia y presenta un espesor entre 0,10 m y 2 m y leyes inferiores a los pulsos previos. La mena comprende calcopirita y pirita, esfalerita con inclusiones de calcopirita, galena, tetraedrita, marcasita, plata nativa incluida en tetraedrita y finas venillas de cuarzo con esfalerita y platas rojas reemplazadas por argentita. Se presenta como delgadas venillas y nidos de hasta 10 cm de diámetro.

La composición química de los sulfosales se ha determinado a partir de análisis realizados con una microsonda CAMECA SX-50 (Servicios científico-técnicos de la Universidad de Barcelona). Se han analizado sulfuros y sulfosales de plata de los 4 episodios de mineralización principales,

obteniéndose en términos generales fórmulas estequiométricas muy próximas a la ideal para los sulfuros, y con variaciones importantes en las sulfosales. Cobres grises ( $\text{Cu}_{4,08-7,81} \text{Ag}_{2,22-6,25}$ ) ( $\text{Zn}_{0,35-1,50} \text{Fe}_{0,50-1,77}$ ) ( $\text{Sb}_{2,52-4,31} \text{As}_{0-1,51} \text{Se}_{0-0,51}$ )  $\text{S}_{12,11-13,02}$ , Pirargirita ( $\text{Ag}_{2,62-3,18} \text{Cu}_{0,01-0,33} \text{Fe}_{0-0,09} \text{Zn}_{0-0,06}$ )  $\text{Sb}_{0,90-1,12} \text{S}_{2,81-2,93}$ , Miargirita ( $\text{Ag}_{0,95-1,13} \text{Cu}_{0-0,06} \text{Sb}_{0,95-1,01} \text{S}_{1,88-1,97}$ , Estefanita ( $\text{Ag}_{4,49-5,38} \text{Cu}_{0,41-0,73} \text{Fe}_{0-0,16} \text{Zn}_{0-0,08} \text{Pb}_{0-0,05}$ ) ( $\text{Sb}_{0,39-0,73} \text{As}_{0,02-0,28} \text{Se}_{0-0,50}$ )  $\text{S}_{3,06-3,69}$  y Freislebenita ( $\text{Ag}_{1,24-1,30} \text{Cu}_{0-0,13} \text{Zn}_{0,02-0,03} \text{Pb}_{0,57-0,64}$ )  $\text{Sb}_{1,11-1,15} \text{S}_{2,84-2,88}$ .

La composición de los cobres grises varía en torno a la solución sólida tetraedrita-freibergita, presentando en general un mayor contenido en Ag (en torno a 6 a.p.f.u) en la veta principal, aunque tiene una amplia variabilidad, un contenido bajo (< 3 a.p.f.u) en la Roca Negra y Veta Secundaria, y valores intermedios en la Brecha (Fig. 2).

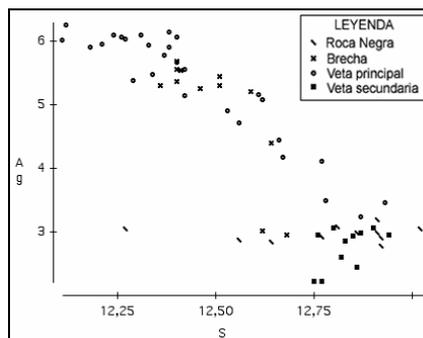


fig 2. Relación Ag/S en átomos por fórmula unidad de los diferentes episodios de mineralización.

La relación ( $\text{Ag}/\text{Ag}+\text{Cu}$ ) presenta un rango variable de sustitución entre Ag y Cu de 0,2 a 0,6 (Fig. 3), con una mala correlación entre Zn y Fe con As y Sb. No se ha encontrado tampoco buena correlación inversa entre Ag y As o Sb, al contrario de lo expresado por Sack (2005) que demuestra la importante incompatibilidad entre As y Ag en la estructura de los cobres grises. Por contra si existe una buena correlación negativa entre Ag y S ( $r = -0,87$ ), que podría sugerir un enriquecimiento retrógrado en Ag, lo cual explicaría la formación de Ag nativa, argentita y estefanita reemplazando tetraedrita previa, como ocurre en Roca Negra, o la formación de nuevas sulfosales (miargirita, pirargirita, freislebenita) en venillas secundarias de la Brecha y Veta Principal.

## CONCLUSIONES.

La mineralización aparece como relleno

de vetas, en agregados y brechificada. Es principalmente argentífera (sulfosales de Ag) con oro y metales base asociados. Los principales minerales portadores de plata son tetraedrita - freibergita, pirargirita, miargirita, y en menor medida argentita, plata nativa, estefanita, polibasita y freislebenita. El Au aparece asociada a Ag como electrum. Los sulfuros están representados por pirita, calcopirita, marcasita arsenopirita, esfalerita y galena.

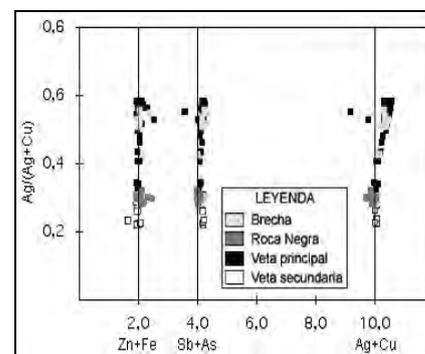


fig 3. Relación molar ( $\text{Ag}/(\text{Ag}+\text{Cu})$ ) frente a átomos de (Zn+Fe), (As+Sb), y ( $\text{Ag}+\text{Cu}$ ), en los diferentes tipos de mineralización.

## REFERENCIAS.

- Crespi, A., Jovic, S., Guido, D., Proenza, J.A., Melgarejo, J.C., Schalamuk, A. (2006): El prospecto Cerro León, Macizo del Deseado, Patagonia, Argentina: un depósito de Ag-Sn. *Macla*, **6**, 143-145.
- González Guillot, M., de Barrio, R., Ganem, F. (2004): Mina Martha: Un yacimiento epitermal argentífero en el Macizo del Deseado, provincia de Santa Cruz. 7° Congreso de Mineralogía y Metalogénia., 199-204.
- Pankhurst, R.; Riley, T., Fanning, C., Kelley, S. (2000): Episodic Silicic Volcanism in Patagonia and the Antarctic Peninsula: Chronology of magmatism associated with the Break-up of Gondwana. *Jour. Petrol.*, **41**, 605-625.
- Panza, J., Marín, G., Zubia, M. (1998): Descripción de la Hoja Geológica 4969-I Gobernador Gregores, provincia de Santa Cruz. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina. SEGEMAR.
- Sack, R. O. (2005): Internally consistent database for sulphides and sulphosalts in the system  $\text{Ag}_2\text{S}-\text{Cu}_2\text{S}-\text{ZnS}-\text{FeS}-\text{Sb}_2\text{S}_3-\text{As}_2\text{S}_3$ : Update. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **69**, 1157-1164.
- Schalamuk, I., de Barrio, R.E., Zubia, M.A., Genini, A., Valvano, J. (2002): Mineralizaciones auroargentíferas del Macizo del Deseado y su encuadre metalogénico, provincia de Santa Cruz. XV Congreso Geológico Argentino, Relatorio Cap. IV-1, 1-35.