



XII Congreso Geológico Chileno  
Santiago, 22-26 Noviembre, 2009



---

S11\_029

## **Geología y desarrollo del yacimiento Esperanza, Distrito Centinela, Antofagasta**

Bisso, C<sup>1</sup>., Lazcano, E.<sup>1</sup>, Guzmán, J.<sup>1</sup>, González, S.<sup>1</sup>.

(1) Minera Esperanza, Vitacura 2670, Piso 6, Santiago.

[cbisso@mineraesperanza.cl](mailto:cbisso@mineraesperanza.cl)

### Introducción

Esperanza es un depósito tipo pórfido cuprífero, perteneciente en un 70% a Antofagasta Minerals S.A. y un 30% a Marubeni Corporation, que está localizado en el Distrito Centinela (DC) 60 Km. al sur de la ciudad de Calama, a una altitud de 2300 m (Figura 1). Aunque la zona fue explorada esporádicamente, por diversas compañías. desde 1983, sólo en 1999 exploraciones llevadas a cabo por Antofagasta Minerals confirmaron su potencial de sulfuros [1]. La estimación de sus reservas significó la perforación de más de 94.000 m de sondajes y el desarrollo de 2308 m de labores subterráneas. El proyecto minero, se encuentra en su etapa de prestripping y entrará en producción en octubre del año 2010 a un régimen de alimentación inicial de sulfuros de 95,000 T/día. Óxidos de cobre de baja ley, que ocurren en la parte superior del yacimiento están siendo actualmente, objeto de lixiviación ROM en la vecina Mina El Tesoro El plan minero, en desarrollo apunta específicamente a la producción de concentrados de cobre y oro, a partir de recursos *in pit* que alcanzan a 646 MT con leyes de CuT de 0.53% y 0.21g/t de Au.

### Geología del Depósito

El Yacimiento Esperanza, el depósito mas septentrional de la faja de NNE de pórfidos cupríferos del Eoceno medio a superior (45-41 Ma) del Distrito Centinela se encuentra emplazado en un secuencia estratificada, inclinada 30°-40° W (Figura 2) constituida por, de base a techo por: a) avas andesíticas, de probable edad triásica superior-jurásica inferior (“Estratos de Las Lomas”), b) rocas sedimentarias carbonáticas que incluyen, en el techo, un nivel de anhidrita, pertenecientes del Grupo Caracoles y c), lavas andesíticas a dacíticas y horizontes volcano-sedimentarios del Cretácico superior (“formación Quebrada Mala) [2,3,4]. Esta secuencia es similar a la expuesta en cercano yacimiento Telégrafo [4], (ver Figura 1). Numerosas fallas de alto ángulo, de rumbo NNE e inclinadas



Geología  
FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

XII Congreso Geológico Chileno  
Santiago, 22-26 Noviembre, 2009

al E, parte del sistema de Fallas de Domeyko, que, en el DC incluye, entre otras a las fallas Centinela, Llano, o Telégrafo [1, 2, 4], afectan a la secuencia estratificada la cual esta afectada por metamorfismo de contacto que se manifiesta en la formación de metaandesitas, hornfels y skarns (Figura 2). La mineralización está asociada a un complejo de stocks menores y diques de pórfidos dacíticos, emplazados en forma paralela a las fallas mayores, que intruyen a las lavas andesíticas y dacíticas del Cretácico superior (Figura 2). A nivel local los pórfidos se han diferenciado en tres unidades denominadas Pórfido Principal de cuarzo-feldespato (PP), Pórfido Intermineral tardío (PT) y Pórfido de Molibdeno (PM, Figura 2) El sistema hidrotermal, generado a partir de la intrusión de los pórfidos, presenta una zonación de alteración hidrotermal con un núcleo con alteración potásica que afecta al pórfido principal y las rocas volcánicas de su entorno inmediato, caracterizada por ocurrencia de feldespato potásico, biotita secundaria, cuarzo, magnetita y anhidrita. Una biotita temprana de la zona potásica fue datada ( $^{39}\text{Ar}/^4\text{Ar}$ ) en  $41,3 \pm 0,3$  Ma [1]. Rodeando al núcleo potásico se presenta un halo de alteración argílica intermedia, con cuarzo, clorita, smectita, sericita, pirita e illita, sobrepuesta a la alteración potásica. Una zona con alteración cuarzo sericita, sobrepuesta sobre las anteriores ocurre en la parte superior del depósito, el cual presenta un halo externo propilítico, caracterizado por ocurrencia de clorita, calcita, epidota y pirita.

La mineralización hipógena de cobre-oro descrita por Perelló et al [1] se encuentra asociada a un stockwork formado por varias generaciones vetillas dentro de las cuales se reconocen vetillas tipo A asociadas al evento de alteración potásica, con cuarzo, feldespato potásico, calcopirita, bornita y magnetita, que contienen la mayor parte del cobre, oro y plata al sistema. Venillas B, más tardías ricas en cuarzo, sericita, calcopirita, pirita y molibdenita, hospedan la mayor parte del molibdeno al yacimiento. Junto a ellas se encuentran, además también venillas ricas en cuarzo, pirita y calcopirita asociadas al desarrollo de la alteración argílica intermedia y venillas D ricas en cuarzo y pirita, asociadas a la alteración cuarzo sericítica La geometría global de las zonas mineralizadas comprende una zona central de alta ley ( $> 0.7\%$  Cu), rodeada hacia fuera por zonas de menor ley. El conjunto presenta una orientación al NE, similar a la de los stocks y diques de PP. Estudios mineralógicos han confirmado que el oro de Esperanza se encuentra principalmente como oro nativo y electrum, asociado a calcopirita y bornita, lo que genera una alta correlación entre las leyes de cobre y oro. La mineralización oxidada de cobre se distribuye en los primeros 200 metros bajo la superficie y está dominada por atacamita, con cantidades menores de crisocola, brocantita, sampleita y algunos sulfatos y fosfatos. El enriquecimiento secundario de sulfuros es débil y de poca extensión, limitándose a presencia de calcosina y covelina junto a sulfuros primarios directamente en el techo de sulfuros.



XII Congreso Geológico Chileno  
Santiago, 22-26 Noviembre, 2009



fcfm

Geología  
FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

---

### Desarrollo del proyecto

Dado que Esperanza es un proyecto de sulfuros con bajas leyes de cobre y oro, durante las etapas avanzadas de exploración los estudios geológicos se focalizaron en optimizar el conocimiento de los recursos y fortalecer la geotecnia y geometalurgia para mina y planta. La construcción de una rampa de exploración sirvió para reconocer completamente la parte superior del yacimiento y obtener información estructural que, junto a sondajes orientados y trincheras, permitió confeccionar modelos estructurales de detalle que resultaron en una mejora importante de los parámetros geotécnicos de diseño. Durante estos trabajos se recolectó un gran número de muestras representativas del mineral para los estudios metalúrgicos que sustentarán los procesos en Planta. La información mineralógica de sondajes y estudios mineralógicos de detalle han permitido realizar modelos 3D para los principales minerales e impurezas presentes en el yacimiento, lo que ha servido de base para sustentar la metalurgia del proyecto. Para resguardar la información geológica, se han construido dos edificios para testigotecas que permiten proteger los testigos y rechazos de sondajes de Esperanza y Telégrafo, en línea con una política de QAQC orientada a respaldar la base del conocimiento geológico de Esperanza como son las muestras de sondajes..

### Referencias

- [1] Perelló, J., Brockway, H. y Martini, R., 2004, Discovery and Geology of the Esperanza Porphyry Copper-Gold Deposit, Antofagasta Region, Northern Chile. *Society of Economic Geologists, Special publication 11*, 19 p
- [2] Marinovic, N. García, M. (1999) Hoja Pampa Unión, Región de Antofagasta. Escala 1:100.000, *Servicio Nacional de Geología y Minería, Mapas Geológicos*, N° 9, Santiago
- [3] Grego, R., (2007). Mapeo geológico de superficie, yacimiento Esperanza. *Reporte Interno Antofagasta Minerals*
- [4] Mpodozis, C, Cembrano, J., Mora, R.(2009) Deformación Compresiva-Oblicua Polifásica y Pórfidos Cupríferos Eocenos en el Sistema de Fallas de Domeyko: La Región de Esperanza-Caracoles (Distrito Centinela), (*este congreso*).
- [5] Münchmeyer, C., Valenzuela, D (2009) Telégrafo: Un pórfido cuprífero en etapa de exploración avanzada en el Distrito Centinela. (*este Congreso*).



Geología  
FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

XII Congreso Geológico Chileno  
Santiago, 22-26 Noviembre, 2009

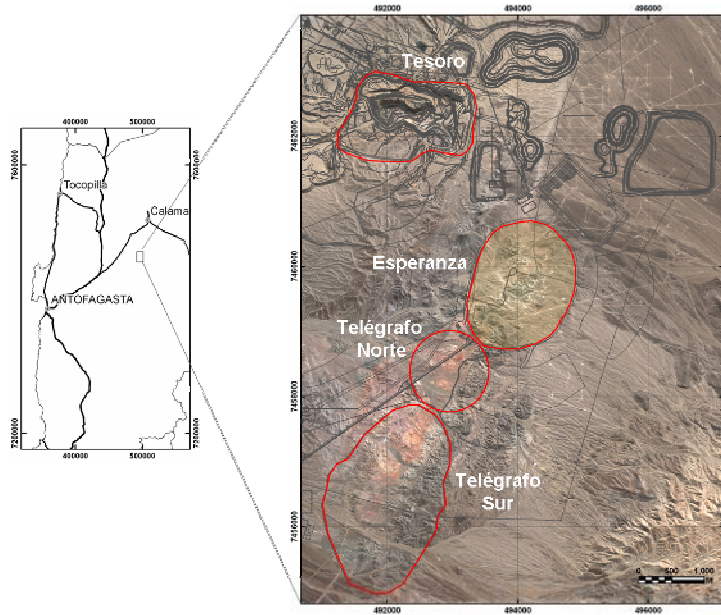


Figura 1: Ubicación del Yacimiento Esperanza, Distrito Centinela, indicando la posición del Yacimiento exótico El Tesoro y el sistema porfídico de Telégrafo

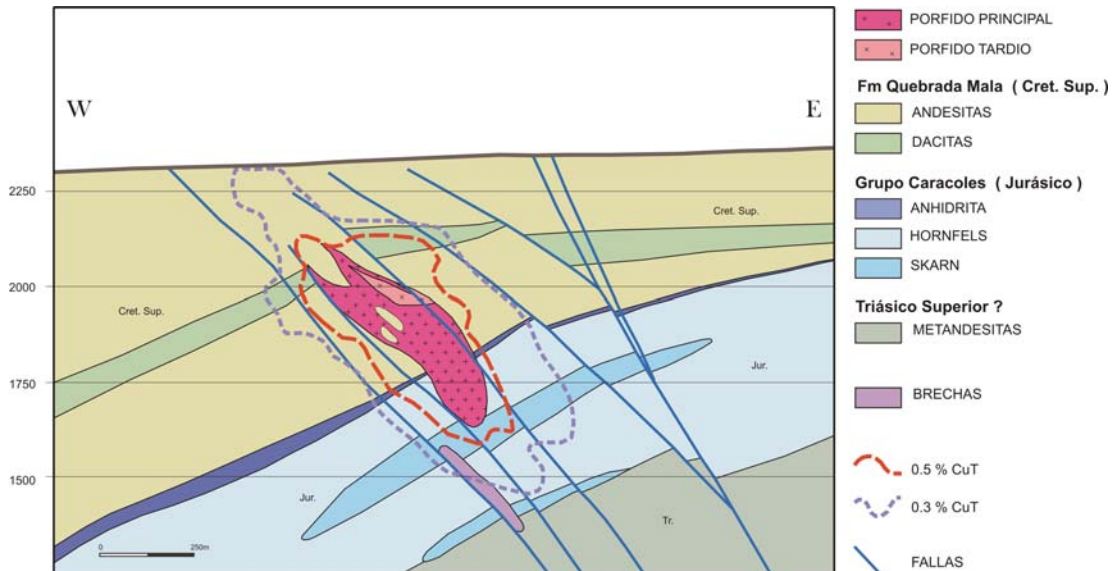


Figura 2 Sección esquemática del yacimiento Esperanza, indicando litología y distribución de la mineralización