



SIGNIFICADO DE LA DISTRIBUCION DEL ORO EN MENAS Y ROCAS DE CAJA EN LOS DEPOSITOS DE HIERRO DE LOS DISTRITOS CERRO NEGRO NORTE Y CERRO IMAN, CHILE

W. Vivallo^a, S. Espinoza^b, F. Henríquez^c

INTRODUCCION

Los distritos ferríferos Cerro Negro Norte y Cerro Imán, ubicados en la Cordillera de la Costa al NW de Copiapó, forman parte de la Franja Ferrífera Cretácica (FFC), la que se extiende, en dirección NS, por más de 600 km de longitud y un ancho de aproximadamente 50 km. Esta provincia metalogénica contiene la totalidad de los yacimientos de hierro del tipo magnetita-apatita, alojados en rocas cretácicas, conocidos en el país. La mayor parte de las menas de hierro son de carácter macizo y se encuentran asociadas a rocas volcánicas andesíticas y en menor proporción a rocas intrusivas. Basado en la estrecha relación temporal y espacial de estos depósitos con las rocas magmáticas del Cretácico Inferior, la mineralización de hierro ha sido interpretada como el resultado de la actividad deutérica-hidrotermal producto del magmatismo¹ o el emplazamiento de un magma de magnetita-apatita². Numerosos antecedentes registrados en informes inéditos señalan la presencia de mineralización de oro relacionada directamente con la mena de hierro o en sus cercanías. El objetivo del presente trabajo es mostrar la distribución del oro en las menas de hierro y sus rocas de caja junto con discutir su significado e identificar los procesos que determinan y controlan dicha distribución.

ANTECEDENTES GEOLOGICOS

Los distritos de Cerro Negro Norte y Cerro Imán consisten de menas de magnetita-apatita alojadas en una secuencia de rocas volcánicas. Estas rocas

volcánicas corresponden mayoritariamente a coladas andesíticas, porfídicas, con fenocristales tabulares de plagioclasa, hornblenda, y ocasionalmente cuarzo y feldespato potásico secundario. La masa fundamental es afanítica de grano fino, dominada por la asociación plagioclasa-cuarzo-anfibola.

La mineralogía de las menas de hierro corresponde a magnetita, la que puede presentar un cierto grado de oxidación a hematita, y cantidades subordinadas de apatita, actinolita, pirita y calcopirita. Los sulfuros se presentan en parte diseminados en la mena de magnetita o constituyendo delgadas vetillas. De acuerdo con su textura, las menas de hierro pueden ser macizas, brechosas o diseminadas. Los cuerpos macizos pueden presentar formas tabulares discordantes con la estratificación de las rocas de caja («diques»), estratiformes y aparentemente concordantes con la estratificación («estratiformes») y de formas irregulares a ovalados (en planta) con contactos subverticales. Las menas brechosas se presentan como un enrejado de vetillas de magnetita (tipo stockwork) en las rocas volcánicas alteradas, con una disminución de la cantidad de vetillas y aumento de la diseminación de magnetita se gradada hacia la mena del tipo diseminado. En general, las menas brechosas y diseminadas se ubican en la periferia de los cuerpos macizos, presentando contactos gradacionales.

ALTERACION Y DISTRIBUCION DEL ORO

Rodeando los cuerpos de mena se presenta una zona con rocas andesíticas alteradas. Rocas actinolitizadas, rocas de albita-cuarzo y turmalina-cuarzo constituyen los tipos más frecuentes de alteración. Estas rocas alteradas presentan una distribución zonada con respecto a las menas de

a) Universidad de Chile

b) Universidad Católica del Norte

c) Universidad de Santiago

hierro, con un halo interno, próximo a la mena, constituido por rocas actinolizadas y un halo externo de rocas silicificadas± turmalinizadas. Vetillas de cuarzo-turmalina cortan tanto a las rocas actinolizadas como a las menas de hierro. Dentro del halo de rocas silicificadas existen restos de rocas de albita-cuarzo .

Asociadas a las zonas alteradas, especialmente al halo externo, existen brechas hidrotermales (brechas de turmalina, turmalina-actinolita) y vetas de cuarzo - óxidos de hierro ± calcita ± turmalina ± minerales oxidados de cobre y ocasionalmente oro.

La zonación mineralógica de las rocas alteradas se expresa también como halos geoquímicos en torno de las menas. Con respecto a las rocas andesíticas menos alteradas las rocas actinolizadas presentan un fuerte enriquecimiento en Ca, Mg, Fe, F, Cl, P y CO₂ y empobrecimiento en Na, K, Ti, Zr, Sr; las rocas albitizadas están enriquecidas principalmente en Na, Si y P, y muestran una disminución en los contenidos del resto de los elementos mayores. La turmalinización implica un fuerte incremento del B sin variaciones significativas en los contenidos de elementos mayores con respecto a la composición de las rocas andesíticas.

Los contenidos de oro en las rocas de cajas (andesita y roca actinolizada) y menas de hierro se presenta en la Fig. 1. El valor promedio más bajos corresponde a los contenidos de las rocas volcánicas menos alteradas (andesitas) y el más alto a la mena de hierro maciza con pirita. La Fig. 2 compara los contenidos de oro analizados para la «muestra total» de menas de magnetita maciza, concentrados de magnetita y concentrados de pirita obtenidos de la misma muestra. De los resultados se desprende claramente que el oro se concentra tanto en la magnetita como en la pirita.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los distritos ferríferos Cerro Negro Norte y Cerro Imán, en la FFC, fueron emplazados en un ambiente magmático de composición predominantemente andesítica. Las características texturales, morfológicas, mineralógicas y

geoquímicas de los cuerpos de mena³⁶ favorecen un origen magmático para las menas de hierro. Estas menas habrían sido originadas a partir del emplazamiento, en forma de cuerpos intrusivos y extrusivos, de un magma de magnetita-apatita³.

Asociados al emplazamiento de las menas de hierros se desarrolló una intensa actividad hidrotermal, responsable de la alteración de las rocas de caja y del desarrollo de brechas hidrotermales⁴. La distribución espacial de los distintos tipos de rocas alteradas junto con las relaciones de contactos entre estas, permiten separar la actividad hidrotermal en dos eventos principales. El primero de ellos corresponde a un evento de alta temperatura y es responsable de la actinolización y albitización, el segundo fue responsable de la silicificación - turmalinización y se sobrepone al primer evento.

De acuerdo con las características mineralógicas y geoquímicas de las rocas alteradas el primer evento se caracteriza por soluciones hidrotermales de pH neutro a ligeramente alcalino y ricas en Ca, Mg, Fe, y volátiles (P, Cl, F, CO₂) las cuales evolucionaron posteriormente a soluciones ricas en silíce, B, Cl, F y pH neutro a ligeramente ácido y de temperatura más baja.

Los resultados muestran claramente, que comparadas con las rocas andesíticas menos alteradas, las menas de hierro están fuertemente enriquecidas en oro y que éste elemento se asocia tanto a la magnetita como a la pirita. Estudios experimentales demuestran que en condiciones magmáticas y con una baja actividad de S el oro tiende a acompañar al Fe y en el caso de mayores concentraciones de S el oro tiende a dejar el sistema cuando este elemento así lo hace³⁷.

En consecuencia, los resultados muestran que la generación de un magma de magnetita-apatita favorece la concentración inicial del oro en la magnetita, transformando los cuerpos de menas en importantes fuentes primarias de oro. Las características definidas para la subsecuente actividad hidrotermal, que acompaña el emplazamiento de las menas de hierro, permiten postular que ella es un factor que potencialmente

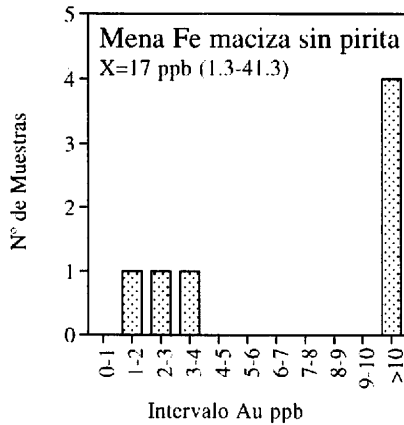
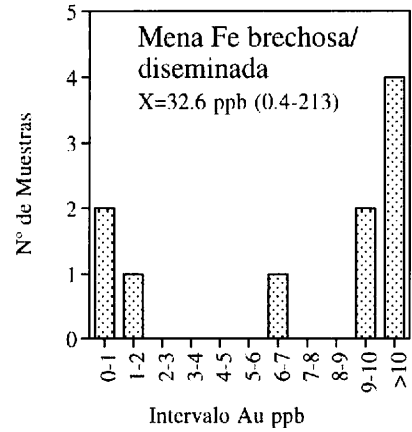
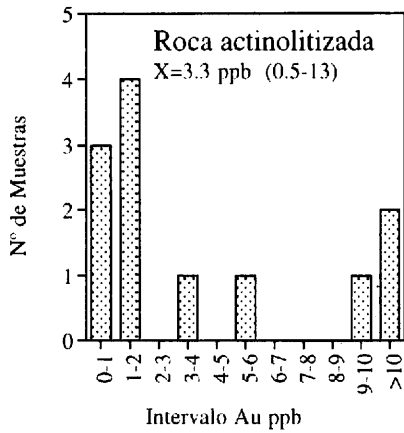
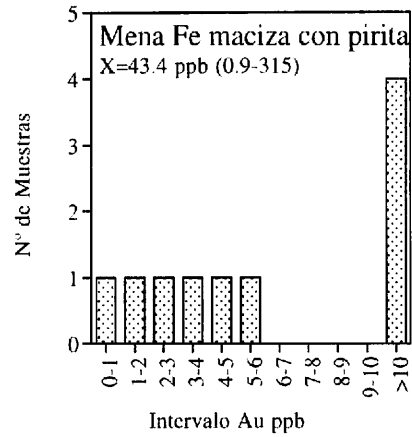
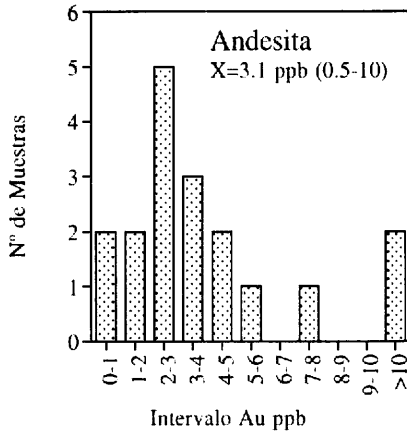


Fig. 1. Distribución del oro en las menas de hierro y rocas de caja de los distritos Cerro Negro Norte y Cerro Imán. X indica el valor promedio, en paréntesis el rango de variación.

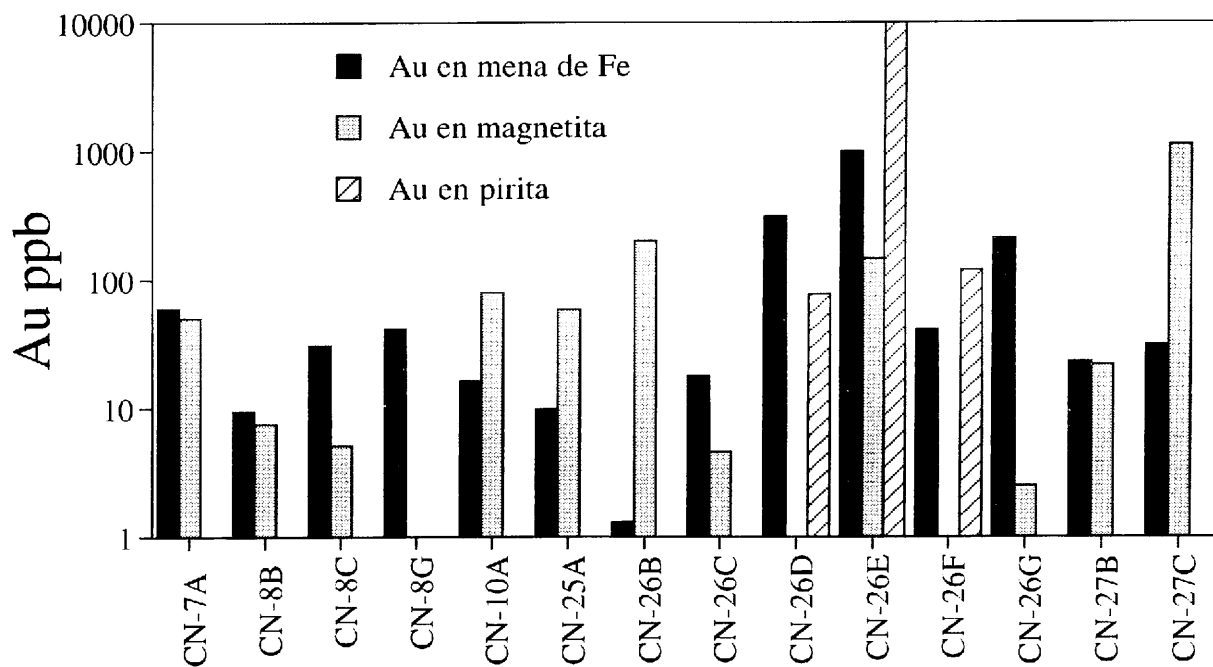


Fig. 2. Contenidos de oro en muestra de mena de hierro maciza comparado con los contenidos de oro en concentrados de magnetita y pirita de la misma muestra.

puede removilizar el oro contenido en los cuerpos de mena y reconcentrarlo, para dar origen a yacimientos auríferos de interés económico.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por los grants FONDECYT N° 91-1218, SAREC N°89-101 (Swedish Agency for Research Cooperation with Developing Countries) y DICYT-USACH N° 05-092-15HB. Los autores agradecen las facilidades otorgadas por los Departamentos de Geología de la Universidad de Chile, Ciencias Geológicas de la Universidad Católica del Norte, Ingeniería de Minas de la Universidad de Santiago de Chile, como así también las facilidades y apoyo otorgados por la Compañía Minera del Pacífico (CMP).

REFERENCIAS

1) Ruiz, C.; Aguirre, L.; Corvalán, J.; Klohn, C., Klohn, E.; Levi, B. 1965. Geología y yacimientos metalíferos de Chile. Instituto de Investigaciones Geológicas Chile, 305 p., Santiago.

2) Geijer, P. 1931. The iron ores of the Kiruna type. Geographical distribution, geological character, and origin. Sveriges Geologiska Undersökning, Ser. C 367, 39 p.

3) Espinoza, S., Vivallo, W., Henríquez, F. 1994. Geología y mineralización metálica del distrito Cerro Imán, Copiapó, Chile. In VII Congreso Geológico Chileno, Concepción

4) Vivallo, W., Espinoza, S., Henríquez, F. 1994. Zonación de la alteración en torno de los depósitos de hierro de la Franja Ferrífera Cretácica de la Cordillera de la Costa, Chile. In VII Congreso Geológico Chileno, Concepción.

5) Henríquez, F., Dobbs, M., Espinoza, S., Nyström, J.O., Travisany, V., Vivallo, W. 1994. origin of Chilean magnetite-apatite ore deposits. In VII Congreso Geológico Chileno, Concepción

6) Mironov, A. G.; Al'mukhamedov, A. I.; Medvedev, A. Ya. and Krendelev, F. P. 1978. Geochemistry of Gold in melts of basaltic composition (from experimental data). Geochemistry International, p. 23-35.