

NOTA BREVE

ALTERACIÓN HIDROTHERMAL EN EL DISTRITO MINERO SAN JOSÉ, PROVINCIA DE SANTA CRUZ

María Eugenia RODRÍGUEZ^{1,2}, Raúl R. FERNÁNDEZ^{1,3}, Leandro ECHAVARRÍA⁴ y Diego F. DUCART⁴¹ Instituto de Recursos Minerales (INREMI). Facultad de Ciencias Naturales y Museo (UNLP-CICBA), La Plata. E-mails: rodriguezmariaeugenia@hotmail.com; rfernand@inremi.unlp.edu.ar² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).³ Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires (CIC-BA)⁴ Mauricio Hochschild Argentina S.A. E-mail: leandro.echavarria@hocplc.com; diego.ducart@hocplc.com

RESUMEN

Los minerales de arcilla de origen hidrotermal presentes en el distrito minero San José fueron identificados mediante el empleo de un espectrómetro de reflectancia portátil. Las asociaciones de minerales de alteración halladas en las rocas jurásicas indican que el fluido evolucionó en el ámbito del distrito desde condiciones de alta temperatura y bajo pH en la zona proximal a uno de pH neutro y baja temperatura en zonas distales. Las variaciones en la composición de la illita reflejan los cambios de temperatura y pH de los fluidos actuantes; es sódica en la zona de mayor temperatura mientras que en las zonas vinculadas a la mineralización es normal potásica.

Palabras clave: *Depósitos epitermales, alteración hidrotermal, distrito San José, macizo del Deseado.*

ABSTRACT: *Hydrothermal alteration in San José mining district, Santa Cruz province.* Hydrothermal clay mineral present at San José were characterized by field portable spectroscopy. Mineral assemblages indicate that hydrothermal fluid evolved throughout the district, from low pH-high temperature proximal to neutral-low temperature distal fluids. Compositional difference of illite depends of the fluid characteristics becoming more Na-rich at high temperature whereas in mineralized areas are K-normal.

Keywords: *Epithermal deposits, hydrothermal alteration, San José district, Deseado Massif.*

INTRODUCCIÓN

En el macizo del Deseado, provincia de Santa Cruz, se explotan los depósitos epitermales de Au-Ag Cerro Vanguardia, Martha, Manantial Espejo y San José, este último motivo de la presente comunicación. Se conocen además numerosos prospectos similares en diversas etapas de exploración cuyas características han sido sintetizadas por Fernández *et al.* (2008). Estos depósitos se vinculan al volcanismo jurásico medio a superior que constituye el rasgo sobresaliente de esta provincia geológica y le otorgan una notable importancia metalogenética que condujo, en los últimos años, a un marcado incremento del conocimiento geológico de la región.

El Distrito Minero San José, de aproximadamente 500 km², se encuentra en el extremo noroeste del macizo del Desea-

do; a unos 100 Km aproximadamente de la localidad de Perito Moreno (Fig. 1a).

En él se está explotando un depósito de tipo epitermal de baja sulfuración formado por un conjunto de vetas silíceas portadoras de oro y plata (Gutiérrez 2006). La empresa operadora de la actividad extractiva es Minera Santa Cruz integrada por Mauricio Hochschild y Minera Andes. El objetivo del presente trabajo es dar a conocer la mineralogía de la alteración hidrotermal presente en el distrito, identificar zonaciones mineralógicas y reconocer los focos de la actividad hidrotermal con el fin de vectorizar el sistema de fluidos; determinar sus zonas proximales y distales, y su vinculación con la mineralización. Esta investigación forma parte de la tesis doctoral que uno de los autores desarrolla en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo-Universidad Nacional de la Plata, que comprende el análisis de

la alteración hidrotermal del distrito Minero San José.

GEOLOGÍA LOCAL

Los afloramientos más antiguos en el distrito corresponden a coladas de lava de composición andesítica y andesítico-basáltica, asignados a la Formación Bajo Pobre (Cobos y Panza 2003). Las mejores exposiciones se encuentran en ambos márgenes del río Pinturas en una extensión de 10 km. No se conoce el espesor de esta unidad debido a que su base no está expuesta. La edad para estas rocas según datos radimétricos de Dietrich *et al.* (2005) es kimberidgiana-tithoniana. Inmediatamente por encima se disponen las rocas piroclásticas de la Formación Chon Aike (Stipanovic y Reig 1956, Archangelsky, 1967) constituidas principalmente por ignimbritas riolíticas a riolací-

ticas y de forma subordinada tobas. La Formación La Matilde se presenta en escasos afloramientos dentro del área de estudio y está compuesta por tobas, tufitas y delgadas intercalaciones de ignimbritas en forma subordinada. El Grupo Chubut (Lesta 1969), el cual se dispone en relación de discordancia angular sobre las volcanitas jurásicas, está constituido por una importante secuencia piroclástica donde predominan las tobas finas junto con arenas tobáceas, conglomerados e intercalaciones de arcillitas y limolitas en menor medida. Basaltos terciarios forman una cubierta extensa en el área; con espesores máximos que oscilan entre los 20 y 30 m, los cuales pueden correlacionarse de acuerdo con los datos radimétricos obtenidos por Dietrich *et al.* (2005) con la Formación Alma Gaucha (Panza 1982) del Oligoceno inferior. Por último se presentan depósitos glaciales, de morena y aluviales de edad pliocena-pleistocena, principalmente en el extremo noroeste del distrito. (Fig. 1a).

MINERALIZACIÓN

La mineralización en el distrito corresponde a un sistema de vetas de tipo epitermal de baja sulfuración (Gutiérrez 2006). Las vetas principales, en las cuales actualmente se están realizando actividades extractivas subterráneas, se denominan Huevos Verdes y Frea. La veta Huevos Verdes presenta un rumbo promedio de N330° e inclina unos 60° al NE. Posee una longitud total de 2 km pero la mayor parte de su corrida está cubierta por basaltos modernos. Se encuentra emplazada en rocas de composición andesítica asignadas a la Formación Bajo Pobre. Su espesor es variable, pero el sector con mineralización significativa de oro y plata va de 0,2 a 3 m de potencia. Presenta numerosas texturas a lo largo de su corrida; las más destacadas desde el punto de vista económico son las vetillas de sulfuros, cuarzo bandeado con sulfuros y texturas de cuarzo moteado con sulfuros. Según Gutiérrez (2006) la acantita es el mineral más importante portador de Ag y está

asociado con esfalerita, galena y calcopirita. Este autor indica que un elevado coeficiente de correlación entre Ag y Au sugiere que el oro invisible está asociado a la acantita. Extensas áreas dentro del distrito se encuentran cubiertas por coladas de basaltos modernos, quedando al descubierto algunos sectores con alteración hidrotermal: El Pluma, Huevos Verdes, Saavedra Oeste y Cerro Saavedra en los cuales se ha concentrado el siguiente análisis.

ALTERACIÓN HIDROTERMAL

Metodología

Conforme a las observaciones de campo, se colectaron 188 muestras representativas de los distintos tipos de la alteración o sus variaciones. Como herramienta para la identificación mineralógica se empleó un espectrómetro de reflectancia *SD Field Spec Pro™*, el cual emplea la región del espectro electromagnético del infrarrojo de onda corta para reconocer minerales de alteración y también identificar variaciones composicionales en las especies. Del total de muestras obtenidas fueron analizados 386 espectros. Particularmente se definió la longitud de absorción de AlOH de la illita; ya que la longitud de onda de la principal forma de absorción de AlOH varía con la composición. De acuerdo con ello, se definieron 5 categorías: 2.185 a 2.190 μm para illita sódica (paragonita), 2.191 a 2.200 μm para illitas tendiendo a paragoníticas, 2.201 a 2.210 μm para illitas potásicas, 2.211 a 2.220 μm para illitas que tienden a composiciones fengíticas y 2.221 a 2.225 μm para fengita (Fe-Mg).

Resultados

A partir del análisis e interpretación de las muestras y ubicación en el campo, para cada sector investigado se definieron las siguientes alteraciones hidrotermales presentes en las rocas jurásicas (Fig. 1b): Sector El Pluma: La roca de caja de las vetas y estructuras silicificadas corresponden a las coladas andesíticas de la Forma-

ción Bajo Pobre. Los minerales de alteración identificados para este sector son: illita/esmectita e illita, y escasa caolinita con illita. Los tipos de alteraciones reconocidos son: silicificación, alteración argílica intermedia y cloritización; los cuales poseen una importante expresión en superficie. La alteración argílica intermedia está muy próxima a las vetas o estructuras silicificadas, es bastante penetrativa y está restringida a pocos centímetros de las estructuras. La composición de la illita es muy similar en toda esta zona, y oscila entre levemente fengítica y potásica. La presencia de jarosita (probablemente alterando piritita) denota que también hay alteración supergénica. La alteración clorítica aparece principalmente hacia la base de esta unidad en donde la roca presenta una textura de pseudobrecha producto de la alteración, la cual es corroborada por este método. La clorita aparece reemplazando a biotita, piroxenos y hornblenda tanto en fenocristales como en la matriz.

Sector Huevos Verdes: Los minerales de alteración son illita/esmectita o esmectita con o sin caolinita. La composición de la illita para este sector es principalmente normal potásica. La alteración argílica intermedia está restringida a pocos metros del contacto de la veta de cuarzo con la roca de caja. Posee escasa representación superficial debido a que gran parte de la estructura se encuentra cubierta.

Sector Saavedra Oeste: la alteración presente es silicificación y argilización; estrechamente asociada a las brechas hidrotermales y vetas de cuarzo. Hay variaciones en cuanto a los minerales de alteración en las muestras que se encuentran al oeste y este de este sector. Las que están hacia el este poseen como minerales de alteración illita e illita con caolinita; mientras que hacia el oeste aparecen illita e illita/esmectita. La composición de la illita también presenta variaciones, desde potásica en el este tendiendo a paragonítica hacia el oeste, donde hay brechas hidrotermales. En dos cerros localizados a 1,5 y 2 km al noreste de Saavedra Oeste; se identificó una alteración argílica avanzada

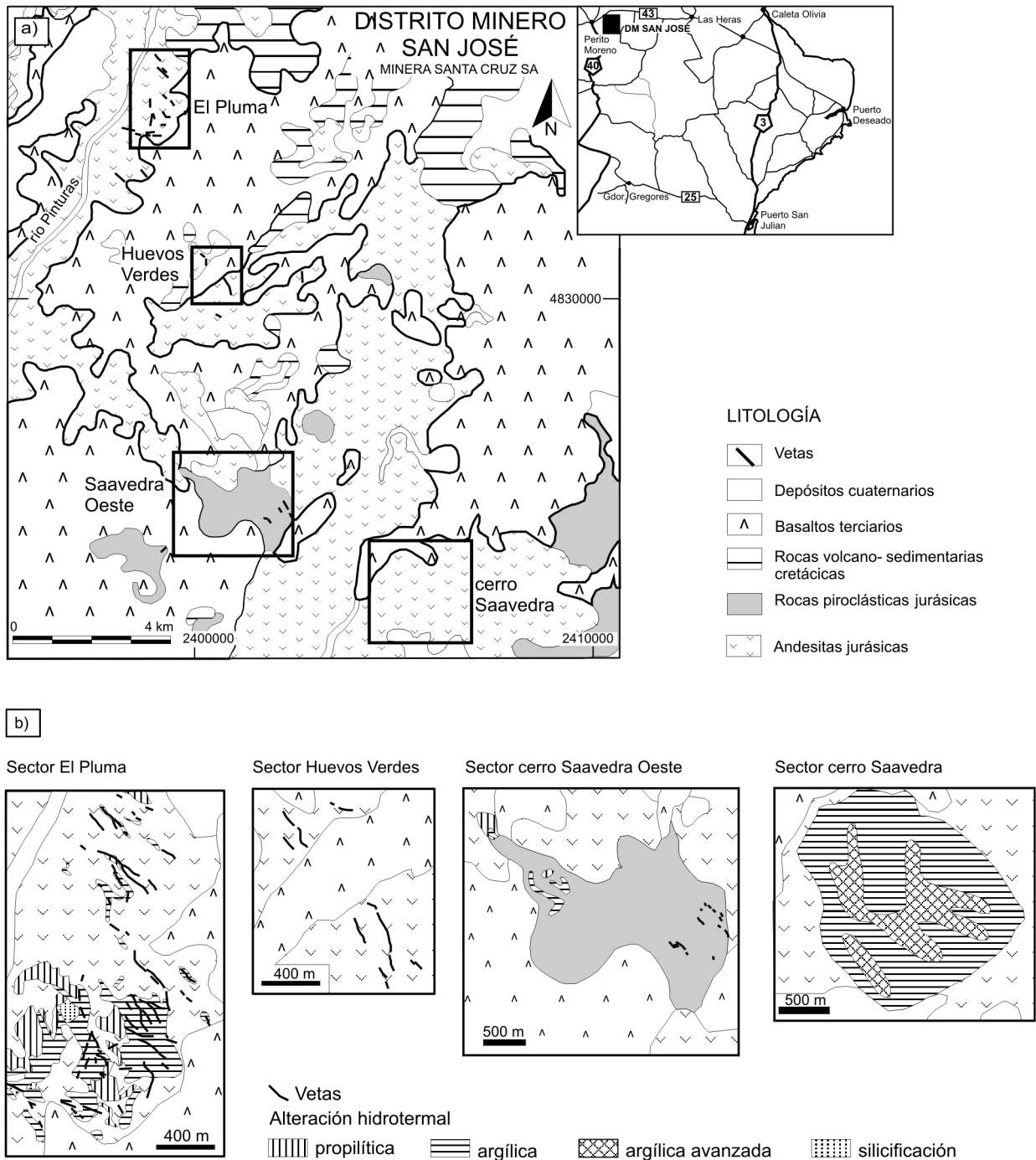


Figura 1: Figura 1: a) Mapa geológico del distrito Minero San José con las principales estructuras presentes en el área y los sectores de interés en donde se realizó el muestreo y análisis de la alteración hidrotermal; b) mapas de detalle de las principales zonas de alteración presentes en el distrito.

compuesta principalmente por caolinita y dickita.

Sector Cerro Saavedra: Se reconocieron tres tipos de alteración: silicificación, argílica intermedia y argílica avanzada. Este sector está conformado principalmente por

andesitas, y abundantes brechas silicificadas. Rodeando a las brechas silicificadas se presenta una intensa alteración argílica avanzada, que varía desde caolinita, dickita, alunita potásica, zunyita con algo de topacio, pirofilita e illita en el sector oes-

te; a caolinita y dickita con un poco de alunita potásica en el sector este. Rodeando a esta zona hay una alteración argílica compuesta básicamente por illita y caolinita.

CONSIDERACIONES FINALES

Este estudio demuestra que la espectroscopía de reflectancia aplicada es una técnica muy útil para el reconocimiento y mapeo de los minerales de alteración.

En el distrito minero San José se reconocieron diferentes tipos de alteraciones hidrotermales. Por un lado alteración argílica intermedia y silicificación, vinculada estrechamente a la mineralización y zonas con contenidos anómalos de Ag y Au, reconocida en el sector de El Pluma, Huevos Verdes y Saavedra Oeste y por otro lado silicificación y una intensa alteración argílica avanzada detectada en el sector de cerro Saavedra. La distribución de estas alteraciones estaría sugiriendo que los fluidos que originaron estos tipos de alteraciones tenían diferentes condiciones de temperaturas y acidez; los de temperatura superior a los 200°C y pH más bajo (Simmons *et al.* 2005) corresponden al sector del cerro Saavedra según lo refleja la asociación de minerales de alteración.

Pontual *et al.* (1997) sugirieron que la illita es más sódica en dirección hacia la fuente; es decir varía su composición en las zonas de mayor temperatura acompañada de un incremento en su cristalinidad. En el distrito San José la composición de la illita determinada a partir de los espectros, también mostró variaciones en los diferentes sectores muestreados. Presenta composiciones desde tendientes a fengíticas a potásica en los sectores de El Pluma y Huevos Verdes y es paragonítica en el sector Saavedra Oeste; lo cual concuerda con un aumento de la temperatura hacia dicho sector.

La evolución del fluido a lo largo de su trayectoria tiene una incidencia directa en la capacidad de transporte y deposición de metales y en los minerales de alteración. Como consecuencia de la interacción fluido/roca, el fluido se neutraliza por la reacción con la roca de caja y minerales como en este caso la illita, modi-

fican su composición volviéndose más ricos en Fe y Mg hacia los sectores periféricos, mientras que para los sectores vinculados a la mineralización económica su composición es normal potásica.

Teniendo en cuenta la distribución de las alteraciones se interpreta que dentro del distrito existió un sistema hidrotermal de al menos unos 10 km de diámetro. La fuente de fluidos hidrotermales estaría ubicada en el área del cerro Saavedra, según lo refleja la mineralogía de alteración, sin indicios de mineralización ni contenidos anómalos de metales. En dirección NNO se encuentran alineados los sectores de Saavedra Oeste, Huevos Verdes y el Pluma a distancias de 3,5, 9 y 13 km respectivamente, donde aparecen manifestaciones epitermales de Au-Ag de baja sulfuración de menor temperatura. La aplicación de esta metodología permite la determinación y ubicación de centros de emisión de fluidos mineralizantes y representa una importante herramienta de exploración en el macizo del Deseado.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al CONICET por la beca otorgada a MER para la realización de su tesis doctoral y a M.H.A. S.A por el apoyo otorgado para la realización de los viajes de campo.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Archangelsky, S. 1967. Estudio de la Formación Baqueró, Cretácico inferior de Santa Cruz, Argentina. *Revista Museo La Plata (n.s) Paleontología* 5: 3-171.
- Cobos, J.C. y Panza, J. 2003. Hoja Geológica 4769-IV, Servicio geológico Minero Argentino, Boletín 319, 89 p., Buenos Aires.
- Dietrich, A., Nelson E., Gutiérrez, R. y Layer, P. 2005. Structural control of veins of vein formation and mineralization at the epithermal Huevos Verdes Ag-Au vein system, San José District, Deseado Massif, Argentina. *Geological Society of America, Annual Meeting, Abstract 39-7, Salt Lake City.*

Fernández, R.R., Blesa, A., Morcira, P., Echeveste, H., Mykietiuik, K., Andrada De Palomera, P. y Tessone, M. 2008. Los depósitos de oro y plata vinculados al magmatismo jurásico de la Patagonia: revisión y perspectivas para la exploración. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 63(4): 665-681.

Gutiérrez, R. 2006. *Geology of the Huevos Verdes Silver-Gold vein system, San José District, Deseado Massif, Patagonia, Argentina.* Master of Sc. Thesis, Colorado School of Mines, 166 p., (inédito), Boulder.

Lesta, P. 1969. Algunas comprobaciones en la geología de la Patagonia. 4a Jornadas Geológicas Argentinas, *Anales* 2: 187-194, Mendoza

Panza, J. 1982. Descripción geológica de las Hojas 53e, Gobernados Moyano y 54e, Cerro Vanguardia, provincia de Santa Cruz. Servicio Geológico Nacional, 197 p., (inédito), Buenos Aires.

Pontual S., Merry N. y Gamson P. 1997. *G-Mex-spectral analysis guides for mineral exploration-Regolith logging.* AusSpec International Pty. Ltd., 8, 60 p., Victoria, Australia.

Simmons, S.F., White, N.C., y John, D.A. 2005. *Geological Characteristics of Epithermal Precious and Base Metal Deposits.* *Economic Geology 100th Anniversary Volume:* 485-522.

Stipanovic, P. y Reig, A.O., 1956. El "Complejo Porfírico de la Patagonia extraandina" y su fauna de anuros. *Acta Geológica Lilloana* 1: 185-297.

Recibido: 11 de noviembre, 2009

Aceptado: 19 de octubre, 2010