

Depósitos epitermales de baja sulfuración ricos en sulfuros de metales base, distrito aurífero La Carolina, San Luis, Argentina

María Cecilia GALLARD-ESQUIVEL¹, Nilda Esther URBINA², Patricia SRUOGA³, María Silvia JAPAS⁴

Resumen: El distrito aurífero La Carolina se halla en el extremo occidental de la Faja Metalogénica de San Luis, la cual está espacial y genéticamente vinculada al volcanismo mesosilícico mioplioceno. La ubicación de esta faja es consecuencia de la migración hacia el este del arco volcánico debido a la horizontalización de la Placa de Nazca entre los 27°-33° LS, conocido como el segmento de *Flat-Slab* Pampeana. La actividad volcánica en el distrito comenzó a los 8,2 Ma y finalizó a los 6,3 Ma. Comprende lavas y piroclásticas de composición andesítica, dacítica, láctica y traquítica. Los magmas mesosilícicos pertenecen a las suites calcoalcalina normal y de alto K hasta shoshonítica. El análisis estructural muestra que las estructuras antiguas controlaron fuertemente el emplazamiento de las rocas volcánicas y depósitos minerales asociados, como así también, ha permitido reconocer la existencia de una estructura principal de tipo *pull apart*. En dicho distrito existen ocho pequeños prospectos mineralizados. La mineralogía consiste de pirita, pirita-arsenical, galena, esfalerita, marcasita, melnikovita, calcopirita, pirrotina, arsenopirita, tennantita-tetrahedrita, pirargirita, hessita, silvanita, pearceita, argirodita, oro, plata, greigita, boulangerita, jamesonita y electrum. La ganga es cuarzo, calcita, calcedonia y adularia subordinada. La alteración hidrotermal comprende sericita, illita, illita/esmectita, silicificación y alteración propilítica. Estudios de inclusiones fluidas indican que el rango de temperatura de formación varía entre 230°-330°C. En base a la mineralogía, texturas, alteración hidrotermal, temperaturas de formación, química de los fluidos y geoquímica prospectiva las manifestaciones minerales han sido clasificadas como depósitos epitermales de baja sulfuración ricos en sulfuros de metales base.

Abstract: *LOW-SULFIDATION EPITHERMAL BASE-METAL SULFIDE-RICH DEPOSITS, LA CAROLINA GOLD-BEARING DISTRICT, SAN LUIS, ARGENTINA.* La Carolina gold-bearing district is located at the western end of the Metallogenic Belt of San Luis, which is spatially and genetically related to the mesosilicic volcanism of mio-pliocene age. The volcanic arc experienced an eastward migration, due to the flattening of the Nazca plate in the segment 27°-33°S, known as the Pampean flat-slab. At La Carolina, the volcanic activity occurred between 8.2 and 6.3 Ma. It encompasses lavas and pyroclastics of andesitic, dacitic, latitic and trachytic composition. The mesosilicic magmas belong to normal to high-k calc-alkaline and shoshonitic suites. Structural analysis shows that previous structures have strongly controlled the emplacement of volcanic rocks and related mineral deposits at La Carolina allowing to define a pull-apart. In this gold-bearing district there are eight small mineralized prospects. The mineralogy consists of pyrite, arsenic rich pyrite, galena, sphalerite, marcasite, melnikovite, chalcopirite, pyrrothite, arsenopyrite, tennantite-tetrahedrite, digenite, covellite, bornite, pyrrargirite, hessite, silvanite, pearceite, argirodite, gold, silver, greigite, boulangerite, jamesonite and electrum. The gangue consists of quartz, calcite, chalcedony and minor adularia. The hydrothermal alteration is widespread and comprise phyllic and argillic mineral assemblages characterized by sericite, illite, interstratified I/S, and silicic; propylitic alteration is also present as an outer halo. Fluid inclusions studies show that the formation temperatures range between 230° to 330° C. Boiling and mixing with meteoric water led to mineral precipitation. Based on the mineralogy, textures, hydrothermal alteration, formation temperatures, fluid chemistry and prospective geochemistry the mineralizations have been classified as low-sulfidation epithermal base-metal sulfide-rich deposits.

Palabras clave: Depósitos epitermales de baja sulfuración. *Pull apart*. Distrito aurífero La Carolina. San Luis. Argentina.

Key words: Low-sulfidation epithermal deposits. *Pull apart*. La Carolina gold-bearing district. San Luis. Argentina.

¹) CONICET-Universidad Nacional de San Luis, Argentina. Ejército de los Andes 950. E-mail: mcgallard@unsl.edu.ar.

²) Universidad Nacional de San Luis, Argentina. E-mail: urbina@unsl.edu.ar.

³) CONICET-SEGEMAR, Argentina. E-mail: patysruoga@gmail.com.

⁴) IGEBA (CONICET-UBA), Depto. de Cs. Geológicas, Argentina. E-mail: msjapas@gl.fcen.uba.ar.

Introducción

La Faja Metalogenética de San Luis se halla localizada a 750 km al este de la trinchera oceánica. Dicha faja es una consecuencia directa de la horizontalización de la Placa de Nazca en el segmento 27°-33° S, conocido como *flat slab* Pampeana. Esto causó la migración del arco magmático andino hacia el antepaís en tiempos mio-pliocenos. Esta faja comprende una serie de distritos metalogenéticos vinculados espacial y genéticamente a los campos volcánicos La Carolina, Cañada Honda, Cerros Largos-Cerros del Rosario y el Morro que se disponen siguiendo una orientación ONO. El volcanismo es de tipo calcoalcalino normal a alto K y shoshonítico. Se inició a los 12-13 Ma en la mitad occidental de la faja y finalizó a los 1,9 Ma en la parte oriental, indicando un rápido desplazamiento del frente volcánico a lo largo de los aproximadamente 80 km que comprende. En el distrito aurífero La Carolina la actividad volcánica ocurrió entre los 8,2 y 6,3 Ma. (Urbina y Sruoga, 2009 y referencias allí citadas).

Las volcanitas están representadas por rocas lávicas (domos y coladas), hipabisales (dique) y volcániclasticas (*surges*, ignimbritas y brechas hidromagmáticas) de composición andesítica, lacítica y traquítica. Este campo volcánico es interpretado como un sistema de maar-diatrema-domo que fue acompañado por la formación de depósitos vetiformes y del tipo stockwork/diseminados de la clase epitermal de baja sulfuración (Sruoga *et al.*, 1996; Urbina *et al.*, 1997).

La roca de caja de las volcanitas está constituida por rocas del basamento ígneo-metamórfico de edad precámbrica-paleozoica.

El campo volcánico La Carolina

El basamento del área de estudio está constituido por micaesquistos y gneises del Complejo Metamórfico Pringles (Sims *et al.*, 1997). Estas rocas metamórficas corresponden a las facies esquistos verdes y anfibolita y presentan a escala regional una fábrica definida por una foliación-esquistosidad de rumbo general NNE (Ortiz Suárez 1999) a N-NNE (Japas *et al.*, 2011).

El campo volcánico La Carolina se extiende en un área de aproximadamente 14 km² y abarcó un lapso de tan solo 2 Ma (8,2 a 6,3 Ma, Urbina y Sruoga, 2009).

Las rocas volcánicas incluyen facies lávico-hipabisales constituidas por coladas, domos y diques; y facies volcániclasticas: brechas hidromagmáticas, depósitos de *surges* y flujos densos (*Figura 1*).

FACIES LÁVICO-HIPABISAL. Las facies lávicas son las más abundantes y se hallan integradas por domos y coladas de composición modal andesítica y lacítica, mientras que la facies hipabisal se halla representada por un dique traquítico de orientación N-S que corresponde al estadio póstumo de la evolución magmática del distrito. Los domos muestran un fuerte control estructural, se hallan alineados en una dirección NNE. Las coladas se encuentran genéticamente asociadas a los domos y volumétricamente subordinadas. Estos cuerpos lávicos muestran localmente disyunción columnar y en los sectores distales exhiben brechamiento autoclastico, producido por la fragmentación de la lava durante su avance.

De acuerdo al estudio petrográfico, las facies lávicas se clasifican como andesitas, lacitas y traquitas. La *Figura 2* exhibe la composición de las volcanitas.

Las andesitas presentan textura porfírica, porfírica seriada y excepcionalmente glomeroporfírica. En la mayoría de los casos la pasta es felsítica a microfelsítica, está

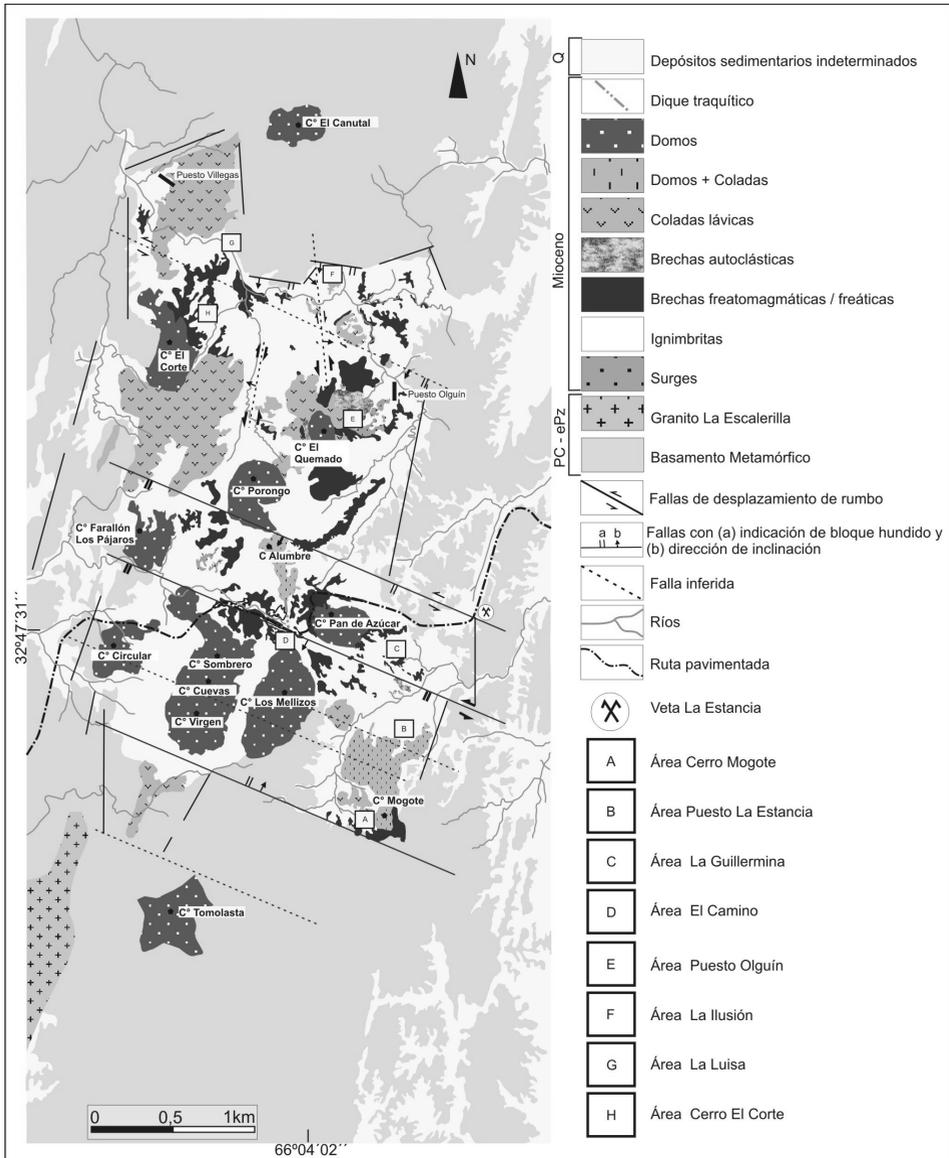


Figura 1. Mapa geológico del distrito aurífero La Carolina.

compuesta por agregados anhedrales de feldespato potásico, plagioclasa y cuarzo. Los minerales esenciales que las constituyen, en orden decreciente de abundancia, son: plagioclasa, sanidina y anfíbol alterado. Los minerales accesorios, en orden decreciente de abundancia, son: minerales opacos, apatita, titanita, biotita y circón (Figura 3 A y B).

Las lácitas presentan textura porfírica seriada a glomeroporfírica. La textura más frecuente de la pasta es felsítica, en donde se observan microlitos de feldespato potásico y cuarzo intersticial. También se observaron texturas microfelsíticas, microgranosa (plagioclasa + sanidina + cuarzo) y más raramente micropoiquilítica con una impregnación muy intensa de minerales opacos. Los minerales esenciales que las componen en orden decreciente de

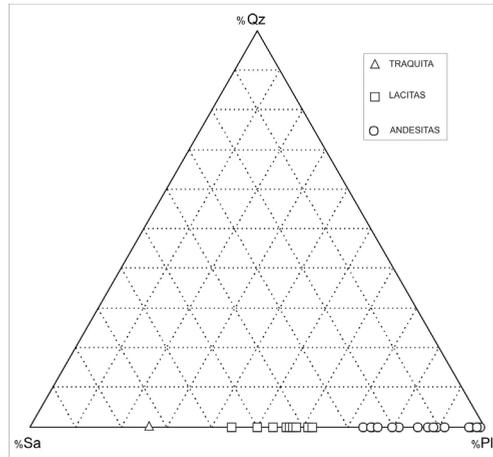


Figura 2. Diagrama QAPF que exhibe la composición modal de las volcanitas.

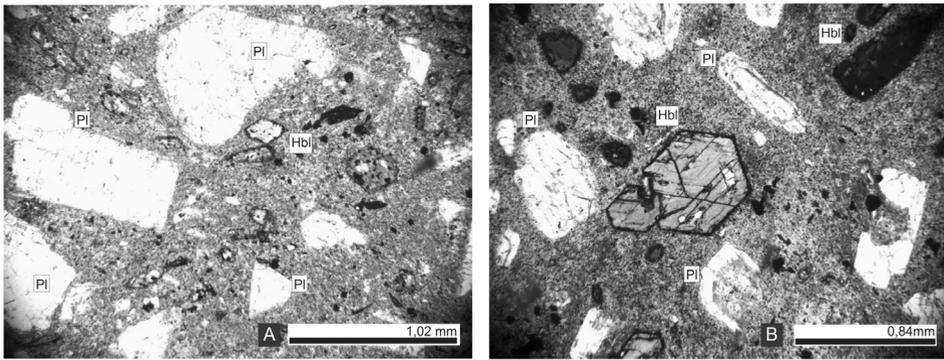


Figura 3. Fotomicrografía de lavas andesíticas tomada con aumento 5x, Pl: plagioclasa y Hbl: hornblenda.

abundancia son: plagioclasa, sanidina, hornblenda y clinopiroxeno. Los minerales accesorios son opacos, apatita, titanita, biotita y circón (Figura 4 A y B).

Las traquitas corresponden a una facies hipabisal, con textura porfírica. Están compuestas por fenocristales de sanidina, plagioclasa y cuarzo en una pasta felsítica. Presenta abundantes minerales opacos. Cabe aclarar que la clasificación por conteo modal de fenocristales indica que la roca corresponde a una traquita, no obstante no exhibe la textura traquítica que caracteriza a este tipo de rocas.

FACIES VOLCANICLÁSTICAS. Dichas facies reúnen subfacies piroclásticas y autoclásticas, que incluyen *surges*, flujos densos, brechas hidromagmáticas y brechas autoclásticas. La mineralización de origen epitermal se halla espacialmente vinculada a las brechas de origen hidromagmático (freatomagmáticas/freáticas?) acorde a la clasificación de Sillitoe (1985) y localmente a las brechas autoclásticas. Los *surges* afloran en cercanías del Cerro Porongo y El Quemado. Corresponden a bancos de tobas lapillíticas litocristalinas con intercalaciones de tobas finas, presentan estratificación entrecruzada de bajo ángulo (Figura 5 A y B). Se observó la presencia de fragmentos de impactos balísticos “*bomb sag*”. En función de sus características estos depósitos han sido interpretados como flujos diluidos de tipo *base surges*, húmedos, de baja temperatura (Cas y Wright, 1987). Los flujos densos se hallan pobremente representados. Afloran como bancos masivos de aproximadamente 6 m de espesor, su base

no está expuesta y se disponen por debajo de potentes brechas freatomagmáticas/freáticas (?). Contienen litoclastos de metamorfitas, granitoides y volcanitas inmersos en una matriz con alteración hidrotermal penetrativa, razón por la que no se han preservado los vitroclastos. Esta ignimbrita de composición modal láctica, arrojó una edad K/Ar sobre concentrado de sanidina de $7,8 \pm 0,2$ Ma. (Ibañez *et al.*, 2011). Las subfacies autoclásticas afloran en los sectores frontales y laterales de las coladas lávicas y en los sectores medio-superiores de los domos El Quemado, Los Mellizos y Cerro Mogote (Figura 1). Son brechas monolitológicas, clasto sostén con autoclastos de hasta 1,5 m. Las brechas freatomagmáticas/freáticas (?) son las de mayor distribución areal en la zona. La base de estos afloramientos no se encuentra expuesta, y en muchos sectores, las coladas de lava se hallan por encima de ellas. En algunos sectores, presentan una grosera estratificación planar de bancos de aproximadamente 80 cm, aunque generalmente son masivas (Figura 6). Se caracterizan por presentar textura matriz sostén (70% aprox.) y pobre selección textural, puesto que el tamaño de los líticos varía entre 3 mm y 1 m, con un tamaño promedio de 20 cm. La distribución de los líticos dentro de la matriz es caótica y en ciertos sectores hay acumulación de líticos de gran tamaño (30-40 cm) y exhiben una gradación a textura clasto sostén hacia el techo de los mismos. Son polimícticas, compuestas predominantemente por litoclastos angulosos a subangulosos de basamento metamórfico (micaesquistos, metacuarcitas y metagranitoides), litoclastos subredondeados a redondeados de volcanitas como andesitas, lacitas y traquitas, alteradas hidrotermalmente y en escasas ocasiones frescas. También se observaron litoclastos de brechas de eventos previos. La matriz es clástica, finamente molida y se halla fuertemente argilizada. Cabe destacar que no se ha reconocido macro y/o microscópicamente componentes juveniles, lo que se atribuye a la fuerte alteración hidrotermal que obliteró las características originales de la matriz.

Los depósitos descritos han sido interpretados como parte de una asociación litofacial de origen hidromagmático de acuerdo a la clasificación de Sillitoe (1985). En particular, los depósitos de tipo “*base surge*” que se extienden al pie del cerro Porongo y El Quemado, resultan diagnósticos para plantear una estructura *maar*-diatrema y anillos de toba (Sruoga *et al.*, 1996).

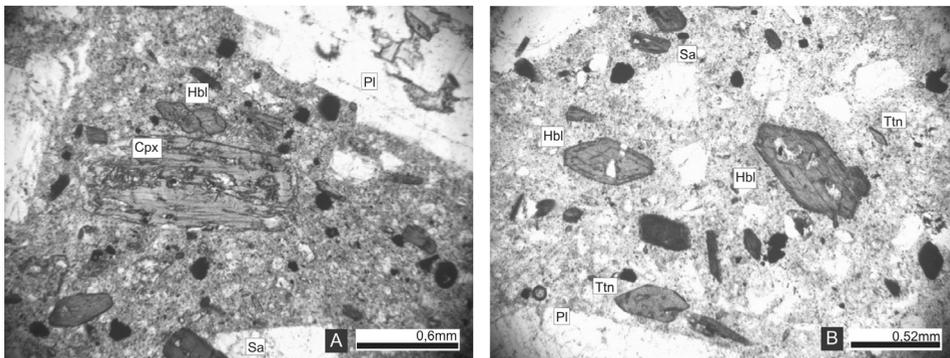


Figura 4. Fotomicrografía de lavas lácticas tomada con aumento 5x, Pl: plagioclasa; Hbl: hornblenda; Cpx: clinopiroxeno; Ttn: titanita y Sa: sanidina.

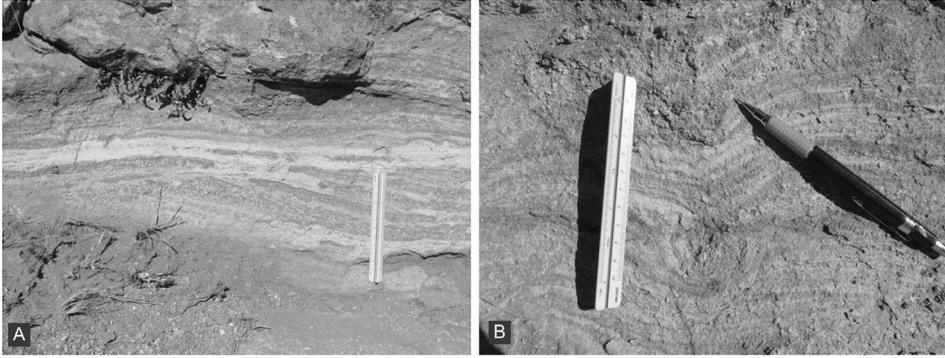


Figura 5. A. Base surges con estructura entrecruzada de bajo ángulo. B. Se observa los impactos de *bomb sag* y la deformación de la laminación.



Figura 6. Brecha freatomagmática/freática (?), masiva, matriz soportada, polimíctica, con líticos angulosos a subredondeados y con pobre selección textural.

Estructura

El análisis estructural llevado a cabo en el área revela que las estructuras previas habrían ejercido un importante control en el emplazamiento de las rocas volcánicas y mineralizaciones asociadas. Dos juegos de fallas principales N y NNE (Japas *et al.*, 2011), paralelas a la foliación del basamento, delimitan este distrito volcánico de forma romboidal (Figura 7). Las fallas ~N indican movimientos de desplazamiento lateral derecho dominante, mientras que aquéllas NNE revelan componentes importantes de desplazamiento vertical (Japas *et al.*, 2011).

La presencia de un suave alabeo ($\sim 30^\circ$) en la traza de la foliación regional de rumbo N-NNE del basamento condicionó el desarrollo de un pandeo de alivio (*releasing bend*) de disposición NNE. De esta manera, y a partir del desplazamiento lateral derecho de estas fracturas de rumbo ~N, se desarrolló una estructura de tipo *pull apart*, la cual favoreció el ascenso y emplazamiento del volcanismo y mineralizaciones asociadas en el distrito La Carolina. En una etapa más tardía, fallas de rumbo ONO y desplazamiento oblicuo (normal-sinistral) segmentaron esta estructura mayor (Figura 1).

Estos resultados concuerdan con aquéllos obtenidos en el vecino distrito de Cañada Honda (Japas *et al.*, 2010) en cuanto confirman la importancia que habrían tenido las estructuras de desplazamiento de rumbo en el control del emplazamiento del volcanismo neógeno en el sector occidental de la Faja Volcánica Terciaria (Japas *et al.*, 2011).

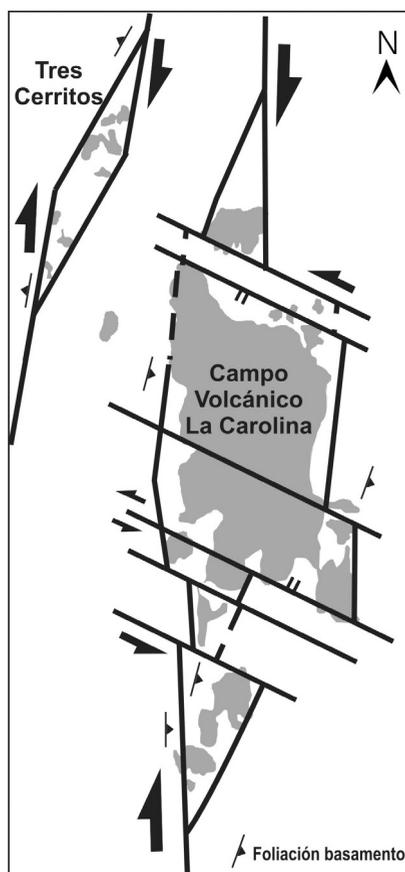


Figura 7. Dibujo esquemático del modelo de *pull-apart*, tomado de Japas *et al.* (2011), propuesto para el dar explicación al emplazamiento del Campo Volcánico La Carolina. El *pull-apart* se habría generado a partir del desplazamiento lateral derecho de fracturas paralelas a la foliación N-NNE del basamento (estructura principal), y habría sido deformado tardíamente por fracturas transversales ONO-NO de desplazamiento oblicuo (directo-senestral) en el sector principal del distrito. Nótese que el área NO de Tres Cerritos preserva la morfología original.

Depósitos epitermales de baja sulfuración ricos en sulfuros de metales base

El distrito aurífero La Carolina posee ocho pequeños sectores mineralizados que de sur a norte son: Cerro Mogote, Puesto La Estancia, La Guillermina, El Camino, Puesto Olgúin, La Ilusión, La Luisa y Cerro El Corte (*Figura 1*). Cada uno de éstos sectores se hallan delimitados por una conspicua alteración hidrotermal. La mineralización no es observable en superficie porque ha sido afectada por procesos de oxidación. Ésta solo puede ser detectada en subsuelo a través del estudio de testigos de perforación. Dichas zonas de alteración hidrotermal ocupan estrechas áreas siendo la mayor de todas ellas la correspondiente al sector Puesto La Estancia con una superficie de 600 por 400 m. Tales manifestaciones minerales muestran una íntima relación espacio-temporal con el volcanismo neógeno y gran parte de ellas, están hospedadas por brechas hidrotermales. Cabe destacar que en este trabajo se ha utilizado la denominación brecha hidrotermal según el sentido asignado por Sillitoe (1985), para describir, en un sentido amplio, productos tanto de procesos hidrotermales-magmáticos como hidromagmáticos.

La mineralización está estrechamente asociada a brechas hidrotermales en Cerro Mogote, La Guillermina, El Camino, Puesto Olgún y La Ilusión. En menor medida, se vinculan a rocas lávicas en Puesto La Estancia y Cerro El Corte. Estas manifestaciones minerales se encuentran localizadas a lo largo o próximas a fracturas que constituyen intersecciones de bordes de diatrema o intersecciones entre fracturas del basamento y bordes de diatrema, área La Luisa. En estos prospectos la mineralización es de baja ley, se encuentra diseminada, en venillas y en *stockworks*.

Las brechas hidrotermales presentan líticos angulares de volcanitas, metamorfitas, litoclastos de brechas preexistentes, como así también, cristaloclastos de sanidina, cuarzo, grafito y granate. La matriz es harina de roca y el cemento es cuarzo hidrotermal más sulfuros. Tanto los líticos como la matriz están afectados en grado variable por alteración arcillosa, clorítica y silícica (Gallard, 2007). Las brechas de Cerro Mogote presentan anomalías del orden de 0,08 ppm Au, 3,04 ppm Ag y 0,008 % Pb y las de La Guillermina de 0,1 ppm Au y 0,01 % Cu (Gallard *et al.*, 2009). Las lavas del área de Puesto La Estancia poseen una pasta vítrea muy desvitrificada, fenocristales de sanidina sericitizada, plagioclasa argilizada y oquedades de anfíboles. Son frecuentes los parches y venillas de calcita esparítica y micrítica. Estas lavas arrojan valores de 0,03 ppm Au, 13,74 ppm Ag, 0,2 % Pb y 0,2 % Zn (Gallard *et al.*, 2009).

Otro tipo de depósito en este distrito está representado por vetas hospedadas por rocas del basamento ígneo-metamórfico. Dichas vetas (La Carolina, La Estancia y La Luisa) están ubicadas en las adyacencias del complejo *maar*-diatrema-domo (Urbina y Sruoga, 2009). La veta La Estancia (Márquez Zavalía y Galliski, 1994) está hospedada por el basamento y presenta una ley media: 6,75 g/t Au, 103 g/t Ag, 0,03 % Cu, 2,23 % Pb y 0,1 % Zn (Gallard *et al.*, 2009). La mineralogía presente en todos los sectores, tanto en los yacimientos diseminados, como en los *stockworks* y vetiformes, consiste fundamentalmente en pirita, pirita arsenical, galena, esfalerita, calcopirita, pirrotina, arsenopirita, tennantita-tetrahedrita, digenita, covellina, bornita, pirargirita, hessita, silvanita, marcasita, melnikovita, pearceíta, argirodita, oro, plata, greigita, boulangerita, jamesonita, electrum. La ganga comprende cuarzo, calcita, calcedonia y en menor proporción adularia.

Cabe destacar que debido a la difícil determinación óptica de varios minerales presentes en brechas hidrotermales del Cerro Mogote y de las lavas del área Puesto La Estancia, se han realizado estudios de microsonda electrónica. Urbina *et al.* (1998), hallaron la presencia de hessita y silvanita, mientras que Gallard *et al.* (2010), determinaron la existencia de argirodita y pearceíta, caracterizando la especie mineral de la serie tennantita-tetraedrita como el término enriquecido en arsénico: tennantita.

La secuencia paragenética fue construida en base a la interpretación de las texturas observadas microscópicamente y se presenta en la *Figura 8*. Se excluyen aquellos minerales cuyas relaciones texturales con el resto no fueron observadas. No obstante, se puede afirmar que hessita y silvanita son posteriores a calcopirita, que melnikovita reemplaza a pirita y que marcasita sucedió a ambas. En tanto, se asume que bornita se formó más o menos contemporáneamente con covellina y digenita, minerales a los que comúnmente se asocia.

En el sector SE del distrito se ha reconocido una brecha hidrotermal que se ha denominado brecha hidrotermal calcedónica (*Figura 9*). Se trata de una brecha polimictica compuesta por líticos angulosos de volcanitas y metamorfitas con bajo grado de selección textural. Está cementada por calcedonia rítmicamente bandeada y calcita que se dispone en drusas y en venillas que cortan a calcedonia. Estudios de DRX realizados sobre los clastos de volcanitas indican la presencia de arcillas interestratificadas (I/S) mientras que los realizados sobre

calcedonia demuestran la existencia de adularia e illita pura. Esta brecha podría corresponder a los niveles silíceos de un sistema de baja sulfuración cuya expresión superficial puede haber sido una descarga de tipo hot spring con emanaciones de sinter silíceo.

La alteración hidrotermal es muy penetrativa y se halla afectando a todas las rocas volcánicas del distrito y acompaña a la mineralización epitermal. Comprende sericita, illita, illita/esmectita interestratificadas, esmectita, silicificación y alteración propilítica.

ESTUDIOS DE INCLUSIONES FLUIDAS. Se efectuaron estudios de inclusiones fluidas preliminares en muestras de testigos de la perforación M-DDH-51 correspondiente al Cerro Mogote (en cuarzo y esfalerita) y sobre la brecha hidrotermal calcedónica (en calcita), que indican fenómenos de ebullición, mezcla con aguas meteóricas e inmiscibilidad de fluidos.

	Estadio Hipogénico			Estadio Supergénico
	I	II	III	IV
Cuarzo	—	— — — — —	—	
Pirita	—		—	
Arsenopirita	(?)		?	
Pirrotina				
Galena		—		
Esfalerita		—	?	
Calcopirita		— —		
Tn - Tt			—	
Digenita			—	
Covellina			—	
Calcita			—	
Anglesita				—
Cerusita				—
Hematita				—
Goethita				—

Figura 8. Cuadro paragenético. Estadio Hipogénico. I: corresponde al primer brechamiento. II: corresponde al episodio principal de brechamiento con la mayor introducción de mineralización. III: probable existencia de otra fracturación. Estadio Supergénico. IV: corresponde a procesos de oxidación secundaria.

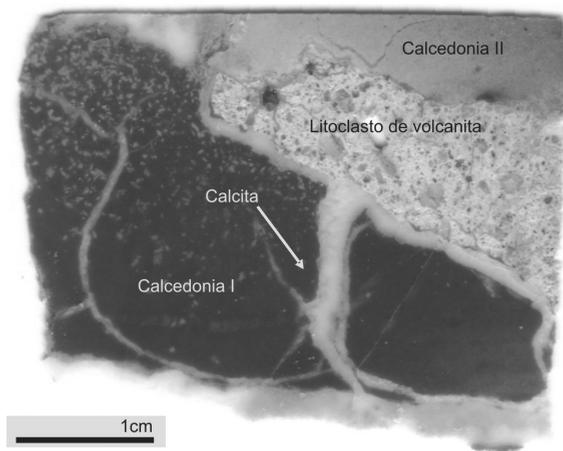


Figura 9. Brecha hidrotermal calcedónica, con dos generaciones de calcedonia y calcita rodeando a un litoclasto de volcanita que se halla argilizado.

Las inclusiones $\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2-\text{N}_2-\text{NaCl}$ (Tipo 2), son inclusiones primarias tardías, halladas en cuarzo hidrotermal. Presentan salinidades intermedias (5-13 % equivalente en peso de NaCl) y dos poblaciones de inclusiones, unas que homogeneizan a líquido y otras a vapor a la misma temperatura, condición esta última, única de la curva de ebullición del agua donde ambas fases pueden coexistir (Figura 10). Esto representa el evento hidrotermal temprano. Las inclusiones Tipo 3, presentes en cuarzo y esfalerita, contienen CO_2-N_2 y trazas de CH_4 . Las Tipo 4, $\text{H}_2\text{O}-\text{NaCl}$, también halladas en cuarzo y esfalerita, presentan bajas salinidades $\sim 3\%$ equivalente en peso de NaCl. Las Th de homogeneización a líquido varían entre 248 y 328°C. Mientras que las inclusiones Tipo 4 (Figura 11) halladas en calcita presentan Th de 130°-136°C y siempre homogeneizan a líquido (Sosa *et al.*, 2009).

En base a la mineralogía, texturas, alteración hidrotermal, temperaturas de formación, química de los fluidos y geoquímica prospectiva, las manifestaciones minerales han sido clasificadas como depósitos epitermales de baja sulfuración ricos en sulfuros de metales base.

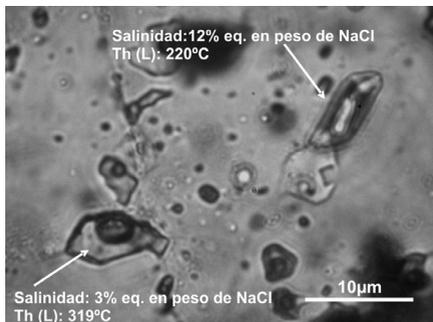


Figura 10. Inclusiones fluidas Tipo 2 " $\text{H}_2\text{O}-\text{NaCl}-\text{CO}_2-\text{N}_2$ " encontradas en cuarzo hidrotermal.

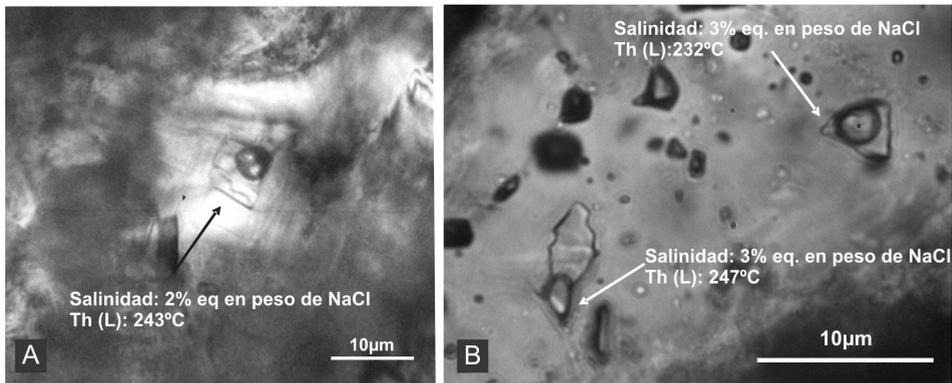


Figura 11. Inclusiones fluidas de baja salinidad " $\text{H}_2\text{O}-\text{NaCl}$ ", Tipo 4. A. Medidas en cuarzo hidrotermal. B. Medidas en calcita proveniente de la brecha hidrotermal calcedónica.

Conclusiones

El volcanismo neógeno representado en el distrito aurífero La Carolina está caracterizado por magmas mesosilícicos correspondientes a las series calcoalcalinas normal, de alto potasio y shoshonítica. El conjunto de sus asociaciones litofaciales representa un complejo volcánico tipo *maar*-diatrema-domo.

La foliación de las rocas correspondientes al Complejo Metamórfico Pringles (Precámbrico tardío-Cámbrico) ejercieron un fuerte control en el emplazamiento de las rocas volcánicas y mineralizaciones asociadas. El análisis estructural permitió reconocer la existencia de una estructura principal de tipo *pull apart*, la cual se generó a partir del desplazamiento lateral derecho de fracturas paralelas a la foliación de rumbo ~N del basamento.

Las manifestaciones minerales presentes en el distrito aurífero La Carolina poseen una estrecha relación genética con el volcanismo neógeno. Sobre la base de estudios detallados de mineralogía, texturas y paragénesis de las asociaciones minerales de mena y ganga e inclusiones fluidas, estos depósitos se han clasificado como epitermales de baja sulfuración ricos en sulfuros de metales base.

Agradecimientos

Las autoras agradecen a la UNSL por el apoyo económico a la investigación a través del Proyecto de Ciencia y Técnica 348903 y al PICTO 2008-00012. Al Comité Editorial de la revista y al Dr. Raúl Fernández por las correcciones y sugerencias que ayudaron a mejorar el presente trabajo.

Bibliografía

- Cas, R.A.F. y Wright, J.V. 1987. Volcanic successions, modern and ancient. *Chapman & Hall*, 526 pp.
- Gallard, C. 2007. [Geología y metalogénesis del sector sureste del distrito aurífero La Carolina, provincia de San Luis. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de San Luis, 110 pp. y anexos, Inédito].
- Gallard, M.C., Urbina, N.E. y Sruoga, P. 2009. Geología y metalogénesis del sector sureste del distrito aurífero La Carolina, provincia de San Luis, Argentina. *IX Congreso de Geología Económica*, Catamarca, Actas: 99-102.
- Gallard, M.C., Roquet, M.B. y Urbina N.E. 2010. Presencia de argirodita y pearceíta, en la perforación M-DDH-51, Cerro Mogote, distrito aurífero La Carolina, provincia de San Luis, Argentina. *10º Congreso de Mineralogía y Metalogénia*, Río Cuarto, Córdoba, Actas: 79-84.
- Ibañez, O., Sruoga, P. y Urbina, N.E. 2011. Volcanismo mioplioceno y mineralización asociada en el sector noreste del distrito La Carolina, San Luis, Argentina. *XVIII Congreso Geológico Argentino*, Neuquén, Actas en CD-ROM, S16.
- Japas, M.S., Urbina, N.E. y Sruoga P. 2010. Control estructural en el emplazamiento del volcanismo y mineralizaciones neógenas, distrito Cañada Honda, San Luis. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 67: 494-506.
- Japas, M.S., Urbina, N.E., Sruoga, P. y Gallard, M.C. 2011. Pull apart La Carolina, Faja Volcánica Terciaria, San Luis. *XVIII Congreso Geológico Argentino*, Neuquén, Actas en CD-ROM, S12.
- Márquez Zavalía, M.F. y Galliski, M.A. 1994. Mineralogía y paragénesis de "La Estancia", un depósito epitermal de la Sierra de San Luis. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 49: 39-47.
- Ortiz Suárez, A. 1999. [Geología y petrología del área San Francisco del Monte de Oro, San Luis. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de San Luis, 259 pp. Inédito].
- Sillitoe, R. H. 1985. Ore-Related Breccias in Volcanoplutonic Arcs. *Economic Geology*, 80: 1467-1514.
- Sims, J., Stuart-Smith, P. y Skirrow, R. 1997. Informe geológico y metalogenético de las sierras de San Luis y Comenchingones. Provincias de San Luis y Córdoba. *Anales del Instituto de Geología y Recursos Minerales del SEGEMAR*, 28, 148 pp.
- Sosa G., Van den Kerkhof, A.M., Urbina, N., Gallard, C. 2009. Fluid inclusions and cathodoluminescence of hydrothermal breccias from the La Carolina volcanic field, San Luis, Argentina: Implications for the genesis of ore mineralization in epithermal systems. *International Lateinamerika-Kolloquium*, Göttingen, Germany, Abstracts: 270-273.
- Sruoga, P., Urbina, N. y Malvicini, L. 1996. El volcanismo Terciario y los depósitos hidrotermales (Au, Cu) asociados en La Carolina y Diente Verde, San Luis, Argentina. *XIII Congreso Geológico Argentino*, Buenos Aires, Actas 3: 89-100.
- Urbina, N.E., Sruoga, P. y Malvicini, L. 1997. Late Tertiary gold-bearing volcanic belt in the Sierras Pampeanas of San Luis, Argentina. *International Geology Review*, 39: 287-306.

- Urbina, N.E., Guerstein, P.G y Malvicini, L. 1998. Hallazgo de teluluros de Ag y Au-Ag en el yacimiento diseminado La Carolina, provincia de San Luis, Argentina. *III Congreso de Mineralogía y Metalogenia*, Bahía Blanca, Argentina, Actas: 275-279.
- Urbina, N.E. y Sruoga P. 2009. La Faja Metalogénica San Luis (FMSL), Sierras Pampeanas, Argentina: Mineralización y geocronología en el contexto metalogénico regional. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 64: 635-645.

Recibido: 21 de octubre de 2011
Aceptado: 13 de diciembre de 2011