

La Actividad Hidrotermal Vinculada al Volcanismo Terciario de San Luis, Argentina

Nilda Esther URBINA¹

Abstract: *THE HYDROTHERMAL ACTIVITY RELATED TO TERTIARY VOLCANISM OF SAN LUIS, ARGENTINA.* was already postulated by Bodenbender (1899). He considered the "Onyx" deposits close to La Toma city, as a product of hot waters flowing during the andesitic eruptions (probably of Tertiary age) controlled by old fractures reactivated in modern times. After 105 years of those advanced observations, many progress have been made in the understanding of the genesis of onyx as well as of other metalliferous deposits in the Tertiary volcanic belt. Mineralizations such as sulphide-rich base metals, gold-silver epithermal deposits, carbonate-base metal veins, a gold-rich porphyry copper, and carbonate epithermal veins outcrop from W to E in the belt hosted by volcanic rocks, stocks which intruded them, and basement rocks. Volcanism began at 9.5 Ma and ended at 1.9 Ma taking place immediately prior to, and during the final stages of the slab flattening from 27° to 33°S. Volcanics and related deposits were emplaced 700 km east from the trench over a W-E distance of 80 km in a period of 7.6 Ma suggesting a swift eastward shift of the volcanic front. Two major magmatic and mineralization events are distinguished: 9.5 to 6.3 Ma in the west and 6.4 to 1.9 Ma in the east. Metal deposits in the west and carbonate deposits in the east reflect an eastward-decreasing depth of erosion as well as of mineralization age.

Finally, recent knowledge confirms the Bodenbender's observations for all deposits, that is to say, a genesis from hot waters or from hydrothermal solutions.

Resumen: *LA ACTIVIDAD HIDROTHERMAL VINCULADA AL VOLCANISMO Terciario DE SAN LUIS, ARGENTINA.* La actividad hidrotermal vinculada al volcanismo terciario de la Sierra de San Luis fue visionariamente postulada por Bodenbender (1899) al considerar los depósitos de "Onyx" cercanos a la localidad de La Toma, como producto de aguas calientes emanadas de erupciones andesíticas ("tal vez de edad terciaria") controladas en su emplazamiento por viejas fracturas reactivadas en tiempos modernos. Transcurridos 105 años de aquellas agudas observaciones mucho se ha avanzado en el conocimiento no sólo de la génesis de los depósitos de ónix calcáreos, sino también de otros depósitos metalíferos presentes en la faja volcánica terciaria de San Luis, comprobando para todos ellos la formación a partir de aguas calientes, esto es, de soluciones hidrotermales. Diversas manifestaciones de Au, Cu, Pb, Zn, Ag, se formaron asociadas a y como procesos póstumos de, distintos pulsos magmáticos que en el lapso de 7.6 Ma se desplazaron rápidamente a lo largo de 80 km desde La Carolina en el oeste, hasta el extremo oriental en la Sierra del Morro. Las mineralizaciones corresponden a distintos estilos de depósitos que muestran estrechas relaciones espacio-temporales con las rocas volcánicas y subvolcánicas terciarias. Al mismo tiempo y acorde con el nivel de erosión que las expone, exhiben en algunos casos, características distribuciones zonales respecto de las fuentes magmáticas confirmando de esa manera su origen hidrotermal. En este trabajo, a la luz de nueva información y sobre la base de aquellas ideas precursoras de Bodenbender (1899) se pretende presentar una mirada renovada de las mineralizaciones mencionadas.

Key words: Tertiary gold. Hydrothermal deposits. Ore. Metallogeny. Geochronology. San Luis.

Palabras clave: Hidrotermalismo. Terciario. Oro. Depósitos metalíferos. Metalogenia.

¹ Dirección Postal: Casilla de Correo 216. (5700) San Luis, Argentina.

Dirección Laboral: Universidad Nacional de San Luis, Ejército de los Andes 950, San Luis, Argentina

E-mail: urbina@unsl.edu.ar

Introducción

La actividad hidrotermal relacionada al volcanismo terciario de San Luis fue visionariamente postulada por Bodenbender (1899) quien adelantándose a la moderna concepción de que una solución hidrotermal es simplemente “un agua caliente” que puede tener diversos orígenes (Skinner 1979), relacionó los depósitos de “Onyx” cercanos a la ciudad de la Toma con aguas calientes derivadas de las erupciones andesíticas de probable edad terciaria. Sus observaciones fueron aún más allá al considerar que los emplazamientos de dichas rocas volcánicas estaban controlados por viejas estructuras reactivadas en tiempos modernos. Más de un siglo después de aquellas agudas observaciones de Bodenbender (1899), se comprueba no sólo para los depósitos de ónix calcáreo, sino para una variedad de depósitos de metales preciosos y metales base vinculados a las rocas volcánicas terciarias, una génesis hidrotermal, esto es, causada por la acción de “aguas calientes”, en este caso, de origen juvenil o magmático predominante. Además, se confirma que el emplazamiento de las mineralizaciones aportadas por dichas soluciones, estuvo controlado por “viejas estructuras” reactivadas durante la orogenia andina.

En el presente trabajo, a la luz de nueva información y sobre la base de aquellas ideas precursoras de Bodenbender (1899), se presenta una revisión de las características más sobresalientes de los depósitos hidrotermales aludidos así como la secuencia de los procesos magmáticos y de mineralización asociados a lo largo de la Faja Metalogenética Terciaria de San Luis. Estos estudios vienen siendo realizados en el marco del Proyecto 348903 perteneciente al Programa de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de San Luis.

Marco Geológico

La faja metalogenética terciaria está localizada entre los 32° 45' y 33° 14' de latitud Sur y los 65° 24' y 66° 05' de longitud Oeste en las Sierras Pampeanas de San Luis (Figura 1A). En general, la faja contiene varios depósitos y zonas de alteración hidrotermal hospedados por rocas volcánicas, stocks de alto nivel que intruyen a las mismas rocas volcánicas y también, aunque en menor medida, por rocas del basamento ígneo-metamórfico de edad Precámbrica-Paleozoica.

Los depósitos minerales y las rocas volcánicas a las cuales se asocian en la faja, fueron generados en la parte interna de un ambiente de arco como consecuencia de la horizontalización de la placa subductada entre los 27° y 33° de latitud Sur (Figura 1A). Tanto depósitos como rocas volcánicas se encuentran asociados en una faja magmática cuya orientación ONO-ESE marca una llamativa disposición subperpendicular al arco magmático (Figura 1B). Las edades del volcanismo y mineralizaciones vinculadas indican para toda la faja una edad Miocena superior a Pliocena superior (Ramos et al. 1991; Urbina et al., 1995; Sruoga et al., 1996; Urbina y Oggier 2001). Las rocas volcánicas hospedadas por el basamento ígneo-metamórfico Precámbrico a Paleozoico y que pertenecen al denominado Complejo Volcánico Andesítico-Traquítico (Llambías y Brogioni 1981), están constituidas por lavas y volcanoclastitas que afloran saltuariamente a lo largo de 80 Km desde La Carolina en el oeste hasta la Sierra de El Morro en el este (Figuras 1B y C). Las facies lávicas comprenden andesitas, dacitas, lacitas y traquitas que fueron emplazadas como domos, flujos, edificios volcánicos y diques, a las cuales se asocian rocas piroclásticas en áreas como La Carolina, Cañada Honda, Cerros del Rosario y El Morro. Oleadas piroclásticas basales (base surge) y brechas freatomagmáticas se relacionan a una estructura volcánica tipo maar-diatrema en el campo volcánico de La Carolina, mientras que las volcanoclastitas están vinculadas a la construcción de un edificio volcánico en Cañada Honda y a la formación de calderas en Cerro Tiporco y Sierra del Morro (Urbina et al., 1997). Composicionalmente, los magmas son mesosilícicos ($\text{SiO}_2 = 59$ a 68%) y pertenecen a los tipos calcoalcalino normal a alto K y shoshonítico

(Brogioni 1987; Urbina *et al.*, 1997). Es notable el enriquecimiento en K que acompaña tanto local como regionalmente el rejuvenecimiento de las rocas. Rasgos geoquímicos característicos son el agotamiento en Ta y Ti, alto contenido de LILE, relaciones Ba/Ta y La/Ta superiores a 20 y 25 respectivamente, lo que indica una signatura de arco para los magmas, y relaciones La/Yb entre 10 y 25 que señalan una fuente libre de granate (Urbina *et al.*, 1997).

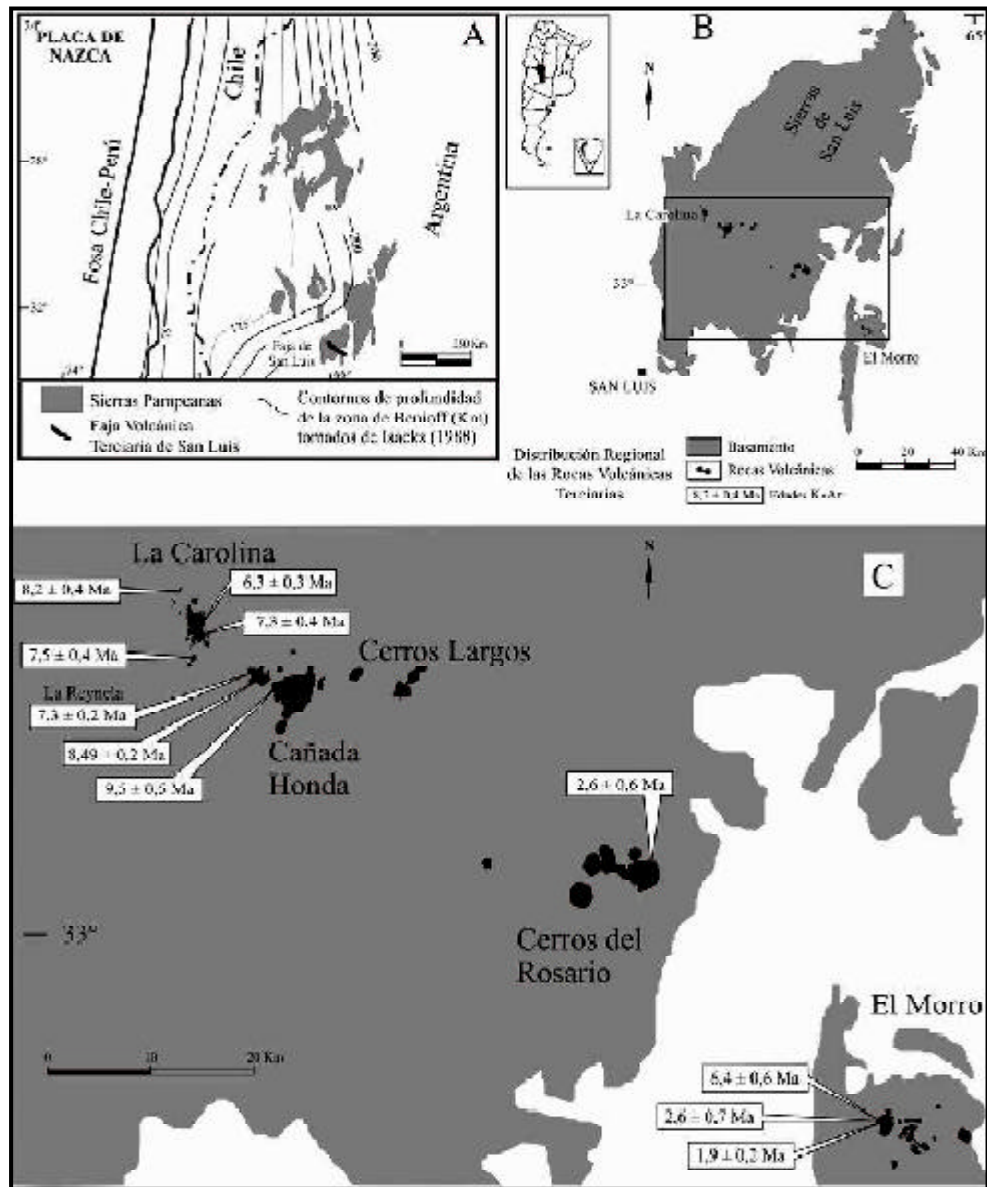


Fig. 1. A) Localización de la Faja Metalogenética Terciaria de San Luis en la región de la flat slab de los Andes Centrales. B y C) Mapa simplificado de la Sierra de San Luis mostrando la distribución regional y las edades de las rocas volcánicas y mineralizaciones Terciarias.

Mineralización

En estrecha relación espacio-temporal con este complejo volcánico, existen en la Sierra de San Luis numerosas mineralizaciones que representan una variedad de tipos de depósitos. Las características de estilo, texturales, mineralógicas, geoquímicas y genéticas de las principales mineralizaciones presentes en la faja fueron descritas por Urbina *et al.* (1997, 1998, 2001) y se presentan resumidas en las Tablas 1 y 2.

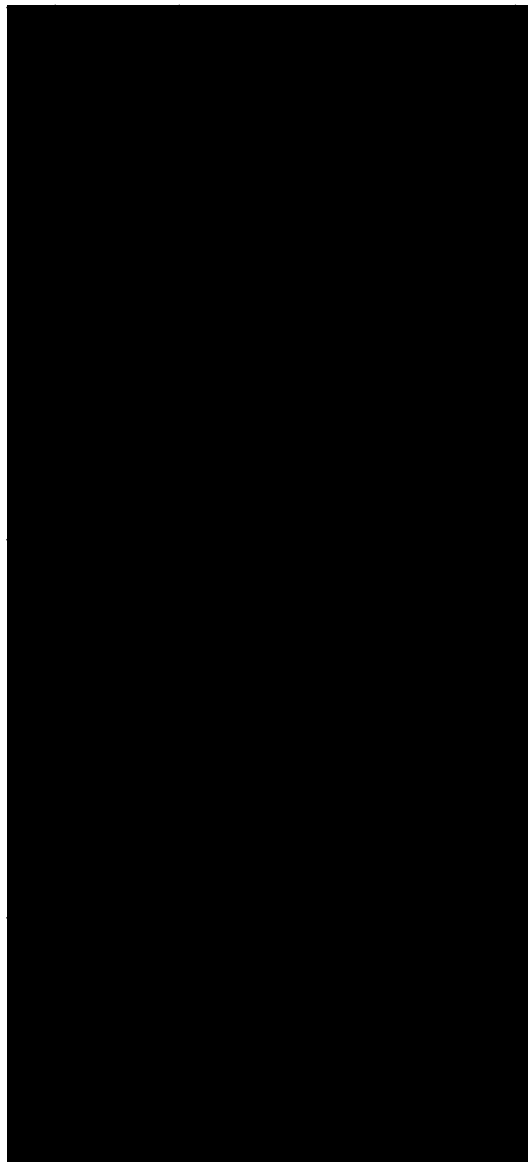


Tabla 1. Características de los principales depósitos del distrito La Carolina.
Nota: Basado en (1) Bassi (1992) y obs. pers.; (2) Marquez Zavalía y Galliski (1994) y obs. pers.; (3) Urbina *et al.* (1995), Sruoga *et al.* (1996), Urbina *et al.* (1997, 1998, 2001).

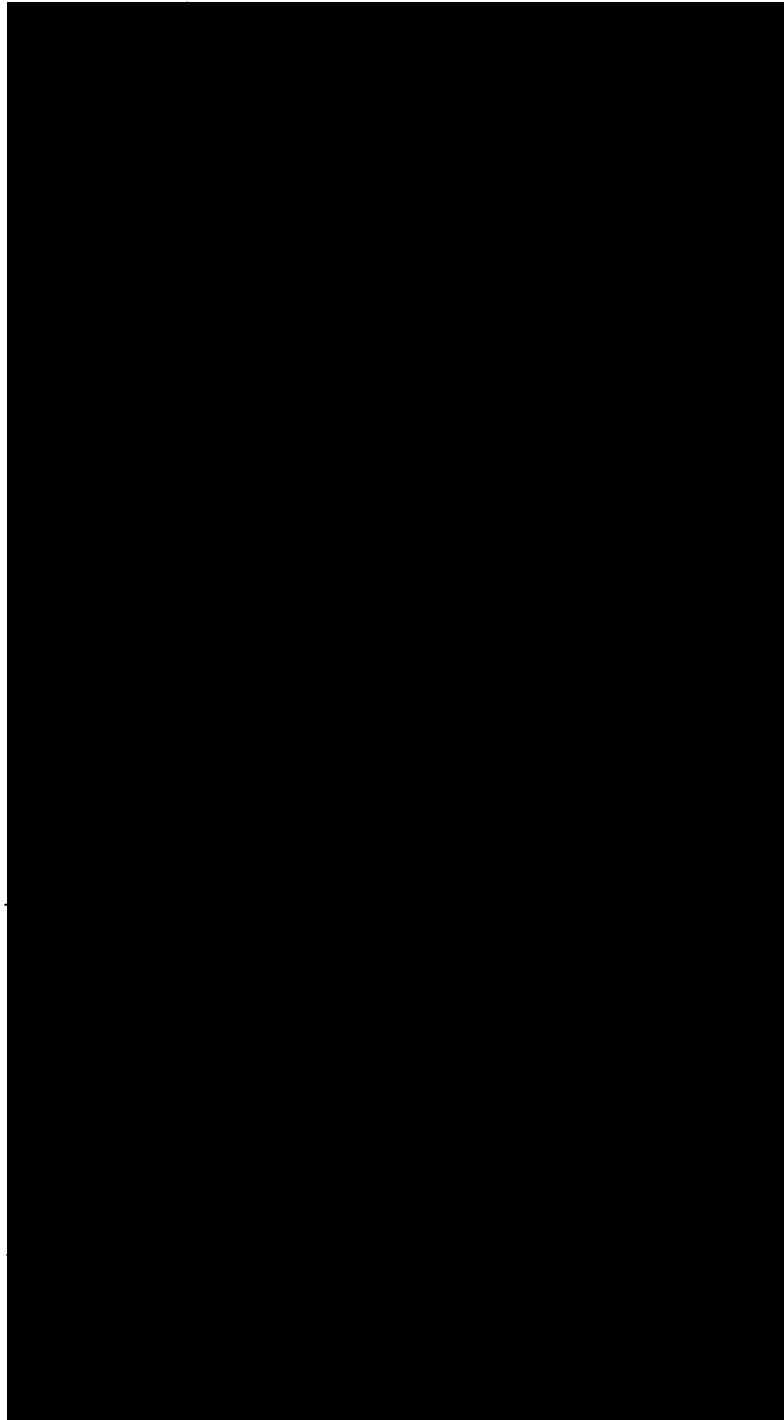


Tabla 2. Características de los principales depósitos del distrito Cañada Honda

Nota: Basado en (4) Bassi (1992), Malvicini y Urbina (1994); (5) y (6) Oggier et al. (2000), Oggier y Urbina (2001), Urbina y Oggier (2001); (7) Urbina et al. (1995), Sruoga et al. (1996), Urbina et.al. (1997, 2001).

Desde un punto de vista metalogénico pueden reconocerse cuatro distritos diferentes en la faja: La Carolina, Cañada Honda, Cerros del Rosario y Sierra del Morro (Fig. 1C). De ellos, sólo los dos primeros, ubicados en el sector occidental de la faja, tienen depósitos metalíferos. En los otros dos distritos localizados en la mitad oriental de la faja, únicamente se conocen depósitos carbonáticos y extensas zonas de alteración hidrotermal.

En el distrito La Carolina (Tabla 1), las manifestaciones más importantes están relacionadas a un complejo domo-diatrema y son depósitos epitermales de baja sulfuración de Au y Ag, ricos en sulfuros de metales base, hospedados por rocas volcánicas (Urbina *et al.*, 1997, 2001). Así, dentro del mismo campo volcánico de La Carolina, se encuentran ocho zonas mineralizadas: Cerro Mogote, La Estancia, La Guillermina, El Camino, Puesto Olgúin, La Ilusión, La Luisa y Cerro El Corte, que están ubicadas preferentemente a lo largo o cerca de las fallas que constituyen las intersecciones de los bordes de diatrema o de fracturas del basamento con bordes de diatrema. El estilo de los depósitos en general responde a una compleja combinación de stockworks, zonas diseminadas, brechas hidrotermales y venillas.

También en el distrito La Carolina existen depósitos en vetas de Au-Ag, ricos en sulfuros de metales base, que pertenecen a la clase epitermal de baja sulfuración. Las vetas de la vieja mina La Carolina, junto con La Estancia (Márquez Zavalía y Galliski 1994) y La Luisa, ubicadas todas en las adyacencias inmediatas del campo volcánico La Carolina, son rellenos de espacios abiertos hospedados por fracturas preexistentes en el basamento y reactivadas durante la orogenia andina.

Por su parte, Cañada Honda (Tabla 2) es un distrito de tipo intrusión central con el pórfido Diente Verde ubicado debajo y en la parte central de un edificio volcánico y varias mineralizaciones distribuidas periféricamente en un radio de aproximadamente 2 Km.

El depósito Diente Verde es un pórfido cuprífero rico en oro alojado en una intrusión porfírica subvolcánica. En la parte central erodada del edificio volcánico, se encuentra un stockwork multidireccional expresado en conjuntos subparalelos de venillas de orientación ONO-ESE, NE-SO y NO-SE que evidencian un control estructural en el emplazamiento. Mineralización y alteración hidrotermal responden a un mismo patrón de distribución concéntrica zonal alrededor de las porciones centrales. Las características en detalle de este depósito han sido descritas por Urbina *et al.* (1995, 1997, 2001) y aparecen resumidas en la Tabla 2.

Dispuestas periféricamente al Diente Verde y respondiendo a un modelo de distribución zonal, aparecen los depósitos La Rica (Malvicini y Urbina 1994), La Reynela (Oggier *et al.*, 2000), La Rubia-Los Quirquinchos (Oggier y Urbina 2001) y La Carpa. Todas ellas son mineralizaciones vetiformes de tipo epitermal de baja sulfuración de metales preciosos, ricos en sulfuros de metales base, que están hospedadas tanto por rocas del basamento ígneo-metamórfico como por rocas volcánicas coetáneas.

Finalmente, en el distrito Cerros del Rosario sólo se encuentran manifestaciones vetiformes de ónice calcáreo (calcita) en la cantera Santa Isabel. Los depósitos, hospedados por rocas del basamento, han sido considerados como epitermales de baja sulfuración asociados al emplazamiento de domos volcánicos andesíticos de alta viscosidad (Lacreu 2000).

Secuencia de los eventos magmáticos e hidrotermales asociados

Los datos obtenidos hasta el momento por datación K-Ar de las rocas volcánicas y mineralización, indican en general una edad Miocena superior a Pliocena superior para la faja volcánica Terciaria de San Luis. La Figura 1 c muestra la ubicación geográfica de dichas edades absolutas mientras que en la Tabla 3 se especifican localidades y tipo de material datado.

Nº de muestra y localización	Descripción de la muestra	Material datado	Edad K-Ar	Referencias
C 41, Tres Cerritos, distrito Tres Cerritos-La Carolina	Andesita de domo	Roca total	$8,2 \pm 0,4$ Ma	Sruoga et al. (1996)
C 3, Cerro Tomolasta, distrito La Carolina	Lacita de domo	Sanidina	$7,5 \pm 0,4$ Ma	Urbina et al. (1995)
C 4, Cerro Pan de Azúcar, distrito La Carolina	Lacita alterada de domo	Roca total	$7,3 \pm 0,4$ Ma	Urbina et al. (1995)
C 46, dique traquítico, distrito La Carolina	Traquita de dique	Sanidina	$6,3 \pm 0,3$ Ma	Sruoga et al. (1996)
DV5, Cerro Diente Verde, distrito Cañada Honda	Andesita de pared edificio volcánico	Roca total	$9,5 \pm 0,5$ Ma	Urbina et al. (1995)
CVM7, Cerro del Valle, distrito Cañada Honda	Andesita de domo	Roca total	$8,49 \pm 0,2$ Ma	Urbina and Oggier (2001)
LR 1-4 III, depósito La Reynela, distrito Cañada Honda	Alteración hidrotermal	Illita	$7,3 \pm 0,2$ Ma	Urbina and Oggier (2001)
7124 H706/88, distrito Cerros del Rosario	Dacita	Roca total	$2,6 \pm 0,6$ Ma	Ramos et al. (1991)
7121 H704/88, distrito Sierra del Morro	Andesita pre-caldera	Roca total	$6,4 \pm 0,6$ Ma	Ramos et al. (1991)
7122 P574/88, distrito Sierra del Morro	Andesita intracaldera	Roca total	$2,6 \pm 0,7$ Ma	Ramos et al. (1991)
7123 P596/88, distrito Sierra del Morro	Dique traquiandesítico	Roca total	$1,9 \pm 0,2$ Ma	Ramos et al. (1991)

Tabla 3. Dataciones K-Ar de la Faja Metalogenética Terciaria de San Luis

Una muestra procedente de un domo andesítico en Tres Cerritos, ubicado aproximadamente a 2 Km al NNO del campo volcánico de La Carolina, fue datada en $8,2 \pm 0,4$ Ma. En el distrito La Carolina se obtuvieron dos edades similares, una de $7,5 \pm 0,4$ Ma para sanidina de una lacita fresca del domo Tomolasta y otra de $7,3 \pm 0,4$ Ma correspondiente a una lacita alterada hidrotermalmente del domo Pan de Azúcar. Una edad distintivamente más joven de $6,3 \pm 0,3$ Ma fue provista por sanidina proveniente de un dique traquítico póstumo que con orientación NNE corta parte del cortejo de rocas del campo volcánico de La Carolina.

Más hacia el este, en el distrito Cañada Honda, la andesita fresca de las paredes del edificio volcánico de Diente Verde proporcionó una edad de $9,5 \pm 0,5$ Ma mientras que una andesita procedente del domo Cerro del Valle se dató en $8,49 \pm 0,2$ Ma. Una edad aun más joven de $7,3 \pm 0,2$

Ma fue obtenida para illita de la alteración hidrotermal correspondiente a la veta epitermal La Reynela que se encuentra a 1 Km al NO de Diente Verde y se halla cortando a las andesitas del Cerro del Valle.

Para el distrito Cerros del Rosario, más hacia el este en la faja, Ramos *et al.* (1991) obtuvieron una edad de $2,6 \pm 0,6$ Ma para una dacita biotítica. Y finalmente, para el distrito Sierra del Morro en el extremo oriental de la faja, los mismos autores reportaron una edad de $6,4 \pm 0,6$ Ma para una andesita pre-caldera, $2,6 \pm 0,7$ Ma para una andesita procedente del techo de una secuencia intracaldera y $1,9 \pm 0,2$ Ma para diques traquiandesíticos póstumos.

Discusión y Conclusiones

Las dataciones mencionadas anteriormente muestran que la actividad volcánica en San Luis comenzó a los 9,5 Ma y finalizó a los 1,9 Ma. Esto es, el volcanismo y formación de depósitos asociados, se produjo inmediatamente antes de, y durante, los estadios finales de horizontalización de la placa subductada entre los 27° y 33° de latitud S. Las rocas volcánicas y las mineralizaciones asociadas fueron generadas a 700 Km al este de la trinchera chilena durante un período de 7,6 Ma y sobre una distancia oeste-este de 80 Km indicando con ello un desplazamiento rápido hacia el este del frente volcánico.

Si bien las edades de las rocas se hacen progresivamente más jóvenes de oeste a este, las edades obtenidas para el distrito Cañada Honda demuestran que éste es el campo volcánico más viejo dentro de la faja. En dicho distrito, el depósito epitermal La Reynela con 7,3 Ma posdata el principal episodio volcánico en Cañada Honda que tuvo lugar entre los 9,5 y 8,49 Ma y claramente predata las erupciones volcánicas de El Morro producidas más al este. Por consiguiente y teniendo en cuenta que el pórfido cuprífero rico en oro Diente Verde seguramente es de formación posterior al edificio volcánico suprayacente y que la actividad hidrotermal suele ocurrir aproximadamente 0,5 Ma después de iniciado el volcanismo en cada centro volcánico (Hedenquist *et al.* 1996), el tiempo de vida del sistema hidrotermal de Cañada Honda puede estimarse en menos de 2 Ma y, con los datos disponibles al momento, acotarse en un rango de entre 1,2 y 1,5 Ma. Un lapso de tiempo lo suficientemente extenso como para ser un sistema fértil en la generación de depósitos hidrotermales.

Al mismo tiempo, el depósito La Reynela se formó al menos parcialmente superpuesto con la actividad volcánica del distrito La Carolina, particularmente, la edad de La Reynela es la misma que la de la lacita del domo Pan de Azúcar que probablemente fue reseteada por la alteración hidrotermal que la afecta.

En el distrito La Carolina las edades de rocas volcánicas frescas y alteradas varían entre 7,5 y 7,3 Ma respectivamente, indicando que alteración hidrotermal y actividad volcánica estuvieron muy relacionadas temporalmente y que el sistema hidrotermal probablemente tuvo una vida restringida en dicha área. Por otro lado, el emplazamiento póstumo de un dique traquítico en La Carolina a los 6,3 Ma es simultáneo con la andesita pre-caldera de la Sierra del Morro y por lo tanto, predata en forma terminante la mayor actividad volcánica que se desarrolla en el extremo oriental de la faja y que fue interpretada por Ramos *et al.* (1991) como el estadio final de un volcanismo que se extingue entre los 6,4 y los 1,9 Ma. Por consiguiente, la actividad volcánica en La Carolina cesó cuando comenzaron las erupciones en el distrito Sierra del Morro.

Todas las evidencias mencionadas sugieren la existencia de al menos dos diferentes pulsos magmáticos y períodos de mineralización asociados, acompañando la migración del frente volcánico hacia el este: uno de 9,5 a 6,3 Ma en la parte occidental y otro de 6,4 a 1,9 Ma en el sector oriental de la faja. Los procesos hidrotermales que generaron los depósitos minerales seguramente fueron consecuencia de fluidos que evolucionaron tardíamente durante las etapas finales de enfriamiento del sistema magmático en cada uno de los centros volcánicos.

A lo largo de la faja se observan tipos contrastantes de depósitos con manifestaciones metalíferas únicamente presentes en la mitad occidental de la faja, mientras que el sector oriental de la misma, solamente exhibe depósitos carbonáticos y localmente, extensas zonas de alteración hidrotermal. Los depósitos de calcita de los Cerros del Rosario corresponderían a los niveles más superficiales de sistemas epitermales y por lo tanto, el cambio de mineralización a lo largo de la faja con concentraciones metalíferas en la parte occidental, estaría reflejando una disminución del nivel de erosión hacia el este al mismo tiempo que disminuyen las edades de las rocas.

Finalmente, la ubicación de la Faja Metalogenética Terciaria, tan lejos de la trinchera chilena, es similar a la del distrito Farallón Negro donde, entre otros depósitos, se encuentra el pórfido cuprífero rico en oro Bajo de la Alumbra. Ambos se encuentran justo en la transición hacia el sur y hacia el norte del segmento de subducción horizontal (33° y 27° de lat S), precisamente, donde el ángulo de subducción cambia para hacerse más pronunciado. De manera que la Faja Metalogenética Terciaria de San Luis al igual que el distrito Farallón Negro, no sólo estarían reflejando el extraordinario ensanchamiento del arco magmático en la zona de subducción horizontal, sino que su particular actitud, especialmente la faja de San Luis con 80 km de extensión ONO-ESE, evidenciaría la existencia de zonas de debilidad estructural a lo largo de esas latitudes que permitieron el ascenso de los magmas y controlaron el emplazamiento de las mineralizaciones.

La Faja Metalogenética de San Luis por lo tanto, constituye un tren magmático transversal al arco que, en sí mismo, determina un lineamiento ubicado justo en la transición sur del segmento de subducción horizontal donde el ángulo de subducción cambia.

Agradecimientos: Este trabajo es parte del Proyecto de Investigación 348903 financiado por el sistema de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de San Luis. Se agradece la asistencia prestada por el Sr. Jorge Lasko en la realización de las figuras y las oportunas correcciones sugeridas por el árbitro Dr. Julio C. Avila.

Referencias

- Bassi, H.G. 1992. The Sierra Alta de San Luis: A case of regradational control of gold mineralization. *Basement tectonics*, 9: 211-222.
- Bodenbender, G. 1899. Comunicaciones Mineras y Mineralógicas II. Boletín de la Academia Nacional de Ciencias, 16: 206-223.
- Brogioni, N. 1987. Petrología del vulcanismo Mio-Plioceno de la Provincia de San Luis. *Revista Museo de La Plata, Sección Geología* 10, 83: 71-100.
- Hedenquist, J.W., Izawa, E., Arribas, A. and White, N.C. 1996. Epithermal gold deposits: Styles, characteristics, and exploration. *Resource Geology Special Publication Number 1*. Society of Resource Geology, Japan, 16 pp.
- Isacks, B.L. 1988. Uplift of the central Andean plateau and bending of the Bolivian Orocline. *Journal of Geophysical Research*, 93: 3211-3231.
- Malvicini, L. y Urbina, N.E. 1994. Mina La Rica, un depósito epitermal de tipo sericita-adularia asociado a rocas volcánicas terciarias de la Sierra de San Luis, Argentina. 7° Congreso Geológico Chileno. Concepción. Chile. *Actas* 2: 853-854.
- Márquez Zavalía, M.F. y Galliski, M. 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.
- Lacru, H.L. 2000. Modelo genético del yacimiento de ónice calcáreo Santa Isabel, Provincia de San Luis, Argentina. IX Congreso Geológico Chileno, Puerto Varas, Chile, *Actas*: 250-254.
- Lambias, E.J. y Brogioni, N. 1981. Magmatismo mesozoico y cenozoico. *Relatorio VIII Congreso Geológico Argentino, San Luis*: 101-115.
- Oggier, F.P. y Urbina, N.E. 2001. El depósito epitermal La Rubia-Los Quirquinchos, San Luis. 7° Congreso Argentino de Geología Económica. Salta. *Actas* 1: 189-194.
- Oggier, F.P., Urbina, N.E. y Guerstein, P.G. 2000. La Reynela: un depósito epitermal rico en sulfuros de metales base. San Luis, Argentina. 9° Congreso Geológico Chileno. Puerto Varas, Chile, *Actas* 1: 316-320.
- Ramos, V., Munizaga, F. y Kay, S.M. 1991. El magmatismo Cenozoico a los 33° S de Latitud: Geocronología y Relaciones Tectónicas. 6° Congreso Geológico Chileno, Viña del Mar, Chile, *Actas*: 892-896.

- Skinner, B.J. 1979. The Many Origins of Hydrothermal Mineral Deposits. En: H. L. Barnes, (Ed.), *Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits*, John Wiley & Sons Publication, New York: 1-21.
- Sruoga, P., Urbina, N.E. 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. 1995. El volcanismo Mioceno y la mineralización aurífera asociada en La Carolina y Diente Verde, provincia de San Luis, Argentina. IX Congreso Latinoamericano de Geología, Caracas, Venezuela (CD-ROM) TE M5-252: 1-13.
- Urbina, N.E., Sruoga, P. and Malvicini, L. 1997. Late Tertiary Gold-Bearing Volcanic Belt in the Sierras Pampeanas of San Luis, Argentina. *International Geology Review*, 39, 4: 287-306.
- Urbina, N.E., Guerstein, P. y Malvicini, L. 1998. Hallazgo de telururos de Ag y Au-Ag en el yacimiento diseminado La Carolina, Provincia de San Luis, Argentina. 4º Reunión de Mineralogía y Metalogenia. Bahía Blanca. Actas: 275-279.
- Urbina, N.E., Lacreu, H.L., Sosa, G.M., Ramos, G.A., Ulacco, H.J. y Oggier, F.P. 2001. Metalogenia de la Sierra de San Luis. Parte II: Mioceno Superior a Plioceno. VII Congreso Argentino de Geología Económica, Salta, Actas 1: 21-26.
- Urbina, N.E. y Oggier, F.P. 2001. New K-Ar ages of volcanic rocks and associated mineralization in Cañada Honda district, San Luis, Argentina. III South American Symposium On Isotope Geology Volume (CD-ROM). Sociedad geológica de Chile, Santiago, Chile: 539-542.

Recibido: 20 de setiembre de 2004
Aceptado: 19 de noviembre de 2004