

## Ejemplos de depósitos epitermales someros en el Macizo del Deseado, provincia de Santa Cruz, Argentina.

Mario Tessone\*, Miguel Del Blanco\* y Daniela Marchionni\*

\* Instituto de Recursos Minerales (INREMI), Facultad de Ciencias Naturales y Museo (UNLP)  
Calle 64 y 120 s/n La Plata (1900), Argentina. Tel/Fax: 54-221-4225647

---

### RESUMEN

En la presente contribución se comparan las características geológicas y geoquímicas de dos depósitos epitermales de emplazamiento somero ubicados en el macizo del Deseado (provincia de Santa Cruz), asociados al volcanismo Jurásico. En el área de Estancia La Marcelina se ha reconocido la existencia de un sistema epitermal de tipo "hot-spring", donde se destaca la presencia de un depósito superficial de naturaleza calcárea con desarrollo de estructuras estromatolíticas, el cual puede identificarse claramente en las imágenes de satélite. En el área de las estancias San Pedro - La Evelina se presenta un amplio sistema de vetas de rumbo NO a N-S, de más difícil reconocimiento en las imágenes por el escaso desarrollo de la alteración hidrotermal asociada, constituida por interestratificados de clorita-esmectita con presencia de escasa adularia. La señal geoquímica indica en ambos casos la posición superficial a sub-superficial de emplazamiento; en el segundo caso esta posición es corroborada por datos de microtermometría en cuarzo.

*Palabras Clave:* depósitos epitermales someros, "hot-spring", Macizo del Deseado

### ABSTRACT

**Examples of shallow epithermal deposits in the Deseado Massif, Santa Cruz province, Argentina.** In this contribution, geological and geochemical characteristics of two epithermal deposits of shallow emplacement located in the Deseado Massif (Santa Cruz province), associated with Jurassic volcanism, are compared. In Estancia La Marcelina area, it was recognized the existence of a "hot-spring" type epithermal system, where it highlights the presence of a calcareous surface deposit with stromatolitic structures development. This deposit was clearly identified by satellite images. In San Pedro - La Evelina area, it is developed a large vein system of NO and N-S direction, of more difficult recognition in images by the poor development of the associated hydrothermal alteration, consisting of chlorite-smectite interstratified with scarce adularia. The geochemical signal indicates in both case the surface to subsurface position of placement. In the second case this position is supported by quartz microthermometry data.

*Keywords:* shallow epithermal deposits, "hot-spring", Deseado Massif

---

## 1. INTRODUCCIÓN

El Macizo del Deseado representa una extensa unidad morfoestructural donde se ha desarrollado una importante actividad volcánica de naturaleza bi-modal durante el Jurásico medio a superior, en un régimen tectónico dominado por condiciones extensionales. En las áreas estudiadas se han identificado facies volcánicas explosivas y efusivas de composición ácida a intermedia asociadas a esta actividad volcánica. Las unidades más extendidas corresponden a las Formaciones Bajo Pobre y Chon Aike. La primera de ellas, de composición andesítica y carácter típicamente efusivo, y la segunda, de composición riolítica a riodacítica, de carácter principalmente explosivo, acompañada por episodios efusivos más subordinados. Para la Fm. Bajo Pobre fueron identificadas facies lávicas, acompañadas a veces por aglomerados volcánicos y cuerpos subvolcánicos subordinados. Para la Fm. Chon Aike facies piroclásticas (flujos ignimbríticos y tobas de caída), facies lávicas (constituyendo estructuras dómicas o diques de emplazamiento muy superficial) y facies sub-volcánicas de reducidas dimensiones. Dentro de este contexto, las rocas huéspedes de las mineralizaciones y/o alteraciones hidrotermales, son en su mayoría producto del volcanismo sub-aéreo: rocas piroclásticas y volcánicas. Entre ellas, las unidades litológicas que albergan las mineralizaciones comprenden: lavas ácidas e intermedias, distintos tipos de brechas (tectónicas, volcánicas e hidrotermales) y materiales fragmentarios de origen piroclástico (brechas, ignimbritas poco soldadas y tobas de caída). Estas rocas han sido las más aptas para albergar las mineralizaciones, ya que han permitido la circulación y precipitación de los fluidos hidrotermales gracias a una porosidad y/o permeabilidad primaria o secundaria. En condiciones tectónicas extensionales, los planos de fracturación, que representan zonas de debilidad, constituyeron conductos altamente permeables para el ascenso y circulación de los fluidos hidrotermales. Las fracturas abiertas actuaron no sólo como canales de migración de los fluidos

hidrotermales, sino que, en algunos casos, también albergaron a las mineralizaciones.

Desde el punto de vista metalogénico, el reconocimiento geológico realizado, apoyado en los resultados de análisis mineralógicos y geoquímicos, permite inferir para las áreas estudiadas, estancia La Marcelina y estancias San Pedro-La Evelina (Figura 1), el desarrollo de un sistema geotermal que ha facilitado la circulación de los fluidos hidrotermales en estrecha relación espacial y temporal con las unidades volcánicas jurásicas. Dentro de este contexto, las mineralizaciones identificadas corresponden a depósitos epitermales de "Baja Sulfuración" (Hedenquist, 1987; Hedenquist et al., 2000) superficiales o de tipo "hot-spring" (Berger, 1985; Silberman, 1982).

Las características descriptas precedentemente corresponden a las expresiones más superficiales de los sistemas geotermales, en relación con la presencia de *sinters* silíceos y/o calcáreos, reemplazos masivos, brechas hidrotermales y zonas de venillas en stockwork, con un control dominante de tipo litológico (área de La Marcelina, norte de San Pedro). La detección de estos depósitos sobre las imágenes de satélite, sólo se vio facilitada por la extensión superficial de las alteraciones asociadas, fundamentalmente en el área de La Marcelina (Marchionni, 2007).

## 2. ÁREA SAN PEDRO-LA EVELINA

El área de las Estancias San Pedro – La Evelina se localiza entre los paralelos 48°17' y 48°19' de latitud sur y los meridianos 69°25' y 69°31' de longitud oeste.

### Marco Geológico Local:

En esta zona fueron reconocidas las formaciones Bajo Pobre, Chon Aike y La Matilde, Bajo Grande y Basalto La Angelita: Las tres primeras forman parte de la denominada Provincia Volcánica Jurásica Chon Aike (Kay et al, 1989, Pankhurst et al, 1998), rocas generadas en un ambiente de anatexis cortical a gran escala, asociadas generalmente a eventos magmáticos pre-Rift a lo largo de márgenes volcánicos en zona de Rift. (Ruiz, 2012).

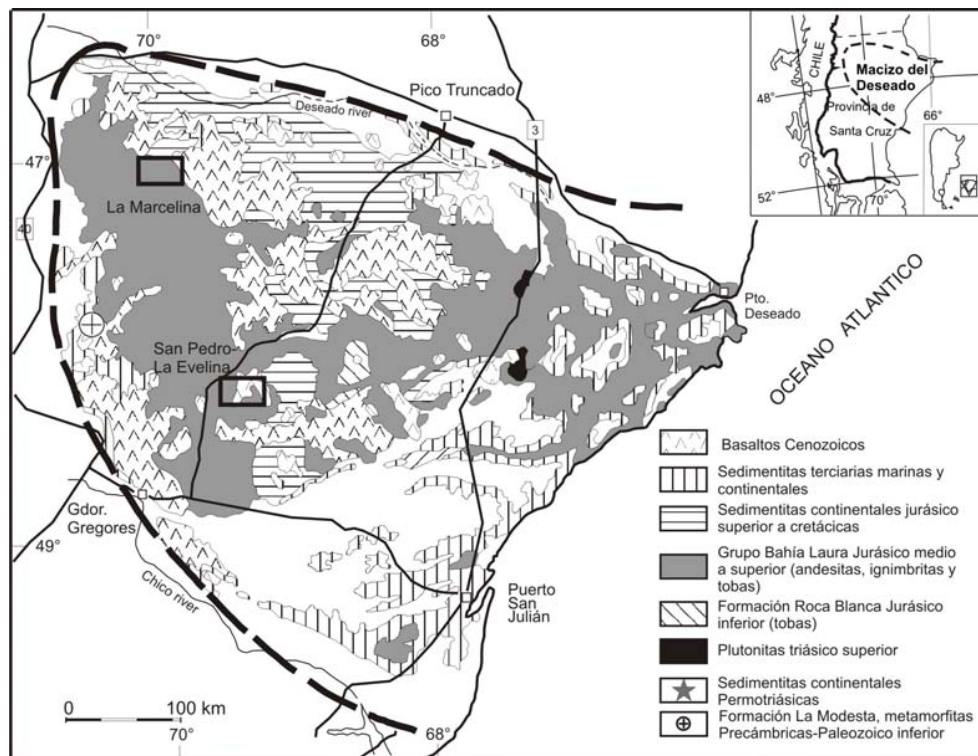


Figura 1. Mapa de ubicación de las áreas San Pedro-La Evelina y La Marcelina.

La Formación Bajo Pobre (Lesta y Ferello, 1972) está representada por facies lávicas de textura porfírica, con fenocristales de plagioclasas y mafitos muy desferrizados (ex anfíboles) en una matriz feldespática de grano fino, con textura pilotáctica, de composición intermedia (dacítica). La fluidalidad de esta unidad está poco marcada. En ocasiones esta unidad presenta una textura brechosa monolítica, con clastos angulosos a subangulosos de hasta 30 cm de diámetro, inmersos en una matriz de naturaleza tobácea.

La Formación Chon Aike (Stipanovic y Reig, 1957) aparece en el sector central y noroccidental del área, con facies lávicas y piroclástico-sedimentarias, de composición riolítica. Las lavas exhiben fluidalidad muy marcada, con escasos fenocristales de cuarzo y feldespato alcalino, inmersos en una matriz vítrea, con un conspicuo desarrollo de texturas esferulíticas. En el sector nororiental se destaca la presencia de

un domo lávico de unos 300 m de diámetro, con un flujo vertical marcado y frecuentes facies autobrechadas. Dicho cuerpo está limitado al norte y al este por brechas polimícticas.

Las unidades piroclástico-sedimentarias se identificaron informalmente como I, II y III (Del Blanco et al, 2009). La ignimbrita I presenta mayor grado de soleamiento y aflora sólo en el extremo NE del área. La ignimbrita II se caracteriza por el desarrollo conspicuo de texturas esferulíticas y ocasionales geodas de cuarzo, conformando bancos muy bien definidos, con inclinación suave al SE. En determinados sectores se la observa cubriendo a la Fm. Bajo Pobre. La ignimbrita III es de carácter pumíceo, siendo además receptora de silicificaciones muy intensas, a veces casi totales, de forma y distribución irregulares, emplazadas principalmente al este de la zona en estudio.

Por otra parte, en el sector sudoriental se destaca la presencia de

unidades piroclástico-sedimentarias (tobas y tufitas) asignables a la FM. La Matilde (Stipanovic y Reig, 1957), que se intercalan y/o interdigitan con mantos ignimbríticos de la Fm. Chon Aike. Las unidades superiores de estas formaciones tienen una inclinación de unos 10° al SE. En el sector central del área, parte de estas unidades se presentan intensamente silicificadas.

La presencia de una depositación química de sílice (*sinter*) unos pocos kilómetros al norte (INREMI, 2004, INREMI, 2006, Moreira et al, 2007), posiblemente coetánea a las unidades de la Fm. La Matilde refuerza la posibilidad de la existencia de un sistema epitermal de tipo “*hot-spring*” en el área.

Por encima, en aparente discordancia erosiva a angular de pocos grados, se desarrolla un conglomerado fluvial polimítico, con clastos subredondeados a redondeados de material principalmente ignimbrítico y lávico, en menor medida de la Fm. Bajo Pobre, que podría tentativamente asignarse al conglomerado de base de la Fm. Bajo Grande de edad Jurásico alto a Cretácico basal.

En el centro-norte del área considerada se identificaron coladas basálticas de edad cuartaria (Basalto La Angelita), que cubren a las unidades anteriormente descritas y conforman un relieve mesetiforme.

#### **Alteración hidrotermal y mineralizaciones:**

Las alteraciones hidrotermales reconocidas fueron: silicificación, presente bajo la forma de vetas, venillas y reemplazos masivos; argilización y propilitización. La silicificación se encuentra restringida a estructuras vetiformes, en menor medida

vetillas y reemplazos masivos, estos últimos restringidos a niveles tobáceos laminados, en el sector central del área, así como el depósito de *sinter* silíceo al NO del área (Moreira et al 2007).

Las alteraciones de las rocas de caja de estas estructuras son moderadas, con presencia de esmectitas derivadas de la alteración de feldespatos de la Fm. Bajo Pobre (Tessone y Etcheverry, 1998) y cuarzo-adularia en las proximidades de las estructuras vetiformes. En el cuerpo dómico de la FM. Chon Aike ha sido reconocida caolinita. En general las alteraciones indicadas se desarrollan unos pocos metros en las salbandas del contacto veta-roca de caja.

Las estructuras observadas en la imagen satelital marcan una orientación preferencial en el rango de N 330-360° coincidiendo con las estructuras mineralizadas medidas en el campo que presentan orientaciones en el mismo intervalo. La mayoría de los valles presentan asimismo una alineación en este sentido. Estas orientaciones se encuadran dentro del conjunto principal de fracturación del Sistema El Tranquilo (Panza, 1982) y del Sistema Río Pinturas (de Barrio, 1989).

En general la orientación de estas estructuras es NO y localmente adquieren una orientación meridional. Sus inclinaciones varían desde subverticales hasta 65° tanto al E como al O, que inclusive se hacen evidentes en una misma estructura. Asimismo, en algunos sectores se observa que a partir de una estructura central (principal) se desprenden ramificaciones de poca continuidad, como acontece en particular en el grupo de vetas Francisco (Figura 2 a).



a

b

**Figura 2.** a) Vetas sub-paralelas del grupo Francisco, b) Afloramiento de vetas en asomos discontinuos.

En el sector se han reconocido varias estructuras silicificadas (Del Blanco et al., 2009), que de oeste a este son: Grupo Jacinto (4 vetas principales y otras menores), Veta Gabriel, Veta Carla (y estructuras menores subparalelas emplazadas al este), Grupo Francisco (10 vetas principales y menores subparalelas, Veta Mario y Grupo Yanina (4 vetas principales y otras menores). El total de la longitud de las estructuras es de 4150 m en su sector principal, las que sumadas a fajas de vetillas y estructuras menores superan los 6000 m.

Estas estructuras se emplazan mayoritariamente en la Fm. Bajo Pobre y en menor medida en unidades lávicas de la Fm. Chon Aike y sus brechas (Figura 2 b). Aquellas correspondientes al grupo Yanina y Jacinto, varias de ellas se alojan en unidades

piroclástico-sedimentarias que corresponden a facies retrabajadas, de variada granulometría, de la Fm. Bajo Pobre (Fm. La Matilde). Sus potencias están frecuentemente comprendidas en un rango de 1 a 2,50 m, con máximos de 5 m.

La textura de las vetas es en general bandeada, coloforme (Figura 3 a) y en determinados sectores brechosa. Están integradas por bandas de cuarzo de grano muy fino y calcedonia, que alternan con óxidos e hidróxidos de manganeso y hierro, de colores grises oscuros a negros, con ocasional presencia de adularia en las salbandas. Se suelen encontrar, distribuidas al azar, cavidades tapizadas con cuarzo de grano grueso (geodas) cuyos diámetros varían desde 1-2 cm hasta máximos 20 cm (Figura 3 b).



a



b

**Figura 3.** a) Texturas bandeadas en asomos de las vetas, b) Detalle de geodas de cuarzo.

**Señal geoquímica:**

Los análisis químicos de los cuerpos vetiformes indicaron bajas concentraciones de metales preciosos, con valores máximos



de 0,28 ppm de Au y 15,6 ppm de Ag. Se destacan elevados valores de Mn y Fe (superior al 10 % límite superior de detección), Ba (hasta 1,9 %). También son significativos los contenidos máximos en As (900 ppm), Sb (700 ppm), Hg (3 ppm) y Tl (73 ppm). Anomalías en estos elementos están indicando una posición somera dentro del sistema epitermal de baja sulfuración. Entre los metales base, se han registrado valores de hasta 950 ppm en plomo y en cinc, el cobre, por su parte, no registra valores anómalos. Considerando la distribución de los metales por vetas o grupos de vetas, cabe indicar que, para el caso del oro y la plata, los valores más elevados se registran en el sector central (Veta Carla y grupo Yanina).

### 3. ÁREA LA MARCELINA

El área La Marcelina se encuentra ubicada aproximadamente a los 70° 04' de longitud oeste, y 47° 44' de latitud sur.

#### Marco geológico local:

El marco geológico local de esta zona se compone básicamente de extensos mantos de ignimbritas de composición riolítica de edad jurásica y de una extensa colada de basaltos cuaternarios que atraviesa el área, de sudoeste a noreste. Las unidades geológicas dominantes en esta región son ignimbritas jurásicas y algunos asomos de materiales tobáceos, asociados a depósitos calcáreos masivos y estromatolíticos, restringidos al sector central. Estos últimos constituyen el primer hallazgo comprobado de estructuras carbonáticas de origen algal en la provincia geológica Macizo del Deseado y están relacionadas espacial y

temporalmente al volcanismo jurásico (Marchionni et al., 1999). Estos depósitos afloran en forma discontinua ocupando una superficie de unas 1000 has que se extiende a ambos lados de la colada basáltica encauzada de rumbo NE-SO. Los depósitos calcáreos pueden ser caracterizados, a nivel de los afloramientos, como masivos, laminados y estromatolíticos.

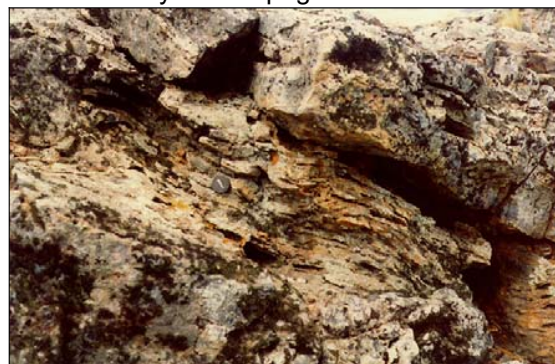
Los calcáreos masivos son los más abundantes, tienen coloraciones blanquecinas a grisáceas y forman asomos irregulares de hasta 20 m de potencia sin base expuesta. Se encuentran parcialmente reemplazados por sílice amorfa o de grano fino (ópalo-calcedonia). En algunos sectores se presentan interestratificados con tobas laminadas finas de color amarillento. (Figura 4 a). Los calcáreos laminados son más escasos y se presentan formando bancos sub-horizontales de 20-30 cm de espesor, suavemente plegados, frecuentemente reemplazados por sílice. Se observan sectores con concentraciones de óxidos de hierro y manganeso que siguen los planos de estratificación o fisuras que atraviesan a los calcáreos (Figura 4 b).

En algunos sectores, el grado de conservación de los materiales calcáreos ha permitido el reconocimiento de abultamientos algales y estructuras estromatolíticas. Estos abultamientos algales son subsféricos y alcanzan de 1 a 2 m de altura (Figura 5 a y b).

El rasgo estructural principal de esta región es de bloques limitados por fallas, destacándose la presencia de una depresión origen tectónico de dirección NE-SO, limitada por extensas fracturas de igual dirección y altos topográficos.



a



b

Figura 4. Aspecto general de los depósitos calcáreos del área La Marcelina a) Masivos y b) Laminados

Esta depresión se ha comportado como un bajo topográfico al menos desde tiempos jurásicos -como lo demuestra la presencia de los depósitos calcáreos lagunares descritos- y se ha mantenido como zona negativa hasta épocas modernas,

provocando el encauzamiento de las coladas basálticas cuaternarias con esa misma dirección. Importante desarrollo en esta región muestran también las direcciones estructurales NNO-ESE y NO-SE.



a



b

Figura 5. a) Estructura algal del calcáreo laminado; b) Detalle de la delicada laminación de los estromatolitos.

#### Alteración hidrotermal y Mineralizaciones:

En líneas generales, predominan en esta zona las silicificaciones masivas a modo de reemplazo, afectando a ignimbritas, a tobas laminadas y depósitos calcáreos. Las alteraciones reconocidas comprenden, además de silicificación, argilización y propilitización.

En el Sector Central del área, los depósitos calcáreos se encuentran parcial o totalmente reemplazados por sílice, especialmente los afloramientos occidentales. En general la roca reemplazada es de textura masiva, aunque en algunos sectores se conserva la textura laminada original. La sílice es amorfa o criptocristalina (ópalo-calcedonia) y exhibe una microestructura fibrosa radiada. Observaciones petrográficas revelan un pulso silíceo tardío que rellena los espacios abiertos, con una textura bandeada realizada por un contenido diferencial de óxidos de hierro. En diversos afloramientos se destaca la presencia de brechas, de irregular distribución, constituidas por clastos de

calcedonia angulosos a redondeados, cementados por sílice y óxidos de hierro y manganeso. Su génesis se atribuye a fracturación hidráulica por la acción de fluidos hidrotermales. En otros sectores se observaron brechas de indudable origen tectónico. Estos depósitos se encuentran rodeados por una faja de ignimbritas alteradas, con argilización y sericitización y finas venillas de cuarzo, ópalo y óxidos e hidróxidos de hierro y manganeso. También es frecuente la concentración de óxidos de hierro y manganeso en los depósitos calcáreos que se disponen rellenando fisuras o siguiendo planos de estratificación.

#### Señal Geoquímica:

Los análisis geoquímicos de los materiales carbonáticos y silíceos de esta zona y de sus materiales cementantes (óxidos de hierro y manganeso), revelaron que los valores en metales preciosos y base son poco significativos, mientras que los contenidos máximos en arsénico (5416 ppm), talio (163 ppm), mercurio (0,982 ppm) y molibdeno (165 ppm) son elevados

(Marchionni et al., 1999). Similares tenores fueron mencionados por Fernández et al. (2000) para la misma zona.

#### 4. CONSIDERACIONES GENÉTICAS

##### Area La Marcelina

Los estromatolitos juegan un papel muy importante como indicadores ambientales (Awramik, 1992) y revelan condiciones de aguas calientes, carbonatadas, en sectores costeros de antiguas lagunas, vinculadas a procesos volcánicos. Los depósitos epitermales identificados, que se forman en los niveles superiores de la corteza, indicarían que las áreas estudiadas presentan un nivel de erosión poco importante. Las facies litológicas expuestas, piroclásticas sub-aéreas y depósitos sedimentarios lagunares, indican también ambientes superficiales. Las áreas de alteración más extensas se asocian generalmente a los niveles más superficiales del sistema geotermal, donde los fluidos se difunden lateralmente determinando la presencia de amplias áreas de alteración: argilización y/o silicificación. En este caso, los depósitos epitermales pueden encontrarse ocultos por debajo de estas alteraciones, o estar desplazados con respecto a la ubicación de las mismas. Asimismo, en el caso de los cuerpos lagunares someros, la presencia de precipitados químicos carbonáticos o silíceos (*sinters*) y/o de estructuras de origen algal (estromatolitos) indica la proximidad de fuentes de aguas termales que han podido aportar los fluidos mineralizantes. Si bien las relaciones de campo con la Ignimbrita no son muy claras, se ha interpretado a los niveles calcáreos y de tobas como producto de la depositación en una pequeña cuenca que tiene a las ignimbritas como piso.

Las estructuras carbonáticas de origen algal identificadas en el área de La Marcelina son indicativas de ambientes someros de baja energía, con aporte de aguas termales relacionadas a un sistema geotermal. La presencia de estas estructuras, permite inferir, para esta zona, la existencia de un sistema geotermal de tipo "*hot-spring*", del cual se ha preservado su

porción más somera (Figura 6). Este hidrotermalismo sería responsable del aporte de la abundante sílice que ha reemplazado en gran medida a los niveles carbonáticos. En este sentido, Walter et al. (1976) señalan la presencia de estromatolitos actuales en ambientes lagunares tipo "*hot-spring*" en el Parque Nacional Yellowstone (USA). Según Sillitoe (1993), las porciones más someras de los sistemas epitermales generalmente son estériles en metales preciosos, si bien son comunes altas concentraciones de mercurio y otros elementos traza. En coincidencia con estas aseveraciones, los resultados de los análisis químicos del sector central del área de la Marcelina han revelado que los valores en metales preciosos y metales base no son significativos mientras que los contenidos en arsénico, talio, mercurio y molibdeno son elevados (Marchionni et al., 1999). Berger y Eimon (1982) afirman que, en los depósitos de tipo "*hot-spring*", se suelen encontrar esporádicamente, valores en Ag, Au, As, Hg, Sb y Tl, asociados a la presencia de sinters silíceos en la superficie. La presencia de estos depósitos, en un contexto dominado por un volcanismo ácido con mineralizaciones epitermales asociadas, muchas veces portadoras de metales preciosos, hace de los mismos un elemento prospectivo de importancia habida cuenta de la existencia de depósitos similares en otros sectores del Macizo del Deseado tales como en las áreas de El Macanudo-El Mirasol y La Josefina, (Schalamuk et al., 1999).

##### Area San Pedro-La Evelina

Para profundizar el análisis de las mineralizaciones vetiformes del sector central, se realizaron estudios microtermométricos de inclusiones fluidas sobre diez muestras de cuarzo provenientes de las principales vetas y venillas. Los datos aportados por estos estudios (Marchionni et al., 2002), indican un sistema formado por H<sub>2</sub>O y NaCl, con salinidades de entre 0,88 y 2,0 % NaCl y temperaturas medias del orden de los 150°C, que marcarían una profundidad de inicio de la ebullición entre 40 y 50 metros. La anomalía geoquímica detectada en el área es significativa para As, Sb, Hg, Tl, W, Ba, B, Fe, Mn y en menor



medida para Au y Ag. Los bajos tenores en metales base contribuyen a confirmar la posición estructuralmente alta dentro del sistema epitermal (Nash, 1994). La abundancia de calcedonia y ópalo formando texturas bandeadas y coloformes (White, 2000 en Gemmell, 2002), asociada a una alteración hidrotermal constituida por interestratificados clorita-esmectita, así como la presencia de escasa adularia, son indicativos de ambientes someros de depósitos epitermales tipo "hot-spring" (Giles y Nelson, 1982) y condiciones de fluidos neutras o alcalinas (Hedenquist et al., 2000). La presencia de un depósito de *sinter* silíceo en el NO del área (Moreira et al, 2007), así como silicificaciones masivas sobre niveles tobáceos, refuerzan la idea de la presencia de un sistema tipo "hot-spring".

Se ha podido establecer que en la zona de San Pedro-La Evelina, al igual que en otras áreas del mundo (Hasbrouck Mountain, Nevada, en Berger y Silberman,

1985; Wau, Papua Nueva Guinea, en Webster y Mann, 1984; en Argentina: La Marcelina, en Fernández et al., 2000 y El Macanudo-El Mirasol, en Schalamuk et al., 1999), las mineralizaciones se ajustan a una posición estructuralmente alta dentro del sistema epitermal. Varios elementos apoyan esta afirmación: a) las características texturales de las vetas: bandeadas, coloformes y brechosas, b) la presencia de calcedonia y ópalo, c) el tipo de alteraciones presentes: clorita-esmectita y illita-esmectita d) la señal geoquímica: altas concentraciones de Tl, Hg, Sb y As junto con la presencia de óxidos de Mn y bajas concentraciones de metales base. Estas evidencias son reforzadas por los resultados de los análisis microtermométricos. La proximidad de precipitados silíceos superficiales o *sinters* es una evidencia más de la estrecha relación de estos depósitos con la parte superior de un sistema epitermal (Figura 6).

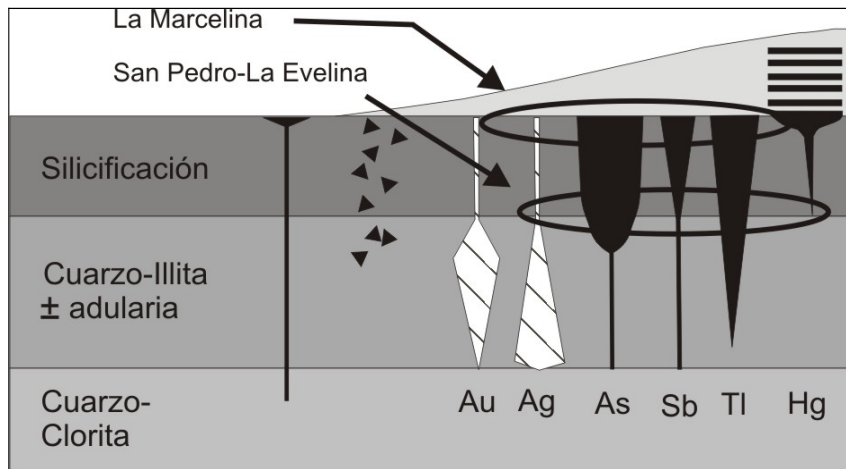


Figura 6. Ubicación estimada en el sistema epitermal de los depósitos de San Pedro-la Evelina y la Marcelina

## 5. DISCUSIÓN

En líneas generales, las dos áreas responden al modelo de depósitos epitermales tipo “*hot-spring*” en virtud de su señal geoquímica, dada por los altos contenidos en As, Tl, Mo y Hg y bajos contenidos en Au, Ag y metales base. Sin embargo, estos depósitos presentan algunas particularidades que los diferencian:

- En el área de La Marcelina se observó una buena respuesta al tratamiento de las imágenes satelitales que puso en evidencia la presencia de los depósitos calcáreos y de alteraciones de tipo hidrotermal en las rocas hospedantes. Esta respuesta no fue observada en el área de San Pedro, donde el tratamiento de las imágenes no puso en evidencia la presencia de anomalías espectrales indicativas de alteraciones.

- En el área de La Marcelina, las evidencias superficiales de depósitos de tipo “*hot-spring*” se manifiestan por la presencia de *sinters* calcáreos. En San Pedro sólo fueron observados cuerpos vetiformes de escaso desarrollo, donde predominan la calcedonia y el ópalo.

- Los estudios de Inclusiones Fluidas realizados en San Pedro arrojaron temperaturas de homogeneización del orden de los 150 °C, que indicarían profundidades de inicio de ebullición entre 40 y 50 m (Marchionni et al., 2002). En Marcelina no se pudieron realizar estudios microtermométricos en cuarzo dado el estado microcristalino de la sílice.

## 6. CONCLUSIONES

Ambos depósitos presentan una señal geoquímica acorde con el modelo postulado: altos contenidos en As, Tl, Mo y Hg y bajos en metales base, Au, Ag.

Marcelina responde por sus características a depósitos lagunares carbonáticos de aguas termales. Las evidencias de estromatolitos superficiales bien conservados denotan la

preservación del paleorrelieve jurásico hasta la actualidad.

La mineralización de San Pedro responde a un nivel de emplazamiento algo más profundo (40-50 m de la paleosuperficie) y estaría indicando la ocurrencia de procesos erosivos que impidieron la conservación del paleorelieve jurásico.

## 7. TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Awramik, S. M. 1992. The history and significance of stromatolites. En Schidlowski, M, y otros (eds.): Early organic evolution: Implications of mineral and energy resources: pp 435-449. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg.
- Berger, B., y Siberman, M., 1985. Relationships of trace elements patterns to geology in hot-spring- type precious-metal deposits. *Geology and Geochemistry of Epithermal Systems. Reviews in Economic Geology*, Vol. II: 233-247.
- Berger, B. R., 1985. Geologic-geochemical features of “hot-spring” precious-metal deposits. United States Geological Survey, Bulletin 1646. Pp: 47-53.
- Berger, B. R. y Eimon, P. 1982. Comparative models of epithermal gold-silver deposits. Society of Mining Engineers. American Institution Mining Engineers Preprint N° 82-13, 25 p.
- de Barrio R., 1989. Aspectos Geológicos y Geoquímicos de la Formación Chon Aike (Grupo Bahía Laura) en el noroeste de la provincia de Santa Cruz. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. Inédito.
- Del Blanco, M., Etcheverry, R., Marchionni, D., Tessone, M. y Recio, C. 2009. Características de un yacimiento epitermal somero en el Macizo del Deseado, Patagonia. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 64 (3): 373-382 (2009).
- Fernández, R., Andrada, P. y Alperín, M. 2000. Características geoquímicas de la manifestación tipo “hot-spring” La Marcelina, provincia de Santa Cruz.

- Mineralogía y Metalogenia 2000, INREMI, Publicación N°6: 121-128. La Plata.
- Gemmell, J. B., 2002. Low and high sulfidation epithermal deposits: characteristics, genesis and exploration implications. Short Course, XV Congreso Geológico Argentino. El Calafate, Argentina.
- Giles, D. L. and Nelson, C. E., 1982. Epithermal lode gold deposits of the circum-Pacific rim. In: Transactions, Circum-Pacific Energy Mineral Resources Conf., 3<sup>rd</sup>. Honolulu, August, 1982; Am. Assoc. Petroleum Geologists, 273-278. Tulsa, Oklahoma.
- Hedenquist, J. W., 1987. Mineralization associated with volcanic-related hydrothermal systems in the Circum Pacific basin: Circum-Pacific Energy and Mineral Resources Conference, 4<sup>th</sup>, Singapore. August 1986. Transactions, 513-524.
- Hedenquist, J. W., Arribas, A. and Gonzalez-Urien, E., 2000. Exploration for epithermal gold deposits. Reviews in Economic Geology, V. 13, 245-278.
- INREMI 2004. Mapeo de semidetalle, San Pedro, Macizo del Deseado, prov. de Santa Cruz Convenio FOMICRUZ-INREMI. Inédito, julio de 2004 (40 páginas y Anexos).
- INREMI, 2006 Mapeo de detalle, área San Pedro, provincia de Santa Cruz, Argentina.
- Convenio FOMICRUZ-INREMI. Inédito, mayo de 2006. (20 páginas).
- Kay, S. M., Ramos, V.A., Mpodozis C. y Sruoga, P., 1989. Late Paleozoic to Jurassic silicic magmatism at the Gondwanaland margin: analogy to the Middle Proterozoic in North America?. *Geology*, 17 (4): 324-328.
- Lesta, P. y Ferello, R. 1972. Región extraandina de Chubut y norte de Santa Cruz. En *Geología Regional Argentina*, 601-653. Córdoba.
- Nash, J. T., 1994. Geochemical signatures of Silver and Gold deposits. Tonopah 1° x 2° Quadrangle, Nevada. Description and applications to exploration. *U. S. Geological Survey Bulletin* 2077: 1-46.
- Marchionni, D., 2007. Caracterización volcánico-tectónica y detección de áreas mineralizadas en el Sector Central del Macizo del Deseado (Provincia de Santa Cruz). Aplicación de la Teledetección espacial óptica y de radar. Trabajo de tesis Doctoral, FCNyM-UNLP (inédito) pp. 317.
- Marchionni, D., de Barrio, R., Tessone, M., Del Blanco, M., y Echeveste, H., 1999. Hallazgo de estructuras estromatolíticas jurásicas en el Macizo del Deseado, Provincia de Santa Cruz. (Nota Breve). *Rev. Asoc. Geol. Arg.* 54 (2): 173-176.
- Marchionni, D., Tessone, M., Del Blanco, M., Curci, M. y Etcheverry, R., 2002. Estudio de Inclusiones Fluidas de la mineralización epitermal de San Pedro-La Evelina, Macizo del Deseado, Santa Cruz. Reunión de Mineralogía y Metalogenia., Actas, 247-252. Buenos Aires.
- Moreira, P, Channig, A; Del Blanco, M; de Barrio, R.; Fernández, R; Schalamuk, A, y Zamuner, A. 2007. Fósil plants in hot spring rocks associated with a jurassic epithermal environment in the central Deseado Massif, Argentinean Patagonia. 33° International Geological Congress, Oslo.
- Pankhurst, R.J., Leat, P.T., Sruoga, P., Rapela, C.W., Marquez, M., Storey, B. C. y Riley, T. R., 1998. The ChonAike province of Patagonia and related rocks in West Antarctica; a silicic large igneous province. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 81: 113-136.
- Panza J, 1982. Descripción de las Hojas 53e, Gobernador Moyano y 54e, Cerro Vanguardia, Provincia de Santa Cruz. Servicio Geológico Nacional, Secretaría de Minería Buenos Aires (inédito). Buenos Aires.
- Ruiz, R. 2012. Geología y mineralizaciones del sector sudoccidental del macizo del Deseado, provincia de Santa Cruz. Tesis doctoral inédita, FCNYM, 314 pág.
- Schalamuk, I., Guido, D., de Barrio, R. y Fernández, R. 1999. "hot-spring" structures from El Macanudo-El Mirasol area, Deseado Massif, Argentina. En: Standley C. et al. (eds). *Mineral Deposits:*

- Processes to Processing: 577-580. Balkema, Rotterdam.
- Silberman, M. L., 1982. "hot-spring" type, large tonnage, low-grade gold deposits. United States Geological Survey Open File Report 82-795.
- Sillitoe, R. H., 1993. Epithermal models: genetic types, geometric controls and shallow features. En: Kirkham, R.V. (ed.), Mineral Deposit Modeling: Special Volume of Geological Association of Canada, 40: 403-417.
- Stipanovic, P. y Reig, A. 1957. El Complejo Porfírico de la Patagonia Extraandina y su fauna de anuros. En: Acta Geológica Lilloana (I), 185-297. Tucumán.
- Tessone, M. y Etcheverry, R. 1998. Alteraciones hidrotermales asociadas a algunos prospectos epitermales del Macizo del Deseado, Provincia de Santa Cruz, Argentina. En: IV Reunión de Mineralogía y Metalogénesis, Actas, 267-274. Bahía Blanca.
- Walter., M. R.; Bauld., J y Brock, T. D., 1976. Microbiology and morphogenesis of columnar stromatolites (Conophyton, Vacerrilla) from Hot Springs in Yellowstone National Park. En. Walter, M. R., /ed): Stromatolites, 6 (2): 273-310. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.
- Webster, J. G., y Mann, A., 1984. The influence of climate morphology and primary geology on the supergene migration of gold and silver. Journal of Geochemistry Exploration. Vol 22: 211-42.