

SISTEMAS DE MINERALIZACIÓN DE ORO RELACIONADO A INTRUSIONES (IRGS) COMO MODELO DE EXPLORACIÓN EN EL COMPLEJO VOLCÁNICO GALÁN, BOLIVIA

Wilfredo Ramos Collorana^{1y2} y Raúl R. Fernández¹

¹ Instituto de Recursos Minerales, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata (UNLP) Calle 64 e/ 119 y 120, La Plata. rfernand@inremi.unlp.edu.ar

² Wiracocha Antis Pacha (Bolivia): willyramos@inremi.unlp.edu.ar, wramoscollorana@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

El Complejo Volcánico Galán (CVG) se encuentra ubicado al suroeste de Bolivia (Figura 1) y de acuerdo con su datación, corresponde a una edad del Mioceno medio (14.6 ± 0.5 Ma; Lema y Ramos Collorana, 1997) y los depósitos minerales que se encuentran son parte de la Faja Estañífera (Figura 1), la cual se extiende por Bolivia, SE Perú y NO de Argentina.

Los resultados obtenidos del CVG (Ramos Collorana, 2006) respecto a la asociación metálica (W, Bi, Pb, Zn, Au, Ag) y el magmatismo, con un estado de oxidación intermedio, son indicativos para proponer que los depósitos minerales podrían incorporarse al modelo de exploración de "Intrusion-Related Gold System (IRGS)". Los criterios expuestos son comparados al modelo general (Lang & Baker, 2001). En el presente estudio se designa como "sistemas de mineralización de oro relacionado a intrusiones" como equivalente a esa denominación.

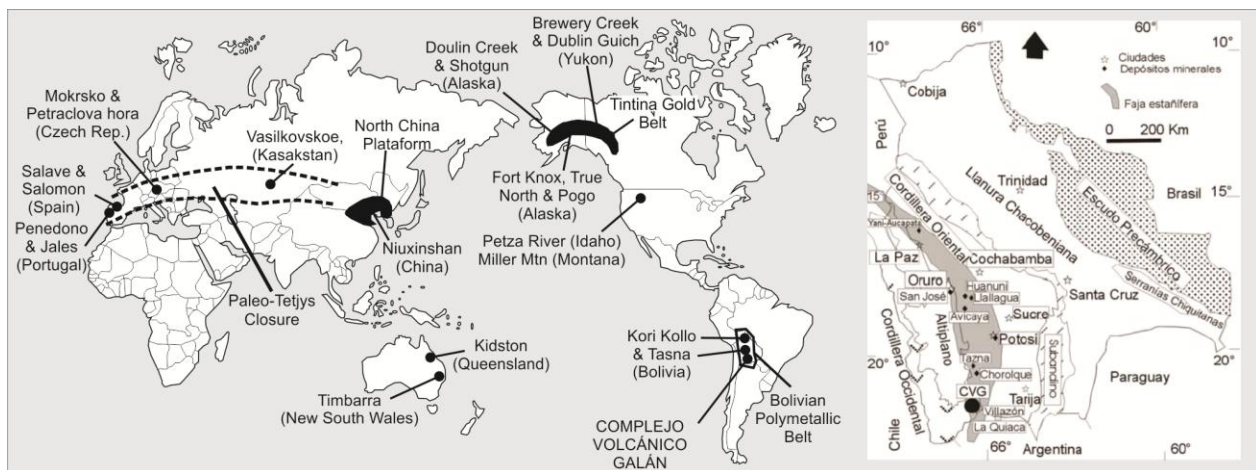


Figura 1. Ubicación del Complejo Volcánico Galán (CVG) que conforma la parte meridional de la Faja Estañífera de Bolivia. Se incluye los principales depósitos de sistemas de mineralización de oro relacionado a intrusiones ("Intrusion Related Gold Systems", mapa modificado de Lang & Baker, 2001).

MARCO GEOLÓGICO

El Complejo Volcánico Galán (CVG) es parte del arco magmático Cenozoico andino. El CVG se apoya en sedimentitas del Ordovícico y Cenozoico. Consiste de un estratovolcán denudado conformado por ignimbritas, lavas, cuerpos subvolcánicos y domos volcánicos de composición dacítica (dacitas biotíticas y dacitas biotíticas-hornbléndicas) a andesítica; los cuales están cortados por diques (granodiorita biotítica) de dirección este – oeste y norte – sur. Los análisis químicos indican que éstas rocas se encuentran en el límite metaluminoso a peraluminoso, además corresponden a la serie calcoalcalina rica en potasio. El contenido de $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ varía entre 0.09 – 2.51. El promedio de los análisis químicos ($n=21$) de las muestras no alteradas sobre roca total es de 64 % en peso de SiO_2 , 0.64 % en peso de TiO_2 , 154 ppm de Zr. Estos parámetros son similares a aquellos de los pórfidos estañíferos bolivianos (0.57 - 0.67 % en peso de TiO_2 , de 135 - 294 ppm de Zr y 1.5 a 3 ppm de Ta; Dietrich et al., 2000). La clasificación de rocas del CVG en el diagrama de Nb/Y vs. Zr/ TiO_2 de Winchester and Floyd (1977) están en el campo de riodacitas-dacitas, andesitas a traquiandesitas y basaltos.

MODELO DE EXPLORACIÓN DEL COMPLEJO VOLCÁNICO GALÁN

El modelo de “Intrusión-Related Gold Systems” fue descrita por varios autores y varios depósitos se encuentran distribuidos en el ámbito mundial (Figura 1, Lang & Baker, 2001). Equivalente a esta denominación se utiliza como sistemas de mineralización de oro relacionado a intrusiones. Los autores mencionados anteriormente sostienen, para estos sistemas, su asociación con provincias de wolframio – estaño que se encuentran en márgenes continentales. Genéticamente están relacionados a domos félsicos, stocks porfíricos, brechas y complejos de diques o plutones con un estado de oxidación intermedio, además de la presencia de ambas series magmáticas (magnetita e ilmenita). Mencionan que estos depósitos están relacionados a intrusiones de composición granodiorita a granítica, metaluminosas y calcoalcalinas, con rara composición alcalina. Señalan que pueden ser denominados como reducido de Tipo I con un estado de oxidación cercano al límite entre las series de magnetita e ilmenita; además con bajos valores de $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ (<0.2). La tipología abarca una gran variedad de depósitos (Figura 2) en diferentes fajas y varios estilos de mineralización, dentro y alrededor de centros intrusivos (Lang & Baker, 2001). Las menas son sistemas de vetillas subparalelas o menos comúnmente stockwork, vetas en intrusiones, brechas, greisen, pegmatita-aplita, skarn, remplazamientos, vetas y zonas de cizalla.

Los resultados obtenidos del Complejo Volcánico Galán (Ramos Collorana, 2006) acerca del magmatismo y la asociación metálica fueron las bases para proponer el modelo de exploración (Figura 2). Las características principales son comparadas y analizadas con el modelo general.

En el modelo general planteado por Lang & Baker (2001) existen diferentes ambientes para la formación de los yacimientos y en el caso de la Faja Estañífera, muestra una analogía con el ambiente somero de éste modelo (Lang & Baker, 2001). El Complejo Volcánico Galán, en particular, conformaría la parte superficial de los sistemas de oro relacionado a intrusiones, debido a que está conformado por depósitos de flujo piroclástico subaéreo, lavas, cuerpos subvolcánicos, domos volcánicos y diques, que son característicos de ambientes someros.

En el modelo descrito existe una relación con yacimientos de Sn – W y el Complejo Volcánico Galán conforma la parte meridional de Faja Estañífera relacionada con el magmatismo del Mioceno. En la parte oriental del CVG se encuentra el yacimiento Pueblo Viejo que es el distrito de wolframio más austral de Bolivia (Ramos Collorana, 2006). Hay además indicios de Sn y existen datos de explotación de Bi de los yacimientos de Azulejos y Central, que son indicadores favorables para su inclusión en el modelo. En la Faja Estañífera existen yacimientos donde se explota Sn – W, en casos con indicios ó mineralización de Au - Ag (Complejo Volcánico Galán, Tasna, entre otros) ó yacimientos auríferos (Kori Kollo) que corroboran esta relación.

En el modelo IRGS, los depósitos se relacionan con rocas de composición granodiorítica a granítica, metaaluminosas y calcoalcalinas; el estado de oxidación de los magmas varía de intermedio a reducido, cercano al límite magnetita-ilmenita. Los resultados obtenidos del CVG, indican rocas de composición andesítica-dacíticas a traquiandesíticas, relacionadas al arco Neógeno; además corresponden a la serie

calcoalcalina rica en potasio y al límite entre metaluminoso a peraluminoso; asimismo el contenido de $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ varía alrededor de 0.5, que indica un estado de oxidación intermedio similar al del modelo.

En el modelo describen diferentes tipos de yacimientos y profundidades de formación. La tipología de los depósitos minerales en el CVG es vetiforme, con una asociación polimetálica de W, Bi, Pb, Zn, Ag, Au e indicios de Sn, además de algunos indicios de mineralización diseminada. La longitud de las vetas es de hasta de 1500 m de dirección general este-oeste y buzamientos al norte y sur. La metalogenia del Complejo Volcánico Galán está relacionada a procesos magmáticos vinculados a eventos subvolcánicos – volcánicos, y la mineralización presenta una zonación metálica lateral y vertical. Estas características corresponden a condiciones someras del modelo.

La mineralogía en general está conformada por sulfuros y óxidos. Los minerales de mena son wolframita (hubnerita), bismutina, bismutita, galena, esfalerita e indicios de Au y Ag. Los minerales de ganga son pirita, cuarzo y hematita. La asociación metálica en general es de W, Bi, Sn, Pb, Zn, Au, Ag. La zonación lateral y vertical en el CVG y la asociación metálica son similares a las características generales del modelo.

En el modelo para ambientes someros, Lang & Baker (2001) describen inclusiones fluidas de los tipos III, II y I. Los resultados obtenidos en el CVG son similares, las inclusiones fluidas son del tipo L-V-S (tipo III) y L-V (tipos II y I), con temperaturas de homogeneización en cuarzo de hasta de 450 °C y en esfalerita de 170- 265°C. Las salinidades varían de < 25 hasta de 50 % en peso equivalente a NaCl.

La alteración hidrotermal no muestra anomalías de color significativas, sin embargo en el ámbito regional se encuentra propilitización y sericitización, además de turmalinización y silicificación en la parte central y localmente zonas de alteración con argilización (Ramos Collorana, 2006).

Por los resultados expuestos el CVG se ajusta razonablemente al ambiente somero del modelo de sistemas de mineralización de oro relacionado a intrusiones (“intrusion-related gold systems”). El modelo incluye a los depósitos de Tasna y Kori Kollo (Lang & Baker, 2001). En los Andes Centrales su aplicación está relacionada a la Faja Estañífera y los criterios de exploración mineral son la asociación metálica y el magmatismo de carácter intermedio (Ramos et al., 2011).

CONCLUSIONES

El presente trabajo propone el modelo de sistemas de mineralización de oro relacionado a intrusiones (“intrusion-related gold systems”) para el Complejo Volcánico Galán, que corresponde al ambiente somero por las características de su asociación metálica W, Bi, Au, Ag, el ambiente relacionado a fajas Sn-W. Este modelo planteado asociado a la Faja Estañífera, incluye a los depósitos de Tasna y Kori Kollo (Lang & Baker, 2001); por su relación a la fajas de Sn-W, el ambiente tectónico, composición de las rocas, roca hospedante y sobre todo por su asociación metálica W, Bi, Sn, Au ± As, y una zonación lateral vinculada en el estilo y alteración de los depósitos.

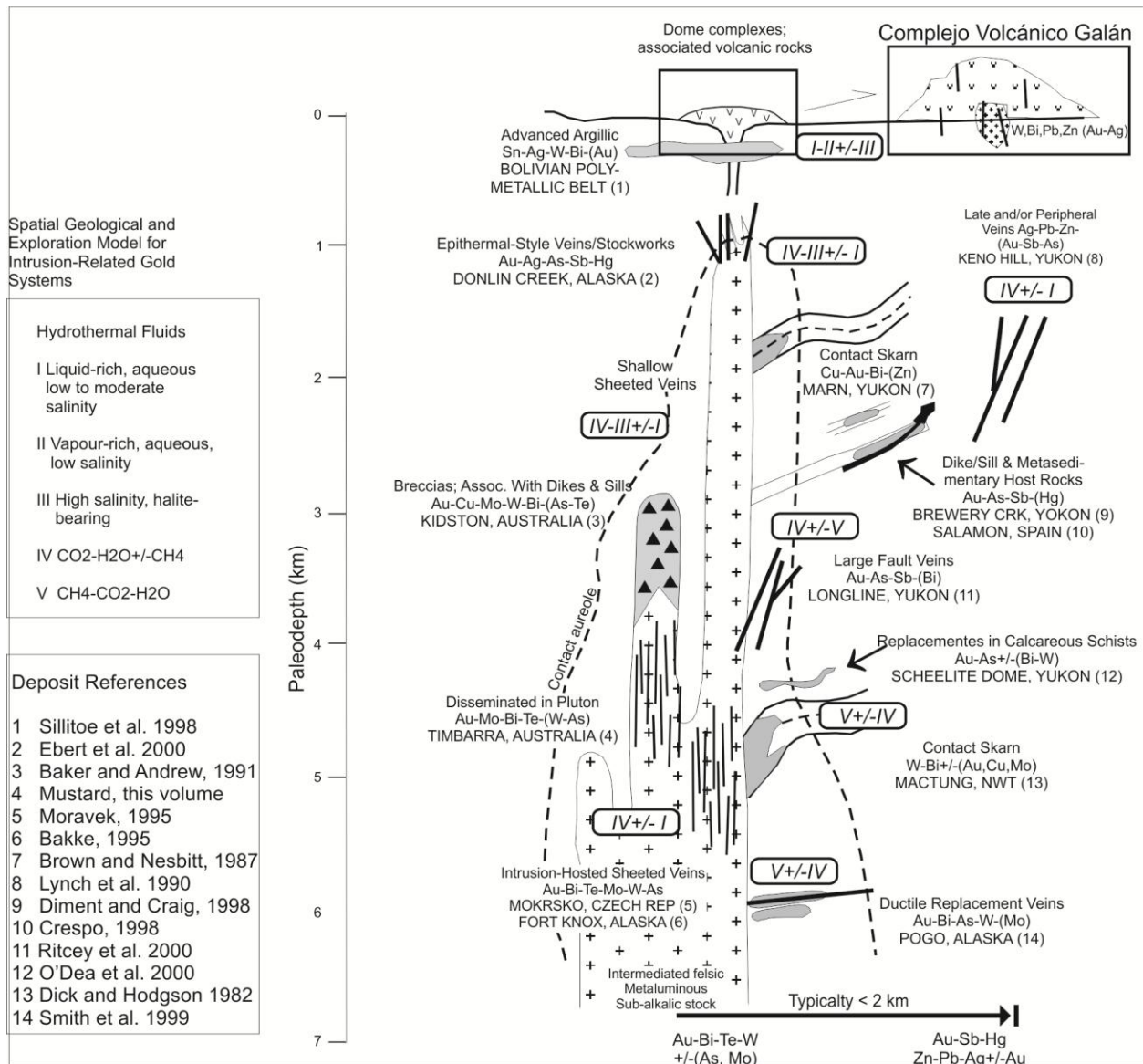


Figura 2. Modelo de exploración de los Sistemas de mineralización de oro relacionado a intrusiones (modificado de Lang & Baker, 2001). El Complejo Volcánico Galán conforma la parte superficial del sistema; donde se encuentran vetas polimetálicas que tienen una asociación de W, Bi, Pb, Zn, (Au-Ag).

REFERENCIAS

- Dietrich A., Lehmann B. & Wallianos A., 2000. Bulk rock and melt inclusion geochemistry of Bolivian Porphyry systems. *Economic Geology*, volumen 95, pp. 313-326.
- Lang J.R. & Baker T., 2001. Intrusion related gold systems: the present level of understanding. In *Intrusion related gold systems*, Lang J.R. & Baker T. (Ed.). *Mineralium Deposita*. Volume 36, Number 6, p. 477-489.

Lema, J.C. y Ramos Collorana, W., 1997. Mapa geológico de Esmoraca, Publicación SGM Serie I-CGB-50 cuadrángulo N° 6328; Escala 1:100 000 y memoria explicativa. Proyecto Carta geológica de Bolivia. Servicio Nacional de Geología y Minería (SERGEOMIN), Bolivia.

Ramos Collorana, W., 2006. Geología y metalogénesis del Complejo Volcánico Galán (suroeste de Bolivia) y análisis comparativo con prospectos del norte argentino. Tesis Doctoral. Instituto de Recursos Minerales, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Argentina. 270 p + anexos.

Ramos Collorana, W., Fernandez R.R. y Lehmann B., 2011. Intrusion-related gold mineralization in the Galan Volcanic Complex (southwest Bolivia) and exploration model for the Central Andes. Abstract, 22nd LAK 2011, Heidelberg, Alemania, p. 149.