



Geología volcánica, geocronología, geofísica, y paragénesis de alteración y mineralización del depósito epitermal de oro de Poracota, y sus relaciones con los depósitos de plata y oro del cercano distrito minero de Orcopampa

César E. Vidal¹, Miguel Miranda¹, Juan C. Salazar¹, David Coller²,
Samuel Canchaya¹, Julio Meza¹, y Donald C. Noble³

¹ Cía. de Minas Buenaventura S.A.A., Av. Las Begonias 415, San Isidro, Lima, Perú

² Earth Tectonics Ltd., Dublin, Irlanda

³ 3450 Rolling Ridge Road, Reno, Nevada, USA

1. Antecedentes

Desde 1967, cuando Buenaventura inició su explotación, y hasta el 31 de diciembre del 2013, las vetas del distrito minero de Orcopampa han producido 72.0 millones de onzas de plata y 4.1 millones de onzas de oro. El grueso de la plata provino de las vetas Manto, Santiago, y Calera; esta última fue descubierta en 1972 y tuvo adicionalmente dos ramales al piso con cerca de 1 millón de onzas de oro en menas cuyas leyes eran del orden de 1 oz/t Au y 20 oz/t Ag. El sector Chipmo, ubicado a 2.5 km al oeste y suroeste de Orcopampa, es principalmente aurífero y fue descubierto en los años 1998–2000; allí los sistemas de vetas Prometida y Nazareno han producido a la fecha 3.1 millones de onzas de oro, con 1.5 millones de onzas de plata como subproducto (Fig. 1).

En la mina Poracota, ubicada al ONO de Orcopampa, se han producido, desde el 2007 a la fecha, 245,000 onzas de oro y 150,000 onzas de plata, las cuales se transportaron 35 km hasta Orcopampa donde fueron procesadas. Las operaciones en Poracota están paralizadas desde julio del 2013 y actualmente se está explorando por nuevas reservas en áreas cubiertas.

2. Geología volcánica

Las secuencias y unidades volcánicas cenozoicas en el área de Orcopampa fueron definidas y propuestas por Noble (1972, 1992) y Swanson et al. (2004). El

vulcanismo cenozoico se depositó sobre un basamento de rocas sedimentarias, principalmente areniscas y calizas del Grupo Yura, y es recubierto por coladas y conos de cenizas basálticas del Plioceno y Cuaternario conocidos como los Volcánicos Barroso y los Volcánicos Andahua, respectivamente (Caldas, 1993; Swanson et al., 2004).

En el Cenozoico, los modos eruptivos variaron desde coladas, tobas, y cenizas ligadas a conos volcánicos andesíticos, como es el caso del centro volcánico Poracota, hasta coladas piroclásticas ligadas a domos endógenos, como es el caso de las Tobas Pisaca y el Tufo Manto relacionados a los complejos dómicos Sarpane y a la caldera Chinchón (Noble, 1992). Esta secuencia de productos eruptivos, la cual es parte de un arco volcánico subaéreo de edad terciaria y de rumbo andino, es recortada transversalmente por grábenes con pequeños conos basálticos del Volcánico Andahua (Galas, 2011).

3. Geocronología

La secuencia volcánica de la zona de Orcopampa tiene un rango mioceno de edades, entre ~6 Ma y ~20 Ma (Swanson et al., 2004). La mineralización del sector Calera ha sido datada entre 17.0 y 17.9 Ma sobre adularia, mientras que las alunitas hipógenas de la veta Santiago Norte han dado edades entre 18.4 y 19.5 Ma (Gibson et al., 1995). La alteración temprana del sector Chipmo es coincidente a la del sector Santiago Norte, con dataciones entre 18.2 y 19.5 Ma en alunitas. Este es el lapso de

mineralización del Mioceno temprano que caracteriza a las vetas del distrito minero de Orcopampa.

Sin embargo, el sector de Poracota tiene alunitas de alteración hidrotermal datadas recientemente por el método ^{40}Ar - ^{39}Ar en 13.52 ± 0.20 Ma y 14.02 ± 0.06 Ma sobre dos especímenes diferentes, de la veta 1900 y el cuerpo Silvana, respectivamente (Figs. 2 y 3). Estas

dataciones demuestran que la actividad hidrotermal de Poracota fue aproximadamente de 4 a 5 millones de años más joven que la de Orcopampa. Por el momento lo conocemos como un depósito distinto, aunque cercano al distrito minero de Orcopampa, pues la mineralización en Poracota tiene características propias en edad, controles estructurales, paragénesis, y geoquímica.

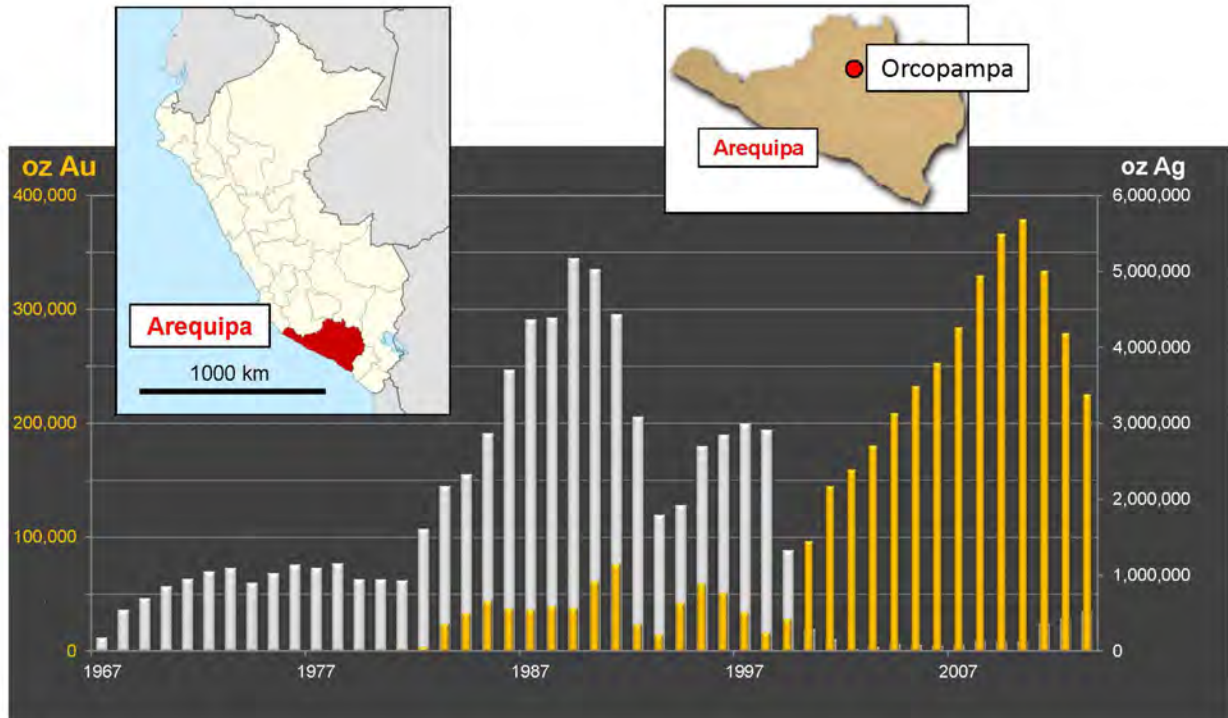


Figura 1. Ubicación geográfica y producción histórica del distrito minero de Orcopampa desde 1967 hasta 2013.

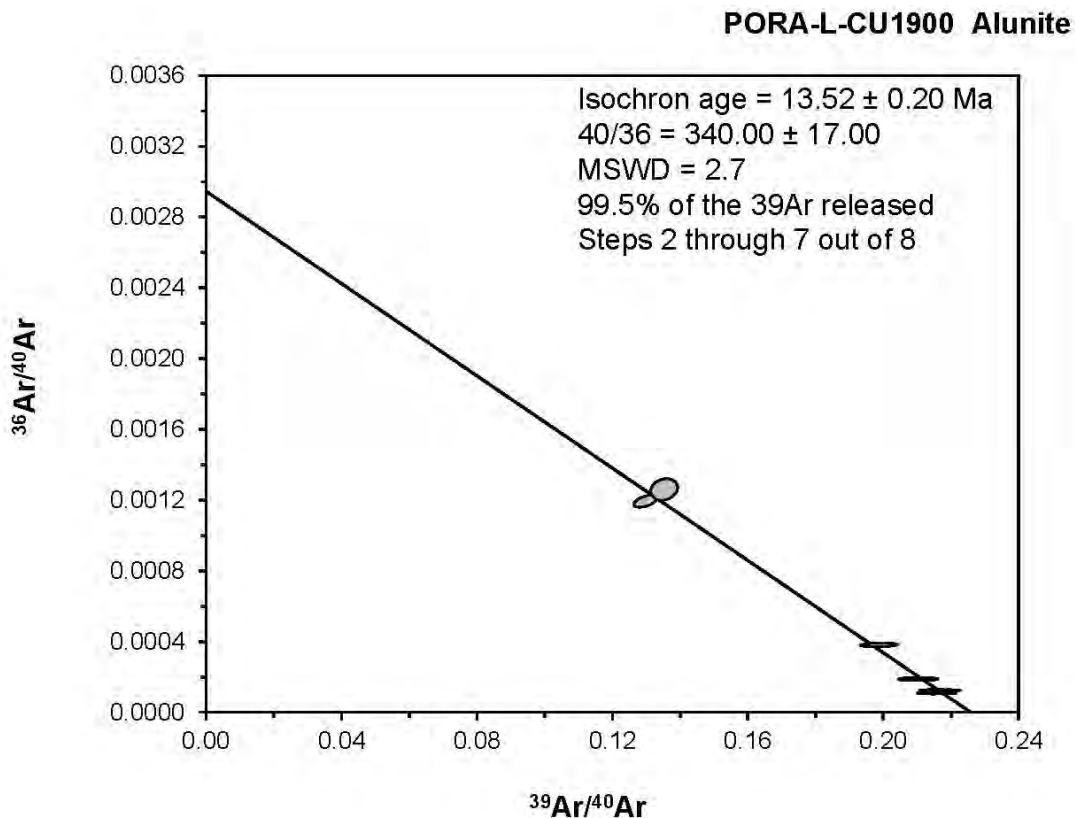


Figura 2. Datación ^{40}Ar - ^{39}Ar de alunita hidrotermal en la veta 1900, nivel 4720, de la mina Poracota.

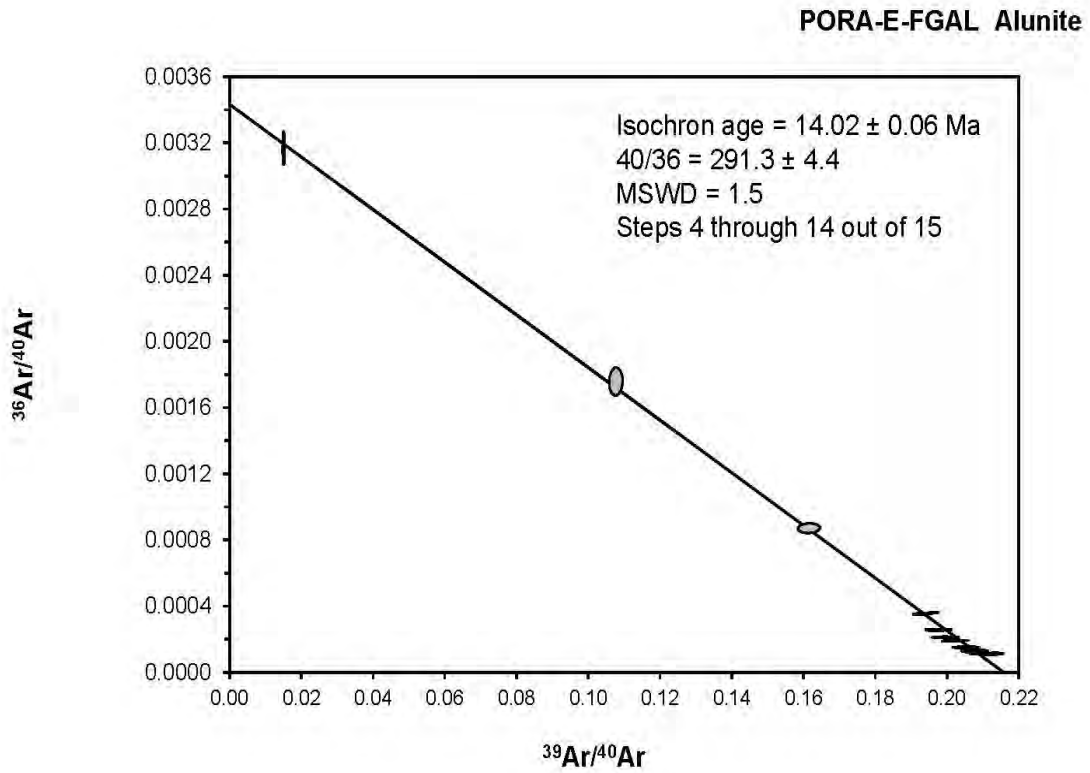


Figura 3. Datación ^{40}Ar - ^{39}Ar de alunite hidrotermal en el cuerpo Silvana, nivel 4720, de la mina Poracota.

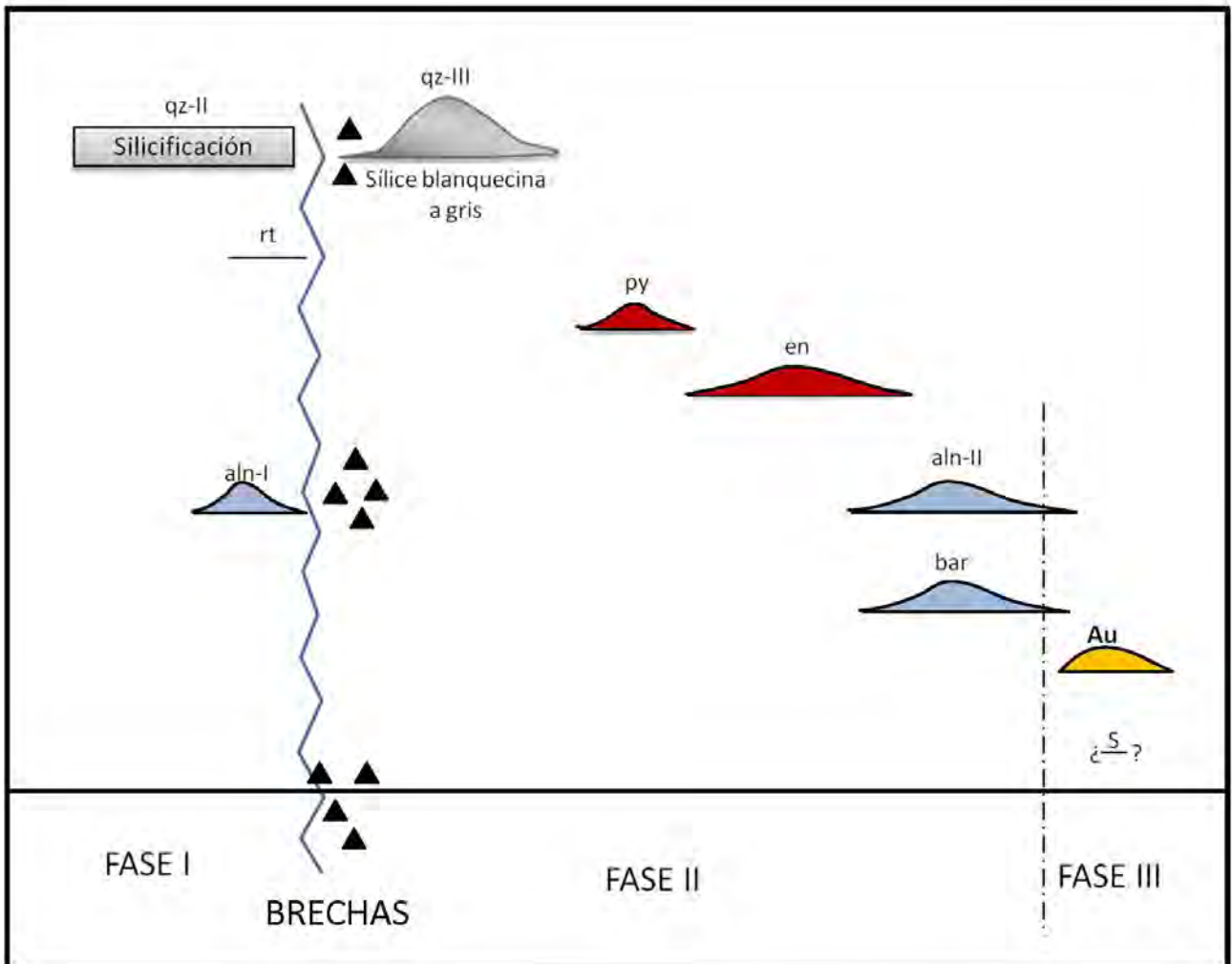


Figura 4. Secuencia de formación de minerales en la mina Poracota.

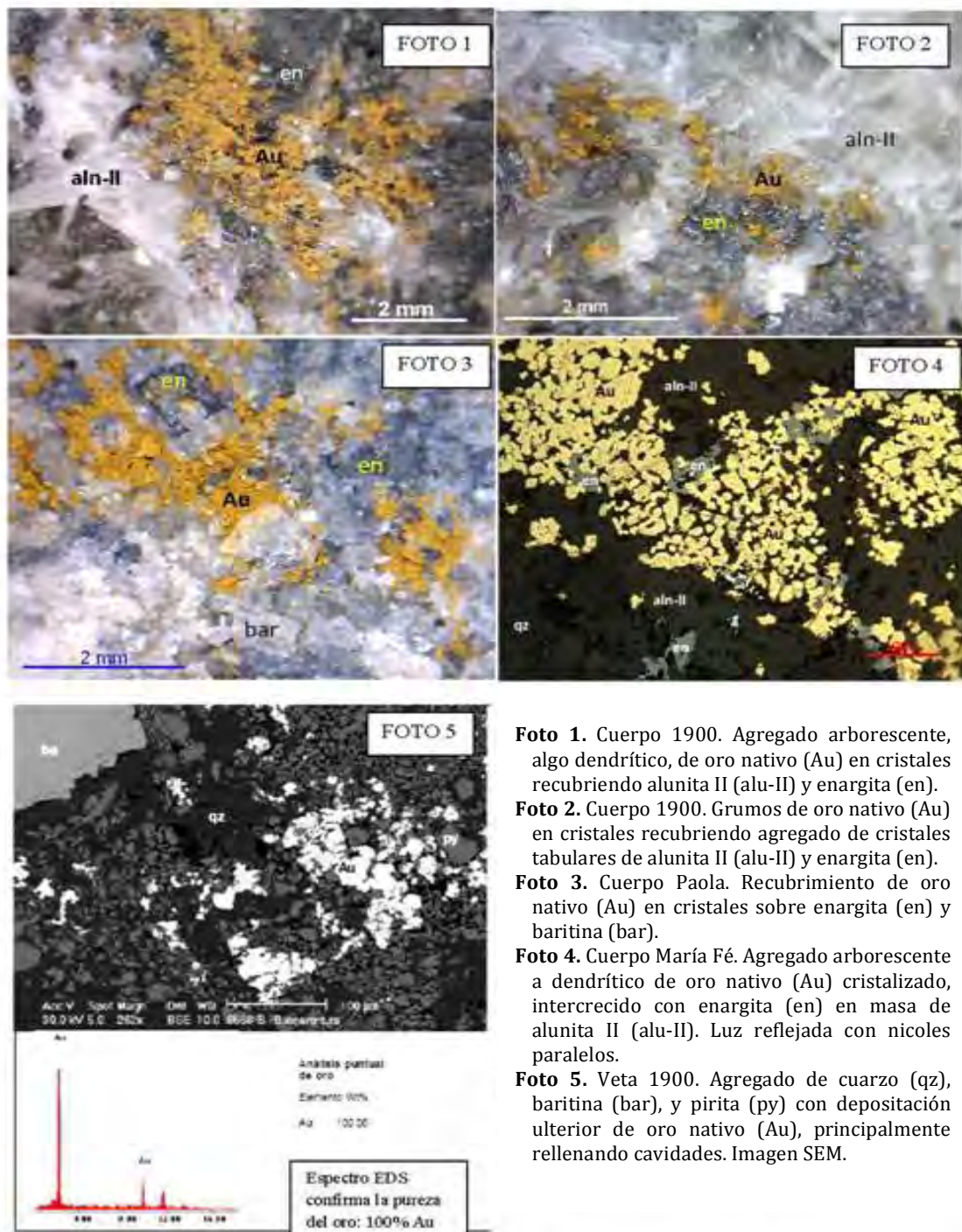


Foto 1. Cuerpo 1900. Agregado arborescente, algo dendrítico, de oro nativo (Au) en cristales recubriendo alunita II (alu-II) y enargita (en).

Foto 2. Cuerpo 1900. Grupos de oro nativo (Au) en cristales recubriendo agregado de cristales tabulares de alunita II (alu-II) y enargita (en).

Foto 3. Cuerpo Paola. Recubrimiento de oro nativo (Au) en cristales sobre enargita (en) y baritina (bar).

Foto 4. Cuerpo María Fé. Agregado arborescente a dendrítico de oro nativo (Au) cristalizado, intercrecido con enargita (en) en masa de alunita II (alu-II). Luz reflejada con nicolas paralelos.

Foto 5. Veta 1900. Agregado de cuarzo (qz), baritina (bar), y pirita (py) con depositación ulterior de oro nativo (Au), principalmente rellenando cavidades. Imagen SEM.

Figura 5. Microfotografías de muestras de la mina Poracota.

4. Mineralogía y paragénesis en Poracota

La evolución paragenética de todo el yacimiento ha sido descrita en detalle por Miranda (2009). El presente trabajo se circunscribe a la mineralización de oro (Fig. 5). Aunque los datos geocronológicos sugieren dos períodos distintos para la formación de alunitas, no podemos correlacionarlos en términos de la paragénesis mineralógica. La silicificación temprana se caracteriza por halos de cuarzo y alunita I reemplazando a feldspatos.

La Figura 4 muestra la secuencia de formación o paragénesis de los minerales relacionados con la mineralización aurífera. Se ha diferenciado tres fases:

- La Fase I se caracteriza por la silicificación previa de la roca encajonante, la cual ocasionalmente se observa en fragmentos englobados por el cuarzo masivo posterior, con finas inclusiones de rutilo.

- La Fase II se inició con la deposición de cuarzo masivo, que en cavidades forma cristales prismáticos euhédricos. Fue seguida por la etapa más calcogénica, ya que durante ella se formaron los principales sulfuros, como pirita y enargita, y los sulfatos alunita y baritina. Estos minerales generalmente rellenan intersticios y cavidades dejadas por las fases silíceas anteriores. La pirita se presenta en grupos de cristales decamométricos, anhedrales a subhedrales (Fig. 5: foto 5). La enargita ocurre masiva y

en agregados de cristales prismáticos subidiomórficos; cristalizó en fases previas a la alunita II y baritina. Estos últimos minerales generalmente presentan cristales idiomórficos tabulares, ya que se formaron en espacios abiertos.

- La Fase III es la que trae al oro nativo visible y al azufre nativo. Se asume que el azufre precipitó casi

conjuntamente con el oro. Sin embargo, no se les ha observado juntos como para confirmar esta presunción. El oro ocurre cristalizado y como agregados arborescentes y algo dendríticos. El azufre nativo presenta nidos y venas con cristales relleno de cavidades y tapizando a los demás minerales.

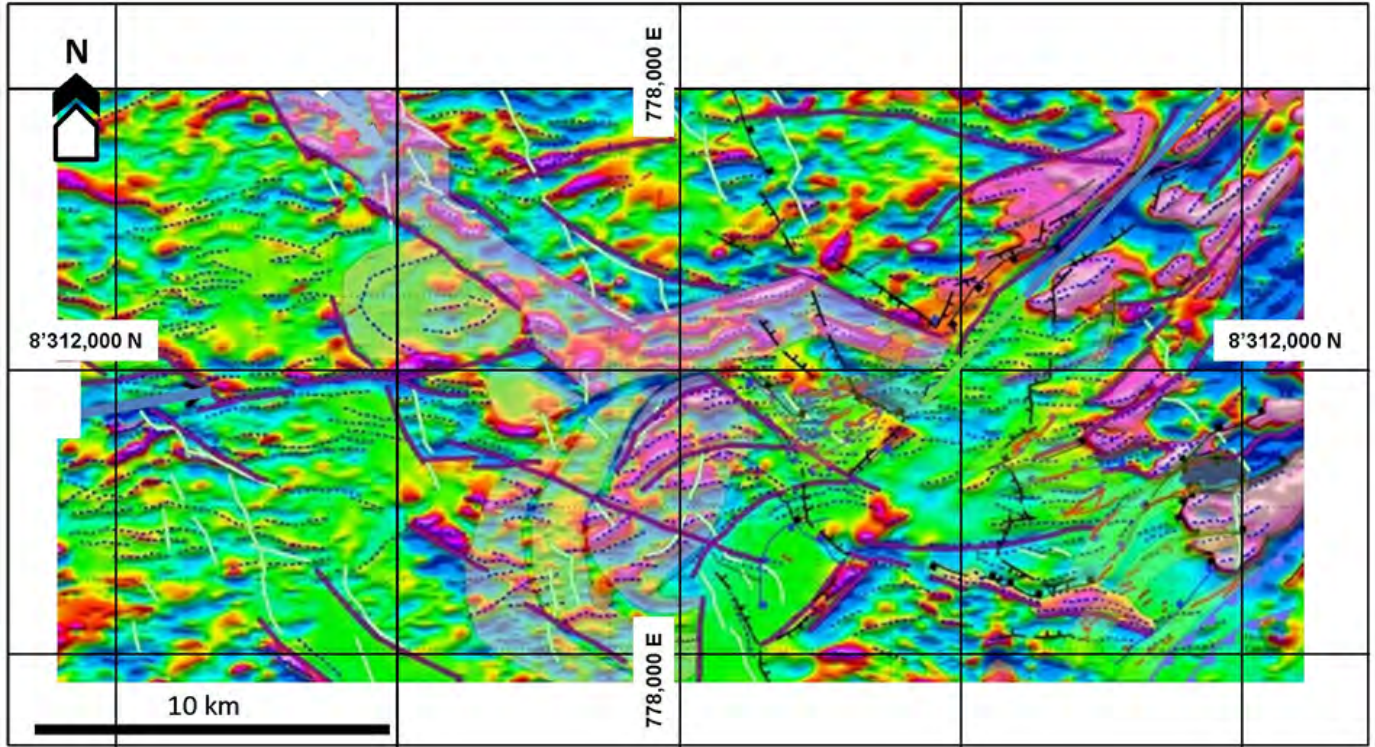


Figura 6. Aeromagnética en señal analítica, mostrando los principales dominios y lineamientos.

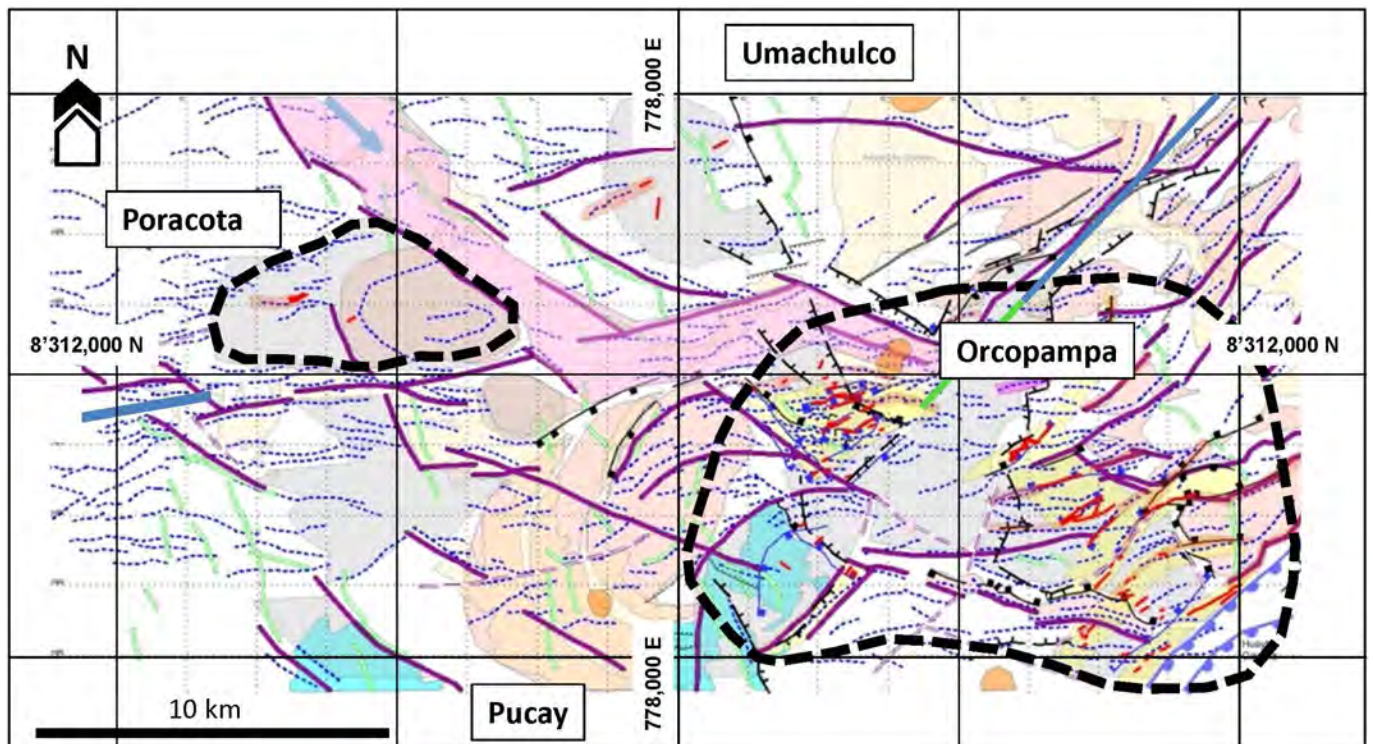


Figura 7. Límites del distrito minero de Orcopampa (~18.6 Ma) y del prospecto satélite de Poracota. Las principales vetas están figuradas en rojo. El graben principal, de rumbo NE-SW, atraviesa y controla las vetas del distrito minero de Orcopampa. Al noroeste de Poracota, un graben secundario, de rumbo andino, está coloreado en rosa. Las principales estructuras están marcadas por líneas más gruesas de color magenta. Se aprecian lineamientos magnéticos en líneas azules.

5. Síntesis geológica y metalogénica

La interpretación inicial del vuelo magnetométrico y radiométrico permite apreciar que los sistemas de vetas conocidos ocupan áreas con débil registro magnetométrico (con tonalidades verde amarillo en la Figura 6) y suave relieve magnético. Los altos magnéticos corresponden a domos exógenos o intrusivos subvolcánicos Sarpane inalterados y frescos, con cero prospectividad (colores magenta en la Figura 6). Por otro lado, los lineamientos estructurales correlacionados en base a estructuras cartografiadas factuales permiten subdividir la región en cinco bloques o dominios estructurales surcados por dos grábenos principales relacionados al vulcanismo cenozoico (Fig. 7).

Queda demostrado que los sectores Calera y Chipmo son coetáneos, habiéndose formado en el centro de un graben o hemigraben volcánico mioceno, de rumbo noreste-suroeste. Ambas ocurrencias presentan los mismos controles estructurales y forman parte de un importante distrito minero (Salazar, 2008; Sarmiento, 2008; Salazar et al., 2009). Las vetas y mantos del depósito Poracota son significativamente más jóvenes, tienen sus propios controles estructurales, y constituyen una ocurrencia mineral independiente del distrito minero de Orcopampa (Fig. 7).

Agradecimientos

Los autores agradecen a Don Alberto Benavides de la Quintana por su apoyo constante y dedicada aplicación de estos estudios en la gestión sostenible de las actividades mineras en Orcopampa y Poracota, Arequipa.

Referencias

Caldas, J. 1993. Geología de los cuadrángulos de Huambo y Orcopampa. Boletín del INGEMMET, v. 46, 62 p.

- Coller, D. 2008. Interpretation of the structure and tectonics of the Chipmo-Orcopampa epithermal mineral district: Assessment of the prospectivity with special reference to the Sausa prospect. Unpublished report, Compañía de Minas Buenaventura S.A.A, 8 p.
- Galas, A. 2011. The extent and volcanic structures of the Quaternary Andahua Group, Andes, Southern Peru. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, v. 8, p. 1-19.
- Gibson, P.C., McKee, E.H., Noble, D.C., Swanson, K.E. 1995. Timing and interrelation of magmatic, tectonic, and hydrothermal activity at the Orcopampa district, southern Peru. *Economic Geology*, v. 90, p. 2317-2325.
- Miranda, M. 2009. Evolución volcánica e hidrotermal del depósito Au de Poracota. Tesis de Ing., UNDAC, 175 p.
- Noble, D.C. 1972. Overview of the Cenozoic geology of the Orcopampa 30 minute quadrangle, southern Peru. Private report, Cía. de Minas Orcopampa, 19 p.
- Noble, D.C. 1992. Overview of the Cenozoic geology of the Orcopampa 30 minute quadrangle, southern Peru. Unpublished Report, Cía. de Minas Buenaventura S.A.
- Noble, D.C. 2002. Summary of isotopic ages available for the Orcopampa quadrangle as for July, 2002. Unpublished report, Cía de Minas Buenaventura S.A.A.
- Swanson, K.E., Noble, D.C., Connors, K.A., Mayta, O., McKee, E., Sánchez, A. Heizler, M.T. 2004. Mapa geológico del cuadrángulo de Orcopampa. Boletín del INGEMMET, v. 137, 19 p.
- Salazar, J.C., Sarmiento, J.C., Vidal, C.E., Noble, D.C. 2009. Bonanza gold-telluride epithermal mineralization of the Chipmo zone, Orcopampa district, southern Peru. *Sociedad Geológica del Perú*, vol. esp. 7, "Victor Benavides Cáceres", p. 107-148.
- Salazar, J.C. 2008. Epithermal gold-telluride mineralization in the Chipmo deposit, Orcopampa district, Arequipa, Peru. M.Sc. thesis, The University of Western Australia, 105 p.
- Sarmiento, J.C. 2008. Menas auríferas epitermales en Chipmo y Poracota, Arequipa, Perú: Inclusiones fluidas e isótopos de plomo y estroncio; aplicaciones para la exploración. M.Sc. thesis, Escuela de Minas - Universidad Politécnica de Madrid, España, y Centro de Pesquisas Geocronológicas, Universidade de São Paulo, Brazil.