

GEOLOGÍA VOLCÁNICA, GEOCRONOLOGÍA, GEOFÍSICA Y PARAGÉNESIS DE ALTERACIÓN Y MINERALIZACIÓN DEL DEPÓSITO EPITERMAL DE ORO PORACOTA Y SUS RELACIONES CON LOS DEPÓSITOS DE PLATA Y ORO DEL CERCANO DISTRITO MINERO DE ORCOPAMPA

César E. Vidal (*), Miguel Miranda (*), Juan C. Salazar (*), David Coller (°), Samuel Canchaya (*), Julio Meza (*) y Donald C. Noble (•)

(*) Cía. de Minas Buenaventura S.A.A., Av. Las Begonias 415 – San Isidro, LIMA-PERU

(°) Earth Tectonics Ltd., DUBLIN-IRLANDA

(•) 3450 Rolling Ridge Road, Reno, NEVADA-USA

ANTECEDENTES

Las vetas del Distrito Minero de Orcopampa han producido 72.0 millones de onzas de plata y 4.1 millones de onzas de oro desde 1967, cuando Buenaventura inicia su explotación, hasta el 31 de diciembre del 2013. 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 al 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 (Figura 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.

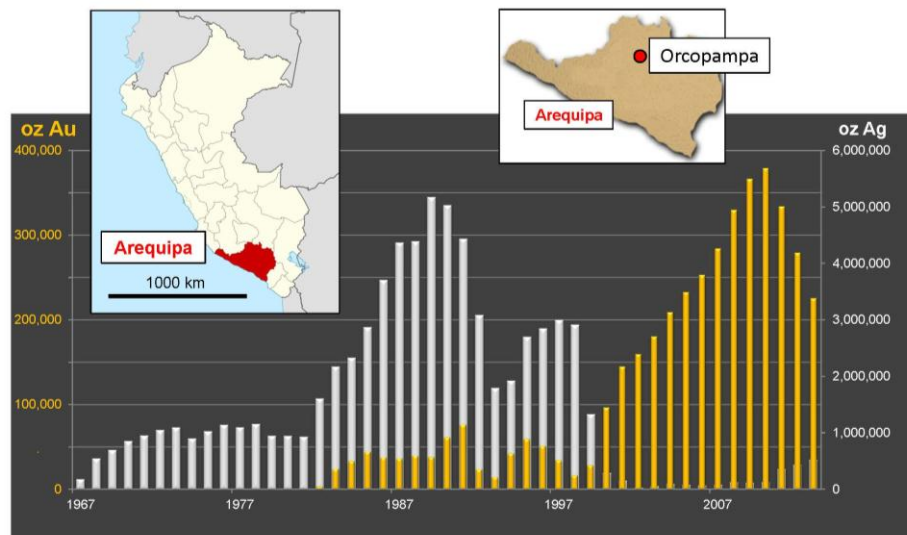


Figura 1 : Ubicación geográfica y producción histórica del Distrito Minero Orcopampa desde 1967 hasta 2013

GEOLOGÍA VOLCÁNICA

Las secuencias y unidades volcánicas del Terciario en Orcopampa fueron definidas y propuestas por Noble (1972, 1992) y Swanson et al. (2004). El vulcanismo del Terciario 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).

Los modos eruptivos del Terciario varían 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 del Terciario temprano a Superior de rumbo andino, es recortada transversalmente por rifts con pequeños conos basálticos del Volcánico Andahua (Galas, 2011).

GEOCROLOGÍA

La secuencia volcánica de la zona de Orcopampa tiene un rango de edades del Mioceno entre aproximadamente 6 Ma y 20 Ma (Swanson et al. 2004). La mineralización del sector Calera ha sido datada entre 17.0 y 17.9 Ma en base a 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 Orcopampa.

Sin embargo, el sector de Poracota tiene alunitas de alteración hidrotermal datadas recientemente por el método $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ que dan edades preferenciales de 13.52 ± 0.20 Ma y 14.02 ± 0.06 Ma en dos especímenes diferentes de la Veta 1900 y el Cuerpo Silvana respectivamente (Figuras 2 y 3). Estas dataciones demuestran que la actividad hidrotermal de Poracota es 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 Orcopampa; la mineralización de Poracota tiene características propias en edad, controles estructurales, paragénesis y geoquímica.

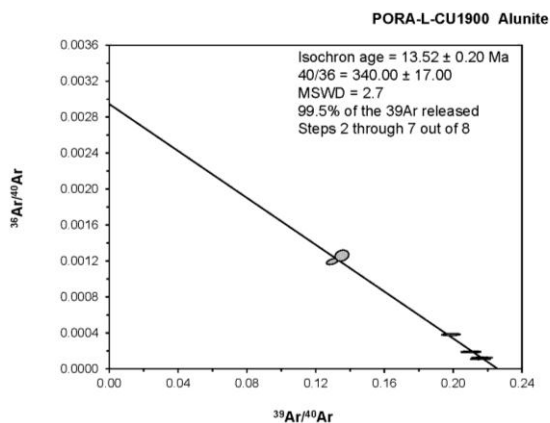


Figura 2 : Datación $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ de alunita hidrotermal en Veta 1900, Nivel 4720 Mina Poracota

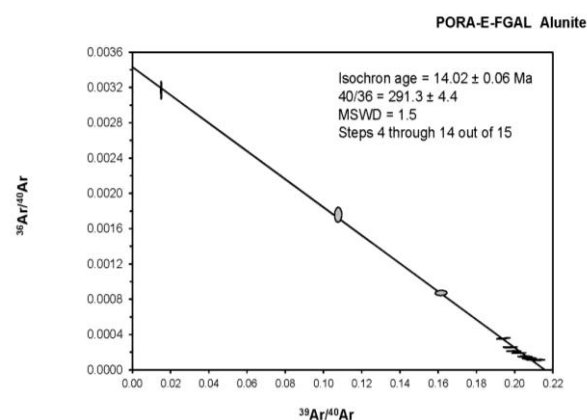
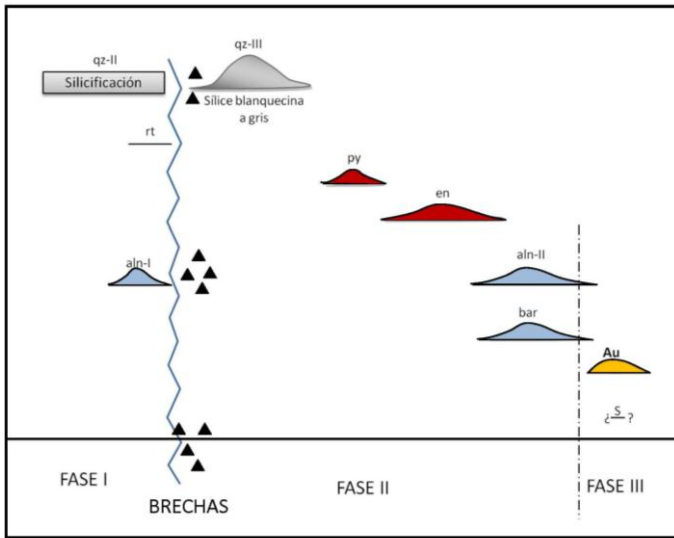


Figura 3 : Datación $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ de alunita hidrotermal en Cuerpo Silvana, Nivel 4720 Mina Poracota

MINERALOGÍA Y PARAGÉNESIS EN PORACOTA

La evolución paragenética de todo el yacimiento se puede consultar en Miranda (2009). En este trabajo nos vamos a circunscribir a la mineralización de oro (Fotos 1, 2, 3 y 4). Adicionalmente, aunque las edades radiométricas sugieren dos períodos distintos para formación de alunitas, no podemos correlacionarlo en términos de la paragénesis mineralógica. La silicificación temprana ocurre como halos de cuarzo y alunita 1 reemplazando a feldespatos.

En el Cuadro 1 se muestra la secuencia de formación o paragénesis de los minerales relacionados con la mineralización aurífera. Se ha diferenciado tres fases: La Fase I es 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.



Cuadro 1 : Secuencia de formación de minerales en Poracota

visible y al azufre nativo; asumimos que el azufre ocurre 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 rellenando cavidades y tapizando a los demás minerales.

La Fase II se inicia con la deposición de cuarzo masivo, que en cavidades forma cristales prismáticos euhédricos; es seguida por la etapa más calcogénica, ya que durante ella se forman 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 grumos de cristales decamicrométricos anhedrales a subhedrales (Foto 5). La enargita ocurre masiva y en agregados de cristales prismáticos subidiomórficos; cristaliza en fases previas a la alunita 2 y baritina. Estos últimos minerales generalmente presentan cristales idiomórficos tabulares, ya que se forman en espacios abiertos.

La Fase III es la que trae al oro nativo

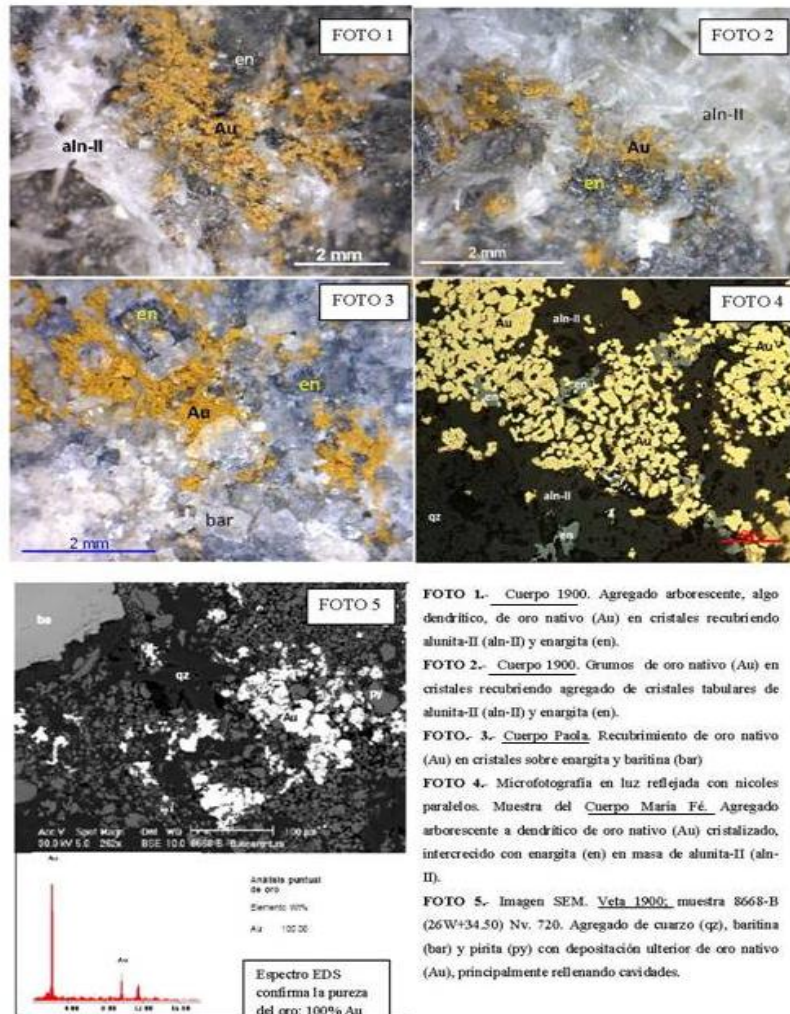


FOTO 1.- Cuerpo 1900. Agregado arborescente, algo dendrítico, de oro nativo (Au) en cristales recubriendo alunita-II (aln-II) y enargita (en).

FOTO 2.- Cuerpo 1900. Grumos de oro nativo (Au) en cristales recubriendo agregado de cristales tabulares de alunita-II (aln-II) y enargita (en).

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

FOTO 4.- Microfotografía en luz reflejada con nicoles paralelos. Muestra del **Cuerpo Maria Fé**. Agregado arborescente a dendrítico de oro nativo (Au) cristalizado, intercrecido con enargita (en) en masa de alunita-II (aln-II).

FOTO 5.- Imagen SEM. **Veta 1900**, muestra 8668-B (26W+34.50) Nv. 720. Agregado de cuarzo (qz), baritina (bar) y pirita (py) con deposición ulterior de oro nativo (Au), principalmente rellendo cavidades.

Espectro EDS confirma la pureza del oro: 100% Au

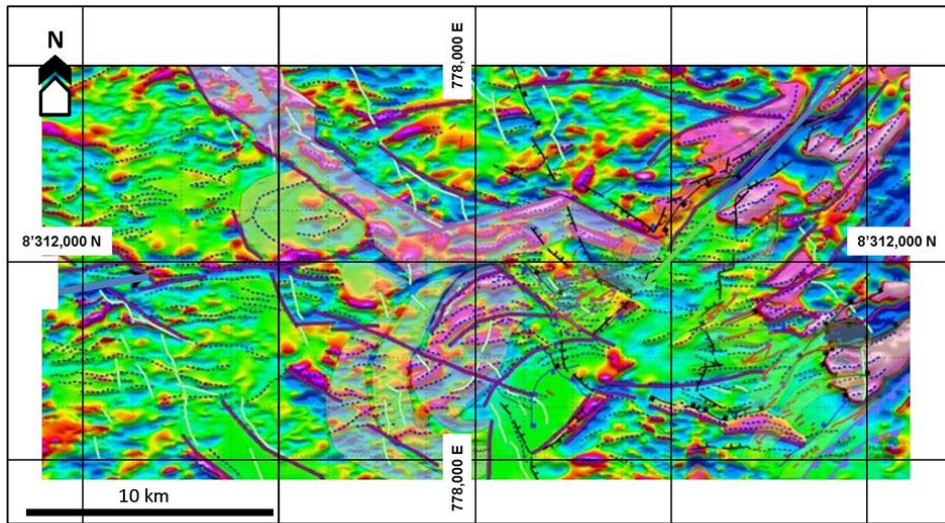


Figura 4 : Aeromagnetometría en señal analítica, con principales dominios y lineamientos

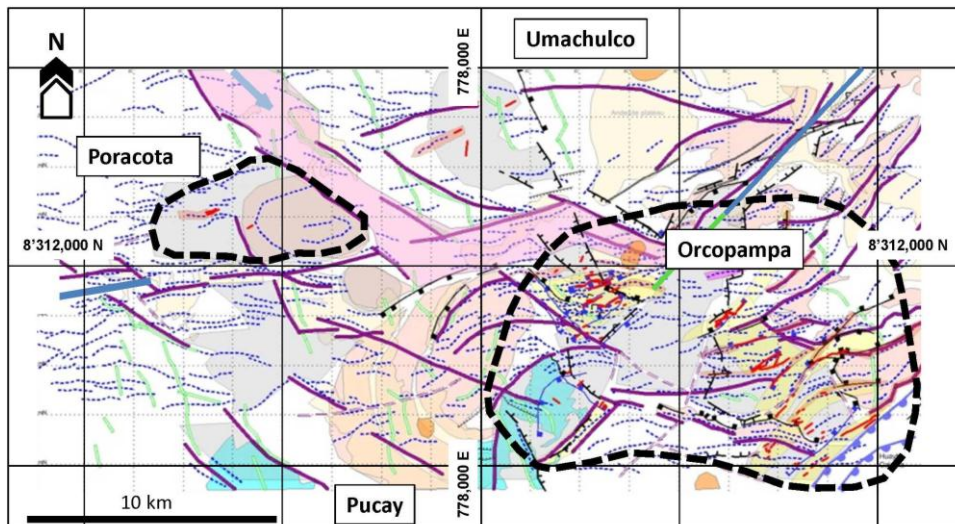


Figura 5 : Límites del Distrito Minero Orcopampa (18.6 Ma) y prospecto satélite Poracota (14.6 Ma). Principales vetas en rojo. Rift principal NE – SW atravesando y controlando las vetas del Distrito Minero Orcopampa. Rift secundario andino al Nor Oeste de Poracota en color rosa. Se aprecian lineamientos magnéticos en líneas azules y en línea magenta más gruesa las principales estructuras.

SINTESIS GEOLÓGICA Y METALOGÉNÉTICA

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 4 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 4). 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 rifts principales relacionados al vulcanismo del Terciario y Cuaternario (Figura 5).

Queda demostrado que los sectores Calera y Chipmo son coetáneos, habiéndose formado en el centro de un rift volcánico o hemigraben del 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 al Distrito Minero Orcopampa (Figura 5).

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

1. Caldas, J. (1993) Geología de los cuadrángulos de Huambo y Orcopampa. *Ingemmet Boletín*, 46: 62 p.
2. 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., plus maps and sections.
3. Galas, A. (2011) The extent and volcanic structures of the Quaternary Andahua Group, Andes, Southern Peru. 8, 1-19. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*.
4. 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*, 90. 2317-2325.
5. Miranda M. (2009) Evolución Volcánica e Hidrotermal del depósito Au Poracota. Sistema de alta sulfuración, Sur del Perú. Lito-geoquímica, Control estructural, estilos de alteración y mineralización.- Tesis de Ing. UNDAC; 175 p.
6. 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..
7. Noble, D.C. (1992) Overview of the Cenozoic geology of the Orcopampa 30 minute Quadrangle, southern Peru. Unpublished Report, Cia. De Minas Buenaventura S.A.
8. Noble, D.C. (2002) Summary of isotopic ages available for the Orcopampa quadrangle as for July, 2002. Cia de Minas Buenaventura S.A.A Unpublished report.
9. Swanson, K.E., Noble, D.C., Connors, K.A., Mayta T., O., Sánchez P., A. & Heizler, M.T. (2004) Mapa geológico de cuadrángulo de Orcopampa. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico del Perú, Boletín 137, scale 1:100,000.
10. 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. Volumen Especial 7. Boletín de la Sociedad Geológica del Perú Victor Benavides Cáceres, 107-148.
11. Salazar, J.C. (2008) Epithermal gold-telluride mineralization in the Chipmo deposit, Orcopampa district, Arequipa, Peru. Unpublished M.S. thesis; The University of Western Australia, 105 p.
12. 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. Unpublished M.Sc. thesis, Escuela de Minas – Universidad Politécnica de Madrid (Spain) and Centro de Pesquisas Geocronológicas – Universidade de São Paulo (Brazil).