



## Cobrepampa: magmatismo asociado y características metalogenéticas

Michael Valencia<sup>1</sup>, Fredy Arcos<sup>2</sup>, Miguel Chumbe<sup>3</sup> y Alonso Marchena<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Ingemmet, Av. Canadá 1470, San Borja, Lima, Perú (mvalencia@ingemmet.gob.pe)

<sup>2</sup>Ingemmet, Av. Canadá 1470, San Borja, Lima, Perú (farcos@ingemmet.gob.pe)

<sup>3</sup>Ingemmet, Av. Canadá 1470, San Borja, Lima, Perú (mchumbe@ingemmet.gob.pe)

<sup>4</sup>Ingemmet, Av. Canadá 1470, San Borja, Lima, Perú (amarchena@ingemmet.gob.pe)

### Resumen

Cobrepampa es un depósito de cobre ubicado en Acarí (Caravelí-Arequipa). La mineralización se emplaza en pórfidos dioríticos pertenecientes al intrusivo Cobrepampa (Superunidad Linga) y está constituida por bornita, calcosina, covelina y calcopirita y en la zona de oxidación cuprita, crisocola, malaquita y hematita.

El magmatismo es calcoalcalino con alto K. El intrusivo Cobrepampa evoluciona por fraccionamiento y contaminación en una corteza más delgada que la superunidad Linga.

Petromineralógicamente se tiene epidotización con diseminaciones de calcopirita, piritita y bornita, gangas de cuarzo y calcita con hematita acicular. Las inclusiones fluidas muestran temperaturas de homogenización de 165.5 - 266.43 °C, y salinidad 3.5 - 16.8 % eq. peso NaCl de un mesotermal o epitermal, pero que por sus características geomineralógicas sería un mesotermal.

Por tanto, Cobrepampa presenta más de un evento de mineralización: una con magnetita y actinolita, y otro mesotermal de vetas de cuarzo con sulfuros.

### Abstract

Cobrepampa is a copper deposit located in Acarí (Caravelí-Arequipa). The mineralization is emplaced in dioritic porphyries from Cobrepampa intrusive (Superunidad Linga) and is composed of bornite, chalcocite, covellite, chalcopyrite and,

in the oxidation zone, cuprite, chrysocolla, malachite and hematite.

The magmatism is calcoalcaline with high K contents. Cobrepampa intrusive evolved by fractionation and contamination into a crust thinner than Superunidad Linga.

Epidotization occurs with disseminations of chalcopyrite, pyrite and bornite. Quartz, calcite, and acicular hematite have been also identified.

Fluid inclusions show homogenization temperatures of 165.5 - 266.43 °C, and salinities of 3.5 - 16.8 % NaCl eq., corresponding to mesothermal to epithermal environments. Due to geological and mineralogical characteristics a mesothermal event is interpreted.

Cobrepampa presents more than one mineralization event: one including magnetite and actinolite, and another, interpreted as mesothermal, containing quartz veins with sulfides.

**Palabras Clave:** inclusión fluida, litogeoquímica, temperatura de fusión, temperatura de homogeneización y magmatismo calcoalcalino.

### 1. Introducción

El depósito cuprífero de Cobrepampa está localizado en el distrito de Acarí, provincia de Caravelí, región Arequipa, y es accesible desde el poblado de Acarí. Actualmente Cobrepampa es una mina en explotación, propiedad de la Compañía Minera Cobreña.

El presente trabajo forma parte de los estudios realizados por el Ingemmet con la finalidad de contribuir al desarrollo de las exploraciones mineras en la costa sur del Perú.

## 2. Metodología aplicada

En este estudio se tomaron 17 muestras de roca para análisis multielemental ICP-MS (55 elementos) con fusión de peróxido de sodio, y de fluorescencia de rayos X con borato de litio, para determinar la composición de óxidos y de elementos traza de las rocas ígneas. La caracterización petromineralógica se realizó en una sección pulida representativa de una de las vetas. También se estudiaron inclusiones fluidas en vetas de cuarzo y calcita relacionadas con la mineralización.

## 3. Características geológicas

Regionalmente afloran rocas intrusivas de la superunidad Linga del Batolito de la Costa localizada en la franja VIII del mapa metalogénico, correspondiente a los depósitos IOCG del Cretáceo Inferior (Acosta et al., 2009). Localmente aflora la monzonita Cobrepampa que presenta facies de pórfido diorítico relacionadas con la mineralización de cobre (Ínjoque, 2002). Hacia el este, los intrusivos están cubiertos por las tobas del Grupo Nasca (Figura 1) correlacionables con la Formación Huayllillas datada en 22 y 18 Ma (Sánchez & León, 1995).

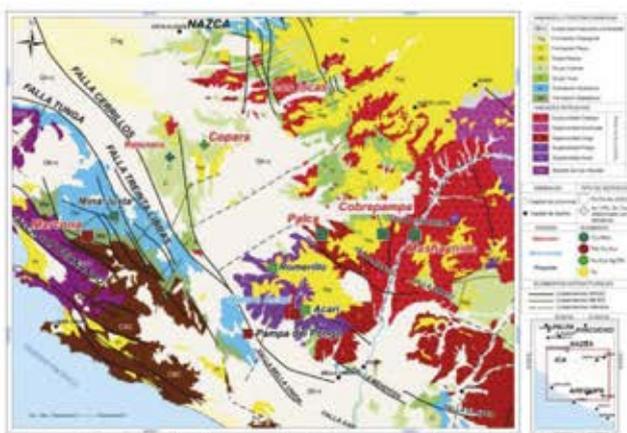


Figura 1. Geología regional mostrando los diferentes yacimientos relacionados con intrusivos en la región.

## 4. Magmatismo

Los intrusivos de la superunidad Linga son rocas calcoalcalinas con alto K (Figura 2, Le Maitre, 1989; Kuno, 1969) y en los diagramas spider muestran un débil empobrecimiento de Sr quizás debido a su origen en un arco continental primitivo (Figura 3, Thompson, 1982).

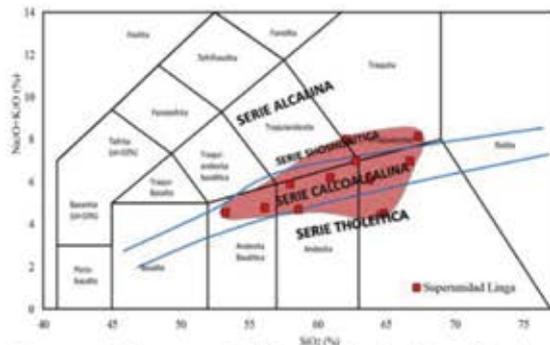


Figura 2. Diagrama TAS para la clasificación de rocas.

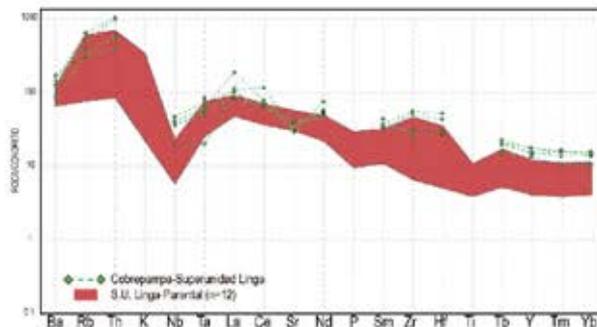


Figura 3. Diagrama Spider normalizado al condrito excepto Rb, K y P normalizados al manto primitivo.

Las relaciones de los elementos traza indican que el intrusivo Cobrepampa presenta una evolución por fraccionamiento y/o contaminación (Figura 4).

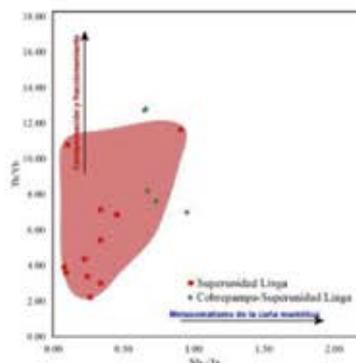


Figura 4. Diagrama  $Nb_N/Ta_N$  vs  $Th/Yb$ . El parámetro  $Th/Yb$  nos da un indicador de la contaminación cortical (aumento de Th) y del fraccionamiento (descenso de Yb); mientras que el ratio  $Nb_N/Ta_N$  nos indica metasomatismo de la cuña mantélica.

La superunidad Linga se habría generado en una corteza de entre 30 y 40 km de espesor; mientras que los magmas del intrusivo Cobrepampa se generaron en una corteza ligeramente más delgada (Figura 5). Estos hechos sugieren un adelgazamiento cortical progresivo originado en un régimen extensional (Mantle & Collins, 2008).

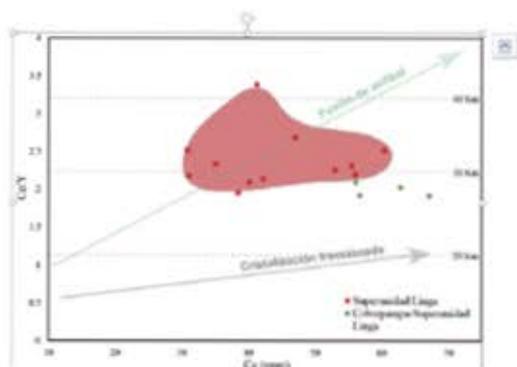


Figura 5. Diagrama para estimar profundidad del Moho de Mantle & Collins (2008) y tendencias del fraccionamiento para las unidades ígneas regionales y del yacimiento Cobrepampa.

## 5. Mineralización

### 5.1. Alteración Hidrotermal

La alteración predominante en la roca huésped es la propilitización con calcita, clorita, epidota y pirita. Mientras en los cuerpos mineralizados de vetas de cuarzo con sulfuros y diseminados presentan una alteración predominante potásica (Ínjoque, 2002).

### 5.2. Mineralizaciones

La mineralización de cobre y hierro se desarrolla en vetas principalmente de cuarzo, paralelas y subverticales con dirección preponderantemente N310°, y presentan una extensión lateral de 80 a 100 m y espesores variables de 5 a 50 cm; forman lazos sigmoides con clavos y cuerpos mineralizados. En las zonas distales también se tiene vetillas de calcita. Estas vetas se emplazan en un cuerpo intrusivo epidotizado con diseminaciones de calcopirita, pirita y bornita, gangas de cuarzo y calcita con hematita acicular (Figura 6).

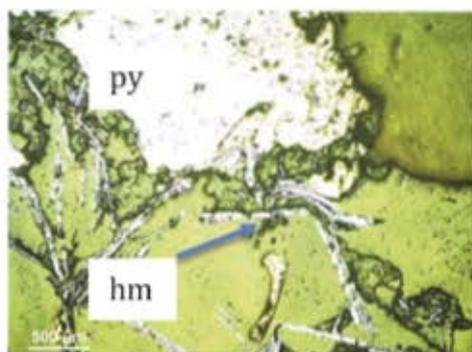


Figura 6. Sección pulida con nicóles paralelos de un cuerpo mineralizado donde se observan hematita acicular (hm) y pirita (py).

En perfil, el yacimiento presenta en la zona de oxidación, crisocola, malaquita, hematita y cuprita; una zona de sulfuros secundarios constituida por bornita, calcosina, covelina y calcopirita; y una hipógena con calcopirita y pirita. Mientras la magnetita-actinolita se encuentra diseminada y en vetillas en todo el intrusivo. Muestras recolectadas dieron valores de Cu de 4 a 15%; mientras se han reportado valores de 0.5 oz de Ag y Au como subproductos (Ínjoque, 2002).

## 6. Inclusiones fluidas

Se tomaron 23 medidas de inclusiones fluidas de una muestra de veta agrupadas en tres campos de datos A, B y C (Tabla 1), en las cuales se reconocieron 6 datos de temperatura de fusión del hielo (-Tf) y 23 de temperatura de homogenización (Th). Los resultados de microtermometría muestran tres familias de inclusiones: dos en el campo B con Th entre los 190-200 °C y 210-260 °C; y una en el campo C con Th promedio de 197 °C. Se realizaron entre dos y cuatro medidas por cada inclusión.

Los resultados presentan temperaturas de homogenización entre los 165.5 y 266.43 °C; mientras para la salinidad se tiene dos poblaciones, una alrededor de 3.5% y la otra entre 12.8 y 16.8 % eq. peso NaCl (Figura 7), estos resultados son característicos de un sistema mesotermal a epitermal (Figura 8).

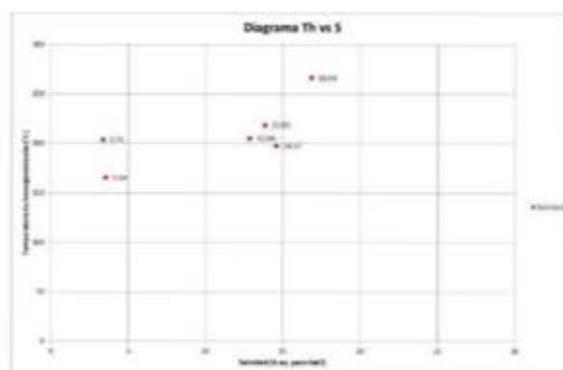


Figura 7. El diagrama muestra dos poblaciones con temperatura de homogeneización similares entre 165.5 y 266.43 °C y dos salinidades, uno alrededor de 3.5% eq. peso NaCl y el otro alrededor de 15.5% eq. peso NaCl.

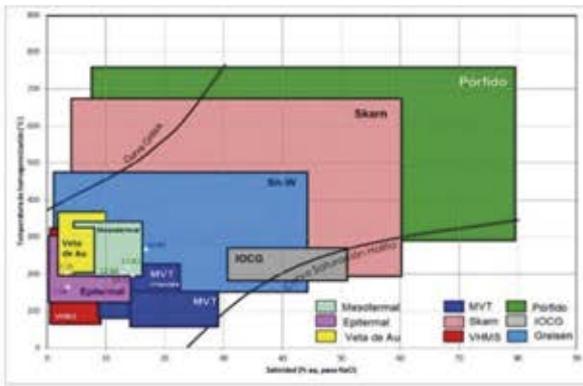


Figura 8. Diagrama de temperatura de homogeneización vs. Salinidad, modificado de Wilkinson (2001).

## 7. Discusión - Conclusiones

Cobrepampa, corresponde a un depósito rico en Cu relacionado con los pórfidos dioríticos asociados con el intrusivo Cobrepampa, con mineralizaciones de Fe como magnetita con actinolita en un ambiente de corteza delgada (Figura 5) y vetas de reemplazamiento de cuarzo con sulfuros y hematización, con características de eventos hidrotermales posteriores de depósitos mesotermales (relacionados a intrusivos) de claro control estructural, los que facilitaron y enriquecieron la mineralización económica.

Por lo tanto, el yacimiento Cobrepampa presenta más de un evento de mineralización: una masivo con magnetita-actinolita con alteración potásica y por lo menos un evento mesotermal de vetas de cuarzo con sulfuros.

## Agradecimientos

A las autoridades del Ingemmet por el apoyo brindado en la elaboración del presente artículo.

## Referencias

- Acosta, J., Rivera, R., Valencia, M., Chirif, H., Huanacuni, D., Rodríguez, I., Villarreal, E., Paico, D. & Santisteban, A. 2009. Memoria del Mapa Metalogénico del Perú 2009. Ingemmet. 17 p.
- Ínjoque, J. 2002. Fe oxide-Cu-Au deposits in Peru: an integrated view. En: Porter, T. Michael, ed., Hydrothermal iron oxide copper-gold & related deposits: a global perspective. 2. ed. Linden Park, Sa: PGC Publishing, 2002, tomo 2, p. 97-113,
- Kuno, H. 1969. Andesite in time and space. Proceedings of the andesite conference. Bulletin 65. P. 13-20.

Le Maitre, R. W. 1989. A Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms. Oxford, Blackwell, 1989, 193 p.

Mantle, G. & Collins, W. 2008. Quantifying crustal thickness variations in evolving orogens: correlations between arc basalt composition and Moho depth. *Geology*, v. 36. p. 162-182.

Sanchez, A. & León W. 1995. Geología del Perú. Parte 3 Rocas Ígneas. Ingemmet, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 55, 178 p.

Thompson, R. 1982. Magmatism of the British Tertiary Volcanic province. *Scot. J. Geol.* 18(4), p. 9-107.

Wilkinson, J.J. 2001. Fluid inclusions in hydrothermal ore deposits: *Lithos*, v. 55, p. 229-272.

Tabla 1. Datos Microtermométricos de la Muestra

N°	Campo	Muestra	CLAF	MIN	TIPO	Φμm	FILL	-Tf(°C)	Th(°C)	NaCl(wt%)
1	A	N7-M02	L	cac	BIF	5.9	0.9	-	216.73	
2	A	N7-M02	L	cac	B F	5.2	0.9	-	228.1	
3	A	N7-M02	L	cac	BIF	4.9	0.9	1.8	203.9	3.35
4	A	N7-M02	L	cac	BIF	6.3	0.9	-	201.7	
5	A	N7-M02	L	cac	BIF	9.5	0.8	6.2	205.3	12.86
6	A	N7-M02	L	cac	BIF	7	0.7	-	238.3	
7	A	N7-M02	L	cac	BIF	5	0.9	-	191.2	
8	A	N7-M02	L	cac	BIF	4.1	0.90	1.9	165.5	3.54
9	B	N7-M02	L	cac	BIF	4.1	0.90	-	191.0	
10	B	N7-M02	L	cac	BIF	2.6	0.90	-	200.1	
11	B	N7-M02	L	cac	BIF	2.6	0.90	-	195.9	
12	B	N7-M02	L	cac	BIF	3.2	0.90	-	200.9	
13	B	N7-M02	L	cac	BIF	2.8	0.90	-	190.9	
14	B	N7-M02	L	cac	BIF	4.6	0.90	-	184.0	
15	B	N7-M02	L	cac	BIF	5.6	0.70	7.8	266.43	16.84
16	B	N7-M02	L	cac	BIF	5.6	0.90	-	233.63	
17	B	N7-M02	L	cac	BIF	4.7	0.90	-	253.95	
18	B	N7-M02	L	cac	BIF	5.2	0.90	9.9	218.7	13.83
19	C	N7-M02	L	cac	BIF	4.5	0.90	-	213.93	
20	C	N7-M02	L	cac	BIF	4.8	0.90	6.9	197.88	14.57
21	C	N7-M02	L	cac	BIF	6.1	0.90	-	198.1	
22	C	N7-M02	L	cac	BIF	3.1	0.90	-	194.2	
23	C	N7-M02	L	cac	BIF	3.0	0.90	-	199.8	