



Boletín de la Sociedad Geológica del Perú

journal homepage: www.sgp.org.pe ISSN 0079-1091

Mineralización de molibdeno y cobre en la brecha Pipe yeta negra, Sayán (Huaura-Lima)

Jack A. Bohorquez Avendaño, Pedro M. Gagliuffi Espinoza

UNMSM (jackbohorquez@gmail.com, mgagliuffie@gmail.com)

RESUMEN

Yeta Negra es una estructura mineralizada tipo brecha pipe, emplazada entre una microdiorita y un intrusivo tonalítico, cuya ganga principal es cuarzo microfracturado, con textura brecha de ladrillo (*shingle breccia*), con relleno de minerales de ganga y metálicos, dentro de los metálicos destacan la molibdenita y calcopirita. La brecha presenta leyes de 0.1-0.9% de Mo y 0.1-5.7% de Cu. La ganga tiene inclusiones fluidas con temperatura de homogenización 229.4°C a 602°C y salinidad de 4 a 50.38% peso NaCl. En la parte central de la brecha está emplazado un dique microtonalítico con un clasto de pórfido tonalítico con diseminación de calcopirita, pirita y esfalerita. Las evidencias tanto de las inclusiones fluidas como el dique microtonalítico sugieren que el generador de la brecha fue un pórfido tonalítico de Cu-Mo ubicado a mayor profundidad, y que forma parte del Complejo Centrado del Río Huaura.

Palabras clave: brecha pipe, molibdeno, cobre, *shingle breccia*, pórfido Cu-Mo, Batolito de la Costa.

ABSTRACT

Yeta Negra is a pipe breccia mineralized structure emplaced between a microdiorite and a tonalitic intrusive, whose main gangue is microfractured quartz, having a shingle breccia texture cemented with other gangue and metallic minerals, the last being mostly molybdenite and chalcopyrite. The breccia presents grades of 0.1-0.9% Mo and 0.1-5.7% Cu. The gangue minerals contain fluid

inclusions with homogenization temperature of 229.4 °C to 602 °C and a range of salinity from 4 to 50.38 wt% NaCl eq. Crosscutting the central part of the breccia there is a microtonalitic dike which contains a tonalitic porphyry clast with dissemination of chalcopyrite, pyrite and sphalerite. The evidence from the fluid inclusions and the microtonalitic dike suggest that the breccia generator was a deeper tonalitic Cu-Mo porphyry intrusive that forms part of the Central Complex of the Huaura River.

Keywords: breccia pipe, molybdenum, copper, shingle breccia, Cu-Mo porphyry, Coastal Batholith.

UBICACIÓN

Yeta Negra se localiza a 100 km al norte de Lima, a 5 km al noreste de la ciudad Sayán, en el distrito de Sayán, provincia de Huaura, departamento de Lima. A una altitud promedio de 1350 msnm. En las coordenadas centrales E: 264490 N: 8769780.

GEOLOGÍA REGIONAL

Regionalmente esta área se ubica en el Batolito de la Costa, en el borde este del Complejo centrado del Río Huaura, según Cobbing (1973) es el complejo centrado más grande y más complicado, donde afloran la tonalita Santa Rosa, intrusivos del Complejo La Mina, granodiorita de La Hoyada, intrusivo de Puscao, stock de San Jerónimo, stock de Cañas y uno de los últimos eventos el sienogranito de Sayán. Hacia el lado oeste, afloran rocas volcánicas del Grupo Casma. Hacia el lado

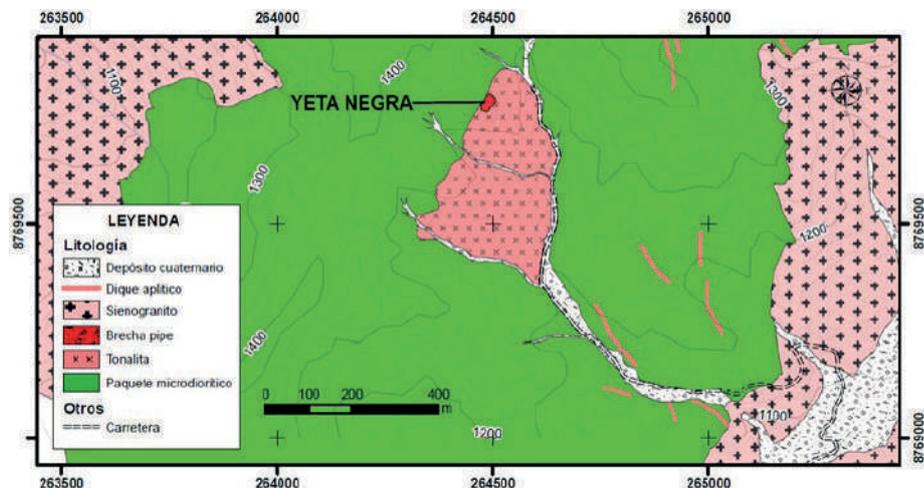
este del complejo, como techo colgante, según el cuadrángulo 23-i Cobbing (1973), afloran rocas del volcánico Calipuy, lo cual no concuerda con lo observado en campo, de acuerdo con la petrografía se definió como microdiorita, probablemente del Grupo Casma o intrusivo del Complejo Centrado y no del Calipuy.

GEOLOGIA LOCAL

La roca más antigua en el área de estudio es un paquete microdiorítico, probablemente perteneciente al Grupo Casma o intrusivos del Complejo Centrado. Cortado por intrusivo tonalítico el cual inyecta microdiques hacia la microdiorita. La brecha pipe Yeta Negra se emplazó en el contacto de la microdiorita y el intrusivo tonalítico, aprovechando esta zona de debilidad. Cortando a la brecha pipe hay un dique andesítico estéril, postmineral. Finalmente, se emplazó el sienogranito de Sayán, el cual aflora debajo de las rocas antes mencionadas y las sitúa como techo colgante, también diques aplíticos que cortan la microdiorita y salen desde el sienogranito. (Ver Plano 1).

La brecha pipe aflora de manera cuadrangular, proyectando vetillas de cuarzo hacia la roca de caja. A menor cota, en la galería principal, como roca de caja también se tiene al intrusivo tonalítico y a la microdiorita, ambos con alteración argílica débil, presentando un cambio brusco en el contacto entre la brecha y la roca de caja. En el centro de la brecha se encuentra un dique microtonalítico con clastos de pórfido tonalítico, no se tiene evidencia en superficie, pero se infiere que continua hacia profundidad. Como evento postmineral cortando a todo el cuerpo, se tiene un dique andesítico estéril.

Textura de ladrillo o teja (“shingle breccia”). Sillitoe (1985), menciona que algunas brechas generalmente en las partes superiores se caracterizan por presentar fragmentos tabulares paralelos, al que nombró como *shingle breccia* o brecha de tejas. En Yeta Negra, la textura de brecha de tejas o ladrillo (ver FIG 1. D) se aprecia tanto en superficie como en interior mina donde se encuentra distribuida entre el borde y el centro de la brecha, el cuarzo se encuentra microfracturado en varias direcciones.



Plano 1. Geología local, ubicando la brecha pipe Yeta Negra entre el contacto del paquete microdiorítico y la tonalita. El Sienogranito de Sayán aflora debajo del paquete microdiorítico.

ALTERACIÓN

Dentro de la brecha pipe se tienen dos alteraciones hidrotermales principales, alteración potásica sobreimpuesta por alteración filica. La alteración potásica se ubica hacia la parte central de la brecha, conformada por biotita y magnetita; la biotita se encuentra rellenando las microfracturas en agregados laminares, como alteración de la mayor parte de hornblendas, y también existen algunas biotitas englobadas en cuarzo lo que sugiere que el cuarzo estuvo en estado plástico. La magnetita

reemplaza a la biotita, intercrecida con wustita, y rellenan las microfracturas similar a la biotita.

La alteración filica está conformada por sericita, turmalina y pirita, la turmalina reemplaza a la biotita y hornblenda, la sericita altera a las biotitas y a las turmalinas, lo que sugiere que fue posterior a la alteración potásica. La alteración propilítica como evento final, conformado por cloritas que alteran a las biotitas. La roca de caja presenta principalmente argilización débil a moderada hacia el contacto.

MINERALIZACIÓN

Tumialán (2014), definió el área mineralizada como un cuerpo de cuarzo con diseminación de Mo y Cu en fracturas. De Yeta Negra, se extrae artesanalmente molibdenita y calcopirita. Desde superficie (1335 msnm) hasta la cota 1287 msnm la mineralización es una zona mixta con predominio de sulfuros sobre los óxidos de hierro, debajo de 1287 son principalmente sulfuros. En superficie el cuerpo de la brecha presenta cuarzo microfracturado en varias direcciones y con textura de ladrillo o “shingle breccia”, relleno por turmalina, hematita, goetita y óxidos de cobre (malaquita y cuprita), y en algunos sectores por molibdenita en agregados hojosos.

En interior mina, se diferenciaron dos sectores principales, una zona donde predomina molibdenita-calcopirita (Zona NE), y otra zona de calcopirita-pirita (Zona SW), (ver Plano 2). En ambas zonas se ubicaron sectores con magnetitas rellenando microfracturas y microbrechas. De acuerdo a la petrografía, la ganga principal es cuarzo, el cual fue microfracturado en diferentes direcciones (ver FIG 1. D), y cuyos espacios están rellenos por minerales de ganga y mena, siendo la hornblenda uno de los primeros el cual fue alterado por biotita. La molibdenita fue uno de los primeros minerales metálicos en depositarse porque se observa deformado por cuarzo (ver FIG 1.F), luego siguió relleno de turmalina, la sericita alteró la turmalina. La pirita y magnetita rellenan

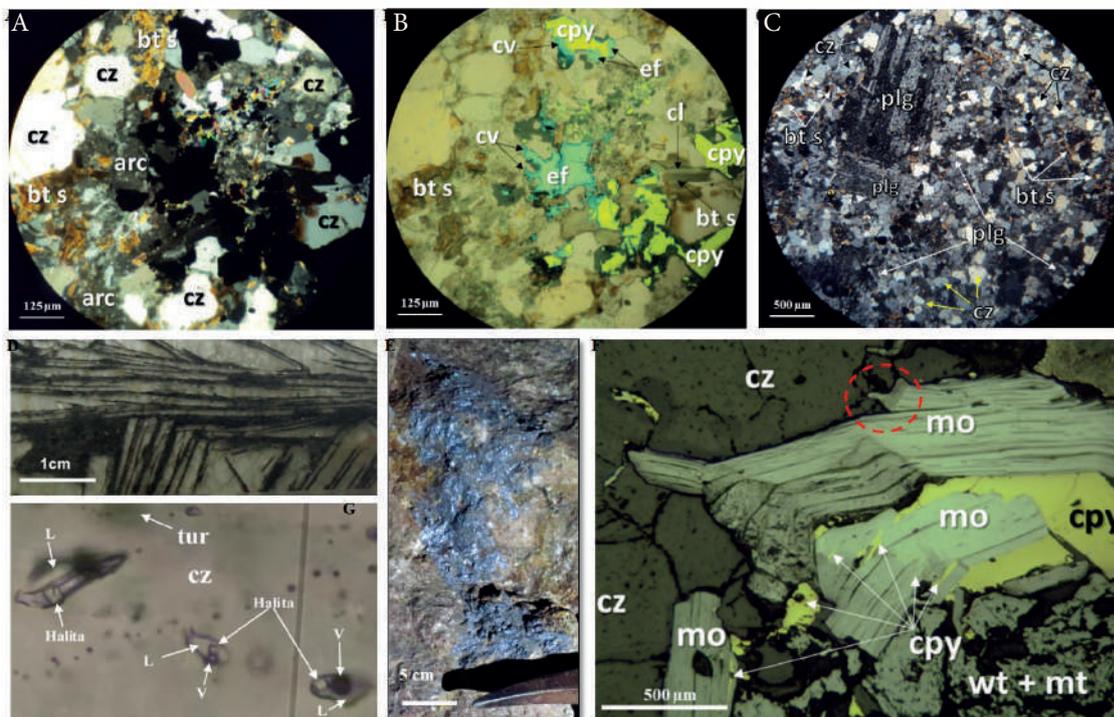


FIGURA 1. A) Microtonalita, constituida principalmente por cuarzo (cz), arcillas (arc) producto de alteración de las plagioclasas; biotita secundaria (bt s) (Fotomicrografía en luz transmitida, nicoles cruzados). B) Misma fotomicrografía de imagen anterior (A), en luz reflejada y transmitida en nicoles paralelos: calcopirita (cpy) reemplaza a biotita secundaria (bt s); covelita (cv) en los bordes de esfalerita (ef), producto de alteración de la cpy que ocurre en exsolución en esfalerita; cv en los bordes de cpy producto de alteración de esta misma; clorita (cl) alterando a biotita secundaria. C) Pórfido tonalítico, fenocristales de plagioclasas con superficie corroída, sobre una matriz microcristalina de grano medio de cuarzo y plagioclasas intercrecidos. Alteración potásica moderada, biotita secundaria (bt s) y magnetita (mt) en los intersticios (Fotomicrografía en luz transmitida y nicoles cruzados). D) Brecha de ladrillo (Shingle breccia), microfracturamientos subparalelos en dos direcciones preferentes, en los espacios se relleno con minerales como turmalina, biotita, y sulfuros como pirita, calcopirita, molibdenita. E) Molibdenita megascópica en muestra de interior mina, en agregado hojoso, relleno microfracturas (foto tomada a luz natural). F) Fotomicrografía de molibdenita deformada por el cuarzo (cz) (ver línea punteada roja); calcopirita (cpy) se encuentra dentro de los clivajes de la molibdenita (mo), relleno los espacios vacíos wustita-magnetita (wt+mt). G) Fotomicrografía de tres inclusiones fluidas multifásicas (halita + L + V), asociadas a cuarzo (cz)-turmalina (tur), muestra “M1”, abreviaturas L (líquido), V (vapor).

espacios vacíos, en otros las magnetitas reemplazan a las biotitas. La calcopirita reemplazó a la biotita y magnetita, en algunos casos rellenan los clivajes de las molibdenitas (ver FIG 1.F). También se depositó esfalerita, melnicovita, bismutinita, y como minerales secundarios calcocita y covelita (ver FIG 1. B). Además, existe una estructura de esfalerita predominante, ubicada hacia el borde oeste de la brecha (ver Plano 2), con molibdenita, cuarzo, y calcita cortando microdiorita.

La brecha en afloramiento tiene forma cuadrangular, con dimensiones de 40 m x 23m, con orientación NE, se puede describir de forma tubular irregular con inclinación de 75° con respecto a la horizontal y con profundidad desconocida.

El dique microtonalítico (FIG 1.A y 1.B), que se ubica en la parte central, presenta diseminación de sulfuros principalmente esfalerita, calcopirita y pirita; además alteración potásica fuerte con el ensamble mineralógico de biotita secundaria y

magnetita. El pórfido tonalítico (FIG 1. C) presenta alteración potásica moderada a débil con menor diseminación de pirita-calcopirita que la microtonalita. Las superficies de las plagioclasas están corroídas, esto sugiere que hubo una mezcla de magmas; además, las superficies corroídas fueron rellenas por alteración de clorita, epidota y cuarzo.

GEOQUÍMICA

Se colectaron 29 muestras en interior mina (Tabla 1). Se distinguieron dos zonas principales: una “Zona NE” de Mo-Cu-Zn-Ag; y otra “Zona SW” de Cu-Zn-Mo-Ag. En la “Zona NE” resaltan los valores de Mo y Cu, con leyes de Mo de 0.1 a 0.63%, Cu de 0.1 a 5.7%, Zn de 0.0059 a 0.2%, Ag de 1 a 79 g/t. En la “Zona SW” resaltan los valores de Cu-Zn, leyes de Cu de 0.1 a 5.7%, Zn de 0.1 a 2.6%, Ag de 6.8 a 99.7 g/t, Mo de 0.0069 a 0.0351%. Tumialán (2014), menciona la presencia de Au 0.12 g/t.

TABLA N° 1. Geoquímica Interior Mina Yeta Negra - Principales Elementos

| Molibdeno (Mo) | | Cobre (Cu) | | Plata (Ag) | | Zinc (Zn) | | Plomo (Pb) | |
|----------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------|-------------------|---------------|-------------------|-------------|-------------------|
| Rango (ppm) | Cantidad muestras | Rango (%) | Cantidad muestras | Rango (ppm) | Cantidad muestras | Rango (%) | Cantidad muestras | Rango (ppm) | Cantidad muestras |
| 24.1 - 433 | 12 | 0.06 - 0.08 | 4 | 3.04 - 6.84 | 10 | 0.0059-0.0885 | 14 | 6.4 - 47.0 | 21 |
| 813 - 2840 | 12 | 0.12 - 1.06 | 18 | 11.0 - 24.1 | 9 | 0.10-0.33 | 10 | 66.5 - 270 | 6 |
| 3500 - 9300 | 5 | 1.58 - 5.77 | 7 | 44.2 - 99.7 | 10 | 0.47-2.62 | 5 | 594 - 911 | 2 |

INCLUSIONES FLUIDAS

Se estudiaron dos muestras “M1” (relacionada a la Zona NE o sector Mo-Cu-Zn) y la muestra “YN-054” (relacionada a la Zona SW o sector Cu-Zn-Mo-Ag). Al trazar las lecturas de cada muestra en gráfico de Wilkinson (2001) se identificaron dos grupos o eventos principales, uno de mayor temperatura y mayor salinidad y otro de menor temperatura y menor salinidad.

Las lecturas del Grupo 1, pertenecen a “M1” relacionado al sector con mayor ley de Mo, caen dentro de la región Skarn y Sn-W, tienen temperatura de homogenización entre 320°C y 602°C, salinidad de 36 a 50.38 % en peso NaCl eq (ver FIG 1. G). Las muestras del Grupo 2, pertenecen a “YN-054” y parte “M1”, caen dentro de las regiones Epitermal, Lode Au y Sn-W, tienen temperatura de homogenización entre 229.4°C y 447.3°C, salinidad de 4 a 22.73% en peso NaCl eq.

Ambos grupos de inclusiones claramente sugieren, que existieron al menos dos distintos even-

tos principales de mineralización probablemente relacionados a la evolución y enfriamiento de los fluidos.

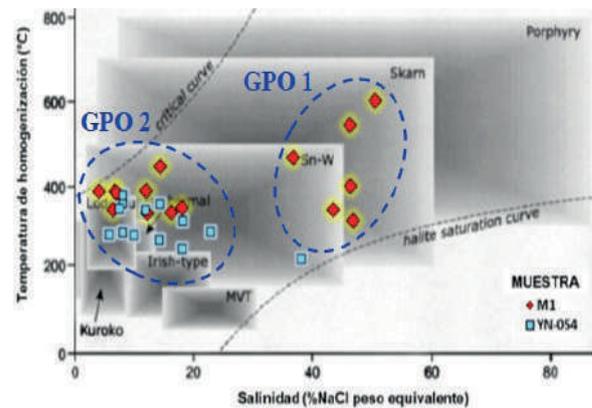
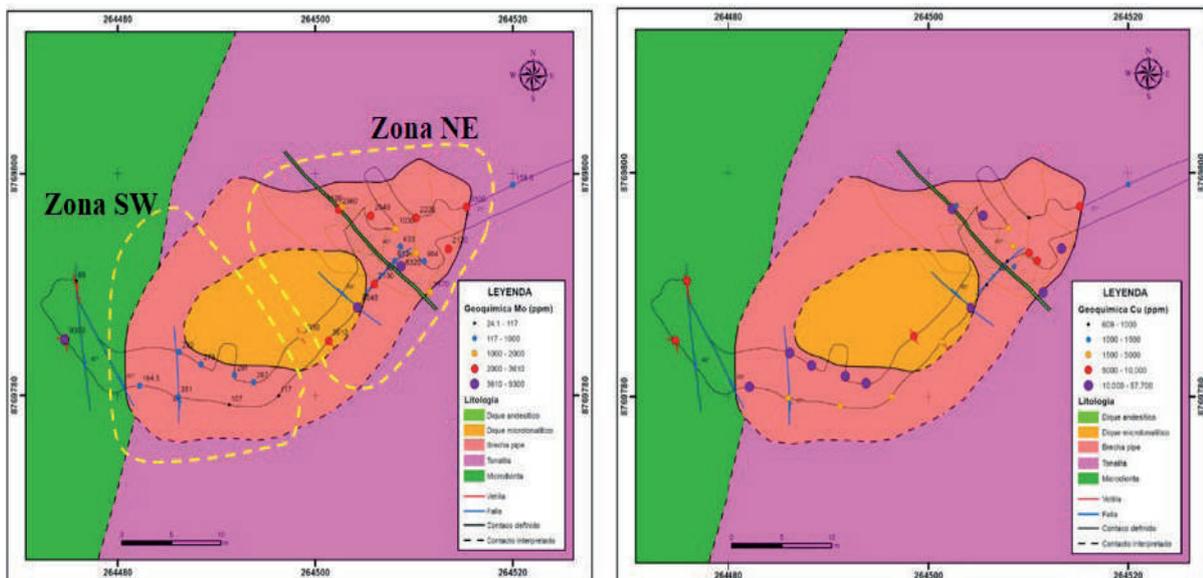


FIG 1. Diagrama Th°C vs Salinidad (%wt NaCl-eq) (Modificado de Wilkinson, 2001). Ubicación de las inclusiones fluidas de las muestras M1 y YN-054 en el gráfico de Temperatura vs Salinidad, donde definen regiones características de los diferentes depósitos. Modificado de Wilkinson (2001).



PLANO 2. Geología interpretada de interior mina, con la geoquímica del Mo (izquierda) y geoquímica de Cu (derecha). Además, en líneas punteadas amarillas (izquierda), las dos zonas de mineralización diferenciadas.

CONCLUSIONES

-Yeta Negra es una estructura tipo brecha pipe con mineralización principal de Mo y Cu depositados como relleno en las microfracturas del cuarzo, con leyes de 0.1-0.9% Mo y 0.1-5.7% de Cu.

-El dique microtonalítico y el clasto de pórfido tonalítico, ambos con diseminación de sulfuros de Fe, Cu y Zn, que cortan a la brecha, sugieren que a profundidad el generador de la brecha pipe es un pórfido tonalítico de Cu-Mo.

-Las inclusiones fluidas, por la salinidad de 36 a 50.38% en peso NaCl_{eq} y temperatura 320°C a 602°C, también sugieren que son fluidos de origen predominantemente magmático y que la brecha se localiza en la cúpula de un pórfido tonalítico.

-La microdiorita, que aflora como techo colgante sobre el sienogranito de Sayán, probablemente pertenezca al Grupo Casma o a un intrusivo del Complejo Centrado del Río Huaura y no al Grupo volcánico Calipuy como aparece en la carta geológica 23-i.

AGRADECIMIENTOS

A Mine Metallurgy S.A.C. por el apoyo con el estudio de las inclusiones fluidas. A mis amigos Wilson López, Robert Huamanquispe, Humberto Burga, Wilson Quispe, por el apoyo desinteresado en las campañas de campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cobbing, J.1973. Geología de los Cuadrángulos de Barranca, Ambar, Oyon, Huacho, Huaral y Canta.

Boletín N° 26, Servicio de Geología y Minería. INGEMMET pag. 102-104

Sillitoe R. 1985. Ore-Related Breccias in Volcanoplutonic Arcs. Economic Geology Vol. 80, pp 1467-1514.

Tumialan P., Bohorquez J., Gagliuffi P. 2014. Mineralización de molibdeno y cobre en cuerpo de

Cuarzo en Sayán (Huara-Lima). XVII Congreso Peruano de Geología.

Wilkinson J.J., 2001. Fluid inclusions in hydrothermal ore deposits. Lithos 55 (2001), pp 229-272.