



XVIII Congreso Peruano de Geología

MINERALIZACIÓN Y FASES INTRUSIVAS EN EL PÓRFIDO DE COBRE-ORO-MOLIBDENO DE CERRO CORONA

Ángel Uzategui¹, José Azán¹, Hugo Ríos¹

¹ Gold Fields La Cima S. A., Av. El Derby 055, Torre 1, Of. 301, Santiago de Surco, Lima.

1. INTRODUCCIÓN

La actividad magmática relacionada a la formación de depósitos minerales en el distrito de Hualgayoc, tuvo lugar en el régimen extensivo después de la Orogenia Quechua I (17 Ma), periodo en el cual se emplazó el stock diorítico de Cerro Corona, con sucesivos pulsos tardíos en una zona de intersección de fallas andinas y transandinas. Seis fases intrusivas fueron identificadas, las cuales crearon una serie de eventos temporales complejos que se refleja en el emplazamiento de diversas vetillas que conforman el stockwork, vetillas paralelas y finalmente vetas polimetálicas tardías.

La alteración argílica intermedia, la más extensa espacialmente, se superpone a las alteraciones fílica y potásica. La silicificación actúa como reemplazamiento en la roca y de relleno de fracturas (stockwork) y es la alteración que contiene la mayor parte de la mineralización.

Los tipos de vetillas y vetas presentes, muestran las características del ambiente frágil y dúctil de la roca encajonante, en el estadio temprano y tardío de la mineralización.

La secuencia paragenética para la mineralización en Cerro Corona, muestra magnetita como primer componente, seguido de pirita, esfalerita, calcopirita, galena/cobres grises, bornita, calcosina/digenita y calcita. El oro se encuentra con la magnetita, pirita y calcopirita.

2. MARCO GEOLÓGICO

Rocas clásticas del Grupo Goyllarisquizga y carbonatadas de las formaciones Inca, Chúlec, Pariatambo y Yumagual presentes en el Distrito Minero de Hualgayoc, de edad Mesozoica (Cretáceo Inferior-Superior, 135-91 Ma). (Ilustración 1, Benavides, 1956, Wilson, 1984).

La actividad magmática relacionada a la formación de depósitos minerales en el distrito de Hualgayoc tuvo lugar

en régimen extensivo después de la Orogenia Quechua I (17 Ma) emplazándose múltiples pulsos de intrusión de composición diorítica - dacítica, incluyendo el stock Cerro Corona (14.4 Ma y el stock de Cerro Las Gordas (12.73 Ma) entre otros.

Cerro Corona es un stock diorítico a cuarzo diorítico, que intruyó a las formaciones Pariatambo y Yumagual. El stock se divide en varios pulsos que se emplazaron en una zona de intersección de fallas andinas y transandinas. Cuerpos mineralizados anulares se formaron alrededor de cada pulso, en donde las zonas de mayor mineralización coinciden con una mayor incidencia de diferentes tipos de vetillas y stockworks. La alteración argílica intermedia es la más extensa y se superpone a la alteración fílica y alteración potásica, respectivamente. La silicificación consiste en un reemplazamiento de la roca así como de relleno de fracturas (stockwork de vetillas) y contiene la mineralización de mejor ley en ciertas zonas y en otras zonas es estéril.

La mineralización de sulfuros hipógenos ha sufrido una oxidación intensa, generándose dos zonas de mineralización supérgena: Primera zona superior lixiviada, con óxidos de hierro y oro libre (zona de oxidación), y segunda zona infrayacente, conteniendo minerales supérgenos de cobre (calcosita y covelita) producto de la removilización y enriquecimiento del cobre (zona de enriquecimiento supergénico). Ambos horizontes son sub-paralelos con una potencia máxima de 40m. La zona intermedia entre ambos conocida como "Mixta" (zona transicional). Debajo de estas zonas supérgenas, se sitúa la zona primaria (zona hipógena), caracterizado por la presencia de calcopirita, bornita, oro, magnetita, molibdenita, pirita.

Dos sistemas estructurales principales están presentes en el área del depósito. El primero con orientación Andina y caracterizado por las fallas Diana, Nancy, Julia y Rosa y el segundo sistema por las fallas de orientación Transandina, caracterizado por las fallas Olga, Mariela y Carmen.

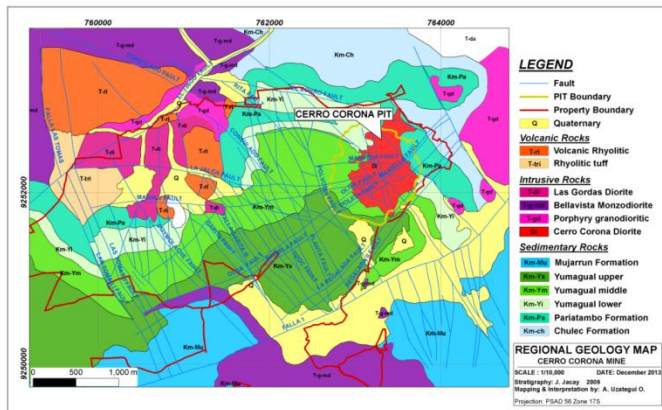


Ilustración 1: Mapa geológico regional de Cerro Corona.

3. FASES DE INTRUSIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE VETILLAS

De acuerdo a la clasificación en el desarrollo de un sistema de pórfido de cobre-oro, se ha clasificado los pulsos intrusivos presentes en el depósito de Cerro Corona, como fases intrusivas tempranas, fases intrusivas inter-mineral y fases intrusivas post-mineral o tardías (Sillitoe, 2000). Seis fases intrusivas se han identificado (Ilustración 2). Cada fase del pórfido se considera que es un emplazamiento separado formado por un mecanismo que implica la intrusión de cualquier cuerpo cilíndrico. Estas inyecciones magmáticas crearon una serie de eventos complejos que se refleja en el emplazamiento de diversas vetillas que conforman el stockwork presente en Cerro Corona, así como vetillas paralelas y finalmente vetas polimetálicas de carácter epitermal tardías. Una parte de la mineralización del yacimiento consiste de calcopirita y bornita asociadas a alteración potásica y en vetillas tempranas de tipo A. Estas vetillas están formadas en su gran parte de cuarzo anhedral y son irregulares y discontinuas. Las intrusiones intermedias modificaron los patrones de mineralización y fueron seguidas de vetillas planares de cuarzo con molibdenita tipo B, vetillas tardías de sulfuros tipo C, (mayormente pirita, calcopirita y bornita) y vetillas de tipo D con cuarzo, sulfuros y anhidrita, con halos de sericita y/o clorita, cortando todas las vetillas pre-existentes. También se presentan vetas tardías de cuarzo, drustiforme, con sulfuros (calcopirita, bornita, molibdenita, pirita y calcita), con halo de sericita y cortan a todos los tipos de vetillas del stockwork. Las vetillas de tipo A se formaron en un ambiente de alta temperatura, con un comportamiento mecánico casi dúctil, mientras las de tipo B en condiciones transicional frágil-dúctil y las de tipo D y vetas en una ambiente netamente frágil, lo que refleja un progresivo enfriamiento del sistema, acompañado de un cambio desde condiciones de presión litostática a hidrostática, desde la etapa de alteración potásica a filica (Fournier, 1999, Gustafson & Hunt, 1975, Sillitoe, 2000).

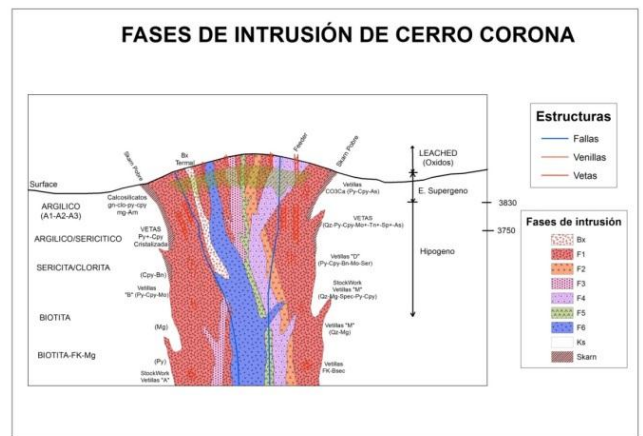


Ilustración 2: Sección esquemática de las fases de intrusiones en Cerro Corona.

4. ALTERACIÓN Y MINERALIZACIÓN

La alteración ha sido descrita principalmente en la zona hipógena, dado que por encima de ésta, el control de la mineralización se debió a factores supérgenos.

Los pulsos intrusivos presentan un centro estéril de mineralización con alteración potásica (feldespato potásico \pm biotita \pm magnetita), con eventual vetilleo de cuarzo \pm magnetita \pm calcita o sobreimpresión de otras alteraciones como clorítica o argílica de intensidad moderada a débil. Una fase de alteración filica (cuarzo - sericita - pirita) circunda a la alteración potásica, donde se emplaza el stockwork de vetillas de cuarzo \pm magnetita \pm calcopirita \pm pirita \pm especularita, y presencia significativa de mineralización tanto de oro como de cobre. La alteración argílica intermedia, la más extensa espacialmente en el depósito, se sobreimpone a las alteraciones filica y potásica.

En Cerro Corona ha sido dividida en tres asociaciones para su fácil reconocimiento en campo: Alteración argílica 1 (A1) contiene abundante caolín \pm sericita - illita/esmectita, suele ser intensa y se sobreimpone principalmente a la alteración filica, y comúnmente acompaña a las zonas mineralizadas del depósito. La alteración argílica 2 (A2), con predominancia de esmectitas \pm montmorillonita \pm caolín-illita \pm biotita secundaria, desde selectiva a pervasiva y menor mineralización en vetilleo de cuarzo \pm magnetita \pm calcopirita \pm pirita. La alteración argílica 3 (A3) con predominancia de montmorillonita \pm esmectitas \pm caolín-illita \pm biotita secundaria \pm óxidos de hierro y mineralización en vetillas de cuarzo \pm magnetita \pm calcopirita \pm pirita \pm especularita. La silicificación actúa como reemplazamiento en la roca y de relleno de fracturas (stockwork), es la alteración que contiene la mayor parte de la mineralización. Otras alteraciones de menor importancia por su escasa correlación espacial con la mineralización, ocurren también en el depósito (Ilustración 3).

La mejor mineralización de Cu-Au ocurre en las zonas de stockwork de vetillas de cuarzo-sulfuros con presencia de calcopirita-bornita-oro, alrededor de los pulsos intrusivos en forma concéntrica, generando anillos económicos.

La presencia de vetas tardías de cuarzo drustiforme, presentan diseminación y relleno de microfracturas perpendiculares a dicha estructura, de calcopirita ± bornita ± pirita ± cobre grises (tennantita- enargita) y a veces calcita cristalizada dentro de la drusa junto a cuarzo cristalizado. Estas vetas presentan cierto halo sericítico. La presencia de estas estructuras mineralizadas tardías estarían indicando una posible sobreimpresión de un sistema epitermal en un sector del stock porfirítico de Cerro Corona.

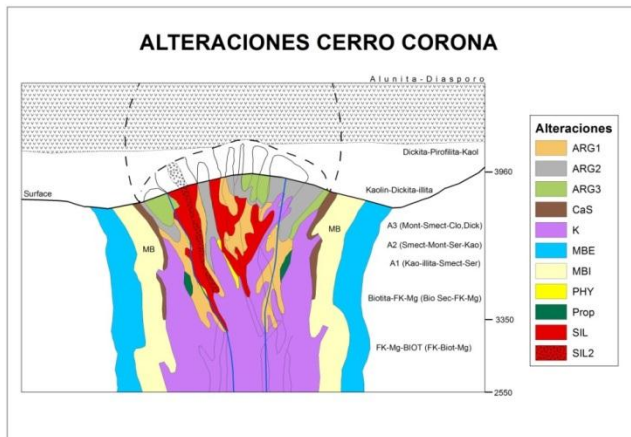


Ilustración 3: Sección esquemática de las alteraciones en Cerro Corona.

5. PARAGÉNESIS DE LA MINERALIZACIÓN PRESENTE EN EL DEPÓSITO

Las observaciones microscópicas en secciones delgadas/pulidas y observaciones macroscópicas en campo, determinaron la siguiente secuencia paragenética, donde se observa magnetita/hematita ampliamente distribuida, como primer componente mineralógico. Cierta reemplazamiento de magnetita por hematita (oxidación) sería anterior a la formación de las venillas de pirita y calcopirita, mientras que hematita tabular y su reemplazamiento pseudomórfico por magnetita (reducción) sería posterior a éstas. Como segundo componente mineralógico se tiene a la pirita, la cual corroe y reemplaza a la magnetita. El tercer componente mineralógico y en menor proporción se tiene a la esfalerita que se sobreimpone a la pirita. La calcopirita se observa algunas veces reemplazando esfalerita y otras a pirita, sería el cuarto componente. La galena y enargita-tennantita (cobre grises) corroen a la calcopirita y sería el quinto componente mineralógico. También se puede observar presencia de bornita sobre la calcopirita y enargita-tennantita como sexto componente. La calcosina/digenita como sulfuros secundarios en la zona transicional sería el séptimo componente. Todo el conjunto de minerales metálicos es reemplazado por gangas jóvenes que en algunas zonas presentan limonitización y otras zonas de calcita, conformaría el octavo componente.

El oro ocurre en varias etapas. En fases tempranas es contemporáneo con la magnetita y/o en ocasiones con molibdenita, mientras que en fases intermineral con la calcopirita/bornita. En fases tardías con cuarzo y/o

cobres grises. Se está haciendo más trabajo de mineralogía para entender la relación temporal del oro con los otros minerales (en las vetillas y vetas tardías).

6. CONCLUSIONES

El depósito porfirítico de Cerro Corona, presenta 4 zonas de mineralización: zona de oxidación, zona supérgena, zona transicional y zona hipógena.

El stock de Cerro Corona consiste en 6 pulsos magmáticos. Estos forman anillos concéntricos con leyes altas de oro y cobre, que se manifiestan alrededor de los núcleos estériles de cada fase intrusiva intermedia y tardía, coinciden espacialmente con las zonas de stockwork, venillas paralelas y vetas polimetálicas tardías.

Se ha realizado una subdivisión de la alteración argílica: Argílico 1 (A1) con predominancia de caolín ± sericita – illita/esmectita, argílico 2 (A2) con predominancia de esmectitas ± montmorillonita ± caolín-illita ± biotita secundaria y argílico 3 (A3) con predominancia de montmorillonita ± esmectitas ± caolín-illita ± biotita secundaria ± óxidos de hierro.

La secuencia paragenética en Cerro Corona permite entender la secuencia de los eventos mineralizadores. La presencia de cobres grises en algunas partes del depósito, así como zonas con presencia únicamente de oro y óxidos de hierro deja entrever el colapso de una fase epitermal de alta sulfuración, sobre impuesta en el sistema de pórfido, lo cual es evidenciado con la presencia de vetas de cuarzo-sulfuros. La presencia del oro está íntimamente relacionada a la calcopirita, magnetita y pirita.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Gold Fields La Cima S.A. por permitir hacer posible este trabajo, al apoyo de mis colegas Paúl Gómez, Hugo Ríos, José Azán, Regina Baumgartner y a mi familia con su apoyo constante.

REFERENCIAS

- Benavides, V. (1956) Cretaceous System in northern Perú.-Amer. Mus. Nat. Hist. Bull., 108, 352-494.
- Fournier, R. O., 1999, Hydrothermal processes related to movement of fluid from plastic into brittle rock in the magmatic-epithermal environment: Economic Geology, v. 94, p. 1193-1211.
- Gustafson L. B, & Hunt J. P., 1975. The porphyry Copper deposit at El Salvador, Chile: Economic Geology, v. 70, p. 857-912
- Sillitoe R. H. 2000. Porphyry Copper System: Economic Geology, v.105, p. 3-41
- Wilson, J. (1984).- Geología de los cuadrángulos de Jayanca, Incahuasi, Cutervo, Chiclayo, Chongoyape, Chota, Celendín, Pacasmayo y Chepén. INGEMMET. Serie A, Boletín N° 38.