

PROYECTO LOS CALATOS, MARCO ESTRUCTURAL Y CARACTERISTICAS GEOLOGICAS, SECTOR JAGUAY MOQUEGUA

William Martínez V. ¹ y John Cervantes G. ²

¹ Consorcio Minero Horizonte – Desafío Minero SAC; Av Javier Prado N°3580 San Borja,

² Oswald Projects - Erep SAC; Cal. Alfredo Salazar Nro. 1293 Miraflores

INTRODUCCIÓN

En el sur de Perú existió una intensa actividad magmática instalada entre el Cretáceo superior al Paleógeno que duro aproximadamente 75 Ma esta corroborado por los trabajos de la hoja de Moquegua durante los trabajos del Proyecto multinacional Andino y publicadas en el boletín N° 26 de Ingemmet (**Martínez y Cervantes 2003**). Los productos volcano-sedimentarios son conocidos como Grupo Toquepala la cual esta dividido en las formaciones; Huaracane, Inogoya, Paralaque y Quellaveco (**Bellido, 1979, Martínez y Zuloaga, 2002**). Los depósitos de pórfidos de cobre (DPC) conocidos tales como Cuajone, Quellaveco y Toquepala están asociados geoquímicamente y temporalmente al Grupo Toquepala, cuyas características petrográficas, geoquímicas y estructurales han sido favorables para el emplazamiento de yacimientos de cobre. Un factor importante que controla las intrusiones magmáticas fue el marco estructural representado regionalmente por el Sistema de fallas Incapuquio (SFI) con orientación N 130°. El estudio geológico del Proyecto Los Calatos demostró la fuerte influencia de un sistema de fallamientos transcurrentes de tendencia dextral (SFI), que posiblemente albergo el emplazamiento de cuerpos intrusivos calcoalcalinos que aprovecharon las intersecciones de mega fracturas de rumbo andino, y dando lugar a puntos de debilidad cortical favorables para el emplazamiento de yacimientos económicos.

UBICACIÓN

El arco magmático Cretáceo – Paleógeno localizado en la región sur de Perú (Arequipa – Tacna) es conocido como la franja de grandes pórfidos de cobre (Cerro Verde, Cuajone, Quellaveco y Toquepala) presentando dirección andina NO – SE. El proyecto Los Calatos esta ubicado en el paraje Los Calatos (paraje del mismo nombre), distrito de Omate, provincia Sánchez Cerro, departamento de Moquegua. Se llega al proyecto desde la ciudad de Moquegua con dirección a los poblados de Otorá y Quinistaquillas, existiendo una trocha carrozable entre estos poblados con dirección al paraje Jaguay (Fig. 1 A,B)

GEOLOGÍA DEL ÁREA

En la zona de estudio afloran unidades desde el Cretáceo superior al Neógeno. Las unidades aflorantes corresponden a la Formación Paralaque (Grupo Toquepala), Formación Sotillo, Huaylillas y Millo. Estas unidades están afectadas por cuerpos intrusivos que corresponden a la Súper Unidad Yarabamba así como cuerpos subvolcánicos asociados generalmente al SFI.

ESTRATIGRAFÍA DEL AREA

FORMACIÓN PARALAKE

Corresponde a una secuencia piroclástica, con interdigitaciones de niveles sedimentarios en su parte media. Los niveles piroclásticos corresponden a tobas soldadas de color gris rojizo a rosado, porfiríticas, con textura eutaxítica, minerales esenciales de vidrio, plagioclasas y cuarzo. Las biotitas, fragmentos líticos y lapilli están como accesorios. Estos niveles se presentan en paquetes de hasta 10 m los cuales en las laderas de las diferentes quebradas forman una morfología escarpada. La parte media de esta unidad presenta interdigitaciones que consisten de conglomerados, arenas y limoarcillitas pardo rojizo y verdosas bien estratificadas. Los conglomerados contienen clastos volcánicos subangulosos de composición andesítica. Esta unidad fue datada al sureste del área de estudio en los alrededores de la localidad de Otorá en 65.0±2.0 Ma, realizadas en roca total y por el método K-Ar. (Martínez y Zuloaga 2000).

FORMACIÓN SOTILLO

Esta conformada de la base al techo por niveles de conglomerados brechas y areniscas en las cuales se intercalan niveles delgados de lutitas (lenticulares). Los niveles medios son más evaporíticos constituidos por sedimentos de arenas y limoarcillas con intercalaciones de capas de yeso que alcanzan grosores de hasta 30 cm., de colores gris claro amarillentos como se observa en la carretera Moquegua – Omate (sector de Jaguay). Hacia la parte superior se

encuentra niveles de areniscas de grano medio y fino con niveles de limoarcillitas, rojizas a verde grisáceas con niveles muy delgados de yeso, en su conjunto tienen una coloración rojiza (Fig. C). Petrográficamente los clastos en los conglomerados son de variada composición donde predominan los de naturaleza riolítica y algunas calizas y cuarcitas bastante redondeadas de hasta 10 cm. de diámetro, se encuentran englobados en una matriz arenosa feldespática. Esta cuenca presenta anticlinales y sinclinales interrumpidos por fallas. Su origen se puede relacionar a un ambiente intramontana continental desértico con influencia lacustrina. Esta unidad no ha reportado presencia de fósiles lo cual nos hace difícil determinar su edad, solamente por posición estratigráfica se le correlaciona estratigráficamente con la Formación Huanca (hoja de Huambo), sobreyace en discordancia erosional a la Formación Paralaque del Cretáceo inferior e infrayace a la Formación Huaylillas de edad Miocena inferior. Se le asigna una edad Oligocena.

FORMACIÓN HUAYLILLAS

Sobreyace concordante a la Formación Sotillo. Esta conformada por tobas cristalolíticas, soldadas blancas variando a rosadas con textura ignimbrítica¹. Su composición química varía de riolitas a riolacitas (Martínez y Zuloaga, 2000). Próximos al área de estudio se realizaron dataciones en roca total por el método K/Ar dando 22.8 ± 0.7 Ma. (Tosdal, et.al. 1981), en Tala - Coscori 17.6 ± 0.6 Ma. (Tosdal, et.al. 1981), Cerro Piedra Labrada y Tala 18.4 ± 0.6 Ma. (Tosdal, et.al. 1981). Se le asigna una edad Miocena inferior.

FORMACIÓN MILLO

Litológicamente conformada por conglomerados de tamaño heterogéneo moderadamente consolidados, con clastos polimícticos sub-redondeados a subángulosos englobados en matriz areno-limoso con intercalaciones de areniscas de grano medio a grueso. Por posición estratigráfica se le asume una edad Miocena.

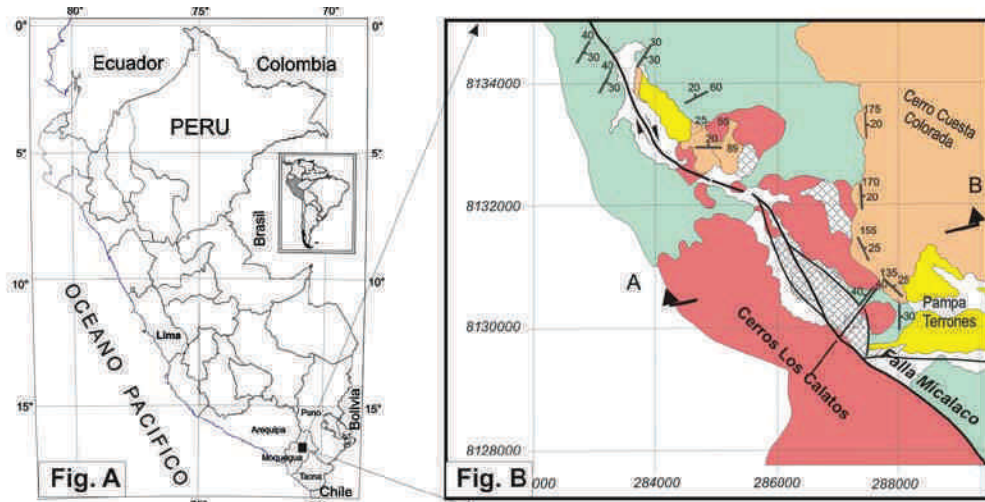
ROCAS INTRUSIVAS

La secuencia de ignimbritas de la Formación Paralaque son intruidas por cuerpos granodioríticos y dioríticos asignados al Batolito Yarabamba. Las granodioritas son de color gris claro de grano medio a fino, holocristalino, inequigranular con plagioclasa, cuarzo, feldespatos potásicos, biotita y hornablenda, pueden variar hacia gabrodioritas y rocas melanocratas con plagioclasa, feldespato potásico, cuarzo y hornablenda y químicamente calco alcalinas. Existen cuerpos intrusivos sub-volcánicos que se encuentran asociados al batolito en base a sus relaciones de yacencia y texturales y por encontrarse bajo las secuencias de la Formación Huaylillas. Estos cuerpos sub-volcánicos se encuentran totalmente alterados con oxidaciones de Fe (limonita, hematita) posiblemente como productos de alteración supergena.

MARCO ESTRUCTURAL

El área está afectada por la falla Micalaco (paralela y parte del SFI), con dirección N 130°-135° E de componente transcurrente dextral y buzamiento 70° SO (Figs. B,E), es la prolongación NW del SFI cuyos alineamientos continúan por Cuajone, Quellaveco y Toquepala (Martínez y Cervantes, 2003) y se prolongan hasta el norte de Chile (Camus, 2003). También se ha observado antiguos lineamientos de dirección N 50°-70° E, los cuales fueron desplazados por el SFI que corresponderían a los antiguos lineamientos Jurásicos anteriores al SFI (Salfity, 1985). Estos lineamientos con el SFI originaron zonas de debilidad cortical que fueron aprovechadas para el emplazamiento de intrusiones magmáticas durante el intervalo de 75 y 50 M.A (Martínez y Cervantes, 2003). Varias de estas zonas de debilidad cortical están asociadas a los yacimientos de pórfidos de cobre en el sur de Perú así como zonas de anomalías geoquímicas (Cu) importantes entre Cerro Verde y Chapi; (Martínez y Cervantes, 2003).

¹ Ignimbrítica se refiere a un tipo de textura producto del aplastamiento de pomez y alineación de cristales en bandas discontinuas producto del soterramiento y presión de una columna litostática.



Secuencias sedimentarias correspondientes a la Formación Sotillo (Cuenca Jahuary) conformada por conglomerados basales, areniscas, limoarcillitas rojas y presencia de niveles evaporíticos (yeso), afectado por anticlinales y sinclinales. Carretera Moquegua - Quinistaquillas - Proyecto Los Calatos.



Proyecto Los Calatos vista de sur a norte se observa la zona principal de alteración afectado por la falla dextral Micalaco.

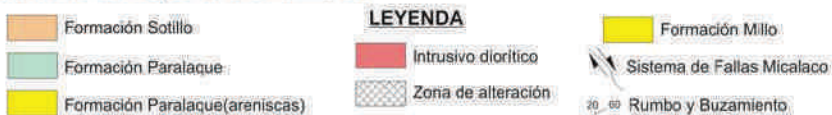
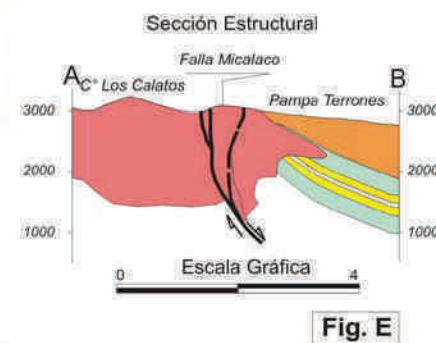


Figura 1. Marco estructural del proyecto los Calatos; la Falla Micalaco de tendencia transpresiva dextral ha contribuido en el emplazamiento de cuerpos intrusivos granodioríticos asociados a la superunidad Yarabamba.

Se diferenciaron dos direcciones de diques que cortan a los intrusivos; el primero con rumbo N 320°, con buzamiento 60° NE con un grosor de 1 m; el segundo N 340° buzamiento 80° NE grosor 0.2 m. Asociados a estos tenemos venillas de sílice de hasta 0.5 cm. de grosor generando una ligera alteración a cloritas de la roca caja. Se observa fallas en zonas de cizalla dextrales con dirección N 320° y buzamiento 80° SO. Las secuencias continentales y lacustres presentes en la cuenca Jaguay muestran que se depositaron en un ambiente intramontana de dirección NO-SE producto de la Falla Transpresiva Micalaco que genero una extensión y hundimiento de la litosfera con la consecuente sedimentación de facies continentales (formaciones Sotillo y Millo)

En la zona de estudio se interpreta que existió una etapa compresiva en el periodo de 70 Ma. y 65 Ma, con presencia de una tectónica de arco transpresiva y consecuente magmatismo que dio origen al Grupo Toquepala e intrusivos asociados

(unidad Yarabamba), como consecuencia se generaron fallas transpresivas con generación de cuencas tipo sigmoide (jog estructural), donde se depositaron secuencias sedimentarias lacustres y continentales; esta sería posiblemente el origen de la Cuenca Jaguay.

ALTERACIÓN Y MINERALIZACIÓN

La mineralización en Los Calatos está asociada a los cuerpos intrusivos de la superunidad Yarabamba, afectado por el sistema de fallas Incapuquio y que contribuyó a la extracción de minerales de Cu por fusión parcial del manto y acumulación en la base de la corteza (zona de MASH²) (Richards J. 2005). La presencia de un intenso hidrotermalismo y coloración rojiza (Fig. D) se pone en evidencia por la presencia de un stockwork con venilleo de limonita, hematita y óxidos y carbonatos de cobre (crisocola, malaquita). Existe presencia de óxidos de hierro como jarosita, hematita y goetita a nivel supergeno, los cuales pueden indicar un enriquecimiento económico en profundidad.

Las alteraciones hidrotermales son bastante marcadas reconociéndose las siguientes alteraciones: alteración filica (cuarzo-sericita), silicificación y venilleo de cuarzo. Dentro de la diorita predomina la alteración propilitica (clorita, epidota, piritita) que se localiza en los bordes del sistema, principalmente al NO. La mineralización reconocida consiste en minerales oxidados de hierro (hematita, limonita y jarosita) y óxidos de cobre (crisocola, malaquita).

CONCLUSIONES

- El Yacimiento Los Calatos se emplaza en un sistema de falla transpresiva de movimiento dextral generando un sigmoide donde se deposita una cuenca intramontana (Cuenca Jaguay). En esta zona de extensión (sigmoide) se emplaza un cuerpo intrusivo asignado a la unidad Yarabamba como importante metalotecto asociado a porfido de cobre Los Calatos.
- El metalotecto Unidad Yarabamba asociado a un control estructural importante como el Sistema de Fallas Incapuquio, se emplaza en la cuenca de extensión (sigmoide) producto de la Falla dextral Micalaco contribuyendo con la generación del depósito Los Calatos.

COMENTARIO

Existe gran potencial entre los yacimientos de Chapi y Los Calatos (50 Km), y de Los Calatos hacia Cujone (60 km), con posibilidades de albergar yacimientos tipo DPC, y que posiblemente se encuentran soterrados por las unidades volcánicas sedimentarias de Moquegua, Sotillo, Huaylillas y Millo. Esta transecta pueden ser explorados a lo largo de las quebradas que disectan la cordillera occidental siendo un ejemplo de ello la quebrada Huaracane, que nace en las pampas de Jaguay y recorre en dirección SW hacia la ciudad de Moquegua. En esta quebrada Huaracane se evidencia una zona de alteración en imágenes de satélite y de hematización y limonitización intensa (en terreno) la cual tiene que ser evaluado como objetivo de exploración futura.

REFERENCIAS

- Bellido E. (1979).- Geología del cuadrángulo de Moquegua. Boletín No. 15, Serie A: Carta Geológica Nacional, Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Lima, 78 p.
- Martínez W.; Zuloaga A. (2002).- Nuevas Contribuciones a la Caracterización Geoquímica del Grupo Toquepala; Sector Moquegua Sur del Perú. XI Congreso Peruano de Geología En: Sociedad Geología del Perú, Resúmenes Extendidos, p-37.
- Martínez W.; Cervantes J.; (2003).- Rocas Ígneas en el Sur del Perú. Boletín No. 26, Serie D: Carta Geológica Nacional, Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Lima, 140 p.
- Camus Infanta F. (2003).- Geología de los sistemas porfíricos en los Andes de Chile. Corporación Nacional del Cobre (CODELCO_CHILE), Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), Sociedad Geológica de Chile. 267p.
- Richards J. (2005). - Cumulative Factors in the Generation of Giant Calc-Alkaline Porphyry Cu Deposits. En Super Porphyry Copper & Gold Deposits, A Global Perspective Volúmenes 1 y 2. PGC Publishing. Division of Porter Geoconsultancy Pty Ltd. 6 Beatty Street Linden Park SA 5065 Australia.
- Salfity, J.(1985).- "Lineamientos transversales al rumbo Andino en el noroeste Argentino". En: Congreso Geológico Chileno, 4, Antofagasta, 1984, Actas, Universidad del Norte, Antofagasta, t. 1, parte 2, Pp. 119-137.
- Tosdal R. M., Farrar E., Clark A. (1981). «K-Ar geochronology of the late cenozoic volcanic rocks of the Cordillera Occidental, Southernmost Peru». Journal of Volcanology and Geothermal Research, Vol. 10, pp. 157-173.

² MASH: Magma, Asimilación, Homogenización y Almacenamiento de magma en la base de la corteza continental propicio para la acumulación de elementos incompatibles: Cu, Au, Ag, metales base)