

ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS SECUNDARIAS NEGATIVAS Y POSITIVAS DE ROCAS SEDIMENTARIAS SILICOCLÁSTICAS CRETÁCEAS EN EL PERÚ CENTRAL

Ronald VÁSQUEZ, Charly PALOMINO, Jorge CHIRA y Madeleine GUILLÉN

INGEMMET, Av. Canadá 1470, San Borja, Lima, Perú

Email: rvasquez@ingemmet.gob.pe, chpalomino@ingemmet.gob.pe, jchira@ingemmet.gob.pe, mguillen@ingemmet.gob.pe

INTRODUCCIÓN

Investigaciones sobre anomalías negativas secundarias y su aplicación en el reconocimiento regional a partir de sedimentos activos de quebrada es escasa, por ello el objetivo de este trabajo radica en determinar la relación que existe entre las anomalías geoquímicas negativas y positivas para caracterizar los fenómenos geológicos en ambientes secundarios y su utilidad en la prospección y descubrimiento de yacimientos minerales. El área de estudio se encuentra ubicada en la zona central del territorio peruano, entre los paralelos 9° y 10° latitud sur (Vertiente Atlántica) (Fig. 1).

GEOLOGÍA Y MINERALIZACIÓN

Este ambiente geológico está compuesto principalmente por las formaciones clásticas del grupo Goyllarisquiza, formación Oyón del Cretáceo inferior y formación Chota, Casapalca del Cretáceo Superior (Foto 1). La característica común en este ambiente geoquímico es la presencia de sedimentos silicoclásticos, provenientes de la meteorización de rocas detríticas, siendo en este caso las areniscas las que contribuyen con la mayor proporción (> 70%) (Vásquez R. 2009).



Foto 1. Afloramiento de areniscas de la Fm. Carhuaz.

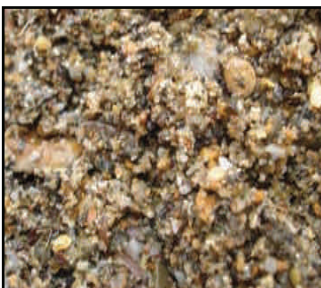


Foto 2. Sedimentos silicoclásticos

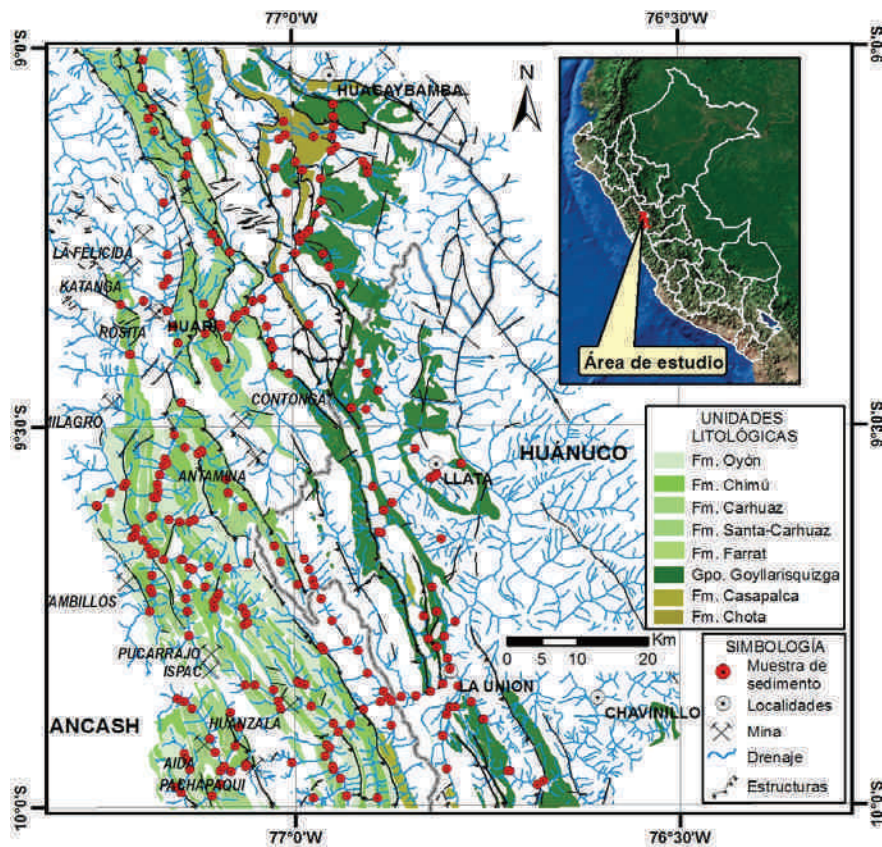


Figura 1. Ubicación y geología de la zona de estudio

El área corresponde a la franja polimetálica del Neógeno, donde las areniscas Chimú presentan vetas hidrotermales y cuerpos brechosos; las areniscas y lutitas Carhuaz tienen mantos singenéticos con

mineralización económica de Pb, Zn, Cu, Ag, Sb, Sn y Au. Entre los principales yacimientos tenemos: Tambillos, Confraternidad, La Capitania y Defensa.

PROCESAMIENTO DE DATOS

Se ha recolectado 244 muestras de sedimento de corriente, provenientes principalmente de unidades silicoclásticas del Cretáceo (Foto 2), las cuales se han pretamizado en campo a malla -30 y finalmente tamizados en laboratorio a malla -200, para el análisis mediante ICP-MS, con digestión de agua regia. Previa evaluación estadística bivariar (correlación de Pearson) y multivariar (Análisis de Componentes Principales y Conglomerados) se determina las principales asociaciones de elementos químicos que caracterizan a este ambiente geológico. Finalmente los elementos Au, Cu-Bi-W, Zn-Cd-As, Ag-Pb-Te-In-Sb, V-U-Ni-Mo, Lu-Y-Yb-Ga y Ce-La-Th-Tb se procesan por métodos paramétricos según la tendencia a la distribución normal, obteniendo los respectivos niveles de fondo, umbrales geoquímicos (positivo y negativo) y anomalías geoquímicas (positivas y negativas), según las fórmula 1. Además, se calcula el factor de enriquecimiento (FE) en los sedimentos, normalizados con el Sc como elemento de referencia, dado que el Sc es un elemento conservativo (Martínez J., et al. 2007).

UMBRAL (+) = NIVEL DE FONDO + DESV. EST.	ANOMALIA (+) > UMBRAL (+) (1)
UMBRAL (-) = NIVEL DE FONDO - DESV. EST.	ANOMALIA (-) > UMBRAL (-)	

INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN

Considerando las 79 anomalías positivas y 31 anomalías negativas, se determinan cuatro casos de relación entre estas:

SUPERPOSICIÓN MULTIELEMENTAL DE ANOMALÍAS NEGATIVAS Y POSITIVAS

En los sedimentos silicoclásticos del grupo Goyllarisquizza, las anomalías negativas de Cu-Bi-W, Zn-Cd-As, Ag-In son coincidentes con la asociación de anomalías positivas de Ce-La-Th-Tb (Fig. 2).

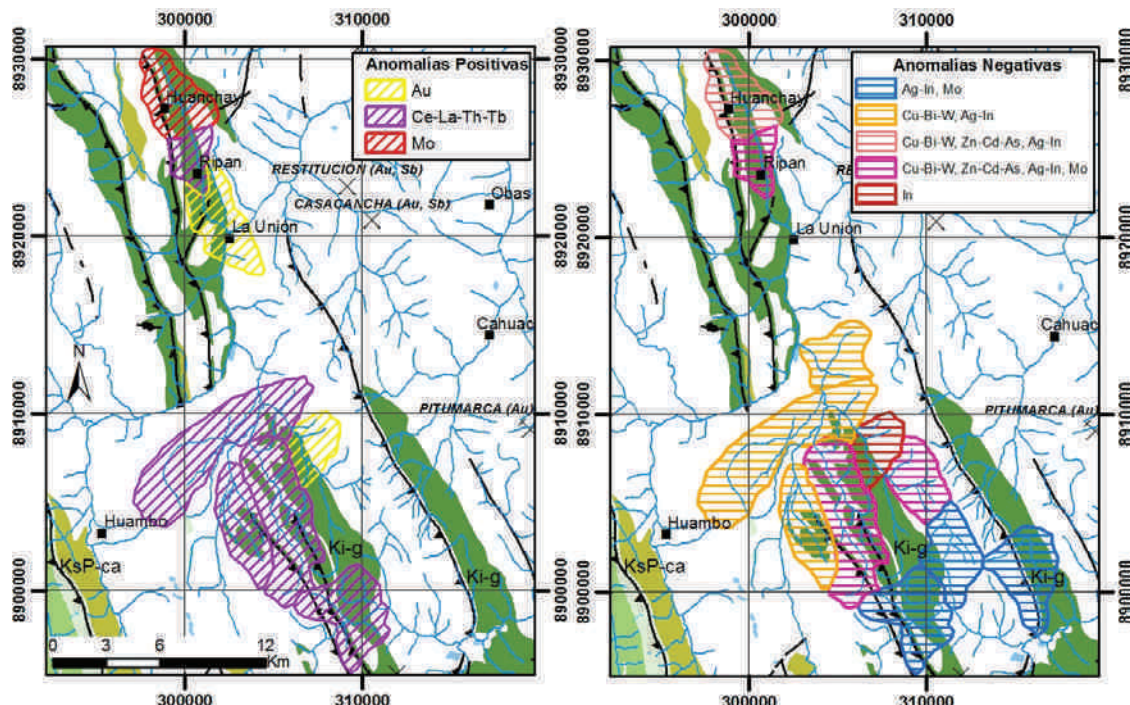


Figura 2. Anomalías positivas y negativas multi-elementales en los sedimentos provenientes del grupo Goyllarisquizza.

Se puede observar en la Fig. 3 que las tierras raras (Ce-La-Tb) y Th presentan un factor de enriquecimiento elevado (FE>1), mientras que para los elementos metálicos como el W los valores son bajos (FE<-1.5); para el In, Bi, Cu, Zn el FE se encuentra entre 0 a 2 y en la Ag se observa un ligero enriquecimiento. Esto nos

confirma que en los sedimentos analizados las tierras raras muestran un enriquecimiento significativo, mientras que los elementos metálicos están en concentraciones normales con respecto a las concentraciones en sedimentos silicoclásticos. Con esto se define que en los sedimentos procedentes de areniscas y cuarcitas del grupo Goyllarisquizga del sector oriental, el contenido original de algunos elementos presenta valores anómalos elevados, con valores metálicos bajos en los alrededores.

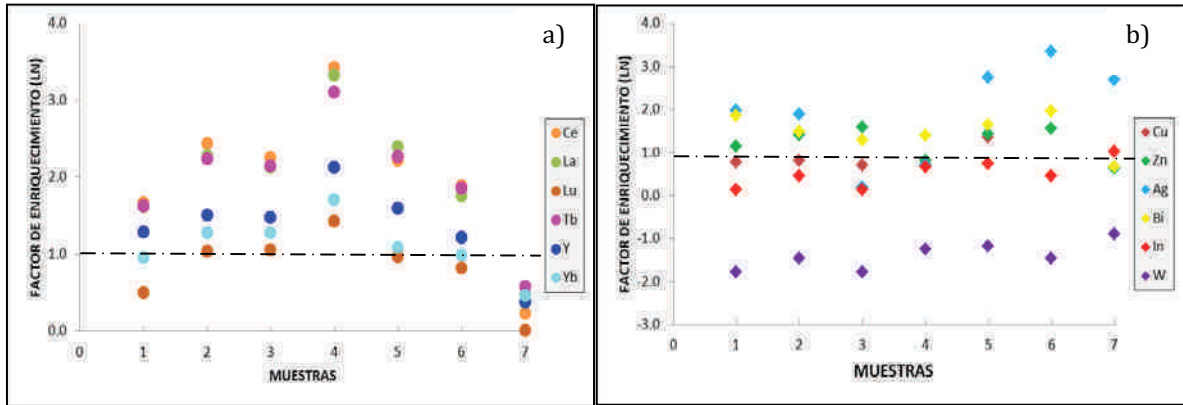


Figura 3. Factor de enriquecimiento en elementos de tierras raras (a) y elementos metálicos (b)

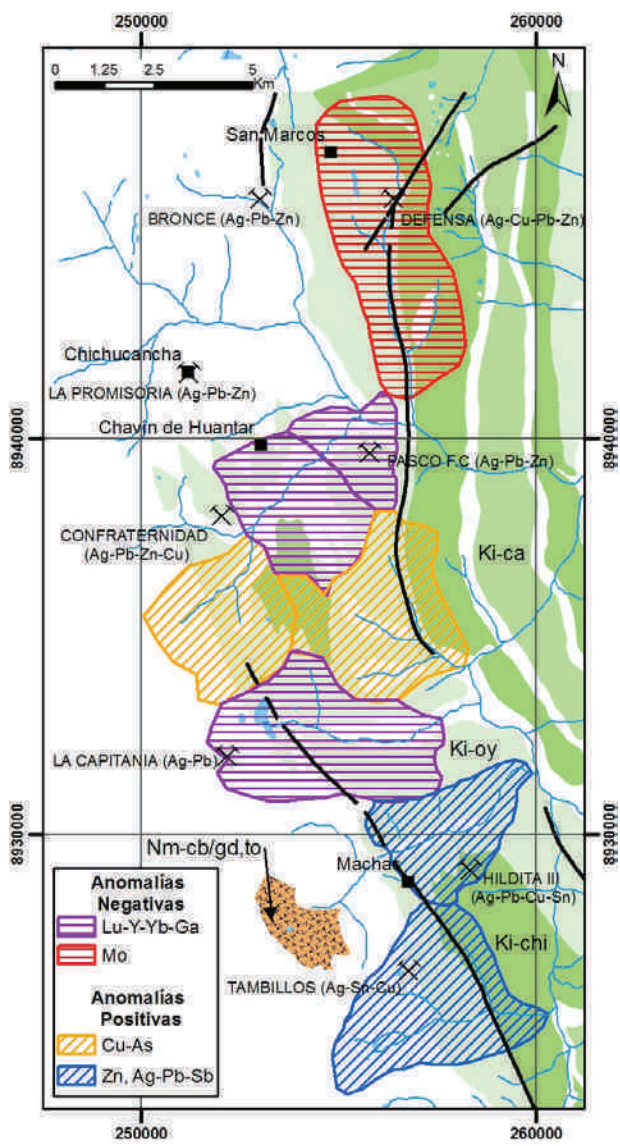


Figura 4. Anomalías positivas y negativas en el sector San Marcos-Machac

De esta manera, tanto las anomalías positivas como negativas están relacionadas a una procedencia litogénica, siendo las tierras raras procedentes de la fuente silicatada que conforman los minerales.

En el sector de Huanchay, el Mo aparece como anomalía positiva, mientras que en el sector de Ripán se presenta como anomalía negativa, al igual que los otros elementos metálicos (Fig 2), esto indica que este elemento procedente de la naturaleza de la roca clástica migra durante la secreción de los procesos laterales hipógenos (Changyi S. & Caifang W. 1995), influenciado por procesos tectónicos compresivos.

Por otra parte existe una anomalía positiva de Au coincidente con una anomalía negativa de In. El Au se relaciona a una fuente mineralizante mientras que el In está ligado a una procedencia geogénica.

RELACIÓN PERIFÉRICA ENTRE ANOMALÍAS NEGATIVAS Y POSITIVAS

Al SO de Chavín de Huántar, se aprecia que las anomalías positivas dadas por las asociaciones de elementos metálicos como Cu-As se encuentran rodeadas por anomalías negativas compuestas por la asociación de elementos de tierras raras como Lu-Y-Yb y Ga (Fig. 4). Esto sugiere que la presencia anómala de Cu-As tenga relación directa con la presencia de yacimientos metálicos.

Las anomalías negativas en tierras raras (Lu-Y-Yb) y Ga, corresponden a la dispersión desde áreas con influencia mineralizadora de yacimientos polimetálicos (Pasco F.C., Confraternidad, La

Capitanía); esto permite establecer que la actividad hidrotermal puede traer grandes componentes de mineralización al área y al mismo tiempo lixiviar otros elementos fuera de esta como elementos remanentes con bajos contenidos (Vásquez R. 2009).

ANOMALÍAS POSITIVAS SIN ANOMALÍAS NEGATIVA CERCANAS

En el sector de Machac las anomalías positivas de Zn, Ag-Pb-Sb no presentan anomalías negativas alrededor de ellas, relacionándose directamente a los minerales de mena que cada depósito presenta; tal es el caso de las minas Hildita II y Tambillos, siendo yacimientos polimetálicos de Ag-Pb-Cu-Sn y de Ag-Sn-Cu respectivamente. Esto sugiere que el material mineral que genera las anomalías positivas es transmitido desde una fuente distinta a la geogénica, y a profundidad por fluidos mineralizantes.

ANOMALÍAS NEGATIVAS SIN ANOMALÍAS POSITIVAS CERCANAS

Al SO de la localidad de San Marcos se obtuvo una anomalía negativa de Mo ($\text{Mo} < 0.8 \text{ ppm}$), la cual se encuentra influenciada por una área de intensa alteración hidrotermal (Mina Defensa), es probable que este tipo de anomalía esté relacionado a la litogénesis, sin embargo se puede asumir también que a lo largo de lineamientos en este sector, los procesos geológicos denudacionales fueron muy intensos que disminuyeron el Mo presentándose como anomalías negativa.

La ocurrencia y distribución de anomalías geoquímicas secundarias en los sedimentos silicoclásticos cretácicos están estrechamente relacionados con la franja polimetálica, que a la vez puede estar controlada por fallas regionales. De esta manera, las anomalías positivas y negativas multi-elementales encontradas se agrupan a lo largo de tendencias lineales al NO (Fig. 2 y Fig. 4), pues los procesos tectono-magmáticos son muy complejos toda vez que algunos elementos se concentran y se agotan alternativamente a lo largo de su ruta de migración (Xuejin X. & Binchuan Y. 1993).

CONCLUSIONES

La determinación de los patrones de anomalías positivas y negativas puede producir mayor información y precisión en la interpretación de los procesos mineralizantes polimetálicos y su prospección.

El estudio de dichos patrones es de gran importancia, dado que se puede establecer nuevos modelos geoquímicos.

El In presenta valores anómalos bajos en el mismo lugar donde el Au presenta anomalías altas determinando un elemento guía negativo para ambientes sedimentarios silicoclásticos cretáceos.

Las anomalías negativas de tierras raras (Lu-Y-Yb) y Ga están influenciadas por yacimiento polimetálicos, definiéndose así como elementos guía negativos para este tipo de depósitos.

Dentro de los sedimentos silicoclásticos del Cretáceo, las areniscas y cuarcitas del grupo Goyllarisquizga del sector oriental, se encuentran mayormente enriquecidos en tierras raras, mientras que las areniscas de las formaciones Oyón y Carhuaz del sector occidental se enriquecen en elementos metálicos.

La integración de anomalías negativas y positivas muestra una mayor continuidad a lo largo de estructuras regionales.

REFERENCIAS

- Changyi S. & Caifang W. (1995). *Regional geochemical secondary negative anomalies and their significance*, Journal of Geochemical Exploration, n. 55, China, pp 11-23.
- Martínez J, Llamas, Miguel E, Rey J. & Hidalgo M (2007). *Determination of the geochemical background in a metal mining site: example of the mining district of Linares (South Spain)*, Journal of Geochemical Exploration, n. 94, Spain, pp 19-29.
- Vásquez R. (2009). *Distribución de Tierras Raras y otros Elementos Traza en la franja Polimetálica 9°-10°S del Perú Central*, Tesis de Grado, Universidad Nacional de Cajamarca, Escuela Profesional de Ingeniería Geológica, Cajamarca, 194 pp.
- Xuejin X. & Binchuan Y. (1993). *Geochemical pattern from local to global*, Journal of Geochemical Exploration, n. 19, Spain, pp 109-129.