



Proyecto Totoram sulfuros masivos Zn-Cu-Au en sedimentos, un nuevo estilo de mineralización en la costa peruana

David Dávila¹

¹Head of Projects, Anglo Peruana Terra (david.davila@apt.com.pe)

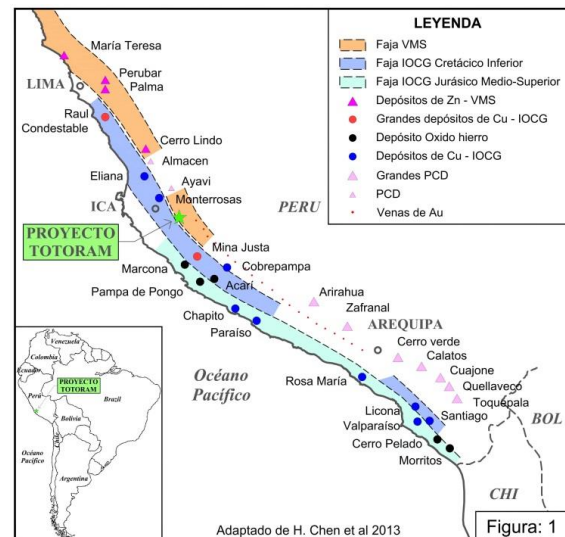
1. Introducción

Se presenta un nuevo tipo de mineralización diseminada, con venillas y sulfuros masivos en sedimentos (SHMS) que muestra características de alteración y mineralización similares a los yacimientos VHMS. Este hallazgo nos lleva a reinterpretar la clásica exploración de sulfuros masivos en rocas volcánicas, tipo Cerro Lindo, Perubar, Colquisiri y otros similares, y permite extender hacia el sur de Lima la faja VHMS.

El Proyecto Totoram está ubicado al sur de Lima, aproximadamente a 50 Km al sureste de la ciudad de Ica. El terreno es suave con elevaciones por debajo de 2,000 m.s.n.m. El clima es muy seco con escasa vegetación y cualquier tipo de vida. La propiedad minera del proyecto abarca 2,527 hectáreas.

Regionalmente afloran gabrodioritas a granodioritas de la Superunidad Pampahuasi perteneciente del Batolito de la Costa (Cretácico Superior) y una secuencia de volcánicos, volcanoclásticos y sedimentos de los grupos Yura, Guaneros y Casma (Jurásico-Cretácico), en estas unidades se encuentran alojados los depósitos tipo IOCG de Raúl-

Condestable, Monterrosas, Eliana, Mina Justa, Marcona y otros; en otra faja paralela hacia el este se distribuyen los depósitos tipo VHMS de Cerro Lindo, Palma, Perubar y Colquisiri (*Figura 1*).



En Totoram se han diferenciado, de techo a piso, cuatro unidades litoestratigráficas: volcánicos andesíticos-basálticos, volcánico-clásticos, areniscas cuarzosas y lutitas intercaladas con areniscas y volcánicos. La secuencia esta

bordeada y cortada por intrusivos granodioríticos de 94 Ma. (Cobbing et al., 1977). Las rocas citadas están cubiertas por volcánicos piroclásticos subhorizontales de composición riolítica del Terciario Medio.

Estructuralmente, la secuencia volcánica y sedimentaria forma un pliegue monoclinal de rumbo aproximado N-S con buzamiento 10°-60°W; el mismo está atravesado por fallas y lineamientos N-S, NW, NE y E-W, que localmente están relacionados con las zonas alteradas y mineralizadas.

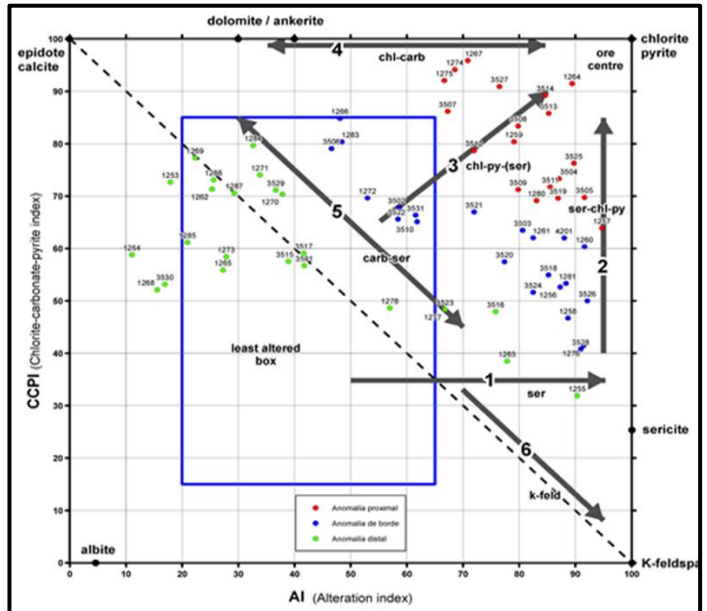
En Totoram, la alteración se presenta en forma pervasiva, diseminada y en venillas. De oeste a este se han identificado los siguientes ensambles de alteración: 1) actinolita-albita-biotita, 2) biotita-clorita, 3) sílice-sericita-arcilla y 4) micas blancas-andalucita-turmalina, las dos primeras están relacionadas con los volcánicos y las dos últimas ocurren en los sedimentos. Los análisis de Terraspec corroboran lo anteriormente citado. Destacan los resultados de SWIR que nos reportan anomalías de mica blanca Al (OH) <2200 nm y clorita Fe (OH) <2250 nm, que permiten vectorizar hacia las zonas calientes y mineralizadas.

Los resultados de los análisis de roca total nos han permitido elaborar gráficos y mapas de diversos Índices de Alteración: Ishikahua AI (Ishikawa et al 1976), Large CCPI (Large et al 2001), Box Plot-AI/CCPI (Large et al 2001). En el *Gráfico 1* se muestra el Box Plot que nos permite vectorizar hacia los centros mineralizados, los cuales coinciden en gran medida con las anomalías de alteración y mineralización de los elementos económicos.

La mineralización se desarrolla en los horizontes sedimentarios y volcánicos, formando venillas, diseminados y semimasivos, controlados estructuralmente. Los sulfuros hipógenos son de textura fina, típicamente en el orden de 0.05 a 2.00 mm, con un promedio de 0.2 mm, principalmente pirita, esfalerita, calcopirita, pirrotina,

enargita, luzonita, melnikovita, marcasita; como sulfuros secundarios tenemos covelina y calcosina. En superficie se forman óxidos de cobre, zinc y hierro.

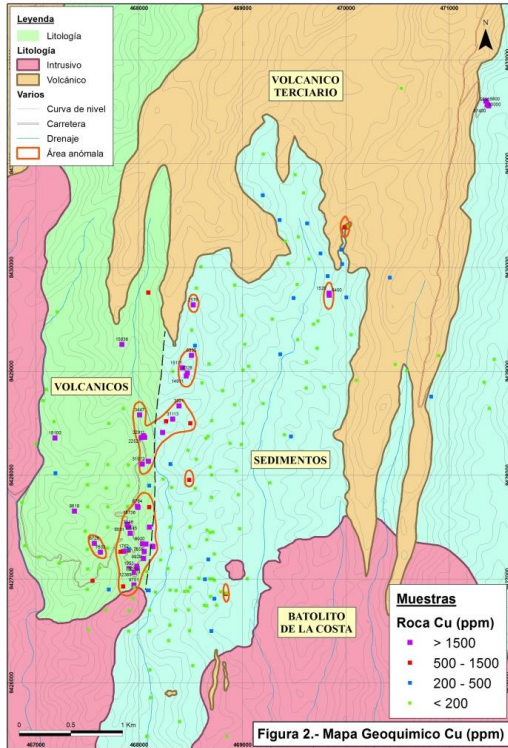
Gráfico1. Box Plot según Large et al., 2001



La geoquímica multielementos presenta buenas correlaciones Pearson de Cu-Ag-Au-Fe y Zn-Cd-As-Pb. La distribución geoquímica en planta muestra anomalías kilométricas de Cu (1.5 x 0.4 km, *Figura 2*) y Zn (5 x 1 km, *Figura 3*). La anomalía principal de Cu está situada al oeste y aparece bordeada por la anomalía de Zn. Valores anómalos de Au, Fe, Ba y As y en menor medida Mo, Co y Pb están relacionados con las zonas de fuerte actividad hidrotermal asociados con la mineralización.

La magnetometría indica zonas de susceptibilidad magnética alta y baja. Los lineamientos magnéticos de dirección N-S estarían relacionados a zonas de circulación de fluidos, quizás relacionados con la actividad hidrotermal. La cargabilidad delimita una gran zona anómala entre 16 y 20mv/v, con valores puntuales de hasta de 40mv/v, que coinciden con resistividades moderadas a bajas, entre 200 y 300 ohm-m. La

reinterpretación del IP en 3D, ha destacado una anomalía de gran tamaño que podría estar causada por al menos por dos cuerpos anómalos diferentes.



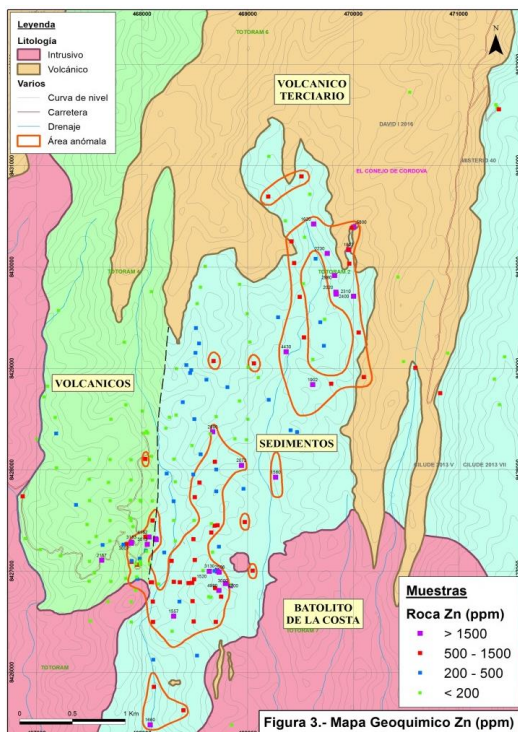
El modelo conceptual de mineralización (*Figura 4*) muestra en forma sucinta los resultados de los trabajos de exploración realizados. En Totoram, los centros mineralizados están localizados en las intersecciones de los lineamientos-*feeders*. El entrapamiento de la mineralización Zn-Cu-Au tiene un control estratigráfico, y los fluidos posiblemente provienen de intrusivos cercanos. Este estilo de mineralización (SHMS) con características similares al prospecto Palma (Volcan) podría ser el equivalente en sedimentos a otros conocidos VHMS, donde existen en la actualidad bastantes evidencias de texturas de reemplazamiento. El modelo de mineralización propuesto es consistente con los datos litológicos, estructurales, geoquímicos, geofísicos, de alteración y mineralización.

Agradecimiento

El suscrito agradece al revisor G. Calvo por los aportes y sugerencias para entender este nuevo estilo de mineralización cretácea en la costa Peruana.

Referencias

- Cobbing J., Pitcher W. and Taylor W. 1977. Segments and Superunits in the Coastal Batholith of Peru. *The Journal of Geology* 85(5).
- Chen H., Cooke D. and Baker M. 2013. Mesozoic Iron Oxide Copper-Gold Mineralization in the Central Andes and the Gondwana Supercontinent Breakup. *Economic Geology*, V. 108, pp. 37-44.
- Ishikawa Y., Sawaguchi T., Iwaya S. and Horiuchi M. 1976. Delineation of Prospecting Targets for Kuroko Deposits Based on Modes of Volcanism of Underling Dacite and



Alteration Halos. Mining Geol. 26: 105-117.

Large R., Gemmel B., Paulick H and Huston D. 2001. The Alteration Box Plot: A Simple Approach to Understanding the Relations Between Alteration Mineralogy and Lithogeochemistry Associated with Volcanic-Hosted Massive Sulfide Deposits. Economic Geology, Vol. 96, pp. 957-971.

