



## Sobre el potencial de mineralización de Cu, Au tipo IOCG en la costa norte del Perú paralelo 9°-12°

**J Pedro Reyes Vivar<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Raimondi Exploraciones EIRL, Carlos Villarán 594, Lima, Perú (Preyesj856@gmail.com)

### 1. Introducción

Los depósitos de Óxidos de Hierro, Cobre y Oro (IOCG), están reconocidos en la margen occidental de los Andes entre el paralelo 14° en Perú y la zona costera de Chile. En contraste, en el sector norte de la costa peruana, estos yacimientos no están bien identificados, por lo que se propone la ocurrencia de estos, a partir de la identificación de mineralización de Cu, Au y Fe en el campo, evidenciada en (aún) pequeñas pero numerosas operaciones mineras. Asimismo, a pesar de que la definición de un sistema IOCG implica un amplio rango de (sub)tipos de depósitos, en la costa norte del Perú se ha reconocido un marco tectónico afín, asociados a un magmatismo alcalino a calco-alcalino del Jurásico-Cretácico, desarrollado en una cuenca de intra-arco en un régimen extensional (Polliand, 2003). Este ambiente se ha identificado, asociado en la cuenca Huarney del Albiano (113-110 Ma). (Myers, 1983).

En esta zona, la mineralización de cobre proviene de la calcopirita, complementando bornita y minerales secundarios, el Au está en estado libre y como electrum dentro de la calcopirita, pirrotita y magnetita, principalmente. Complementariamente, ocurre pirita (marcasita), hematita, molibdenita y actinolita, sericita, clorita y arcillas como gangas principales. La mineralización se presenta en geometrías de cuerpos elongados, vetas y brechas, dentro de (meta) vulcanitas del grupo Casma y en rocas intrusivas del batolito costero. Las estructuras presentan una orientación preferente de 100°-120°, con buzamiento variable desde 30° hasta subverticales.

A raíz de recientes investigaciones, donde se propone una asociación (por lo menos espacial), entre la ocurrencia de masas (>10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>) de cuarzo, con la denominación de cuarzo POD, con los depósitos IOCG (Lobo 2004). Estas se han identificado, por lo menos en 5 localidades en el área de trabajo. Lo cual sugiere la importancia de este concepto y su validez como herramienta útil, en la exploración de este tipo de depósitos.

Los tenores de mineralización, en pequeñas operaciones mineras, oscilan en los rangos de 10g/t Au-15 g/t Au @ 2% Cu, con contenidos variables de Ag y Mo. El potencial de mineralización es aún desconocido por la envergadura y limitaciones de estas pequeñas operaciones mineras. Pero por el número de ocurrencias y proyecciones geométricas de estas en el campo, se estiman de carácter importante para interés de operaciones de mediana, (sino) de gran minería.

### 2. Geología regional

La presente investigación está enfocada en la franja costera del norte del Perú entre los paralelos 9° y 12°. En la cual, predomina la ocurrencia de facies volcano-sedimentarias del Grupo Casma (Albiano) y el emplazamiento del Batolito de la Costa en el Cretácico Superior, ambas unidades, como parte de la Cuenca Occidental Peruana (Myers, 1983). La fase volcánica del Grupo Casma erupcionó hace 100-95 MA, a través de fisuras a partir de grandes cámaras de magmas de composición gabroica, diorítica y tonalítica del batolito costanero subyacente (Meyers, 1983). El marco tectónico de formación corresponde a una cuenca de intra-

arco, desarrollada en la margen occidental peruana bajo un régimen extensional en el Cretácico (Polliand, 2003), contexto similar identificado para la costa sur peruana, en las cuencas Cañete y Arequipa (Sillitoe, 2003). Las rocas del Grupo Casma, presentan facies de metamorfismo de diverso grado por el magmatismo posterior asociado al emplazamiento del Batolito de la Costa (A Sánchez, 1985). Las unidades intrusivas en la región corresponden al segmento Lima. Las unidades del Batolito se presentan por lo general en geometría elongadas de norte a sur, paralelas a los Andes. Su composición varía de gabro-diorita pasando por tonalita-granodiorita hasta granitos. Se ha reconocido hasta 5 eventos intrusivos desde 140 a 53 Ma, de los cuales el último es el más continuo, desde 97 a 53 Ma (Pitcher et al., 1985). Estos intrusivos están relacionados al origen de yacimientos vulcanogénicos de sulfuros masivos, óxidos de Fe-Cu-Au y pórfidos de Cu-Mo (Villareal 2009).

La mineralización se emplaza preferentemente en andesitas (tobas y lavas), con algún grado de metamorfismo, así como en unidades del Batolito de la Costa, Superunidad Santa Rosa y Corallillo. En algunos casos las estructuras están cortando ambas unidades y la mineralización parece tener un mejor desarrollo cerca de los contactos.

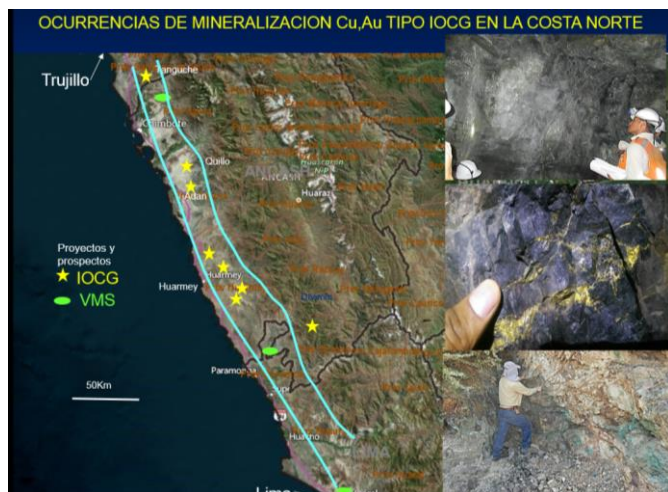


Figura 1. Distribución de los prospectos IOCG en la costa norte del Perú, reportados en el presente estudio.

### 3. Mineralización

La mineralización está compuesta principalmente de Au y Cu con contenidos variables de Ag, Mo y U. Asociada a cuerpos de geometría elongada, vetiformes, y brechas emplazadas en rocas vulcano-sedimentarias del Albiano (Grupo

Casma), así como unidades del Batolito de la Costa. En algunos casos las estructuras están cortando el contacto entre ambas unidades (Grupo Casma y batolito), observándose un incremento de la mineralización de Cu y Au cerca del mismo. Los ensambles de mineralización observados en terreno, están representados por calcopirita, bornita, pirrotita, pirita, marcasita, magnetita, hematita (-mushketovita) y +/-molibdenita asociada a ensambles de alteración dominada por actinolita, clorita, albita, sericita, piroxenos, carbonatos, cuarzo, ilmenita, epidota y arcillas. El Au, se presenta en estado libre, por lo general asociado con la calcopirita, pirrotita y magnetita. En algunos lugares se reporta valores sobre los 100 ppm de U, lo que sugiere la presencia de autunita ( $(Ca(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 8H_2O)$ , mineral reportado en depósitos IOCG similares.

### 4. Presencia de cuarzo POD

En los distritos metalogenéticos (de diversas latitudes) donde ocurren depósitos tipo IOCG, se ha reportado la presencia de grandes masas de cuarzo ( $>10^6 m^3$ ), con una asociación espacial entre ambas ocurrencias, aunque la relación genética a ellos no está suficientemente documentada, es importante reportar estas ocurrencias de cuarzo por su relación espacial. El pionero en el estudio de estos cuerpos masivos de cuarzo y creador de la denominación de cuarzo POD es el Dr. Alberto Lobo Guerrero, quien postula que las ocurrencias de cuarzo POD serían facies distales y que tienen una relación espacial con la mineralización de tipo IOCG.

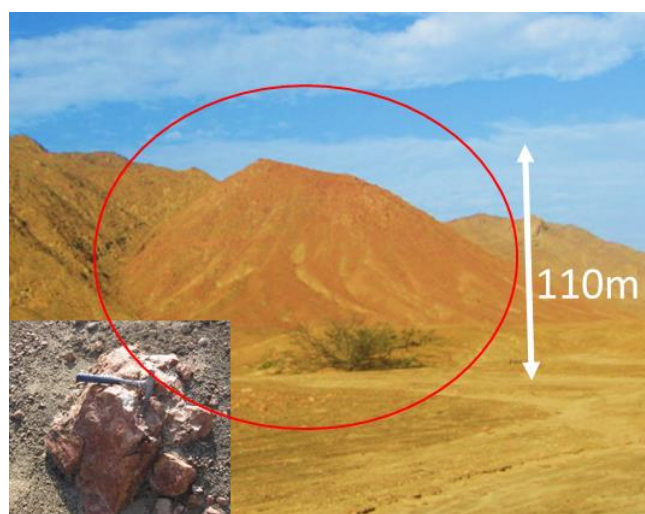


Figura 2. Ocurrencias de cuarzo POD cerca a localidad de Tanguche.

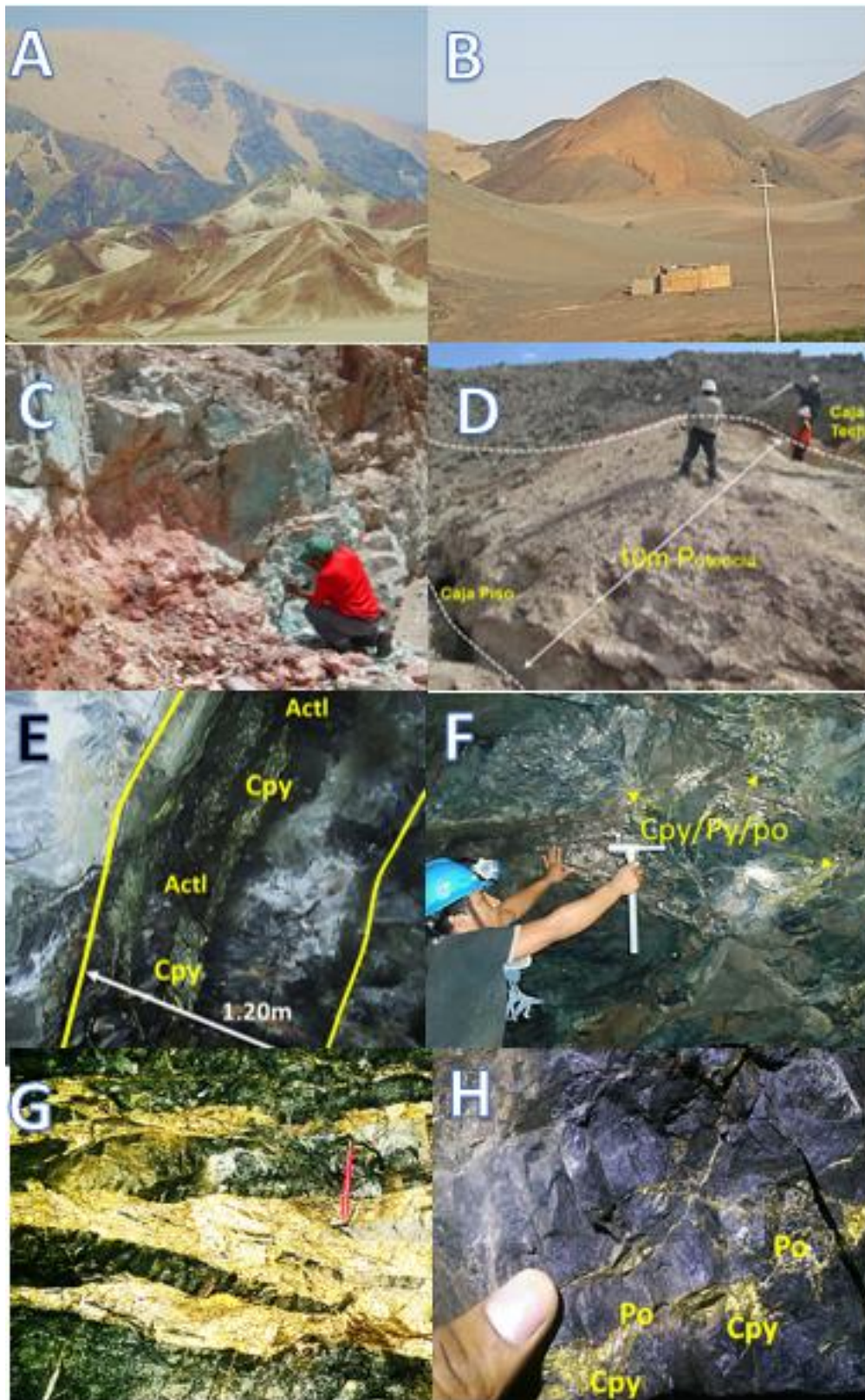


Figura 3. Diversas ocurrencias y texturas de mineralización de Cu-Au-Fe, presentes en la región (Casma, Huarney y Barranca). A) Anomalías de color que corresponden a zonas de gossan de Fe, parcialmente cubiertas por dunas eólicas. B) Zona de gossan Fe con mineralización diseminada de Cu y Au (Huarney). C) Ocurrencias Oxs/Sifts de Cu y valores de RREE, prospecto Adan-Casma. D) Afloramiento de una veta con mineralización de Au-Cu-Fe, zona intemperizada con predominio de arcillas. E) Estructura de sulfuros con predominio de calcopirita, intercrescida con actinolita, ley promedio 12 g/t Au@ 2% Cu. F) Vista de un Ore Body de sulfuros, calcopirita, pirita y pirrotita, con 27 g/t Au, 2.5 % Cu. G) Zona de concentración de sulfuros con predominio de calcopirita. H) Detalle de la mineralización de calcopirita y pirrotita en una matriz de toba andesita metamorfozada (metavolcanita).

En el Perú, se han identificado estas ocurrencias en la costa sur, en las montañas Romerillo, en Acarí, Arequipa (W Martínez, 2010). Y en la presente publicación se reporta por lo menos 5 ocurrencias de cuarzo POD en la costa norte (ver *Figura 1 y 3*). Aunque la investigación para confirmar la relación ocurrencia de cuarzo POD y mineralización IOCG está en etapas tempranas, por lo menos parece que hay una relación espacial con todos los ejemplos mencionados, por lo que es importante identificar las ocurrencias de estas masas de cuarzo, como vector guía para la identificación en sus cercanías de mineralización IOCG (Lobo, E 2010).

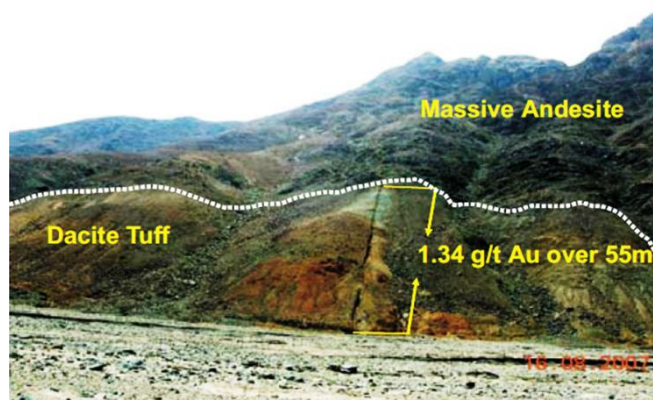
## 5. Conclusiones

La ocurrencia de mineralización de Cu, Au y Fe, en diversos lugares entre los paralelos 9° y 12° en la costa norte del Perú, presentando ensambles mineralógicos, geoquímica, y contexto geológico de cuenca de intra-arco en régimen extensional, evidencian las características de mineralización tipo IOCG.

Aunque el conocimiento de este tipo de mineralización en la zona de estudio está en etapas muy tempranas, es importante la caracterización apropiada de estas ocurrencias para orientar y generar nuevos proyectos de exploración en el área.

La complejidad de la formación en estos depósitos, aunada a la variación de los ensambles mineralógicos debido a la zonación hidrotermal, son variables importantes a tener en cuenta en el reconocimiento de ellos. Así, por ejemplo, se ha observado que los minerales ganga como cuarzo, anfíboles (actinolita), piroxenos, magnetita, piritita y pirrotita, varían drásticamente en el contenido en masa total, de un depósito a otro, de contenidos > 50% en algunos, pueden pasar a contenidos imperceptibles de los mismos en otros depósitos.

El potencial de este tipo de mineralización es aún desconocido en la región, sin embargo, en base a las evidencias de campo como las descritas en esta publicación, se estima que existen oportunidades para la ocurrencia de depósitos IOCG que soporten operaciones de mediana minería, en el orden de decenas MM T @ Au>5 g/t, Cu >1%, o de gran minería en ocurrencias de mineralización diseminada, en grandes volúmenes con leyes en el orden de 1g/t Au y 0.3%-0.5% Cu.



*Figura 4.* Ocurriencia de mineralización de Au, asociado a sistemas IOCG, cerca de la localidad Tanguche. Tomado de reporte público de (ex) exploradora junior en los 1990s.

## Agradecimientos

A los numerosos colegas geólogos que compartimos los trabajos de campo, en particular a los ingenieros Cesar Cárdenas, Guillermo Biminchumo y Alberto Chipana, entre otros, con quienes compartimos tareas e intercambio de opiniones en el campo, lo cual ha hecho posible la presente publicación.

## Referencias

- Sanchez, A., Molina, O., Gutierrez, O., 1995. Geología de los cuadrángulos de Chimbote, Casma y Culebras. Ingemmet, Carta Geológica Nacional, V. 59.
- Marc Polliand.,E Schaltegger.,E Martin., Luis Fontbote., 2005. Formation of intra-arc volcanosedimentary basins in the western flank of the central Peruvian Andes during Late Cretaceous oblique subduction: field evidence and constraints from U–Pb ages and Hf isotopes. *Earth Sci Journal (Geol Rundsch)*, V94: 231–242.
- Lobo-Guerrero 2004. “Quartz pods: an exploration guide to iron-oxide–copper–gold mineralization?” SEG 2004 Predictive Mineral Discovery Under Cover Economic Geology Research Institute.
- Barton, M.D. and Johnson, D.A., 1996. Evaporitic source model for igneous related Fe oxide-(REE-Cu-Au-U) mineralization. *Econ. Geol*, V. 24, p. 259-262.
- De Haller, A., Fontboté, L., 2009. The Raul-Condestable iron oxide copper–gold deposit, central coast of Peru: ore and related hydrothermal alteration, sulfur isotopes, and thermodynamic constraints. *Econ. Geol*. V. 104, 365–384.

