

## Descubrimiento y geología del proyecto Coralillo, un sistema mineralizado de Cu-Au-Fe asociado a rocas volcánico-sedimentarias cretácicas del "Grupo Casma", Cuenca Huarmey, en la costa norte del Perú

Pedro Jesús Reyes<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Raimondi Exploraciones EIRL, Av de la Solidaridad 103, Lima, Perú (pedroreyes.rayex@gmail.com)

### 1. Abstract

El proyecto Coralillo muestra diversas ocurrencias de mineralización aflorante de Cu-Au-(Ag), asociado a óxidos de Fe (hematita, magnetita), que están relacionadas a sistemas hidrotermales hospedados en rocas volcánico-sedimentarias del Grupo Casma, cuenca Huarmey (Cretácico Medio-Superior). Los resultados geoquímicos de muestras en canales, rocks chips y en labores artesanales, varían entre, 0.1%-5% Cu, 0.1g/t-5g/t Au, 1%-25% Fe, 1g/t-15d/t Ag, se ha reconocido ensambles de alteraciones silicea, potásica, sericitica y propilitica. De acuerdo a estos patrones geológicos se postula que la mineralización correspondería a un sistema IOCG o a una variación de este tipo de depósito, en un contexto geológico similar a los depósitos de Raul y Mina Justa en Perú, y Candelaria en Chile. En el proyecto se han identificado 5 targets con afloramientos mineralizados y halos de alteración, en un área de 2,5Km<sup>2</sup>-3Km<sup>2</sup>, abriendo oportunidades de exploración para este tipo de depósitos en la costa norte del Perú.

Palabras clave: yacimientos Cu-Au-Fe, cretácico.

### Abstract

The Coralillo project shows several occurrences of Cu, Au, (Ag) outcropping mineralization, associated with Fe oxides (hm, mt), which are related to hydrothermal systems hosted in volcano-sedimentary rocks of the "Casma Group", Huarmey basin (Kms). The grades in channels, chips rocks, vary between 0.1% to 5% Cu, 0.1g / t Au to 5g / t Au, 1% -25% Fe, with alterations helo assemblages of siliceous, potassium, sericitic and propylitic. According to these geological patterns, it is proposal that the mineralization of Cu,Au,Fe would correspond to an IOCG system or at variation of this system, although these involve a wide range of styles, in a geological context similar to the deposits of Raul, Mina Justa in Peru and Candelaria in Chile. In the project, 5 target with mineralized and alteration halo outcrops have been identified, in an área of 2.5Km<sup>2</sup> - 3Km<sup>2</sup> in radius, so it is considered that the project is of interest to companies of large or medium mining scale, opening exploration opportunities for this type of deposits on the north coast of Peru.

Fig 1. Vista (S) de la zona central del proyecto Coralillo, mostrando el halo de alteración hidrotermal 1,2 Km<sup>2</sup>, en la parte superior.



Key words: ore deposits, copper, gold, cretaceous basin

## 2. Introducción

El proyecto Coralillo, se localiza en la costa norte del Perú, provincia del Santa (Ancash), a 30Km de la línea costera, en cotas de 800 a 1000 msnm, en las zonas bajas de la vertiente occidental de la cordillera de los Andes, presenta numerosos afloramientos mineralizados (+100), mostrando óxidos/sulfatos de Cu y Fe principalmente.

Los depósitos de Óxidos de Hierro, Cobre y Oro (IOCG), están reconocidos y bien estudiados en la margen occidental de los Andes entre el paralelo 14° en Perú y 33° de Chile. En contraste, en el sector norte de la costa peruana, no se reporta su ocurrencia significativa entre los paralelos 10° y 14°; sin embargo, en años recientes, se ha identificado mineralización importante, evidenciada en (aun) pequeñas pero numerosas operaciones mineras y en algunos proyectos tempranos de exploración (Reyes 2019).

En los proyectos mineros y operaciones mineras de esta región se observa mineralización de Cu, Au, Fe, Ag, Mo, U y RREE. La mineralización esta principalmente en rocas volcánico-sedimentarias del grupo Casma, el que muestra una clara división de facies, hacia el oeste de predominio de vulcanismo subaereo con texturas de pillow, y hacia al este de predominio sedimentos volcanoclasticos (Child, 1976).

El proyecto Coralillo se consolido en base a la revisión e inventario de mineralización, en un área de 25Km<sup>2</sup> aproximadamente, de diversos laboreos antiguos realizados a pequeña escala, que no progresaron, debido principalmente a la complejidad de la geometría de la mineralización. En esta fase se ha logrado el entendimiento de la mineralización y su relación con los controles litológico, estructural, tectónico, patrones de alteración, determinándose la geometría de corredores mineralizados en base al mapeo escala 1/2000 y cubriéndose el muestreo de todos los lugares aflorantes de la mineralización.

## 3. Geología del Proyecto Coralillo

En el área del proyecto se observa un conjunto de estratos volcanoclasticos alineados en dirección NW-SE, plegados y deformados por metamorfismo regional de facie esquisto verde predominante. Las rocas volcanoclasticas están afectadas por

estructuras NNW-SSE que muestran una fuerte esquistosidad en su traza e intensa foliación (pizarrosa-esquisto) hacia las cajas.

Todo el paquete volcanoclastico (Grupo Casma) se encuentra rodeado de intrusivos de composición granodiorita-tonalita, del Eoceno, mostrando una débil a moderada deformación-alteración argílica, hacia la zona de contacto entre ambas unidades.

### 3.1. Litología

En el área del proyecto las rocas hospedantes de la mineralización son volcanoclasticas (Grupo Casma), que corresponden a las facies orientales, en transición a las facies sedimentarias de la cordillera occidental peruana (Myers, 1974). En las cuales predominan las tobas y aglomerados volcánicos en la base a lodolitas, tobas, pizarras con algunos horizontes calcáreos hacia el techo, en una columna de aproximadamente 2-3 km. Las cuales están rodeadas por masas ígneas calcoalcalinas correspondientes al batolito de la costa, configurando una geometría de grandes segmentos volcanoclasticos englobados en una gran masa ígnea del batolito de la costa a semejanza de un gran roof pendant de 75Km<sup>2</sup>, las rocas intrusivas corresponden al segmento Santa Rosa de Po-Ti (Pitcher, Cobbing 1977), de composición granodiorítica tonalita.

### 3.2. Tectónica

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 2005), contexto similar identificado para la costa sur peruana, en las cuencas Cañete y Arequipa (Sillitoe, 2003).

### 3.3. Mineralización

La mineralización principal de Cu y Au, está expuesta en diversos afloramientos y cateos artesanales, mayormente como óxidos y sulfatos de Cu y Fe, se presentan en diversos estilos, principalmente como disseminaciones en rocas volcánicas tobaceas (formando cuerpos elongados irregulares), seguido de estructuras vetiformes sinuosas, autobrechas y franjas de, alineada en corredores NE-SW, que presentan una intenso fracturamiento y esquistosidad de centenas de metros de longitud por 50m-100m ancho.

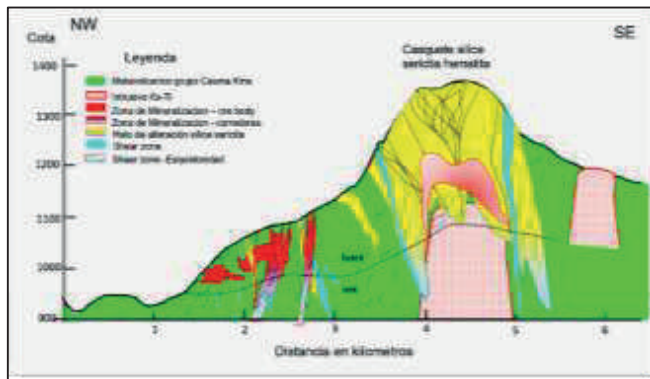


Fig. 2. Sección geológica esquemática AB, mostrando la geometría de las zonas mineralizadas y el contexto geológico asociado.

La mineralogía en las zonas de óxidos comprende de brocantita, malaquita, crisocola, y cuprita. Como sulfuros primarios, se observan principalmente calcopirita y escasa bornita, asociados con pirita y pirrotita hacia los bordes.

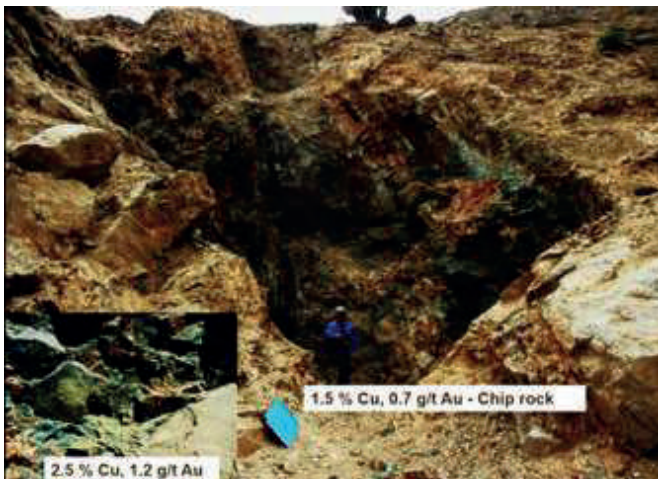


Fig 3. Afloramiento con mineralización típica de Cu,Au, expuesta en la zona de óxidos, en una pequeña labor minera.

Los ensambles de alteración relacionados está compuesto por silicice pervasiva, sericita, alt K (alb), carbonatos (Ca, Fe), hematita, mushquetovita (en algunos casos), y como borde el halo propilitico de epidota, calcita, clorita.

La mineralización presenta un zonamiento de mayores valores de Cu, Au, en la zona central (Cerro Negro) y con incremento de metales base hacia la periferia Cu, Au, Zn, Ag, Pb (zona Estrella), así como estructuras y cuerpos de mineralización de skarn de Cu,Ag hacia el norte (María Fe), cerca al contacto con rocas ígneas del batolito de la costa.

Los tenores de leyes de cobre y oro, obtenidos en canales de estructuras tabulares y chips rocks en

mineralización de corredores estructurales, varían entre 0.1%-5% Cu, 0.1g/t-5g/t Au con clara correlación entre ambos elementos (fig 4).



Fig 4. Gráfico de leyes, canales y chip rock, mostrando la correlación entre los valores de Cu y Au.

La plata se encuentra como acompañante principal en los rangos de 1g/tAg-15g/t Ag, seguido de zinc en tenores 0.1%Zn-5% Zn, 0.1%Pb-2.5% Pb.

### 3.3.1 Edad de la mineralización

En las zonas de contacto entre las unidades volcanoclasticas (Cretáceo Medio-Superior) hospedantes de la mineralización y los intrusivos de Batolito de la Costa (Eoceno), no se observa alteración hidrotermal conspicua, por lo que se considera que la mineralización está relacionada con plutones intrusivos más antiguos, del Ks-Po de composición diorítica, unidades que afloran hacia el SE del proyecto.

## 4. Potencial de mineralización

La presencia de numerosos y diversos afloramientos mineralizados con predominio de Cu y Au, así como la extensión de los halos de alteración hidrotermal, definen muy bien 5 targets exploratorios, que en conjunto delinean un potencial importante para ser prospectados. El área prospectiva que agrupan los targets, presenta aproximadamente 2.5 Km de radio.

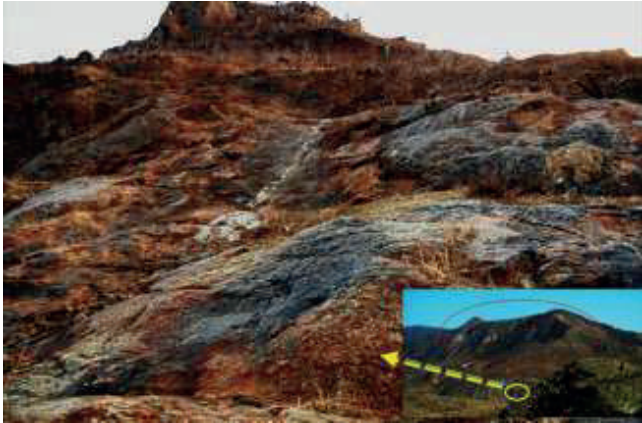


Fig 5. Halo de alteración: silicificación y óxidos de Fe, como zona de cobertura de las zonas mineralizadas de Cu-Au.

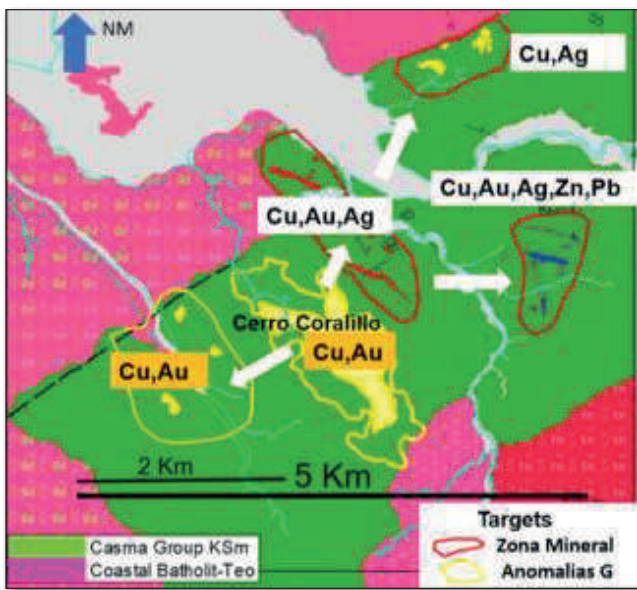


Fig 6. Plano geológico regional mostrando las dimensiones de los targets y el potencial de mineralización del proyecto "Coralillo".

Un aspecto particular en el proyecto coralillo, son los patrones de alteración hidrotermal típicos, como la sílice, sericita, alteración potásica y oxidación moderada, no se muestran muy conspicuos comparativamente con otros tipos de depósitos (pórfidos), probablemente por los volúmenes reducidos de sulfuros contenidos, como pirita o grandes halos de alteración de arcillas que no permiten la formación de volúmenes mayores de gossan de Fe, o de grandes halos de alteración argílica, sin embargo es muy frecuente localizar mineralización aflorante de Cu-Au, en fracturas y diseminado en las tobas porfíricas, que se manifiesta principalmente como óxidos de Cu.

## 5. Discusión sobre la envoltura cretácica del batolito de la costa Grupo Casma, cuenca Huarmey

Trotterau y Ortiz (1963), denominaron "Formación Casma" a una serie volcánico-detrítica del lado occidental del batolito de la costa, que aflora en las cercanías de la localidad de Casma, luego (Atherton 1983), subdivide el grupo en dos zonas, al norte de Lima, como cuenca Huarmey y al sur, cuenca Cañete.

En el área de trabajo la cuenca Huarmey se extiende desde el Tironiano hasta el Albiano, teniendo la máxima subsidencia en el Albiano, con un grosor aparente de 6,000m, alcanzando, un espesor de 9,000m en las cercanías de Chimbote (Bussell 1975), adelgazándose abruptamente cerca de Trujillo.

Estudios de detalle por una misión Inglesa de la universidad de Liverpool, entre los años 70s y 80s, distinguieron una facie de transición, con intercalaciones de lavas, limonitas, areniscas y algunos estratos de calizas; entre la Cretácico volcanoclástico "Grupo Casma" y Cretácico sedimentario de la cordillera occidental, con la falla "Tapacocha" como la disconformidad estructural entre ambas (Myers 1974, Child 1975).

En la última década, estudios centralizados por el INGEMMET (Romero 2007, Mamani 2010), en base a edades radiométricas identificaron dos periodos de vulcanismo, asociado al grupo Casma, el primero del Albiano-Cenomaniano (~108 -93 Ma) y el vulcanismo del Maestrichtiano-Daniano (~70-60 Ma), donde los primeros por sus características geoquímicas, estarían relacionadas a depósitos de Cu-Fe- Au del tipo IOCG (Mamani et al 2009).

Quedando aun mayor investigación para la definición de las unidades estratigráficas cretácicas y su relación con los depósitos IOCG y VMS, se considera que el área del proyecto correspondería a el periodo Albiano-Cenomaniano (~108 -93 Ma) y en transición a las unidades del Cretácico sedimentario occidental (Fig 7).

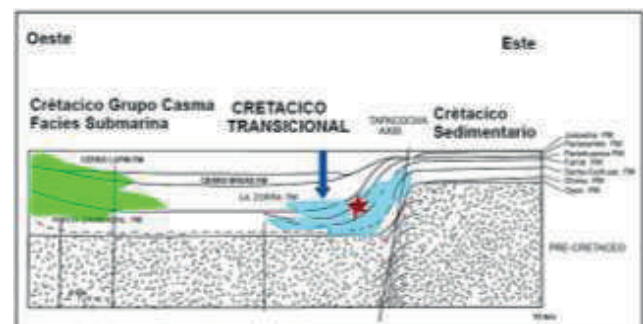


Fig 7. Sección esquemática (vista hacia norte), mostrando la ubicación del proyecto Corallillo entre la variación de facies cretáceas desde la cuenca occidental de los andes al este y el Grupo Casma al Oeste. Modificado de (Myers 1974, Child 1975).

## N. Conclusiones

El proyecto Coralillo presenta principalmente mineralización de Cu y Au con contenidos de Ag y metales base, emplazado en rocas volcanoclasticas del Km-s correspondiente al Grupo Casma (cuenca Huarmey) y de acuerdo a las características de los ensambles mineralógicos cpy-po-py-mt(escasa), patrones de alteración, silice, sericita, potásica, albita y propilitica periférica, estaría relacionada a un estilo de depósito que podría interpretarse como sistemas de mineralización de Cu-Au-Fe atípico, pero se postula que se trataría de sistemas IOCG dado que estos depósitos implican un amplio rango de estilos de mineralización.

A la fecha se han identificado 5 targets prospectivos, 3 de ellos con mineralización aflorante y con labores artesanales y 2 con anomalías geoquímicas superficiales de Cu y Au, los ensayos en canales y rock chip en la zona mineralizada varían entre 0.1%-5% Cu, 0.1g/t-5g/t Au, 1g/t-15g/t Ag, hacia zonas exteriores (target Estrella) hay un incremento de Zn con rangos entre 0.1%-5%, y Pb de 0.1%-2.5%, el potencial de extensión, en conjunto tiene un alcance de 2.5 Km de radio, de área prospectiva.

Los targets del proyecto cubren una extensión de 2Km-2,5Km de radio, de área altamente prospectiva

## Agradecimientos

A todos lo colegas que me acompañaron en los trajines del trabajo de campo y a los pobladores de la comunidad de Lacramarca por brindarnos gentilmente el acceso al recorrido de sus terrenos como parte de la actividad exploratoria.

## Referencias

Polliand, Marc, et al. 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. *International Journal of Earth Sciences*, vol. 94, no. 2, p. 231-242

Huayong Chen. 2008. The marcona - Mina Justa district, south-central Perú: implications for the genesis and definition of the iron oxide-copper (-gold) ore deposit clan. Queen's University Kingston, Ontario, Canada

Reyes, Pedro. 2019. Sobre el potencial de mineralización de Cu, Au tipo IOCG en la costa norte del Perú paralelo 9°-12°. IIMP, XI Proexplo 2019.

Pitcher, Wallace., Atherton, Michael., Cobbing, Jhon. 1985. Magmatism at a plate edge. The Peruvian Andes. Jhon Wiley and son Inc., New York.

Myers, Jhon. 1975. Vertical crustal movements of the Andes in Peru. *Nature*, vol 254, no. 5502, p. 672-674.

Meyers, Jhon. 1974. Bulletin. Webb, Sandra, 1976. The volcanic envelope of the coastal batholith in Lima and Ancash, PhD thesis, University of Liverpool.

Cobbing, Jhon., Pitcher, Wallace, Taylor, William. 1977. Segments and super-units in the coastal batholith of Peru. *Journal of Geology: The University of Chicago Press*, Chicago, Illinois:

Child, Ralph. 1976. The coastal batholith and its envelope in the Casma region of Ancash, Peru. PhD thesis. University of Liverpool.

Pollian, Marc, Fonbote, Lluís. 2002. The Perubar VHMS deposit, Central Peru: formed in an upper Cretaceous intra-arc setting?. *Peruvian Congress Sociedad Geológica del Perú*.

Sillitoe, Richard. 2003. Iron oxide-copper-gold deposits: an Andean view. *Mineralium Deposit: Springer*, Berlin.

Bussell, Michael. 1975. The structural evolution of the coastal batholith in the provinces of Ancash and Lima, Central Perú. PhD thesis, University of Liverpool

Webb, Sandra. 1976. The volcanic envelope of the coastal batholith Lima and Ancash, Peru. PhD thesis. University of Liverpool.

Romero, Darwing. 2007. La cuenca Cretácico superior - Paleoceno del Perú Central: un metalotecto para la exploración de SMV, ejemplo mina María Teresa. Tesis de maestría. Red Desir, UNI. Lima, Peru.

Cueva, Eber., Mamani, Mirian., Rodriguez, Rildo. 2010. Magmatismo y geoquímica del volcanismo Albiano-Cenomaniano (Grupo Casma) y Maastrichtiano-Daniano entre Pucusana y Chimbote. Resúmenes extendidos CPG: SGP.