

Comportamiento estructural y alteración hidrotermal relacionado con la mineralización aurífera diseminada en el prospecto El Cura. Buldibuyo – La Libertad

Structural behavior and hydrothermal alteration related with the disseminated gold mineralization in the prospectus El Cura. Buldibuyo - La Libertad

Yuri Aronés Oré¹, Enrique Guadalupe G.²

Recibido: Agosto 2015 - Aprobado: Diciembre 2015

RESUMEN

El prospecto El Cura esta comprendido por rocas dioritas cuarcíferas, tonalitas, granodioritas, granitos, diques andesíticos y diques aplíticos del batolito de Pataz. De acuerdo a su composición de elementos mayores y menores y trazas, son de carácter subalcalinas, de tipos sódico, sódico transicional a potásico, de carácter metalumínico a peralumínico; de ambiente tectónico de arco volcánico, y sincolisionales, la profundidad de formación de magmas fue de 20 a 30 km.

El área de estudio presenta un compartimiento estructural limitada por las fallas del río Huascacocha y la falla del río Huiro Huiro de tipo dextrales; presentan áreas con fuertes craquelamientos, zonas de cizallamientos, crackle - brecha, en la que entran las vetas y vetillas de cuarzo polidireccionales, con alteración hidrotermal extensiva, cuarzo-sericita y propiliticas; mineralizaciones, de hematita, goethita, limonitas, pirita, oro, en venillas y en fina diseminación, con bajo contenido en sulfuros como galena, esfalerita, calcopirita, arsenopirita, pirrotita y covelina.

Palabras clave: Stockwork; cizallamiento; alteración hidrotermal; vetillas; mineralizaciones.

ABSTRACT

The prospect El Cura is composed of quartz diorites, tonalites, granodiorites, granites, andesitic dikes, and aplitic dikes of the Pataz batholite. According to their composition of major and minor elements and trace element, they are Sub-alkaline, from sodic, sodic transitional to potassic types, from metalumine to peraluminic; of tectonic environment of volcanic arc, and sincolisionales, the depth to the magma source was 20 to 30 Km.

The study area presents a structural compartment limited by river Huascacocha faults and the river Huiro Huiro fault both with dextral type; This area presents strong cracking, shear zones, crackle - breccia, where the vein and veinlets of polidirectional quartz are trapped, with extensive hydrothermal alteration, quartz - sericite and propilitic alteration; mineralizations of hematite, goethite, limonite, pyrite, gold, in veinlets and in fine dissemination, with low sulphide content such as galena, sphalerite, chalcopyrite, arsenopyrite, pyrrhotite and covelin.

Keywords: Stockwork; crackle; shear zone; hydrothermal alteration; veinlets; mineralization.

1. Ingeniero geólogo, egresado de la Unidad de Posgrado, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, de la U.N.M.S.M.
2. Docente de la Unidad de Posgrado, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, de la U.N.M.S.M.

I. INTRODUCCION

El presente estudio se origina en base a trabajos de campo realizados en el paraje de Pishigaga, quebrada Huascacocha, provincia de Pataz; las observaciones iniciales determinaron la presencia de una fuerte intersección estructural en un área prospectiva aurífera, denominada “El Cura” (Villena et al. 2004); con manifestaciones de vetas y vetillas de cuarzo poli-direccionales en un área extensiva, del cual no había suficiente información. La problemática se presenta en conocer cuál es el comportamiento estructural de las vetas y vetillas de cuarzo con oro diseminado y su relación con la mineralización, sus alteraciones hidrotermales presentes, su distribución y/o concentración de oro y elementos metálicos asociados, sus controles geológicos, forma, dimensión y alcance del depósito.

La manifestación superficial presenta 2 posibilidades: a) se trate de un depósito de oro diseminado alojado en stockwork, probablemente tipo IRGS (Sistema de oro relacionado a intrusión); b) sea un conjunto de estructuras de tipo veta (deposito orogénico). La primera posibilidad es inédito y atípico en la región, y la segunda es característico en el distrito de Pataz.

El objetivo general es conocer el comportamiento estructural y la alteración hidrotermal que estaría relacionado con la mineralización aurífera diseminada en el prospecto El Cura. El hallazgo de un depósito de tipo orogénico o un diseminado, contribuirá en un mayor canon minero en la región; empleo de mayores recursos humanos, infraestructura, tecnología, transporte y otros bienes y servicios, con un mejoramiento en la calidad de vida en esta parte de la región.

1.1. Area de Estudio

El prospecto El Cura se encuentra en el paraje de Pishigaga, quebrada Huascacocha, Provincia de Pataz, departamento de la Libertad, a una altitud entre los 2,700 a 3,000 m.s.n.m. en las estribaciones occidentales de la Cordillera Oriental. (Figura N° 1).



Figura N° 1. Plano de ubicación del prospecto El Cura.

II. MATERIAL Y METODOS

La metodología del estudio fue de tipo aplicada y de diseño no experimental.

Siendo a) Descriptivo: mediante la observación de campo, obtención y definición de las características litológicas, estructurales, alteración hidrotermal y su relación con la mineralización. b) Exploratorio: ya que se dispone de poca información.

c) Analítico: ya que identifica y relaciona las diferentes variables geológicas.

d) Correlacional: porque analiza e identifica y mide la relación existente entre diferentes variables geológicas, sus discrepancias y las similitudes.

La selección de la muestra es no probabilística por conveniencia, debido a que la selección de muestra estuvo afectada por la accesibilidad y proximidad de la muestra y/o afloramiento de roca; se procuró que esta fuera lo más representativa posible del área. El prospecto El Cura es el área seleccionada.

La técnica para recolección de datos, utilizada fue: a) Bibliográfica: mediante una recopilación bibliográfica; y análisis de información bibliográfica; b) La observación de campo: mediante la descripción, muestreo, recolección, registro, análisis e interpretación de datos de campo y análisis geoquímicos de muestras de laboratorio (método por oro: Fire Assay, Absorción Atómica Au 30g y gravimétrico y análisis por multielementos), asimismo análisis litogeoquímicos por roca total por elementos mayores y traza; el uso de materiales como estereoscopios, fotografías aéreas, imágenes satélites, planos topográficos, análisis de laboratorio entre otros.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Litología del prospecto El Cura

El prospecto El Cura se encuentra inmerso dentro del metalotecto aurífero de Pataz - Parcoy y Buldibuyo, localizado en la margen occidental y sur del batolito; caracterizado por depósitos tipo vetas que según (Haerberlin, 2002), pertenecen a depósitos de tipo orogénico. El prospecto el Cura está conformado por unidades intrusivas de naturaleza sienogranito, granodioritas, tonalitas porfírica, diorita cuarcífera, diques andesíticos y diques aplíticos; (Figura N° 2 y Figura N° 3); colindante al prospecto El Cura se encuentra el prospecto Jhirc, que presenta intrusiones monzograníticas del Batolito de Pataz del Carbonífero (330-327 Ma) y monzonitas porfíricas de cuerpos cretácicos tardíos (80-65 Ma). (Haerberlin, 2003), que presentan vetas de cuarzo y sulfuros.

Dataciones de $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ realizados hacia el área norte del batolito de Pataz, cerca de la localidad de Pataz, en biotitas de monzogranitos y granodioritas, determinaron edades de 329.2 ± 1.4 y 328.1 ± 1.2 Ma. respectivamente (Haerberlin, 2002).



Figura N° 2. Vista panorámica hacia el oeste de la zona de los Hornos y El Cura.

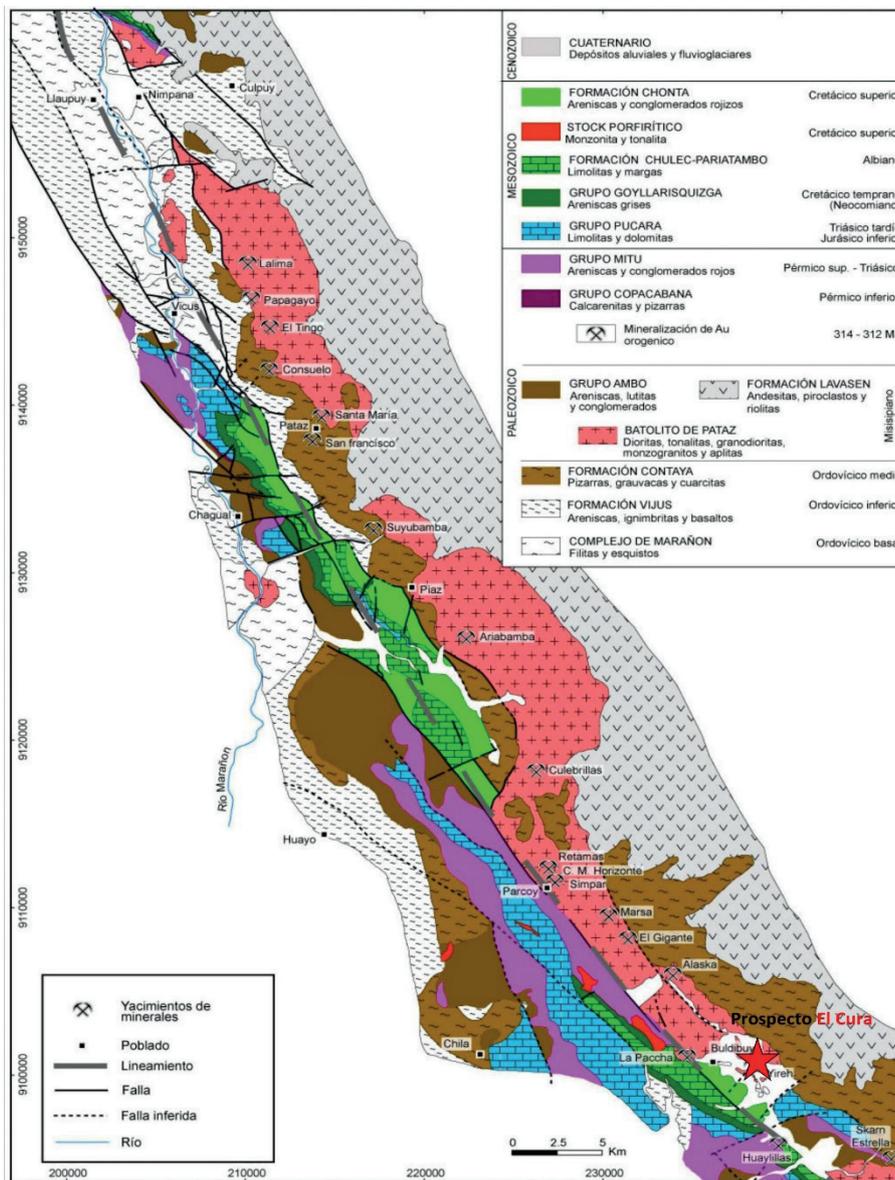


Figura N°3. Mapa geológico de la región de Patate mostrando los principales yacimientos - Haeberlin et al 2004 modificado.

3.2 Geoquímica de los análisis de oro de sedimentos

En el área de estudio de la zona El Cura, se colectaron 173 muestras de sedimentos de escorrentía, los análisis estadísticos, indican valor máximo de 6.480ppm Au y mínimo de 0.005ppm Au, (Villena et al., 2004), determinando un background de 0.025ppm Au y un threshold de 0.097 ppm Au y una moda de 0.010ppm Au.

Los valores anómalos en oro de sedimentos ≥ 0.097 ppm Au, circundan principalmente la zona El Cura, focalizando el área de interés económico del depósito, entre las coordenadas N 9'101,000 – N 9'101,700 y E 237,800 – E 238,800, dicha anomalía abierta al NNW. Estos resultados de oro es producto de la erosión de los sistemas de mineralización que se presentan en rocas intrusivas en dicha zona, que es la continuidad del Batolito de Pataz. (Figura N° 4).

3.3 Litogeoquímica del prospecto El Cura

Los análisis litogeoquímicos de 14 muestras de afloramientos de rocas determinan que los intrusivos

del prospecto El Cura son de naturaleza calcoalcalina y tholeítica, de carácter subalcalino, (Figura N° 5); sódico, sódico transicional a potásico (Figura N° 6), de carácter metalumínico a peralumínico (Figura N° 7), siendo las magmas dioríticos y tonalíticos más mantelicos a diferencia de los magmas graníticos y granodioríticos más contaminados o magmas de origen sedimentario, relacionadas a un marco tectónico de subducción de placas. (Figura N° 8).

Los afloramientos de roca del prospecto El Cura, indican ambientes tectónicos de arco volcánico y sincolisionales (Figura N° 9), cuya formación de los magmas fueron cercanos a la superficie a profundidades entre 20 a 30 km., dentro de una corteza delgada (Figura N° 10); la naturaleza de los magmas del prospecto El Cura, determinaron que fueron magmas húmedos, favorables para un hidrotermalismo (Figura N°11); siendo los sienograníticos los magmas más antiguos y los dioríticos las rocas más recientes (Figura N° 12).

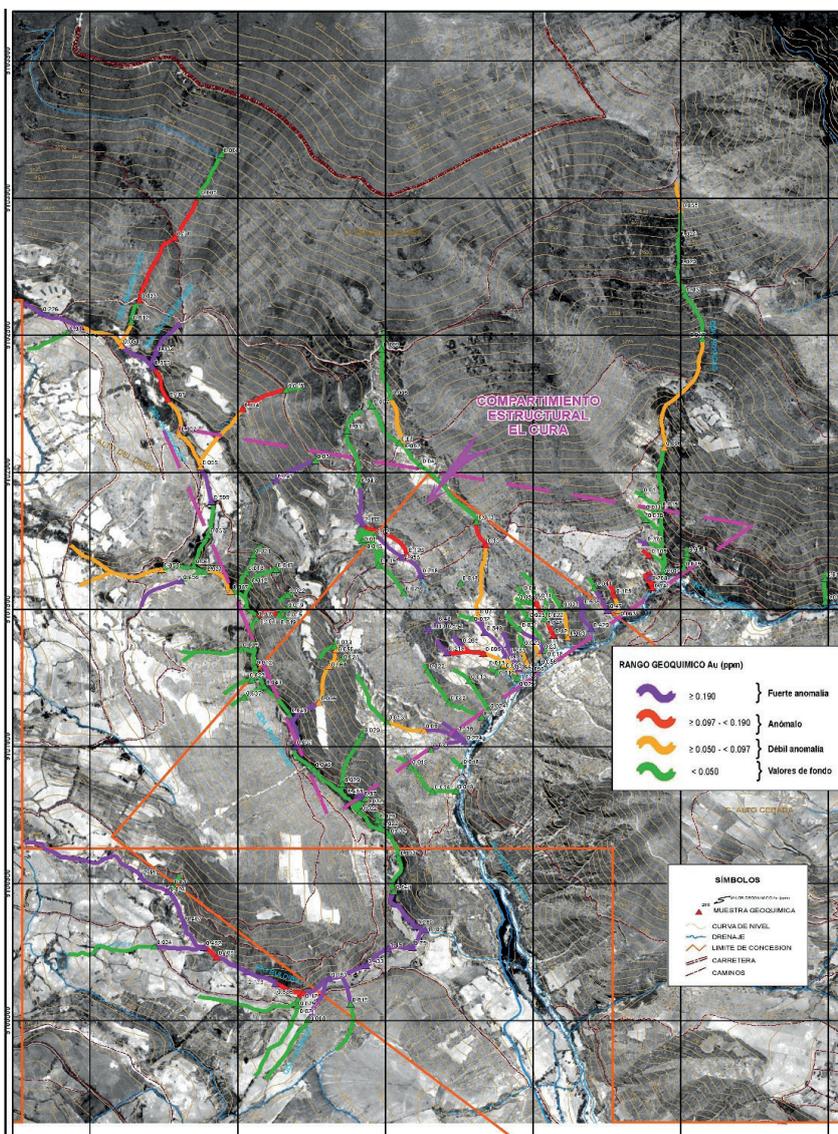


Figura N° 4. Plano de anomalía geoquímica de sedimentos del prospecto El Cura.

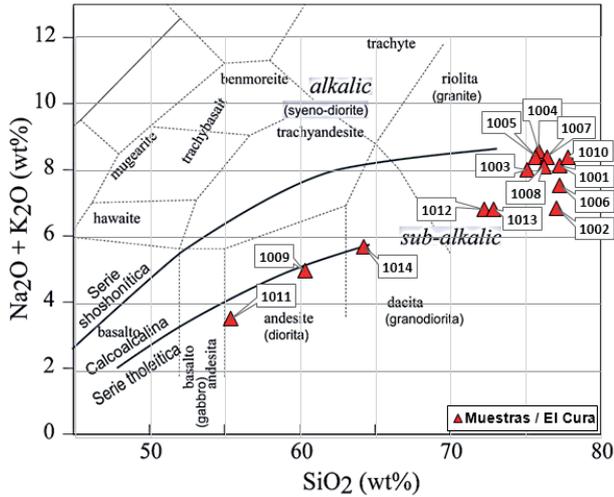


Figura N° 5. Diagrama de Cox et al. 1979 modificado.

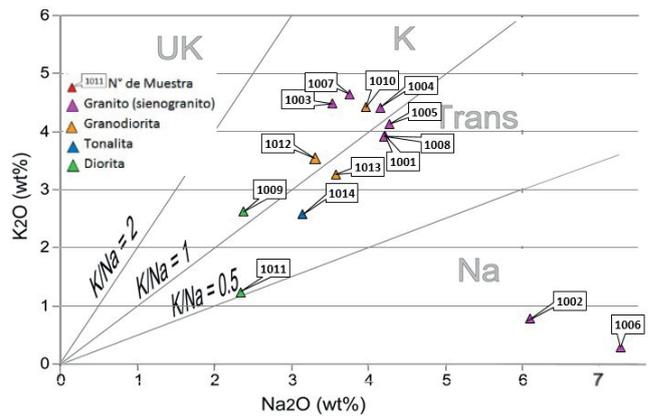


Figura N° 6. Diagrama de Middlemost 1975.

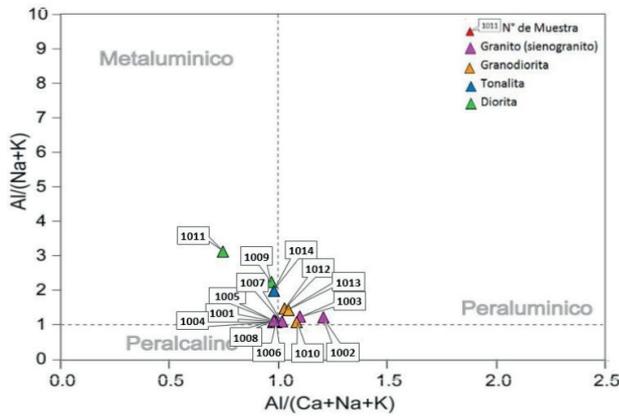


Figura N° 7. Diagrama de Maniar and Piccoli 1989.

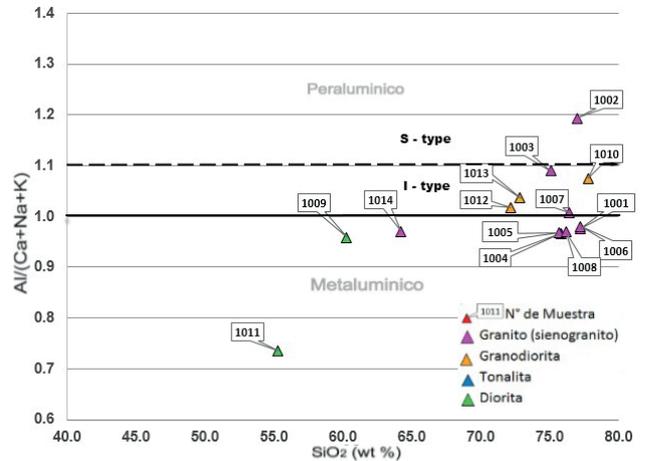


Figura N° 8. Diagrama de Chappel and White 1974.

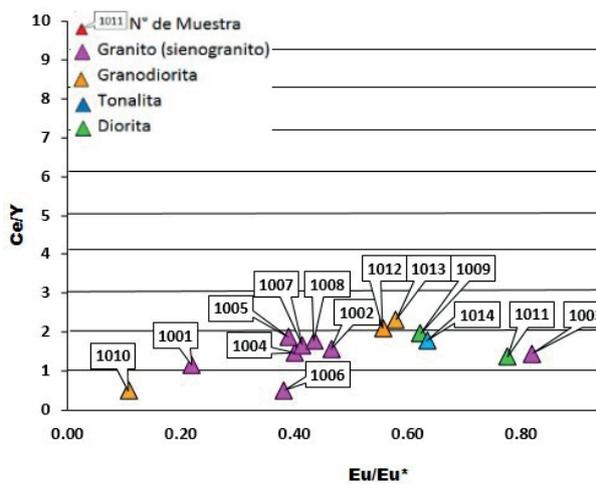


Figura N° 9. Diagrama de Nb vs. Y, de Pearce et al. 1984.

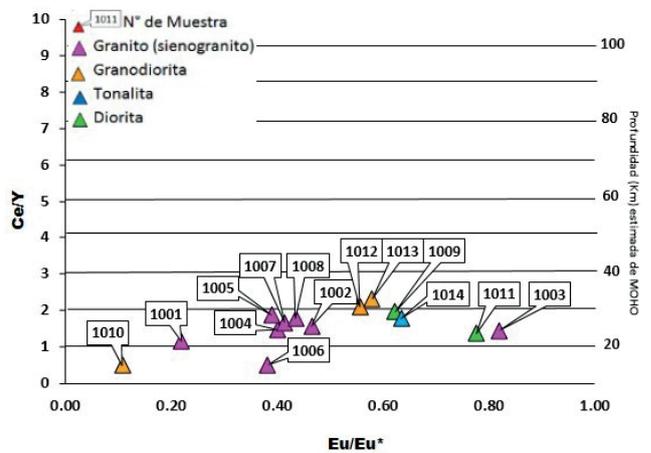


Figura N° 10. Diagrama de profundidad de los magmas, de Mantle y Collins 2008.

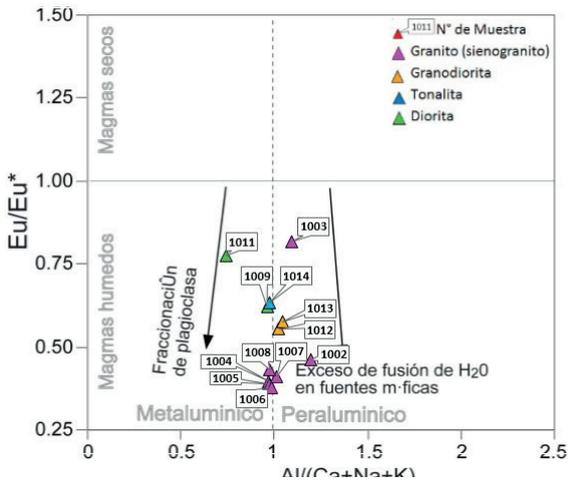


Figura N° 11. Diagrama de Eu/Eu* vs Al / (Ca+Na+K).

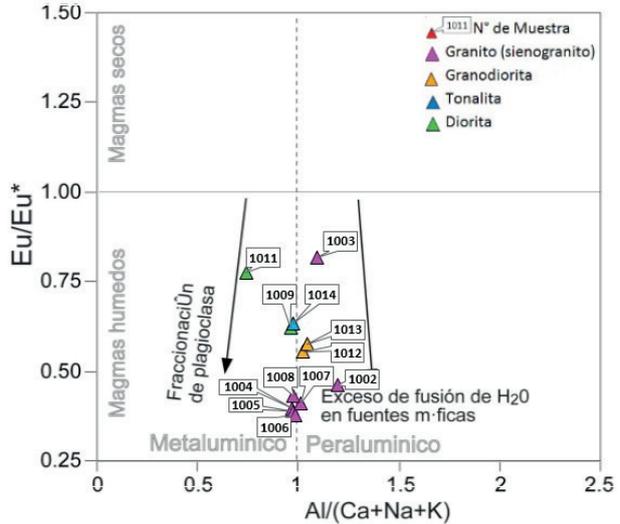


Figura N° 12. Diagrama de antigüedad de magmas - Sm / Yb vs SiO₂.

3.4 Geología Estructural del prospecto El Cura

La confluencia de sistemas estructurales determinan el prospecto El Cura; el cual se encuentra limitado por sistemas de fallamientos principales; hacia el este y oeste se encuentran las falla del rio Huascacocha con tendencia direccional N 335° que inflexiona a N 40° - N50° en la zona El Cura, y la falla del rio Huiro Huiro con tendencia direccional N330° a N340°, ambos con movimientos dextrales; asimismo se encuentra la falla los Hornos de tipo sinistral con una tendencia direccional N330°-340°, generando fracturamientos, craquelamientos, zonas de cizalla, intensos y localmente brechas en toda la zona El Cura.

La proyección de 1564 datos de fracturas de estaciones estructurales en toda la zona El Cura en un diagrama de rosetas, determina distribuciones polidireccionales de fracturamientos, con un desarrollo de red de vetas y vetillas de cuarzo polidireccionales proyectándose a profundidad. (Figura N° 13).

El control estructural y/o grado de fracturamiento en el prospecto El Cura, es el factor principal de entrapamiento de mineralización en profundidad.

El análisis del conjunto de los sistemas de vetas y vetillas de cuarzo de la zona El Cura, en el diagrama de rosetas determinaron tendencias direccionales de los sistemas de mineralización, en 1139 datos en toda la zona El Cura, principalmente en dirección N280° a N330°, de vetas y vetillas. (Figura N° 14).

Las inflexiones en los sistemas de fallamientos principales generaron zonas extensionales con apertura de espacios que han favorecido el movimiento de fluidos hidrotermales, asimismo las zonas de compresiones locales han restringieron el paso de los mismos. La caracterización del craquelamiento, en toda la zona del Cura, probablemente puede evidenciar el confinamiento y formación de un depósito de mayor magnitud en profundidad, entrapando las vetas y vetillas polidireccionales, presentando clavos mineralizados en las intersecciones, que representan la concentración de la mineralización aurífera superficialmente.

3.5 Alteración Hidrotermal y Mineralización

El prospecto “El Cura”, presenta manifestaciones superficiales extensivas de alteración filica pervasiva

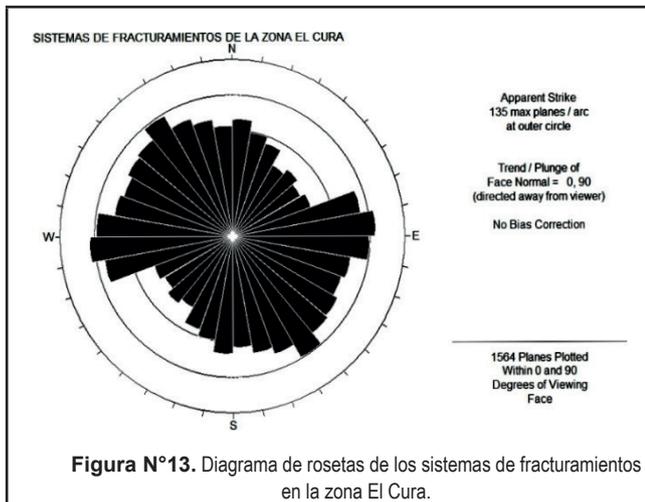


Figura N°13. Diagrama de rosetas de los sistemas de fracturamientos en la zona El Cura.

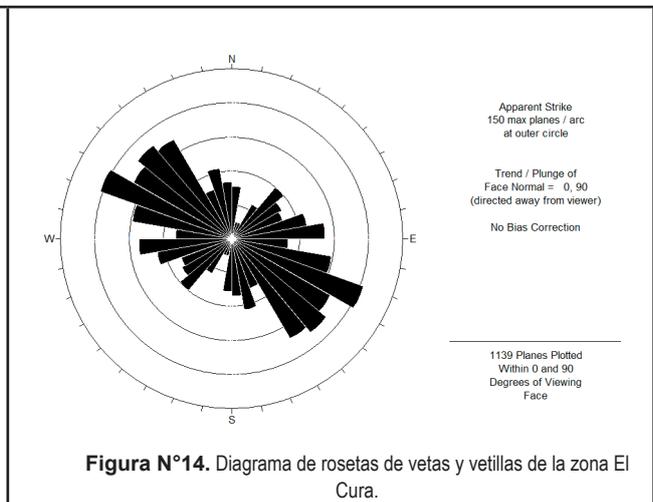


Figura N°14. Diagrama de rosetas de vetas y vetillas de la zona El Cura.

(sericita, cuarzo, muscovita, corindón); estas alteraciones gradan hacia zonas con alteración filica moderada, y una presencia de alteración argílica con minerales de kaolinita y montmorillonita, en niveles y/o cotas intermedias de la zona El Cura. La alteración propilítica se presentan en forma periférica, distales lateralmente al centro de la zona El Cura, y hacia niveles inferiores y márgenes del río Huascacocha hacia el este, y hacia oeste hacia las márgenes del río Huiro Huiro, con ensambles mineralógicos de clorita, epidotas y carbonatos (venillas de calcitas), la presencia de hornblendas alterándose a cloritas, calcita y epidotas; cristales de plagioclasas y hornblendas alteradas a calcitas; y biotitas alteradas a cloritas, (Figura N° 15).

El área de estudio presenta un control estructural de la mineralización en el entrecruzamiento de vetas y vetillas de cuarzo y densidad de fracturamiento, el transporte de soluciones hidrotermales fue intensa y penetrativa, siendo

el control de la mineralización la sericita, dichas soluciones alteraron la roca preexistente, a lo largo de sus bordes contiguos preexistentes de las estructuras mineralizadas, en alteración cuarzo-sericita, distalmente a ellas se presentan la alteración propilítica, (Figura N° 16).

Estudios de microscopia electrónica y sección delgada, determinaron la presencia de oro libre no mayor a 60 micras asociado a vetillas de cuarzo, se presentan en forma de inclusiones en la hematita y goethita, las que reemplazan a la pirita de lo cual quedan sus geoformas, (Ocharán G., 2006). (Ver Figura N°17). Las vetas y vetillas presentan bajo contenido de sulfuros como calcopirita, esfalerita, arsenopirita, pirrotita y covelita reemplazando a la calcopirita con estructuras de tipo peinetas. La mineralización de oro y sulfuros dispuestas en vetillas de cuarzo, indican profundidad de las soluciones mineralizantes.



Figura N° 15. Vista panorámica de las alteraciones hidrotermales en el prospecto El Cura.

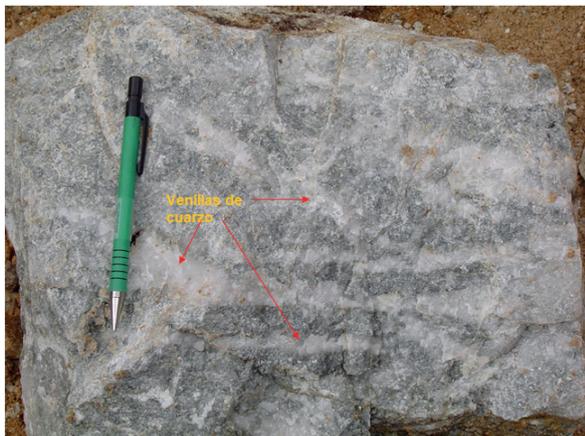


Figura N° 16. Vetillas entrecruzadas de cuarzo con alteración filica en granodioritas, pirita 1%, oro.

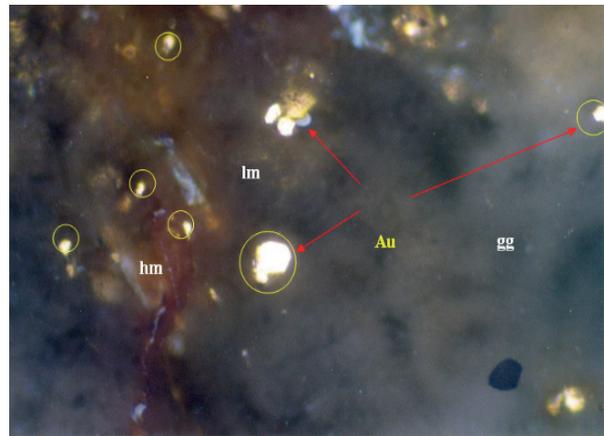


Figura N° 17. Sección delgada, partículas de oro libre diseminadas en cuarzo de relleno hidrotermal.

3.6 Caracterización geoquímica de afloramientos de rocas

El análisis estadístico de los resultados de 271 muestras de roca de oro y multielementos de Ag, Cu, Pb, Zn, Ba, As, Hg, Mo, Cd, Bi, Sb y Mn, del Prospecto El Cura, presentan valores máximos 15.900 ppm Au / 24.2ppm Ag / 400ppm Cu / 9,110ppm Pb / 2580 ppm Zn / 100 ppm Ba / 10,000 ppm As / 23,800 ppm Hg / 31ppm Mo / 16.9 ppm Cd / 36 ppm Bi / 17ppm Sb / 1,280 ppm Mn.

Los valores anómalos que focalizan el área, con un interés económico del depósito, se circunscriben principalmente en la zona El Cura, con valores en oro ≥ 0.040 ppm Au / ≥ 10 ppmCu / ≥ 58 ppm Zn / ≥ 22 ppm Pb / ≥ 42 ppm As, área que presenta fuertes fracturamientos y/o craquelamientos con zonas de cizalla y brechamientos, en el que se entranpan las vetas y vetillas de cuarzo, con mineralización proveniente de fluidos hidrotermales de profundidad. (Figura 18).

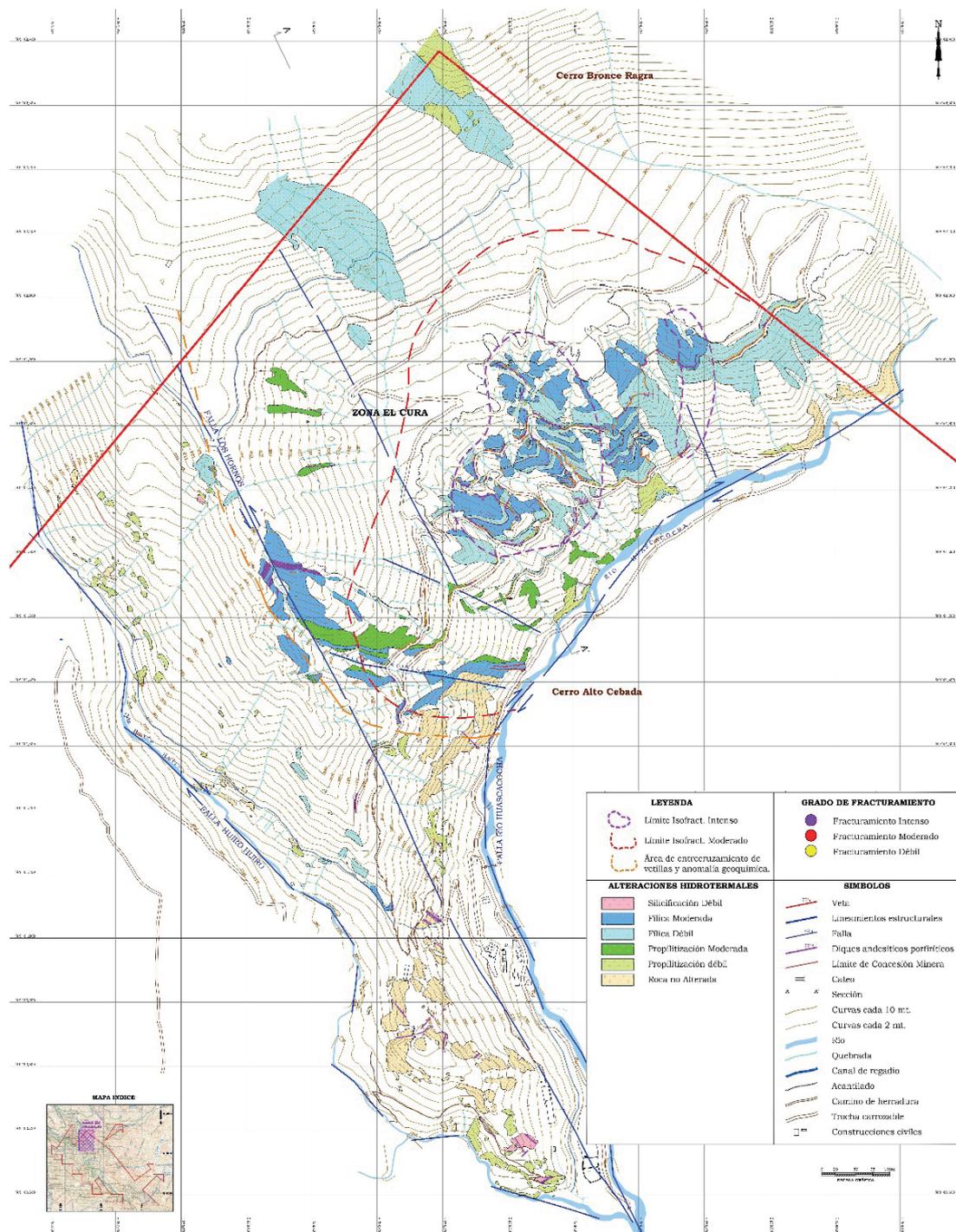


Figura N°18. Plano de focalización del prospecto El Cura

3.7 Comparación con otros depósitos

La mineralización aurífera relacionada a intrusivos se presenta principalmente en dos tipos de modelos, el modelo orogénico y el modelo IRGS.

El prospecto del Cura se encuentra inmerso en el metalotecto del batolito de Pataz; el cual está caracterizado por yacimientos auríferos de tipo orogénico, según (Haerberlin, 2002) como las vetas Consuelo, La Lima, Esperanza, Nazareno, Alaska, Gigante, Pomachay, Culebras, entre otros, de compañías mineras como Poderosa, Consorcio Minero Horizonte, Minera Aurífera

Retamas S.A. entre otras que operan en la región.

El prospecto El Cura, se caracteriza por presentar en un área extensiva de craquelamiento, zonas de cizallamiento, vetas y vetillas entrecruzadas polidireccionales de cuarzo, sulfuros y carbonatos con bajo a moderado contenido de sulfuro con asociaciones mineralógicas y alteraciones de carbonatos - sulfuros - sericita - clorita en afloramientos; características estructurales muy poco comunes en otras áreas del metalotecto Pataz – Buldibuyo, y en depósitos orogénicos; estas características estructurales se encuentran también presentes en yacimientos IRGS, tales como el yacimiento de Fort Knox con 0.9 gr/t Au con 5.04 millones

de onzas Au, Dublín Gulch con 0.93 gr/t Au con 2 millones de onzas Au en Yukon-Alaska; el yacimiento de Kindston con 4.5 millones de onzas en Australia, entre otros.

Los yacimientos tipo IRGS son producto de la convección de fluidos hidrotermales a escala local, que se deriva y tienen su origen de cuerpos magmáticos en enfriamiento. (Lang y Baker 2001), como el yacimiento de Fort Knox de Alaska que se formó de un cuerpo granítico de intrusión pequeña 600 x 1100m. de superficie en contacto con esquistos, el oro se encuentra en vetas y vetillas de cuarzo, en zonas de cizallamiento con un débil halo de pirita, pobre en sulfuros menos del 0.5%; con cantidades menores de arsenopirita (Mc Coy et al. 1997), y sulfuro dominante como la bismutinina (J. Odden, et al., 2000), cuya alteración hidrotermal consiste en una alteración potásica, albitización, fillica y argílica controlada por vetillas (Bakke, 1992).

Manifestaciones superficiales geológicas del prospecto El Cura, hacen sospechar que sus características presentarían una similitud a los depósitos tipo IRGS, se requiere mayores estudios, posteriores a la presente investigación.

IV. CONCLUSIONES

1. El prospecto El Cura se encuentra limitado por las fallas del río Huascacocha con tendencia direccional N 335° que inflexiona a N 40° - N50°, y falla del río Huiro Huiro con tendencia direccional N330° a N340°, ambos dextrales; asimismo se encuentra la falla los Hornos de tipo sinistral con una tendencia direccional N330°-340°, dichas fallas generaron zonas de apertura y de cierre con probables intrusiones menores.
2. Los valores anómalos en oro de sedimentos ≥ 0.097 ppm Au, circundan la zona El Cura, y focaliza el área de interés económico del depósito, anomalía de oro abierta hacia el NNW.
3. El prospecto el Cura, constituida por unidades intrusivas sienogranitos, granodioritas, tonalitas porfiríticas y dioritas cuarcíferas.
4. La zona del Cura, presenta un intenso fracturamiento, zonas de craquelamiento intenso, zonas de cizalla (shear zone), y brechas locales en toda la zona El Cura.
5. La composición litológica del prospecto El Cura, indican ambientes tectónicos de arco volcánico y sincolisionales, cuya formación de magmas y diferenciación fueron muy cercanos a la superficie a profundidades entre 20 a 30 km, dentro de una corteza delgada.
6. La naturaleza de los magmas del prospecto El Cura determinaron que fueron magmas húmedos, favorables para un hidrotermalismo como se evidencia en las manifestaciones superficiales.
7. El prospecto El Cura presenta alteraciones hidrotermales pervasivas, intensa y penetrativa

con alteraciones filicas, y hacia la periferia zonas de la alteración propilitica, manifestadas en una gran extensión superficial, entrampando las vetas y vetillas poli direccionales, con clavos mineralizados en las intersecciones, que concentran la mineralización aurífera.

8. La mineralización aurífera en venillas, manifiesta que las soluciones mineralizantes son provenientes de profundidad, y al confinamiento en profundidad, de una probable formación de un depósito de mayor magnitud con mineralización aurífera y que será determinada por sondeos diamantinos en trabajos posteriores a la presente investigación.
9. La presencia de oro libre se encuentra asociado a vetillas de cuarzo, en forma de inclusiones en la hematita, goethita y limonita que reemplazan a la pirita quedando sus geo formas. Las vetas y vetillas presentan bajo contenido de sulfuros como galena, esfalerita, calcopirita, arsenopirita, pirrotita y covelita.
10. Los valores anómalos que focalizan el área, con un interés económico del depósito, se circunscriben principalmente en la zona El Cura, con valores en oro ≥ 0.040 ppm Au / ≥ 10 ppm Cu / ≥ 58 ppm Zn / ≥ 22 ppm Pb / ≥ 42 ppm As., área que presenta fuertes fracturamientos y/o craquelamientos con zonas de cizalla y brechamientos, en el que se entrampan las vetas y vetillas de cuarzo.
11. No hay elementos suficientes aun, para proponer un nuevo modelo de yacimiento en este contexto regional del batolito de Pataz que es caracterizado por sistemas orogénicos, se requiere mayores estudios posteriores a la presente investigación.

V. AGRADECIMIENTOS

A las autoridades, profesores y amigos de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la U.N.M.S.M., en especial a la Ing. Maritza Cantorín, Ing. Moisés Ortega y Ing. Omar Sánchez por su apoyo y colaboración profesional.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Aronés Y.- Febrero (2006). Proyecto Los Hornos - Sustentación 2006 (Informe privado para Merendon de Perú), Lima, Perú, pp. 1-15
2. Aronés Y., Gálvez H., Canales H. (Diciembre 2006). Proyecto los Hornos II etapa de Exploración - (Informe privado para Merendon de Perú), Lima, Perú, pp. 1-27.
3. Carlotto V., Quispe J., Acosta H, Rodríguez R., Romero D., Cerpa L. (2009). Dominios Geotectónicos y Metalogénesis del Perú, Bol. Sociedad Geológica del Perú 103, pp.7-13.
4. Haerberlin Y. (2002). Geological and Structural Setting, Age, and Geochemistry of the Orogenic Gold Deposits at the Pataz Province, Eastern Andean Cordillera, Perú - Thèse pour obtenir le grade de Docteur ès sciences, mention sciences de la Terre. <https://doc.rero.ch/record/2877/files/HaerberlinY-these.pdf>

5. Haerberlin Y. (2003). Descripción Petrográfica e Interpretaciones de muestras de rocas y vetas del Prospecto Aurífero Jireh - Distrito de Buldibuyo, La Libertad, Perú – (Reporte privado para Ejeomin), pp. 1-18.
6. Hart C.J. and Goldfarb R.J. (2005). Distinguishing intrusion - related from orogenic gold systems, New Zealand Minerals Conference Proceedings, pp. 125-133. https://www.researchgate.net/publication/228762286_Distinguishing_intrusion-related_from_orogenic_gold_systems
7. Lang JR., Baker T, Craig Hart, Mortensen JK. (January 2000). An exploration model for intrusion - related Gold Systems - SEG Newsletter-Society of Economic Geologists N° 40, pp. 1-15.
8. Ocharán Velásquez G. (Septiembre, 2006). Estudio petrográfico-minerográfico de nueve muestras (Informe privado para Merendon de Perú), Lima, Perú, pp.1-35.
9. Ocharán Velásquez G. (Noviembre, 2006). Estudio petrográfico- minerográfico de siete muestras. (Informe privado para Merendon de Perú), Lima, Perú, pp.1-15.
10. Schreiber D., Fontbote L. and Lochmann D. (1990). Geologic Setting, Paragenesis, and Physicochemistry of Gold Quartz Veins Hosted by Plutonic Rocks in the Pataz Region. - Economic Geology – Vol. 85, pp. 1328-1347.
11. Villena L. (2004). Reporte Proyecto Jireh, veta Patricia (Informe privado para Ejeomin), pp.1-4.
12. Villena L., Aronés Y., Canales H., Gálvez H. (Septiembre 2004). Proyecto aurífero “Los Hornos” -- I Etapa de Exploración, Lima, Perú, (Informe privado para Merendon de Perú), pp.1-45.