



XVIII Congreso Peruano de Geología

Mineralización aurífera relacionada con la compresión del Cretáceo superior entre Ocoña y Arirahua, región de Arequipa, en los paralelos 15°-16° latitud sur.

Rubén Mamani¹, Edwin Díaz², Luis Cerpa³, Yvan Mendoza⁴

¹ Sociedad Minera Copacabana S.A., Lima Perú (rubenphd13@gmail.com)

² Top Geology Perú, Lima Perú (topgeology@gmail.com)

³ INGEMMET, Lima Perú (lcerpa@ingemmet.gob.pe)

⁴ Minera Rosario SAC, Lima Perú (ymendozapaco@gmail.com)

1. Introducción

El área de estudio se localiza en los Andes Centrales, en el sur del Perú, inserida en la faja metalogenética IX y X Ingemmet (2008) relacionada con mineralización aurífera asociada a intrusivos del Cretáceo Superior. Los trabajos fueron realizados sobre la base de la cartografía de Pecho (1975); Vicente, J. C. (1989); adicionalmente presentamos a través de mapeos geológicos la relación de características estructurales de dos elementos estructurales que controlan un predominio de fallas extensionales. Por otra parte se realizaron trabajos de detalle en cuatro sectores: Mishky, Alto Molino, Qda León, y Chaucalla. Los datos de medidas de fallas con estrías fueron analizados en diagramas estereográficos con el uso del software Faultkin 7 (Allmendinger, 2016) que refuerza los ejes referentes a paleoesfuerzo que corresponde a σ_1 , σ_2 , σ_3 (Ramsey, 1987). Por otro lado con la finalidad de realizar una clasificación y determinar la relación temporal fueron identificados las fallas en función al criterio de Robert & Poulsen, 2001, medidas con mayor énfasis en fallas asociadas con el estadio de sin-mineralización. Nuestro objetivo fue realizar investigación estructural a través de levantamiento geológico estructural en cuatro áreas-claves, con ocurrencias de mineralización dentro del intervalo del Cretáceo Inferior al Cretáceo Superior, y discutir las relaciones del marco estructural del área en el contexto de las trazas de estructuras regionales.

2. Geología

En el área de estudio el basamento está conformado por rocas del Complejo Basal de la costa del Proterozoico (2.02-1.79 Ga) que afloran en la Cordillera de la Costa entre Mollendo y Chala, al oeste y noroeste de Arequipa (hasta el río Ocoña). Estudios microscópicos demuestran que están constituidos por ortosa entre 15 y 20% y plagioclasas aproximadamente 10%. Las bandas oscuras a negras están compuestas por biotita y otros ferromagnesianos. En estas rocas se observan también muscovita, clorita, sericita, esfena y zircón (Pecho, 1975).

Esta unidad consiste de gneises (ortogneises graníticos y dioríticos) además esquistos micáceos afectados por cloritización, sericitización y epidotización en la proximidad o a lo largo de fallas, que son intruídos por dioritas del Complejo Bella Unión del Cretáceo Medio y por tonalitas, granodioritas y gabrodioritas de la Súper Unidad Incahuasi del Cretáceo Superior (90-75 Ma. Núñez, 1994); Los Drs. W. Pitcher y J. Cobbing asignaron una edad de 95 Ma. por el método de K-Ar, estas rocas son suprayacidas en discordancia por tufos dacíticos de la Formación Nazca del Neógeno. Posteriormente a lo largo de las quebradas se aprecia depósitos aluviales en forma de terrazas.

3. Marco Estructural Distrital

Estructuralmente la zona de estudio, está relacionada con una zona de transición de bloques corticales. El límite del bloque del dominio Arequipa cabalga sobre el

dominio Paracas y coincide con el sistema de fallas Iquipi (SFI) de orientación E-O (Mamani et al., 2011). Segmentando el ante arco peruano es reconocida como normal y con componente dextral porque desplaza lateralmente formaciones Cretácicas (Roperch et al., 2006). En el sector Mishky el trazo de la falla Iquipi está relacionado con una zona de inversión tectónica levantando las rocas metamórficas proterozoicas del Complejo Basal de la Costa, sin embargo estudios de Pfiffner, A. O. et al. (2013) corroboran este levantamiento tectónico del Complejo Basal de la Costa (CBC) colocándolo a cotas superiores sobre rocas del Cretáceo Superior asociado a una vergencia para el NE (Fig. 1).

Fig. 1. Mapa Estructural Distrital, imagen satelital sensor Landsat B: 7, 4, 2, del sector central entre el sistema de fallas Cincha Lluta Incapuquio (SFCLLI) y el sistema de fallas Iquipi (SFI). Denotando movimientos inversos en ambos sistemas de fallas, relacionado con el levantamiento del basamento metamórfico (CBC), con respecto a la intrusión de la Super Unidad Incahuasi del Cretáceo Superior.

Rocas metamórficas del complejo Basal de la costa definido por Bellido & Narváez, (1960), Por ultimo Cobbing & Pitcher (1972) lo denominaron con el nombre de “macizo de Arequipa” para los afloramientos de gneises, a lo largo de la costa y Cordillera occidental del sur del Perú y norte de Chile. Constituyen una gran exposición de rocas de edad pre-andina, definido como el basamento principal de los Andes centrales, donde la reactivación tectono-termal ha sido reconocida en toda la historia Proterozica, estando bien documentada a lo largo del macizo, las edades Greenville (~1000-1200 Ma.), equivale en Sudamérica a la orogenia Sunsas.

Fig. 2. Mapa Geológico local, indicando los sectores mineralizados estudiados y los puntos de levantamiento Geológico sobre la base de estudios de Pecho (1975), revisión de las unidades intrusivas a lo largo de la margen derecha del río Ocoña.

Por otra parte Loewy et al, (2004), en base a geocronología U-Pb en zircones, indica que el macizo de Arequipa se acrecionó al cratón Amazónico, durante la orogenia de Sunsas-Grenville (~1000 Ma.).

La geología estructural está restringida al levantamiento del Batolito de la Costa relacionado al arco magmático del Cretáceo Superior, secuencias de rocas sedimentarias del Jurásico y Cretáceo Inferior son intruídas por la Súper Unidad Incahuasi conformado por tonalitas, granodioritas que afloran en la zona central de la zona de estudio, por otra parte este emplazamiento intrusivo está controlado en la zona septentrional por el trazo del sistema de fallas Cincha LLuta y por el Sur se aprecia la falla Iquipi que pone en contacto rocas metamórficas Precámbricas con rocas intrusivas del Cretáceo Superior, relacionado a un movimiento inverso.

4. Análisis Estructural

Sobre la base de los trabajos de la interrelación de las unidades litológicas se determinó cuatro sectores de mapeo geológico de detalle: Mishky, Alto Molino, Qda. León y Chaucalla.

4.1. Sector Mishky

Se encuentra hacia el Sur de la zona de Estudio Fig. 2, el sector fue estudiado por Geólogos de Mina, de la antigua Compañía Minera Posco en la década del 60, y fue retomada durante el año 2000.

En este sector hacia el Oeste el área fue estudiada por mapeo geológico subterráneo, entre tanto el lado Este no fue bien estudiado, dejando entrever la continuidad de 18 vetas con una dirección preferencial de N80°E con buzamientos subverticales que fluctúa de 75°- 80° hacia el SE, relacionada a la traza de la falla Iquipi delineado en una extensión de 25 km. En esta ocasión estudiamos el comportamiento de estas vetas asociadas a la falla Iquipi, puesto que esta falla ha generado zonas de apertura sintética oblicua a su dirección principal E-O.

Este sector presenta fallas que hospedan mineralización aurífera presentando tres vetas de control local:

1) Falla Veta Soledad con rumbo N85°E y buzamientos de 75°SE, alcanzando localmente orientaciones rotacionadas en profundidad alcanzando Rumbos de N120°E/75°SO. Esta estructura a lo largo de su extensión hacia el Oeste presenta 4 clavos mineralizados asimétricamente equidistantes de 150 m. de largo con separaciones de 100 m. en sus zonas de contracción, a su vez son cortadas por fallas N320°E explicando el comportamiento de dilatación o zonas de extensión.

2) La Falla Siete Bocas con un rumbo de N80°E/70-80°SE, con una longitud que supera los 2.5 km. y cruza todo el yacimiento de E-O, destaca por su contenido aurífero Mamani, R. (2015) esta veta presenta muchas veces fallas tensionales mineralizadas.

3) La Falla Veta San Román, con Rumbo Oblicuo de N85°E/80°SE, define la concentración de mineralización de alta ley, puesto que hacia el Norte de la traza de la Veta San Román el mineral es mucho más errático y heterogéneo.

Según las observaciones y los registros de estrías de planos de falla asociado a los indicadores cinemáticos sugerimos que la mineralización se produjo sincrónicamente asociada a sistemas de extensión dextral a finales o posterior al movimiento regional inverso de la falla Iquipi.

4.2. Sector Alto Molino

Localizado en el sector central, constituido por rocas granodioríticas y tonalíticas de la súper unidad

Incahuasi del Cretáceo Superior que hospeda mineralización aurífera en vetas con una orientación de Rumbo E-O y con buzamientos subverticales hacia el SE.

La caracterización del sistema de distribución de las vetas es tabular y paralela en 6 vetas mapeadas de 120 m de largo aflorando en superficie a 1350 m. de altitud (Fig. 2) A su vez estas vetas fueron intersectadas en profundidad por galerías subterráneas con distancias de 500 m. sugiriendo una continuidad en profundidad ya observada en el sector Mishky y San Juan de Chorunga que puede superar los 600 m. de columna vertical mineralizada confirmando una profunda conexión hidrotermal.

4.3. Sector Quebrada León

Se localiza en la zona central Fig. 2, se aprecia tonalitas y granodioritas de grano grueso de tono rosado de la súper unidad Incahuasi que es afectada por fallas NO, sin embargo a lo largo de la quebrada se observó vetas delgadas con rumbo N80°E/75°SE. Estas vetas se caracterizan por presentar ensambles de cuarzo-goethita-pirita, por sectores se aprecian venillas de calcita.

4.4. Sector Chaucalla

Este Sector se caracteriza por presentar una zona de intersección de 3 quebradas relacionadas con debilidad estructural (Fig. 1 y 2) está conformado por rocas metamórficas caracterizadas por gneis predominantemente y alberga mineralización aurífera en vetas de Rumbo E-O con buzamientos de 65°SE.

5. Mineralización

La súper Unidad Incahuasi del Batolito de la Costa del Cretáceo Superior hospeda mineralización aurífera en filones, relacionadas a procesos tectónicos y magmáticos de los ciclos Mesocenoico.

Las evidencias de mineralización, se encuentran a lo largo del río Ocoña tanto en el margen derecho como izquierdo, como vetas de cuarzo que en algunos casos han sido trabajadas artesanalmente, aparte existen algunas estructuras tipo vetas auríferas en el Complejo Basal de la Costa en el sector Chaucalla.

Las vetas auríferas de importancia económica se localizan en el sector Mishky y Alto Molino con una dirección general NEE, sin embargo existe variación entre E-O a N 80° E y están inclinadas con ángulos 75° a 80° al sureste; asociadas a vetas tensionales que siguen direcciones al noreste e inclinadas al SE. Relacionado a deformación tipo cizalla frágil y un buen número de vetas está cortado por diques máficos, gris oscuros, afaníticos, lo que pone en evidencia su relación espacial asociado a una distensión en la fase terminal de la Súper Unidad Incahuasi del Cretáceo Superior.

El carácter de las vetas presenta bandeamiento de sílice en venillas de ensamble cuarzo-pirita-clorita-anfiboles de 1 cm básicamente que conforman grosores de vetas angostas menores a 40 cm., estas observaciones permiten sugerir el cambio cíclico en la presión de fluidos relacionado con bajos estructurales y caídas en la presión hidrotermal.

Las propiedades ópticas indican principalmente la presencia de oro nativo típico y en menor proporción hay eléctrum: es decir, oro con contenidos de plata no menores de 20% ni mayores de 50%. La pirita es el receptáculo fundamental de la mineralización aurífera, esta pirita aurífera a menudo se encuentra microfracturada. Presentándose: 1) como inclusiones anhedrales y globulares en la pirita de 0.5 - 120 micras, 2) inclusiones anhedricas y globulares dentro de la calcopirita que esta rellenando microfisuras de la pirita y miden 1-120 micras de longitud x 5-25 micras de ancho. 3) rellenando microfracturas de la pirita. Estas microvenillas de oro miden 30-360 micras.

6. Control Estructural

El sector está controlado por las fallas Iquipi y Cincha LLuta, ambas revelan un comportamiento compresivo con una vergencia hacia el NE. Entre tanto la traza del sistema de fallas Cincha LLuta se proyecta hacia las proximidades de Pausa (Vicente, 1989), denotando un levantamiento inverso de escala litosférica (Acosta, 2010), relación que facilitaría el ascenso de soluciones mineralizadas en la zona central. Las fallas hospedantes son asociadas con una mayor fase de dirección dextral lateral con bajos desplazamientos evidenciados a partir de una débil variación en el marco estructural local de la evolución de los sectores mineralizados en mención. Por otra parte la orientación geométrica de las vetas predominantemente aprovechan estructuras tipo Riedel antitéticas de carácter transandino con un rumbo de N75°E/75°SE a N80°E/80°SE a su vez indican comportamiento de fracturas de extensión Blenkinsop, T. G. (2008) generadas a partir de movimientos andinos nor-oeste.

7. Evolución Tectónica

En el contexto regional Ries et al. (1976) & Dalmayrac et al. (1977), fueron los primeros autores que señalan un metamorfismo en los gneises de Mollendo en facies granulita con una edad de 1960±33 Ma. Por otro lado Cobbing et al (1977) y Shackleton et al. (1979) mencionan tres eventos de metamorfismo: 1) sillimanita-gneises de Mollendo en facies granulita, datado en 1918 Ma asociado probablemente con estaurólita-andalucita-esquistos, 2) seguido por un metamorfismo denominado evento "Atico" donde una serie de rocas ígneas ácidas y básicas fueron intruídas y deformadas en facies anfíbolita, habiendo comenzado en 679±12 Ma. (Stewart et al, 1974, en el gneis de

Charcani) y finalizando en 440 Ma. 3) y un tercer evento denominado "Marcona", ocurrió previa erosión del complejo Atico, depositándose discordantemente los sedimentos de la formación Marcona, con ligera deformación, asociado a un metamorfismo en facies esquistos verdes, datado en 392 Ma.

Mientras tanto Wasteneys et al (1995) discuten la edad del metamorfismo en facies granulita, dando una edad mucho más joven, ya que está sobre impuesta a los anteriores metamorfismos, así en Quilca dio una edad de 1198 \pm 6/-4 y en Mollendo 970 \pm 23 Ma. Análisis geocronológicos U-Pb recientes en zircones de gneises en las áreas de Mollendo, Quilca y Camaná indican un metamorfismo de grado-alto entre 1200 y 970 Ma., edades que ponen en evidencia al evento orogénico-metamórfico Grenville (Wasteneys et al., 1995). Este macizo está compuesto principalmente por gneises migmatíticos, precisamente entre Camaná y Mollendo, la ocurrencia del ensamble mineralógico ortopiroxeno-sillimanita-cuarzo es común en los gneises, migmatitas y granulitas, de manera que son descritas como rocas con metamorfismo de ultra-alta-temperatura (Martignole & Martelat, 2003), además indican recientemente una edad de metamorfismo en 998 \pm 11 Ma., para un gneis migmatítico de Camaná., en Ilo extremo sur del macizo de Arequipa, aflora una de las pocas ocurrencias de anortositas, en el basamento de los Andes centrales, de edad Proterozoica, cuya edad modelo Sm-Nd es de \sim 1150 Ma. (Martignole et al., 2005), evidenciando también al cinturón orogénico-metamórfico Grenville en la costa sur del sur del Perú.

Entre tanto Loewy et al, (2004) indica que el macizo de Arequipa sufrió tres pulsos distintos de metamorfismo y deformación: (1) 1820-1800 Ma., (2) 1200-940 Ma., (3) 440 Ma., estos grupos de edades están correlacionados con los eventos orogénico-metamórfico, asociados a la deformación que ha sufrido el macizo de Arequipa, comprendidas en la historia Proterozoica, como en Ocoña, cercanas a 1340 Ma. Y también edades del Mesoproterozoico tardío-Neoproterozoico temprano, como en Camaná, Mollendo, Charcani, Sur Peru-Ilo, Cocachacra, cercanas al rango 1200/950 Ma. (edades Grenville) y Neoproterozoicas, como en San Juan de Marcona y Mollendo, cercanas al rango 700-600 Ma.

Todas estas edades indican una evolución magmática-metamórfica asociado con el macizo de Arequipa durante el Proterozoico.

8. Discusión y Conclusiones

El marco estructural distrital está conformado hacia el norte, por el sistema de fallas Cincha Lluta Incapuquio definido como sinistral por Acosta H. (2010), hacia el Sur el Sistema de fallas Iquipi segmenta el ante arco reconocida por Roperch et al., (2006) con la presencia de falla normal con un componente dextral, sin embargo el presente trabajo documenta que el trazo de la falla

Iquipi, levanta las rocas del Complejo Basal de la Costa colocándolo en contacto directo con las rocas intrusivas del Cretáceo Superior, conformando un comportamiento inverso, parte de un sistema compresivo de borde relacionado al macizo de Arequipa (Fig. 1). En el área en mención se encuentra la presencia de fallas inversas con una dirección definida de compresión de SO-NE, las cuales se configuran por la falla Iquipi por el sur y el sistema de fallas Cincha LLuta SFCLLI, estas trazas corresponden a una orientación de rumbo N320°E con buzamientos hacia el SO relacionados a estructuras corticales de escala kilométrica (Sempere et al, 2004), por lo tanto se sugiere que controlan el levantamiento de rocas metamórficas de medio a alto grado Wasteneys et al., (1995), relacionadas con el ciclo Greenvilliano hoy en día elevado a cotas de 2500 a 3500 m.s.n.m. e incluidas dentro del arco magmático del Cretáceo conformado por granodioríticas, tonalíticas de la Súper Unidad Incahuasi del Cretáceo Superior (Pitcher, 1985).

Estos procesos van a originar una distensión en la zona central entre el sector Chaucalla y Mishky (Fig. 2), relacionada con fallas y vetas auríferas en dirección NNE, los movimientos mencionados y la orientación geométrica de las fallas menores, controlan las vetas que son propiciadas por la traza de la falla Iquipi que las delimitan por el sur, evidenciando una conexión con las mineralizaciones, sobre esa base proponemos que el máximo acortamiento está en dirección N45°E a causa de esfuerzos principalmente bajos y asociado a alta presión en la corteza que es producida a partir de la propagación de las fallas NO, constituyendo estructuras inversas (Vicente et al.,1989) reactivadas probablemente durante la orogénesis Inca [WEISE, 2006, p. 4], relacionado a la dirección NO-SE, este comportamiento puede causar una descompensación generando estructuras transandinas de dirección N-S y NE, obsérvese la Fig. 1.

Estos aspectos basados en registros cinemáticos, refuerzan la posición de la dirección de transporte tectónico vectorizado de SO hacia NE, observado por Perello et al., (2003) & Mamani (2015), que muestra la relación con las fallas inversas con una vergencia clara hacia el NE.

La mineralización está orientada y la morfología de las vetas, son consistentes con una formación sincrónica dextral lateral de cizalla a lo largo de fallas cloríticas dilatacionales de dirección NNE en segmentos alternados y estrechos presentando abruptas morfologías de buzamiento hacia el SE (plunging) estudiadas en el sector Mishky asociadas a silicificación y argilización son a menudo localizadas a lo largo de estructuras NEE con buzamientos predominantemente hacia 80°SE, estas relaciones representan manifestaciones de alto nivel a cotas de 1500 m.s.n.m. y de vetas que continúan en profundidad observadas en una columna vertical mineralizada sobre 600 m.

Por otro lado las mineralizaciones de este tipo filoneano en superficie no superan los valores de trazas

muchas veces como ya fue revisado por Tumilan P. H. (1983, p. 33) en San Juan de Chorunga, puesto que los frentes finales de deposición eran antieconómicos, entre tanto el desarrollo de minado entre el Sector de Mishky y Chaucalla indicaría que existe la posibilidad de concentraciones en clavos mineralizados en profundidad a lo largo de la región principalmente en la margen derecha del río Ocoña, entre los paralelos 15°-16° Latitud Sur.

9. Agradecimientos

El presente estudio fue realizado gracias a la logística de Sociedad Minera Copacabana S. A. además por permitirnos publicar el presente manuscrito.

10. Referencias

- Allmendinger, R. (2016) Structural Geology Algorithms, Programa de análisis cinemático de las fallas con Faultkin 7, USA, Cornell University.
- Acosta H. (2010) Actividad Tectónica del Sistema de Fallas Cincha-Lluta-Incapuquio (SFCLLI) durante el Cretácico y Paleógeno en el Sur del Perú. En XV CPG.
- Blenkinsop, T.G. (2008) Relationships between faults extension fractures and veins and stress, *Journal of structural Geology*, v.30, p. 622 – 632.
- Cobbing, et al. (1977) Reconnaissance geochronology of the basement rocks of the Coastal Cordillera of southern Peru. *Geological Society of American Bulletin*, v.88, p. 241-246.
- Dalmayrac et al. (1977) Two-billion-year granulites in the late Precambrian metamorphic basement along the southern Peruvian coast. *Science*, Vol. 198, p.49-51.
- Loewy et al. (2004), An orphaned basement block: The Arequipa-Antofalla Basement of the central Andean margin of South America. *GSA Bulletin*, v.116, p. 171-187.
- Mamani, M. & Rivera, F. (2011) Sistema de Fallas Iquipi-Clavelinas: Zona de transición cortical e implicancias para el emplazamiento de depósitos minerales. *Bol. Soc. Geol. Perú* v.105, p. 37-50.
- Mamani R. (2015) Análisis Estructural del Yacimiento Aurífero Mishky, Arequipa-Peru, PERUMIN 32 Convención Minera 15 p.
- Martignole, J. & Martelat, J. (2003), Regional-scale Grenvillian-age UHT metamorphism in Camaná block (basement of the Peruvian Andes), *J. metamorphic Geol.*, v.21, p.99-120.
- Núñez, F. (1994) Características Metalogenéticas de la mineralización auríferas asociada al segmento sur del Batolito de la Costa (Nazca – Ocoña). VIII Congreso Peruano de Geología, p. 26-27.
- Pfiffner, A. O. & Gonzalez, L. (2013) Mesozoic–Cenozoic Evolution of the Western Margin of South America: Case Study of the Peruvian Andes, Switzerland, *Geosciences*, v.3 p. 262 -310.
- Pitcher et al. (1985) *Magmatism at a Plate Edge The Peruvian Andes*, University of Liverpool, 325 p.
- Pecho, V. (1975) Geología de los cuadrángulos de Caravelí 32-p y Pausa 31-p. INGEMMET, bol 37, serie D.
- Ramsay, J.C.; HUBER, M.I. (1987) *The Techniques of Modern Structural Geology*. v. 2: Folds and Fractures. London: Academic Press, 700p.
- Ries, A. (1976) Rb/Sr ages from the Arequipa massif, southern Peru. Instituto de estudios africanos, *Boletín de la Universidad de Leeds*.
- Robert, F.; Poulsen, K.H. (2001) Vein Formation and Deformation in Greenstone Gold Deposits. *Society of Economic Geology*, v.14, p. 111-155.
- Roperch et al. (2006) Counterclockwise rotation of late Eocene-Oligocene fore-arc deposits in southern Peru and its significance for oroclinal bending in the central Andes. *Tectonics*, vol. 25, p. 1-29. 2006.
- Sempere et al. (2004) *Sistemas Transcurrentes de Escala Litosférica en el Sur del Perú*. Publicación Especial en el Sur del Perú, SGP N°5, p.105-110.
- Shackleton et al. (1979) Structure, metamorphism and geochronology of the Arequipa massif of coastal Peru. *J. geol. Soc. Lond.* v.136, 1979, p. 195-214.
- Stewart et al. (1974) Age Determinations from Andean Peru: A Reconnaissance Survey, *Geological Society of American Bulletin*, v.85, p.1107-1116.
- Tumialán, P. H. (1983) *Compendio de Yacimientos Minerales del Peru*, Boletín 10, serie B, *Geología Económica* 636 p.
- Vicente, J. C. (1989) Early Late Cretaceous Overthrusting in the Western Cordillera of Southern Peru. In: *Geology of the Andes and its relation to Hydrocarbon and Mineral Resources*, Houston, Texas, vol. 1, p. 121-153.
- Weise, S. (2006) The Andahuaylas-Yauri belt of southeastern Peru and its extension to the Chilean porphyry copper province. 11 p. Supervisor: PD Dr. Th.Seifert (Department of Economic Geology and Petrology, TU Bergakademie Freiberg, Germany).
- Wasteneys et al. (1995) Grenvillian granulite-facies metamorphism in the Arequipa massif, Peru: a Laurentia-Gondwana link. *Earth and Planetary Science Letters* 132, p. 63-73.

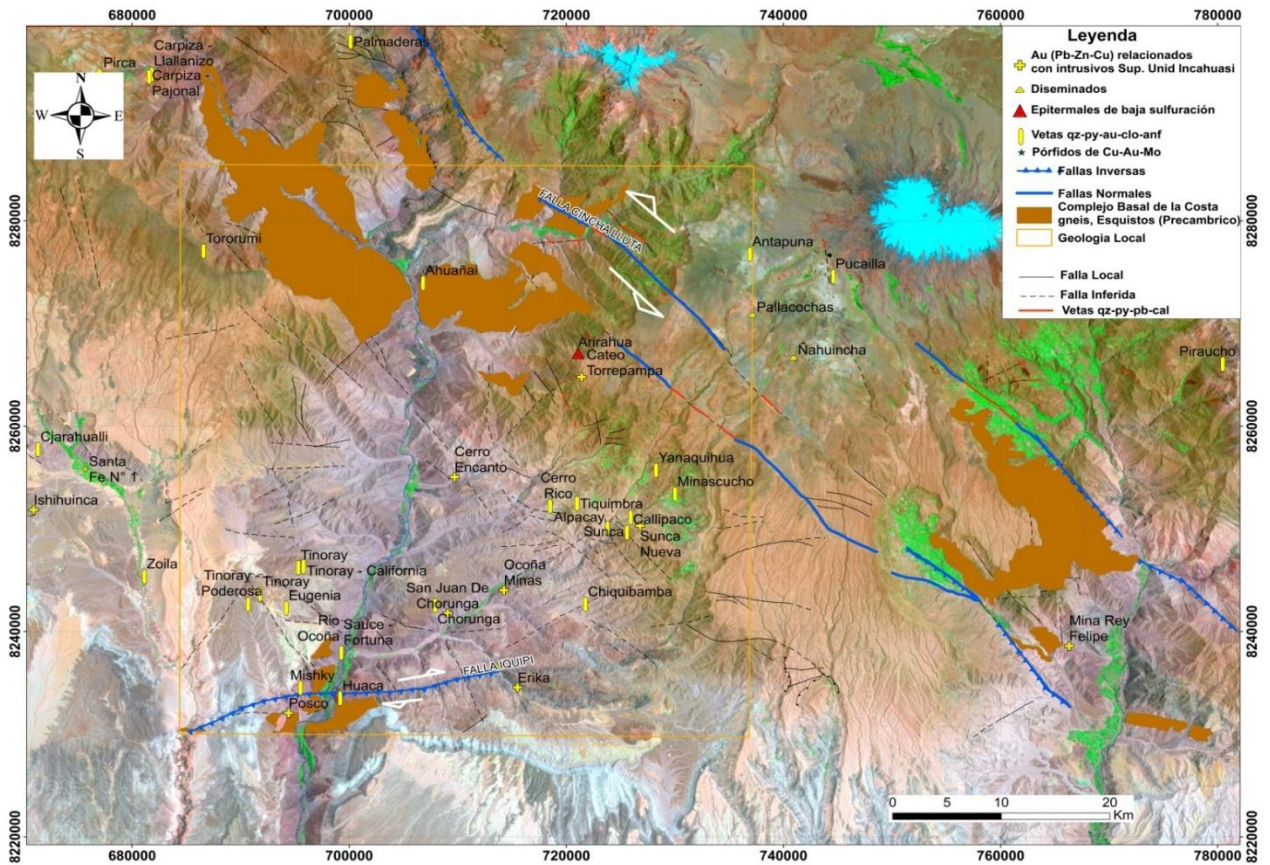


FIGURA 1

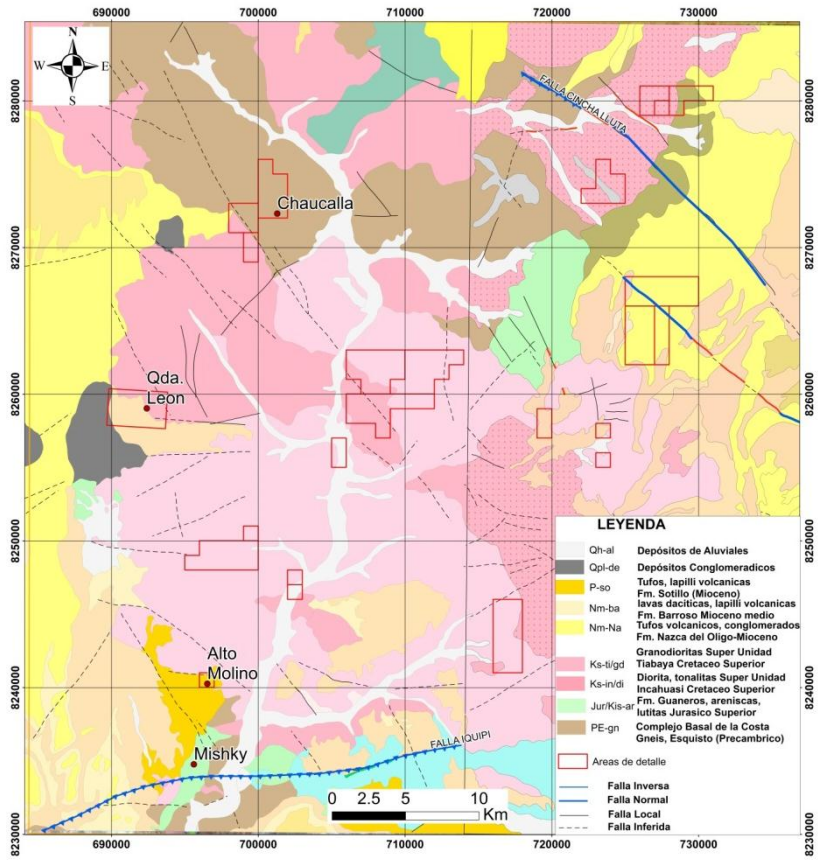


FIGURA 2