



Boletín de la Sociedad Geológica del Perú

journal homepage: [www.sgp.org.pe](http://www.sgp.org.pe) ISSN 0079-1091

## Patrón Estructural de la mineralización del yacimiento aurífero Chapi, región de Arequipa sur del Perú

Rubén Mamani<sup>1</sup>, Marcelo Lavado<sup>2</sup>, Denis Cahuana<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Geología, Minera Paltarumi S.A.C. Lima Perú E-mail: [rubenphd13@gmail.com](mailto:rubenphd13@gmail.com)

<sup>1</sup>Asesor de Nexa, División de Exploraciones Lima Perú E-mail: [mlavado@att.net](mailto:mlavado@att.net)

<sup>1</sup>Dirección de Geología, Disc Mine S.A.C Lima Perú E-mail: [cahuana.explo@gmail.com](mailto:cahuana.explo@gmail.com)

### ABSTRACT

The study area is located in the western mountain range on the western flank of southern Peru, within the National Geological Chart sheet Chaparra (32-o), approximately 680 km SE of the city of Lima. The geological survey work covered 1x2 km of area, cover an area of 2 x 1 km at a 500 m drop, consisting of mineral rock of underground galleries.

At an unevenness of 500 m with rock sampling and evaluation of underground galleries during the operation.

Litology Cover the area comprises Units from the proterozoic basement of the Basal Complex of the Coast (CBC) that is cut by granodioritic rocks of the Batholith of the Upper Cretaceous Coast, in turn these rocks are outlined in discordance by volcanic tuffs of the Nazca Formation of the Pliocene. Based on the structural framework, 02 structural styles were determined:

- i) jog of the dilation sinistral,
- ii) synthetic subsidiary faults that arise from the main fault structural corridor in NW Andean direction. Than a su vez estan associated with three event of intrusion with faulting of strike slip sinistral and dextral during of the formation of the ore generando ruptures type drag fold in the portion NW of the trending structure, produced echelon vein system of the direction NEE with dipping

65°SE.

The Central zone, present a regimen extension, in the which emplazed of the ore shoot in 200 m of the length, controlled by destral fault of the direction NO, affected by NEE, and a second structural style is associated with Palomino fault component of destral of oblique extension.

Than se desprende of the system of faulting main of the south of trending structural.

The vein system is made up of 15 documented veins with an economic geological weight.

The estimated inferred mineral resource amounts to 763,189 MT with an average grade of 0.273 Oz/Tc.

**Keywords:** Kinematic, Pitch, Fault, Gold.

### RESUMEN

El área de estudio se localiza en la cordillera occidental en el flanco Oeste del Sur del Perú, hoja geológica de Chaparra (32-o), a 680 km al SE de la ciudad de Lima.

Los trabajos de levantamiento geológico abarco 1x2 km de área, a un desnivel de 500 m con muestreo de rocas y evaluación de galerías subterráneas durante la operación.

La litología abarca desde el basamento proterozoico del Complejo basal de la Costa (CBC) que es

intruido por rocas granodioríticas del Batolito de la Costa del Cretáceo Superior, que son suprayacidas en discordancia por tufos volcánicos de la Formación Nazca del Plioceno. Estructuralmente el fallamiento está asociado a 02 estilos estructurales:

- i) juego de dilación sinistral,
- ii) fallas subsidiarias sintéticas que se desprenden del sistema de falla principal de dirección andina NO, que a su vez están relacionados con tres eventos de intrusión asociado a un fallamiento de Rumbo de componente sinistral y dextral durante la mineralización generando rupturas tipo *drag fold* en el borde NO del corredor estructural, generando vetas en échelon de dirección NEE con buzamientos de 65°SE.

La zona central, presenta un régimen de extensión, en el cual se emplaza los clavos mineralizados en 200 m. controlados por fallas dextrales NO, afectados por fallas sinestrales de dirección NEE, y un segundo estilo estructural está asociado a la falla Palomino dextral de extensión oblicua que se desprenden del sistema de fallamiento principal al Sur del corredor estructural.

El sistema de vetas, está conformado por 15 vetas documentadas con un peso geológico económico.

El recurso mineral inferido estimado asciende a 763,189 TM con una ley promedio de 0.273 Oz/Tc.

**Palabras-claves:** Cinemática, Estrías, Falla, Oro.

## INTRODUCCIÓN

Los depósitos auríferos ubicados en la zona están clasificados como vetas hidrotermales de cuarzo-oro, siendo el cuarzo el principal mineral; seguido por pirita, arsenopirita y oro nativo, calcopirita y galena en venillas en zonas de contacto. Según Sillitoe y Thompson (1998) clasifican los depósitos de la franja Palpa-Ocoña como del tipo de oro relacionado con intrusiones. Este tipo de mineralización vetiforme se atribuye al periodo Jurásico a Cretácico Superior.

La mayor parte de las ocurrencias metálicas están asociadas a vetas de cuarzo, óxidos y panizo; pero existen también evidencias de mineralización asociada a depósitos del tipo IOCG y Pórfido de Cu.

Los trabajos geológicos evidencian la presencia de mineral aurífero de tipo vetas mesotermiales,

vetillas y relleno de fracturas, hospedado en intrusivos granodioríticos. Regionalmente se aprecia el emplazamiento del Batolito de la Costa, con presencia de stocks graníticos, conformado por las Súper Unidades Tiabaya y Pampahuasi. Entre tanto el marco estructural del área está caracterizado por la falla Chaparra de Rumbo NO, relacionada metalogénicamente en la zona central de la franja aurífera Nazca – Ocoña, que alberga depósitos filoneanos tales como Ocoña, Calpa, Caravelí, Ishihuinca, Bonanza, Orión, Eugenia, Mishky/Posco, Clavelinas, Torrecillas, Chapi, 4 horas, Capitana, Yanaquihua y Arirahua, etc.

Morfológicamente se localiza entre la línea costera y el borde Oeste de la Cordillera Occidental en el Sur de los Andes Peruanos. Las unidades geomorfológicas fueron definidas por sus características fisiográficas, composición litológica, aspectos erosivos y características tectónicas.

## MARCO GEOLÓGICO

### Geología regional

La zona relacionada a las propiedades mineras, se encuentra al flanco Este del Batolito de la Costa afectado por una unidad estructural imbricada compuesto por fallas de dirección NO Lomparte O., (1980).

La Estratigrafía del área comprende desde el basamento proterozoico del CBC que es cortado por rocas granodioríticas del Batolito de la Costa del Cretáceo Superior Fig. 1.

A su vez estas rocas son suprayacidas en discordancia por tufos volcánicos de la Formación Nazca del Plioceno.

El marco tectónico es propio de un ambiente de arco magmático producto de una convergencia oblicua.

Por otro lado en el área se destaca trazas de fallas de dirección NO, como la falla Medanos, Sistema Chaparra y la Falla Calpa (Fig. 2-3), que controla el emplazamiento del batolito de la Costa, entre tanto se destaca a partir de la imagen satelital las incisiones de las Qdas. Chaparra, Chala que segmentan a la dirección de Cordillera Occidental, que pone en evidencia zonas de debilidad estructural de rumbo NE, que son cortados por fallas E-O el cual está asociado a una foliación relevante con buzamientos sub-verticales buzando hacia el Noreste.

Este fallamiento Andino se relaciona con un régimen de extensión oblicua a nivel regional y extensión trasandina aprovechado por el emplazamiento de vetas auríferas.

El área en su extensión se observa un predominio de rocas intrusivas del Batolito de la Costa, cuyas edades varían desde el Cretáceo Superior al Terciario Inferior. Principalmente se tiene granodiorita hacia la parte baja y diorita en menor proporción hacia la parte alta, cortadas por diques andesíticos y aplíticos.

Además se pudo apreciar abundantes depósitos de material morrénico, coluvial y aluvial cubriendo las rocas intrusivas.

Sobre la base de los trabajos de mapeo geológico, llegamos a definir el contexto estructural, con persistencia de tres sistemas de fallas oblicuas Fig. 2, la distribución de la deformación a nivel de la zona de estudio, se caracteriza por presentar fallas de ambiente frágil, con una deformación compresiva hacia NE.

### Geología local

Localmente el área presenta una variedad de rocas intrusivas de ambiente batolítico.

Las intrusiones básicas, son caracterizadas por la Gabrodiorita, Esta unidad litológica se encuentra aflorando al SE de la propiedad, entre la margen izquierda de la Qda. Alto de la Luna, consta de un intrusivo gris oscuro de grano medio a grueso con textura porfídica, con cristales de ferromagnesianos subhedrales desarrollados.

La Granodiorita, está bien extendida a lo largo del yacimiento, sin embargo, su afloramiento típico se presenta a la margen izquierda de Qda. Seca, consta de un intrusivo gris oscuro de tonos rosados de grano medio a grueso con textura porfídica con cristales de ferromagnesianos desarrollados.

Esta intrusión corresponde al Batolito de la Costa, de esta unidad se ha diferenciado tres tipos de granodiorita:

i) RI, una granodiorita de tono rosado de textura porfírica con fenocristales de plagioclasas y feldespatos.

ii) RII, una granodiorita gris oscura porfírica con fenocristales de plagioclasas y ferromagnesianos, La adamelita se encuentra restringida a relleno de fracturas que se pueden observar esporádica-

que aflora en la zona Norte, su emplazamiento es controlada por la falla principal.

iii) RIII, granodiorita gris oscuro de grano fino a medio de textura inequigranular que aflora predominantemente en el C° Mil Vetas, en la zona central, este intrusivo alberga a las vetas de la zona mil veta

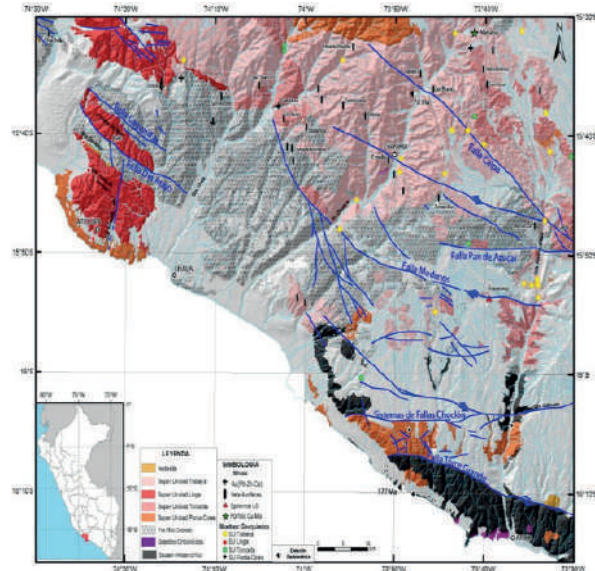


Fig. 1. Contexto Geológico Regional relacionado con la Mina Chapi, se encuentra asociado al levantamiento del Batolito de la Costa, emplazado en la Súper Unidad Pampahuasi - granodiorita datado en el cuadrángulo de Chaparra, por U-Pb en 95.47 Ma. (INGEMMET).

En base al mapeo geológico, relaciones de corte y las particularidades observadas, estos cambios de composición de los diferentes afloramientos de granodiorita, pueden estar relacionadas con eventos de intrusión durante la formación de la mineralización (Fig. 2). Eventos de intrusión diorítica, aflora en la zona central en el C° Catalina, en la zona alta y al Sur del yacimiento. Presenta un tono gris oscuro de grano fino a medio y esporádicamente presenta textura de microdiorita. Que a su vez son cortados por Diques andesíticos afaníticos. Estos afloramientos se presentan a lo largo del yacimiento y cortan principalmente a granodioritas, presentan tonos gris oscuros a gris verduscos de textura afanítica y esporádicamente porfírica con fenocristales de plagioclasa de 2 - 3 mm que representa cerca del 3%.

Su emplazamiento marca la fase tardimagmática durante la intrusión, está asociado a un régimen de extensión y se hospeda predominantemente en dirección N100°E con buzamientos subverticales de 80°NE.

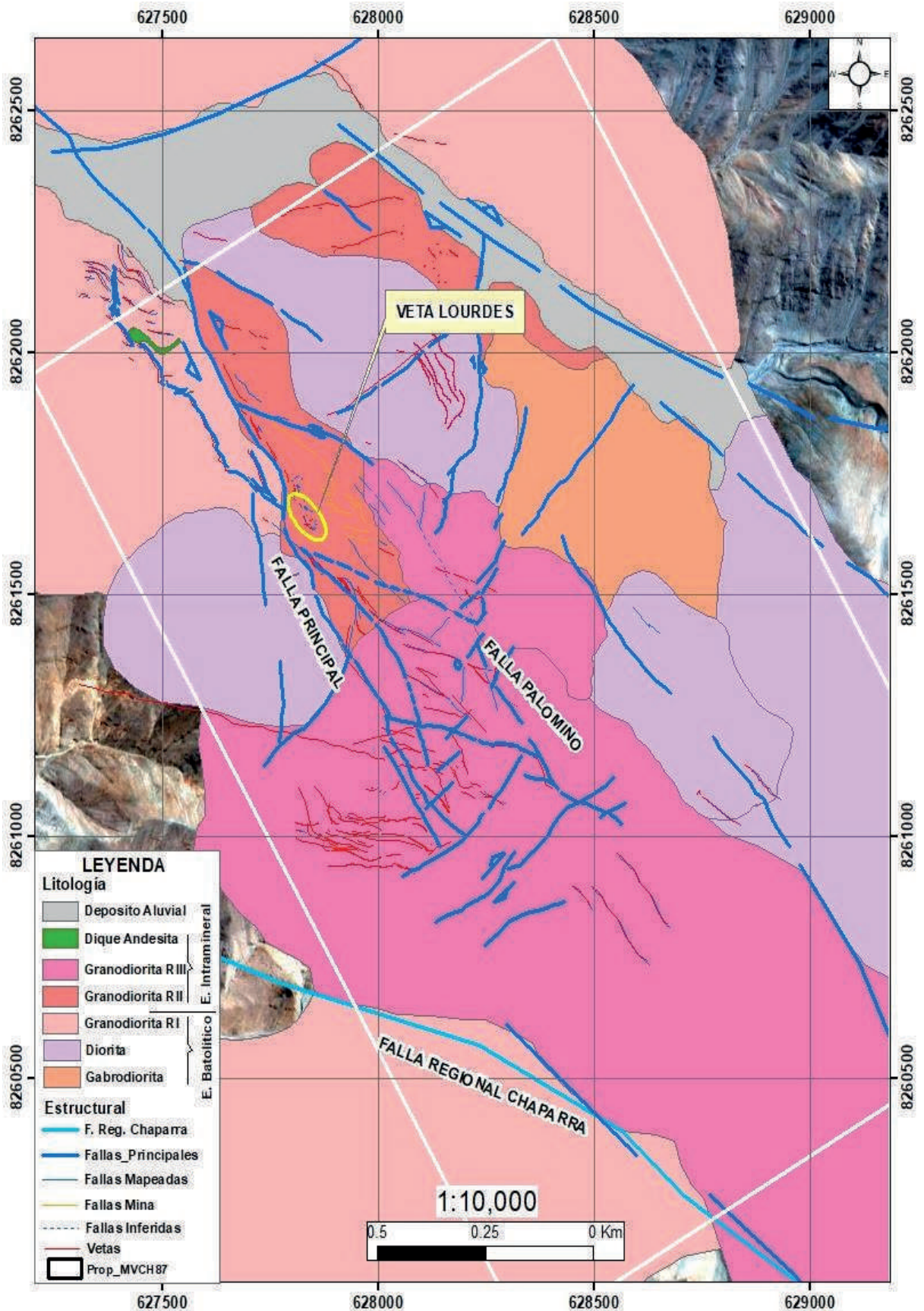


Fig. 2. Mapa Geológico Distrital del yacimiento minero aurífero Chapí, en donde encuadramos tres eventos de intrusiones; la distribución de la mineralización en la zona central está asociada a granodioritas de textura porfírica, con desarrollo de feldespatos potásicos y piroxenos (R II) y hacia el sur las vetas se emplazan en una granodiorita de grano fino a medio (R III).

mente en los afloramientos de granodiorita. Por otra parte, a 15 Km se tiene referencia de una datación en granodioritas de la Súper Unidad Pam-pahuasi que alberga la mineralización, atribuido al Cretáceo Superior datado por U-Pb en 95.47 Ma. (Fuente: INGEMMET).

### 3. MARCO ESTRUCTURAL

#### Padrón estructural distrital

Estructuralmente el área está enmarcada por la presencia de la falla Regional Chaparra de Rumbo N30°O y buzamiento de 50°NE, dicha estructura está caracterizado como el principal corredor estructural de dirección andina.

Asimismo, genera un régimen de extensión hacia el Este, provocando una extensión oblicua, coetánea al emplazamiento de intrusiones félsicas. Asimismo, las relaciones de campo y los trabajos de mapeo geológico en interior mina y superficie evidencian dos estilos estructurales a lo largo del corredor estructural.

**i) Juego Dilacional Sinistral - Zona Triunfo (Dilational Jog).** Una fábrica estructural de extensión tipo dilation jog sinistral, controlando la apertura de clavos de Rumbo N110°E - N120°E con 70°NE.

**ii) Fallas Oblicuas mineralizadas - Sector Sur (Horsetail Splay).** Al Sur, en la zona mil vetas, a partir de la zona de falla principal NO de movimiento sinistral, se presenta un fallamiento sintético, asociado a una extensión oblicua generando un estilo estructural de fallas mineralizadas tipo horse stail, que se desprenden del corredor estructural asociada a la zona de deformación principal, con Rumbo N110°E con buzamientos sub-verticales (75° - 80°NE).

#### Principales elementos estructurales

##### Falla regional Chaparra

Esta Unidad estructural se localiza en el flanco Este del Batolito de la Costa, abarca desde el poblado de Calpa hasta las proximidades de Chaparra. Este sistema de fallas está relacionado con intrusiones de diorita asociado con mineralización de vetas auríferas. Su orientación geométrica presenta Rumbo N30°W y buzamientos de 60°NE.

Presenta una traza estimada de 15 km de largo con anchos de 10 a 100 m con material de milonitas, arcillas y fragmentos sub-redondeados.

##### Sistema de fallas NO

Este sistema de falla se observa con mucha influencia al NO del yacimiento, sin embargo se presenta hasta 03 fallas principales de dirección NO.

i) La principal falla NO con Rumbo N30°O y buzamiento 55°NE, se presenta a manera del principal corredor estructural observado en Qda. Seca, relacionado con la mineralización con una traza de 1.5 km de largo, con una zona de falla de hasta 50 m de ancho, a su vez presenta halos con argilización y material de milonita.

ii) Entre tanto hacia el Sur se aprecia la falla Palomino que controla la mineralización con orientación N70°O y buzamiento de 60°NE, con una zona de milonita de 10m.

iii) Hacia el Este, se ubica la falla Alto de la Luna con un trazo cubierto por material coluvial relacionado al emplazamiento de una granodiorita porfírica (RIII). Presenta un Rumbo N25°W y buzamiento de 70°NE.

Por otra parte, en el extremo NO del yacimiento se desarrolló un estilo estructural tipo drag fold (pliegue de arrastre) generando apertura de vetas en los bloques fallados (Fig. 3).

Este fallamiento de dirección NO, presenta la deformación más intensa en el yacimiento, enmarcándose como estructuras de 1er orden, por otro lado muchas fallas se desprenden del corredor de principal generando lazos sigmoides, observado con mayor claridad hacia el Sur (Zona Mil Vetas).

##### Sistema de fallas NE

Las fallas de Rumbo NE, se comportan como de reajuste al mecanismo de fallamiento dominado por el sistema de fallas de dirección NO.

Además, estas fallas NE presentan buzamientos sub-verticales en dirección SE.

##### Sistema de fracturas de extensión

El mecanismo de fracturamiento a partir de la zona principal de deformación que corresponde al sistema de fallas Principal de dirección NO, genera aperturas de Rumbo E-W, que posteriormente es aprovechada por fluidos hidrotermales.

Los registros cinemáticos medidos en la zona Baja, se obtuvieron en fallas vetas de Rumbo E-W

que evidencian zonas de extensión relacionados a regímenes de distensión estructural durante la formación de la mineralización.

### Análisis estructural

La estructura predominante del sistema de fallas principales, a lo largo del corredor presenta

particularidades desarrolladas en las 04 zonas de detalle a partir de datos de interior mina relacionada a la distribución de la mineralización en vetas controladas por fallas de orientaciones predominantemente de dirección NO y buzamientos sub-verticales para el NE.

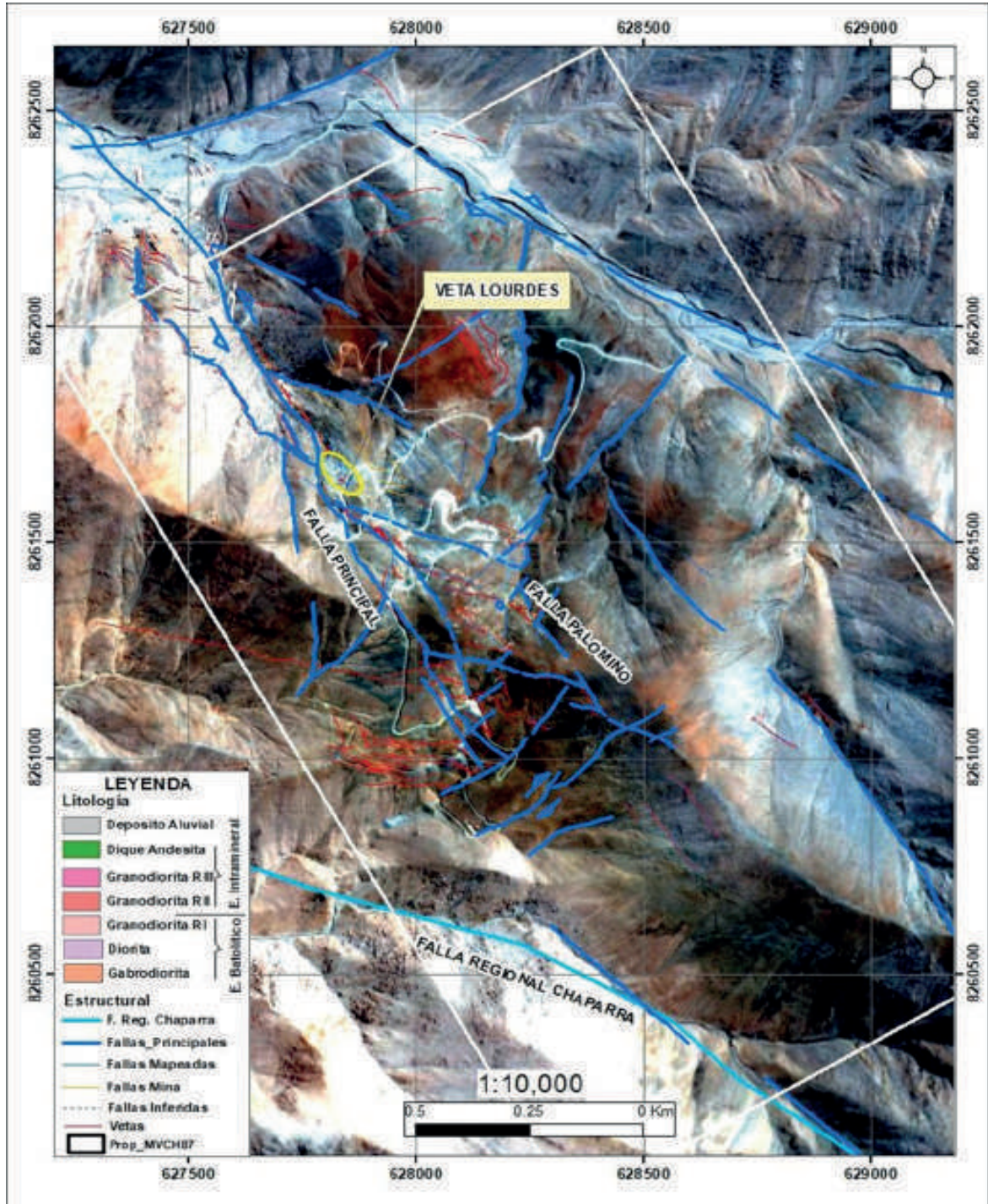


Fig. 3. Mapa Estructural Distrital Mina Virgen de Chapi 87, ubicación de la Veta Lourdes, dentro del corredor estructural Sistema de fallas Principal de componente sinistral, con fabricas estructurales de estilo dilation jog, presenta una orientación  $N60^{\circ}O$  con buzamiento de  $70^{\circ}NE$  a lo largo de 110 m, la estructura en la parte media a la cota 1900 presenta un grosor de 1 m con halos que argilizan a la granodiorita RII.

### Zona baja

Localmente la falla Principal induce la propagación de la compresión hacia el bloque Este, en un tramo de 150 m desde la traza piso de la falla hasta la falla veta Yolanda de extensión oblicua. Este sistema genera las fallas de 2do y 3er orden incluyendo las fallas intraminerales de dirección oeste a este. Fig. 4.

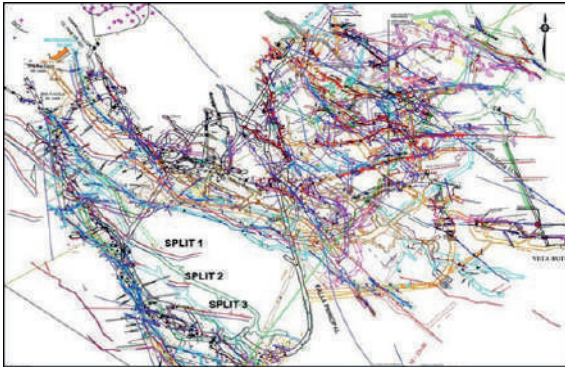


Fig. 4. Distribución del sistema de Vetas auríferas, originadas por las fallas de 1er orden  $N30^{\circ}O/55^{\circ}NE$ , las vetas tipo drag fold indican una cinemática de movimiento destal durante la formación de la mineralización y fracturas de extensión en dirección NEE, y buzamientos  $60^{\circ}SE$ .

La deformación generada por la propagación de fallas Noroeste, presenta estructuras de geometría sigmoidal compensando sistemas de fallas de desgarre sinistral. Generando estructuras subsidiarias mineralizadas, superpuestas por fallas intraminerales asociadas a componente destal inverso registradas en la GL554 en zoneamiento lateral y PQ588 en la vertical. La mineralización es controlada por sistemas de fallamiento de dirección  $N40^{\circ}O$  y buzamientos que fluctúan de 50 a  $60^{\circ}$  para el NE, con fallas verticales de  $65^{\circ}$  de buzamiento GL813 Fig. 5.

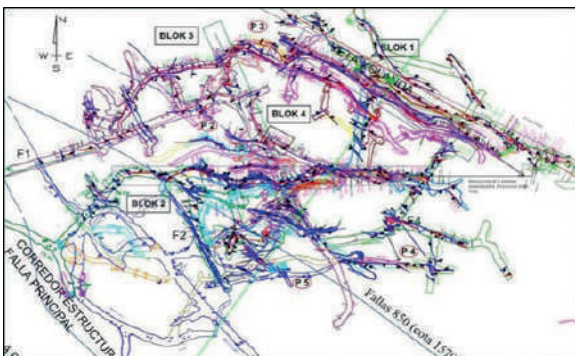


Fig. 5. Geoquímica de Zona Baja, la profundización debajo del Nv-1560 la mineralización aurífera se extiende, además en la GL-883 se desarrolló un recurso potencial de 1296 TMH con una ley promedio de 0.25 Oz/Au.

Además, los registros cinemáticos indican estrías de  $65^{\circ}$  a  $70^{\circ}$ , estas medidas sugieren un movimiento predominantemente vertical asociado a un componente destal inverso medidos: 1) S/N 900 asociado a falla de rumbo  $N110^{\circ}E/50^{\circ}NE$  estrías  $70^{\circ}NS$  2) GL813 falla de Rumbo  $N310^{\circ}E/65^{\circ}$  estrías  $50^{\circ}$  ID. Asimismo, estas mediciones sugieren la dirección del arrastre de la mineralización para un plunge vertical con cabeceos de NO – SE. Entre tanto la porción NO de la Zona Baja (S/N 813 punto Y2) presenta mantos de cuarzo-sulfuros, controlado por fallas de Rumbo  $N130^{\circ}E/70^{\circ}NE$  con estrías  $70^{\circ}$  ND y el oreshoot presenta una orientación geométrica Rumbo  $N75^{\circ}E/15^{\circ}NO$  con estrías de  $75^{\circ}$  ND con un azimuth estimado de  $N345^{\circ}E$ . En el mapa compositado muestra un fracturamiento tipo drag fold (Fig. 3), esta fábrica estructural demuestra un fallamiento destal que induce compresión coetánea con las intrusiones granodioríticas RII, RIII, y el ascenso subsecuente de vetas auríferas en fallas tensionales tipo splits y fracturas de extensión de orientación E-O (Fig. 6), además las vetas presentan textura bandeada con ensambles de cuarzo-pirita a escala milimétrica asociada a la fase intramineral y vetillas de cuarzo - pirita - calcita que representan una fase intramineral tardía.

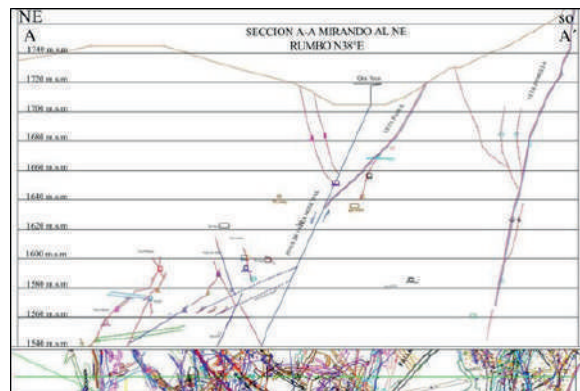


Fig. 6. Sección transversal con vista al NE, sistema de vetas en profundidad, en altura con Rumbo  $N75^{\circ}E/65^{\circ}SE$  y a profundidad las vetas buzanan hacia el Norte, por un cambio de compresión en el campo de esfuerzo durante la formación de la mineralización integrado por Mamani, R. Junio (2020). Lo que sugiere que la mineralización profundiza tanto a la caja piso y techo principalmente.

### Zona alta (El Triunfo)

En la zona central se ubica la mineralización aurífera asociada a una zona de apertura en un área de 200 m de largo x 100 m de altura relacionada a la traza de la Falla Principal asociado a

un componente sinistral Fig.7-11. Además, a partir de trabajos de mapeo geológico y los registros de relaciones de corte en interior mina, conectado con afloramientos de superficie relacionamos en función a la deformación principal de la Falla principal a lo largo de Qda. Seca, una serie de elementos estructurales de tipo dilational jog negativo, con presencia de clavos mineralizados con tres ejes de inflexión de extensión Fig. 11.

Se observa un bandeamiento de vetillas de cuarzo, que fue aprovechada por los fluidos, asimismo la veta auríferas consiste de qz - py diseminada y vtlls de qz - py en bandas de cuarzo conformando un grosor de 20 cm en promedio. Asimismo, esta estructura denominada Zona de Extensión Sinistral (Dilational Jog) se registra a lo largo de la falla principal con su traza orientada a lo largo de la traza en Qda. Seca que su orientación es de N30°O/60°NE. En la Zona Triunfo a través de una Sección longitudinal (Fig. 7), se observa clavos mineralizados en un área de 200 x 100 m, con su respectiva proyección por debajo del Nv-1725. Isovalores procesados con una base de 159 muestras, obtuvimos una ley media de 0.25 Oz/t de Au, para el clavo 2 y 3, además la interpolación genero contornos abiertos para el clavo 4 más al Este. Software Geosoft 8.3 Interpolación Kriging. Mamani, R. (2020).

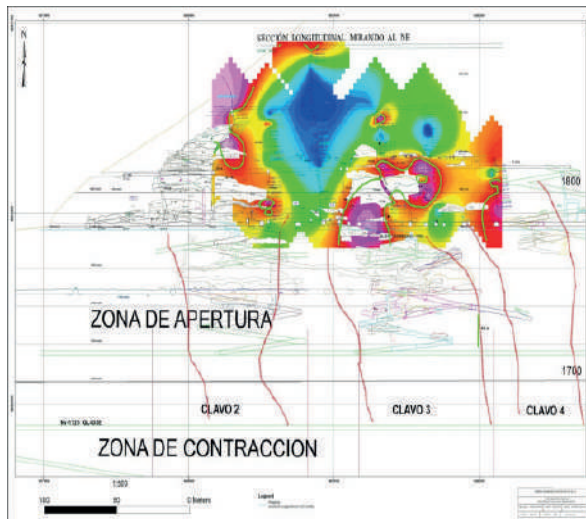


Fig. 7. Sección longitudinal, clavos mineralizados en un área de 200 x 100 m, con su respectiva proyección por debajo del Nv-1725. Isovalores interpolados con una base de 159 muestras, obtuvimos una ley media de 0.25 Oz/t de Au para el clavo 2 y 3, además la interpolación generó contornos abiertos para el clavo 4 hacia al Este. Procesamiento mediante el Software Geosoft v. 8.3 Interpolación Kriging por Mamani, R. (2020).

La dirección de la Veta Principal es de N60°O/45°NE, con un grosor de veta de 10 a 15 cm, el carácter de la veta presenta cuarzo-goetita-jarositita con un desnivel aproximadamente de 20 m (medido en campo).

Entre tanto la textura de la veta presenta un bandeamiento evidenciando varias generaciones de cuarzo.

### Zona Esperanza

En la zona Esperanza (Fig. 8), seguimos la proyección de las vetas reconocidas, con el Xc-Diego, de las cuales presenta un sistema de vetas paralelas con Rumbo E-O variando a fallas Vetas de Rumbo N110°E con buzamientos de 65° NE. Con grosores promedios del orden de 30 cm.

En esta zona se destacan tres vetas: Vetas Margot, Diana y Maritza, este último fue cortado en profundidad pt J9.

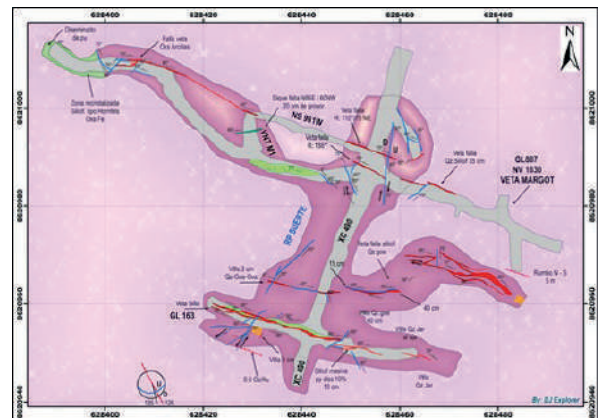


Fig. 8. Zona Esperanza, la mineralización se desarrolla en fracturas de extensión de Rumbo N105°E /75°NE, desarrollado en un ambiente frágil dúctil, entre tanto se destaca la orientación de los diques que es aprovechado por un régimen de extensión oblicua.

En la Xc-490, se cortó la veta Maritza en el punto topográfico J12+5 m, con presencia de una estructura de falla que controla la mineralización de una brecha hidrotermal con Rumbo de N150°/60°NE, con un grosor de 3.5 m, que a su vez es cortado por fallas tensionales, antitéticas de Rumbo N30°O/70°NE y sintéticas N35°O/45°NE de 10 cm, esta veta se emplaza en una falla normal asociado a un componente de movimiento dextral, relacionado a un régimen estructural de extensión. El emplazamiento de la veta está relacionado a una fase intramineral tardío del sistema evidenciando en una falla contacto dique emplazado en la granodiorita de grano fino a medio.



Que durante la formación de la mineralización la veta aprovecha la debilidad de los diques de andesita afanítica. La mineralización se conforma de brecha ígnea hidrotermal de 3.5 m (estadio sin mineral), con fragmentos de cuarzo de 3 x 1 cm en 30% con diseminado de py en el orden de 1-5 % y calcopirita 1% esporádicamente, englobados en una matriz silíceo gris con material ígneo y sulfuros de pirita de 2%. (estadio sin mineral), así mismo este cuerpo de brecha presenta fracturas con relleno de cuarzo-pirita-calcita que evidencia un estadio tardío de la precipitación. Además, hacia la caja piso presenta una zona de panizo de 2.5 cm y hacia la caja techo presenta una zona deformada de 20 m observada a lo largo de la cortada asociada con material de milonita de falla. Asimismo, estas vetas están hospedadas en la granodiorita de grano medio a fino, relacionado al evento de intrusión tardío. En el borde Sur, se dispone las principales Vetas Margot y Diana, donde se realiza registros cinemáticos de 3 eventos de fallamiento: Falla Intramineral R: N105°E/85°NE asociado a un movimiento dextral normal, falla Intramineral tardío con Rumbo N45°E/55°SE asociado a un movimiento dextral normal. Estas estructuras son afectados por un fallamiento de bajo ángulo post mineral de Rumbo N40°E/10°SE. Fig 8.

### Zona Mil Vetas

En el sector Mil Vetas se presentan un sistema de vetas conformado por 6 líneas mineralizadas en el orden de 300 m de largo y un ancho de 150 m, que son constituidas por la veta 1,2,3,4,5,6,7,8,9. Asimismo estas vetas presentan una orientación de Rumbo N70°W con buzamientos de 50° NE. Fig. 9.

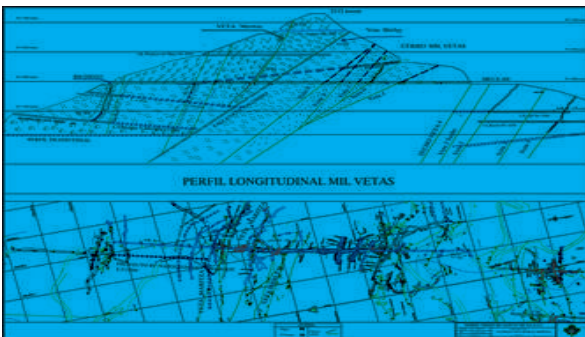


Fig. 9. Sección Transversal Mirando al SE, donde se observa la traza del corredor estructural principal y la falla subsidiaria Palomino de estilo tensional o tipo Split controlando mineralización económicamente significativa en términos de volumen y ley. Modificado de Pajuelo, T. (2019).

Los afloramientos evidencian una generación de apertura a partir de la falla de 1er orden del Corredor estructural Principal, propiciando un vector de fracturas de extensión oblicua de falla sintética que corresponde a la falla Palomino de componente dextral, hacia la caja techo del corredor y hacia la caja piso vetas paralelas buzando con un promedio de 50°NE. Fig. 10.

En Zona alta tenemos vetas al techo y piso de la falla regional Palomino, al techo tenemos las vetas Maritza, Shirley, Margot, Natividad, María, las vetas Maritza y Shirley con leyes en promedio mayores a 0.30 Oz de Au, al piso tenemos las vetas 1, 2, 3, 4, 5, 6, actualmente retoman las actividades en esta zona.

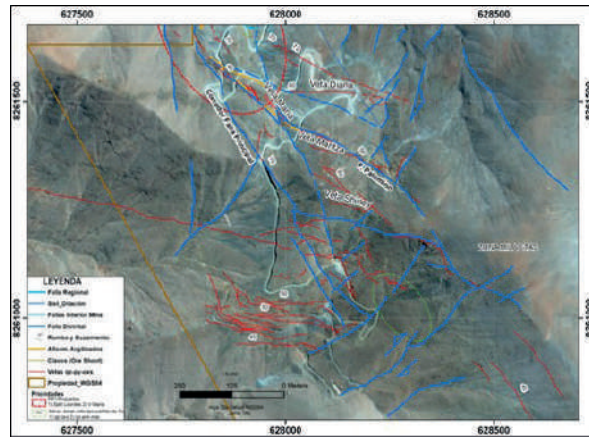


Fig. 10. Distribución del sistema de Vetas auríferas en la zona de Mil Vetas, controlada por la falla de 1er, que genera los vectores de fracturas de extensión de dirección N70°W, con buzamientos 50°NE predominantemente.

### MINERALIZACIÓN

La mineralización del yacimiento Chapi se caracteriza por presentar vetas en una extensión oblicua a lo largo del sistema de fallas N30°W y sus fallas sintéticas paralelas subsidiarias, hospedadas en granodiorita gris rosada de grano grueso, que son afectadas por un fuerte fracturamiento.

La extensión del área revisada es de 1.5 x 0.5 km que corresponde a 329 has de propiedad, evidenciando mineral en cuatro sectores: Zona Baja y Alta, Zona Esperanza y Mil Vetas.

En Chapi encontramos dos tipos de zoneamiento mineral óxidos y sulfuros: los óxidos presentan lixiviación de pirita, además de contener oro libre asociado a la pirita, además presenta comportamiento de mineralización tipo veta falla de cuarzo goetita, hematita con grosores que fluctúan de 0.2

hasta 2 m de grosor, controladas por fallas de dirección de N320°E con buzamientos de 70°NE. Los sulfuros están caracterizados por la presencia de pirita hipógena con oro libre asociado a minerales de cuarzo, y esporádicamente se presenta arsenopirita, galena y esfalerita principalmente.

Por otra parte, del desarrollo de levantamiento geológico se presenta en el orden de 25 vetas con dirección andina NO con mineral de importancia económica con textura bandeada, con grosores promedios de 25 cm. con presencia de oro, y plata como subproductos Fig. 11.

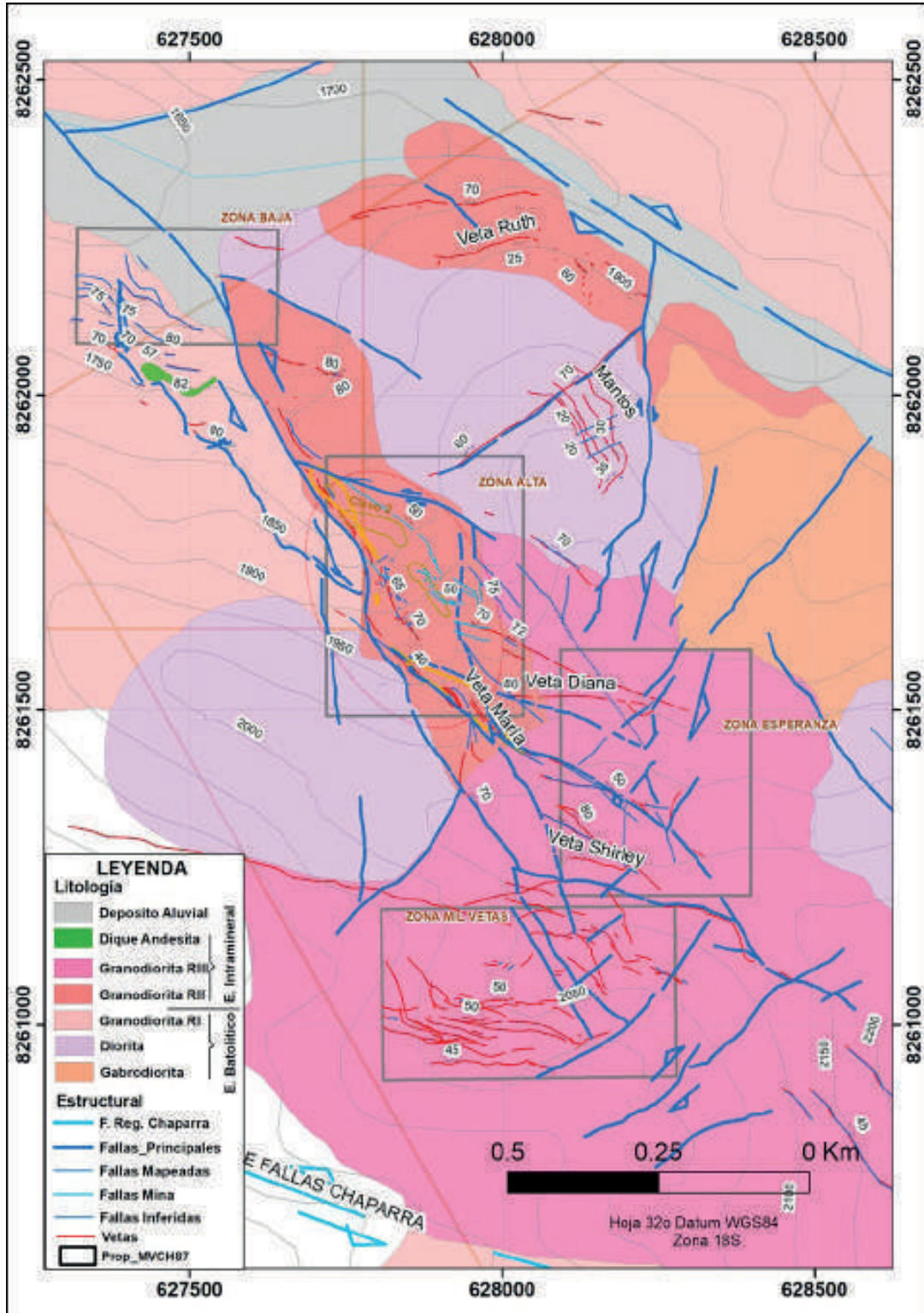


Fig. 11. Mapa geológico - estructural del yacimiento Virgen de Chapi, relacionado con el principal sistema de fallamiento N30°O que buzcan 50 a 70°SE, control estructural distribuidas por zonas, con la finalidad de establecer un cálculo de Recurso de Mineral Inferido y recurso de potencial geológico.

**i) Zona baja vetas:** Principal, Fiorella, Ruth, Valeria, 2 de Abril, Milagros, Katy, Yolanda, Paola.

**ii) Zona Alta:** Principal, Salvadora, Diana, Maria, Kely, Dora, Margot.

**iii) Zona Esperanza:** Santa Rosa, Gaviotas, Maritza, Shirley, Natividad, Navidad.

**iv) Zona Mil Vetas:** Veta 1, Veta 2, Veta 3, Veta 4, Veta 5, Veta 6, Navidad, Olivia.

Actualmente se está trabajando en la zona baja y la zona intermedia, las vetas que están en operación son: Zona baja: Yolanda, Milagros, 2 de Abril, Valeria. La mineralogía es simple, conformada por los siguientes minerales: Cuarzo, Pirita, Arsenopirita, Calcopirita y calcita. El oro se presenta en estado libre y como electrum y en inclusiones en la pirita y arsenopirita. A su vez trabajos de Baca, R. (2012) indica esporádicas leyes ricas de Oro asociadas a lentes de piritización fina negruzca terrosa en la veta Fiorella. El muestreo de Baca, R. (2012, p. 5) colectó más de 1000 muestras en la concesión Virgen de Chapi con valores de Oro desde 1.87 a 197.51 Grs Au/TC y anchos de veta de 0.03 m a 1.00 m, además indica que no hay correspondencia entre anchos de veta y valores de Oro.

Mamani (2020), estimado a profundidad de formación de venillas cuarzo y deposición de oro en un rango de 2.5 a 3.5 km. (0.75 – 1.05 kbar).

## RECURSO MINERAL E INVENTARIO DE RECURSOS GEOLOGICOS IN SITU

El cálculo del Recurso Potencial, se establece en base al mapeo geológico estructural, relacionando los controles litológicos, estructurales y de mineralización, a su vez se mide su extensión y se destaca las estructuras por volumen y ley, sobre esa base asignamos un peso geológico priorizando los proyectos de exploración, entre tanto los volúmenes son calculados por la orientación en 3D y su contenido aurífero es asignado por leyes de mina calculando su ley media, para realizar el inventario del yacimiento se subdivide en 4 zonas: i) Zona Baja ii) Zona Alta iii) Zona Esperanza iv) Zona Mil Vetas (Fig. 11).

### Zona baja

En función al mapa geológico integrado la Fig. 3, calculamos la zona aun subexplorada puesto que este sector fue trabajada desde año 1987, y cuenta con mineralización desde el Nv-1560 hacia abajo,

no obstante manifestar que contamos con mineral primario en sulfuros con recuperaciones entre 75 a 80 % para esta zona. Además, contamos con una zona de Recursos Inferidos a Indicados con 648 TM desarrollados en la GL 883 Mamani, R. (2020, Feb), ver Tabla N°.1, Fig. 11, 12. Asimismo, el recurso potencial de mineral asciende a 127408 TMS con ley media de 0.286 Oz/t Au. Con un contenido de 38.758 Oz de Au fino. Tabla N°2.

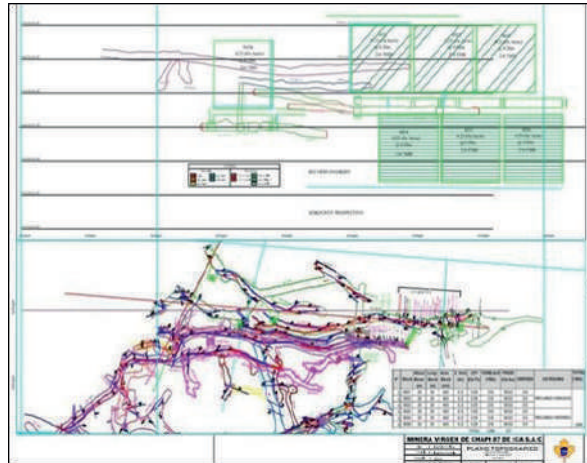


Fig. 12. Zona Baja, presenta recurso mineral inferido, relacionado con recurso Indicado, cuadros proyectados para pasar a reserva probable. Mamani, R. (2020, Feb).

### Zona alta (El Triunfo)

En función a los trabajos de interior mina y mapeos de superficie (Fig. 13), calculamos el recurso potencial del mineral en la zona Alta desde el Nv-1780 hacia superficie, no obstante manifestar que contamos con mineral primario en sulfuros con recuperaciones entre 75 a 80 % para esta zona. Tabla N°3.

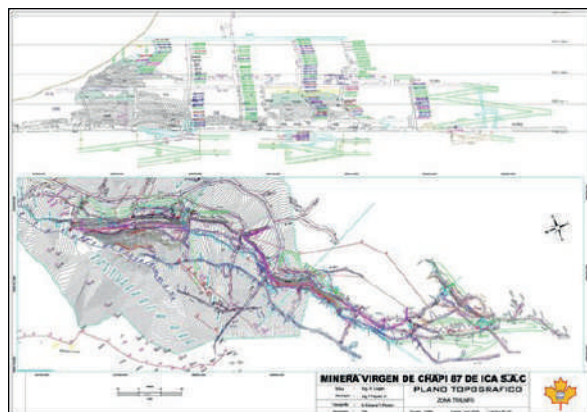


Fig. 13. Zona Triunfo desarrollo de los clavos mineralizados en 3 ejes diferentes oblicuos al corredor estructural principal y al SE una falla antitética con R: N30°O/70°NE.

Además, se incorporó un recurso mineral inferido que corresponde a la veta Lourdes con un estimado de 3726 TMS con una ley media de 0.2 Oz/t de Au con un contenido de 821 Oz de oro fino, ley de muestras de la veta Lourdes. Mamani, R. (2020, Inf. Int). Tabla N°7.

### Zona Esperanza

En función a los trabajos de interior mina y de mapeos de superficie Fig. 11, calculamos el recurso potencial del mineral en la zona Alta desde el Nv-1850 hacia superficie, se cuenta con mineral primario en sulfuros y óxidos con recuperaciones entre 80 a 85%, en la tabla N°4 sugiere un contenido de 35 422 Oz de Au fino.

### Zona Mil Vetas

En esta Zona se presenta una serie de Vetas paralelas, con Rumbo N30°O y buzamiento de 50°NE. Estimamos su continuidad a lo largo de 300 m Fig. 11, desde el Nv-1900 hasta superficie, mineral en óxidos con un contenido de 69 657 Oz de Au fino. Tabla N°5.

### Estimación del valor in situ

La estimación del Valor In Situ, se realiza en base al último reporte de resumen general de cubicación al 31 de diciembre del 2019 por Pajuelo, T. a su vez, se incorpora la mineralización de la veta Lourdes y la profundización de la veta María de la Zona Alta, las cuales bajo el peso de geología estructural revela posibilidades económicas tanto en ley como en volumen.

La estimación del recurso potencial geológico, sigue la guía estándar del código JORC Australiano, considerando el recurso a potencia diluida, a Julio del 2020.

Asimismo, el recurso mineral total del yacimiento para un zoneamiento vertical de 200 m en profundidad para cada zona, presenta un contenido total de 177 621 onzas de oro fino Tabla N°06.

Si consideramos un zoneamiento de columna vertical mineralizada puede sobrepasar los 400 m de conexión hidrotermal Lavado, M. (2020). Que a su vez equivale a un recurso de potencial geológico de 355242 onzas de oro fino.

Dejando en claro que el nivel de extracción al momento corresponde a un 35 % a nivel de todo el yacimiento Chapi, con presencia de un recurso mineral inferido de potencial geológico del 65 %.

La estimación integral considera un recurso mineral inferido, con un resultado total de 763189 TM con una ley promedio de 0.273 Oz/Tc, que corresponde a 230 907 onzas de oro fino Tabla N°06.

Este recurso sugiere incrementar el ritmo de minado de 600 onzas de oro fino mensual en un 50% más inicialmente, con una vida útil de 32 años.

### CONCLUSIONES

- La estimación integral del depósito considera un recurso mineral inferido, con un resultado total de 763189 TM con una ley promedio de 0.273 Oz/Tc, que corresponde a 230, 907 onzas de oro fino.
- Las ocurrencias de mineralización se encuentran a lo largo de la zona de deformación principal relacionado con la principal debilidad estructural a lo largo de Qda. Seca.
- Las vetas presentan texturas bandeadas con predominios de 20 cm de grosor con minerales de estadios intraminerales de ensamble cuarzo-pirita-calcopirita, y estadios de intraminerales tardíos de cuarzo-pirita-calcita.
- La distribución de vetas del yacimiento presenta dos estilos estructurales bien marcados i) zona alta (dilatational jog sinistral) ii) al SE las fallas mineralizadas se desprenden de corredor estructural formando split, sigmoides y colas de caballo (Horse stall).
- El yacimiento Chapi presenta un sistema de vetas conformada por 15 vetas documentadas.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baca, R. (2012) Inventario de Reservas Minerales al 31 de dic de 2011. Inf. Int. 14 pág. 3 planos.
- Jorc, (2012). Australasian Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Ore Reserves (The JORC Code).
- Lomparte O. (1980) Geología de los Cuadrángulos de Chaparra (32-o), Boletín N°39, serie A CGN, 91 p.
- Lavado, M. (2020) Informe de Actividades, Mem. 2p, 24 Feb.
- Mamani, R. (2014) Elementos Estruturais Relacionados com a Mineralização do Eoceno - Oligoceno entre Mollebamba e Santo Domingo

região de Apurímac, Sul do Perú. 2014. 106 f. Dissertação (Mestrado em Geociências)- Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São Paulo. 2014.

Mamani, R. (2020) Informe Geológico avances de zona baja Inf. Int. Mina Chapi, 10 p.

Mamani, R. (2020) Informe Geológico de la Exploración de la Veta Lourdes. Inf. Int. Mina Chapi, 6 p. 2 planos, 50 muestras.

Mamani, R. (2020) Geología Estructural del yacimiento aurífero Mishky, región de Arequipa sur del Perú. Bol. SGP. N°113 p. 32-44.

Pajuelo, T. (2019) Informe Geológico Anual de la mina Chapi. Inf. Int. 10 p.

Santos, A. et al. (2014) Magmatismo y Litogeoquímica de los granitoides del Jurásico y Cretácico entre Chala y Ático. CPG 4p.

Sillitoe, R.H., Thompson, J.F.H. (1998): Intrusion-Related Vein Gold Deposits: Types, Tectono-Magmatic Settings and Difficulties of Distinction from Orogenic Gold Deposits. Resour. Geol., 48, 237- 250.

### TABLAS

N°	CATEGORIA	TIPO	NIVEL	Block	Altura Block (m)	Long. Block (m)	Area Block (m <sup>2</sup> )	Grosor Veta (m)	LEY (Oz/Tc)	TONELAJE (TMS) p.e. 2.7	FINOS (Oz Au)	CERTEZA	TOTAL (TMS)
1	RECURSO	SULs	1545	8831	20	20	400	0.2	0.25	216	59.52	0.8	648
2	INDICADO	SULs	1545	8832	20	20	400	0.2	0.25	216	59.52	0.8	
3		SULs	1545	8833	20	20	400	0.2	0.25	216	59.52	0.8	
4	RECURSO	SULs	1545	8834	20	20	400	0.2	0.25	216	59.52	0.8	
5	INFERIDO	SULs	1545	8835	20	20	400	0.2	0.25	216	59.52	0.8	
6		SULs	1545	8836	20	20	400	0.2	0.25	216	59.52	0.8	
TOTAL RECURSO POTENCIAL							2400	0.2	0.25	1296	357		1296

Tabla 1. Estimación de recursos sobre la Veta Yolanda en la GL883.

N°	CATEGORIA	TIPO	NIVEL		LABOR	VETA	Block	Altura Block (m)	Long. Block (m)	Area Block (m <sup>2</sup> )	Grosor Veta (m)	TONELAJE (TMS) p.e. 2.7	LEY (Oz/Tc)	FINOS (Oz Au)	CERTEZA
			De	a											
1		OXs	1550	1760	GL362W	Fiorella		210	320	67200	0.30	63504	0.350	24,500	0.8
2		OXs	1625	1725	GL580W	Paola		100	220	22000	0.35	14850	0.250	4,092	0.8
3		OXs	1625	1675	GL310E	Split Fiorella		50	160	8000	0.22	7560	0.350	2,917	0.8
4		SULs	1570	1660	GL497	Valeria		90	150	13500	0.25	11081	0.304	3,713	0.8
5		SULs	1625	1645	GL464E	Katy		20	65	1300	0.25	1229	0.350	474	0.8
6		SULs	1590	1625		Luz		35	60	2100	0.18	1021	0.257	289	0.8
7	RECURSO	SULs	1620	1645		Casualidad		25	60	1500	0.16	648	0.180	129	0.8
8	INFERIDO	SULs	1570	1685	GL562W	Milagros		115	150	17250	0.25	11644	0.206	2,644	0.8
9		SULs	1580	1625	GL897	Ruth		45	100	4500	0.26	3159	0.226	787	0.8
10		SULs	1540	1565	GL883	Yolanda	2	25	150	3750	0.25	5063	0.262	1,462	0.8
11		SULs	1570	1625	GL537E	2 de Abril		55	110	6050	0.27	4410	0.361	1,755	0.8
13		SULs	1625	1660	GL580E	Principal		35	20	700	0.30	567	0.350	219	0.8
14		SULs	1570	1625		Gloria		55	100	5500	0.18	2673	0.271	798	0.8
TOTAL RECURSO POTENCIAL										132850	0.25	127408	0.286	38,758	

Tabla 2. Recursos totales zona Baja.

N°	CATEGORIA	TIPO	NIVEL		LABOR	VETA	Block	Altura Block (m)	Long. Block (m)	Area Block (m <sup>2</sup> )	Grosor Veta (m)	TONELAJE (TMS) p.e. 2.7	LEY (Oz/Tc)	FINOS (Oz Au)	CERTEZA
			De	a											
1		SULs	1780	1900	GL970	Principal		120	350	42000	0.30	39690	0.350	15,313	0.8
2		SULs	1780	1900	GL970W	Split Principal		120	60	7200	0.30	5832	0.300	1,929	0.8
3	RECURSO	OXs	1825	2000	GL900	Lourdes		175	250	43750	0.25	23625	0.200	5,208	0.8
4	INFERIDO	OXs	1900	2010	GL920	Maria		110	300	33000	0.30	22275	0.250	6,138	0.8
5		OXs	1860	1950	GL280	Dora		90	60	5400	0.25	4374	0.300	1,446	0.8
6		OXs	1850	1910	GL360	Salvadora		60	265	15900	0.25	10733	0.250	2,958	0.8
7		OXs	1870	1910		Saha - Mantos	4	40	160	6400	0.25	13824	0.200	3,048	0.8
TOTAL RECURSO POTENCIAL										147250	0.28	120353	0.264	36,040	

Tabla 3. Recursos totales zona Alta.

N°	CATEGORIA	TIPO	NIVEL		LABOR	VETA	Block	Altura Block (m)	Long. Block (m)	Area Block (m <sup>2</sup> )	Grosor Veta (m)	TONELAJE (TMS) p.e. 2.7	LEY (Oz/Tc)	FINOS (Oz Au)	CERTEZA
			De	a											
1		OXs	1940	2025	GL2000	Margot		85	345	29325	0.25	19794	0.250	5,455	0.8
2		OXs	1930	2000	Xc-490	Diana		70	245	17150	0.25	11576	0.250	3,190	0.8
3		OXs	1930	2000	Xc-490	Maria		70	240	16800	0.25	9072	0.200	2,000	0.8
4		SULs	1850	2100	Xc-490	Maritza		250	250	62500	0.30	50625	0.300	16,741	0.8
5		SULs	1900	2100	Xc-490	Shirley		200	150	30000	0.25	24300	0.300	8,038	0.8
TOTAL RECURSO POTENCIAL										125775	0.26	115368	0.260	35,422	

Tabla 4. Recursos totales zona Esperanza.

