

Estudio estructural de la zona San Genaro, mina San Genaro-Huancavelica, Perú

Structural study of the San Genaro area, San Genaro mine - Huancavelica, Peru

F. Isaac Martel Quintana¹

RESUMEN

La zona de cizallamiento siniestral de la falla Chonta produce una deformación rotacional, llegando un momento en que las grietas de tensión y las juntas de cizallamiento son dispuestas paralelamente; al proseguir la deformación, las juntas R siniestral actúan como una nueva zona de cizallamiento y esta con la combinación de las nuevas juntas de cizallamientos R y P da lugar a la formación de una zona de fracturamiento a manera de trenza. Luego esta hipótesis sería extensible a los otros centros de vetas de la zona San Genaro y a los diferentes puntos del distrito Minero de Castrovirreyna.

Las deflexiones de la estructura Chonta (por ejemplo, en el cuadrángulo de Huachocolpa), la forma romboidal del sinclinorio de Castrovirreyna con eje axial subparalelo a la falla Chonta, permite dar una segunda hipótesis a nivel regional que el sinclinorio de Castrovirreyna podría ser parte de una estructura del tipo pull-apart. El progresivo desarrollo de esta estructura creó zonas de cizallamiento en el interior y dio lugar a fracturamientos anastomosados, estas estructuras frágiles secundarias posteriormente fueron mineralizadas.

Palabras claves: Falla chonta, Formación caudalosa, Formas dómicas, Deformación con rotación, Juntas de cizallamiento, Pull-apart, Fracturas anastomosadas, Filón.

ABSTRACT

The zone of left-lateral shear of the Chonta fault takes place a rotate deformation, arriving a moment in that the fractures of tension and the shear set are distributing parallelly, to the to continue the deformation left-lateral set R they act like a new shear zone and it with the combination of the new set of shears R and P, it gives place to the formation of a fracturing zone to way of braid. Then this hypothesis would be expandable to the other centers of veins of the San Genaro zone and to the different points of the Mining District of Castrovirreyna.

The deflections of the Chonta structure (by example in the quadrangle of Huachocolpa), the rhombus form of the sinclinorio of Castrovirreyna with sub parallel axial axis to the Chonta fault, allows to give a second hypothesis at regional level, that the sinclinorio of Castrovirreyna could be part of a structure of the pull-apart type. The continue development of this structure to created shear zone in the interior and it gave place to anastomosing fractures, these secondary brittle structures after were mineralized.

Keywords: Chonta fault, Caudalosa formation, Dome form, Rotate deformation, Shear set, Pull-apart, Anastomosing fractures, Vein.

INTRODUCCIÓN

La zona de San Genaro trabajada desde la época colonial, aún alberga reservas de plata, plomo, zinc, subordinadamente cobre, y algo de oro hospedadas principalmente en estructuras lineales de geometría simple a complejas que cortan las secuencias volcánicas de la formación caudalosa. El área cubierta en este estudio fue de aproximadamente 25 km² definido por los vértices opuestos de coordenadas UTM 482000E, 8541000N y 487000E, 8546000N (Fig. 1).

Actualmente esta zona es trabajada por Castrovirreyna Compañía Minera S.A.

UBICACIÓN Y VÍAS DE ACCESO

Está ubicado en el distrito de Santa Ana, provincia de Castrovirreyna, departamento de Huancavelica. Y de acuerdo a la metalogenia, la zona San Genaro se encuentra en el sector este del distrito minero de Castrovirreyna, es decir, sobre la cresta occidental de los Andes en el Sur del Perú central aproximadamente a 253 km al sureste en línea recta desde la ciudad de Lima con alturas entre 4700 a 5200 msnm. Se accede a la zona de estudio (Fig. 1) desde la ciudad de Lima, tomando la Panamericana Sur hasta la localidad de San Clemente de Pischo (232 km), donde se gira a la izquierda, para seguir sobre la carretera asfaltada Los Libertadores hasta un lugar llamado Rumichaca (195 km), de aquí se sigue hasta el pueblo de Santa Inés sobre carretera afirmada (52 km) para, finalmente, tomar la carretera afirmada hasta la mina San Genaro (10 km).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La zona minera de San Genaro presenta varios agrupamientos de vetas epitermales del tipo de baja sulfuración donde la deformación estructural aún no es muy bien entendida.

Víctor Quirita (1984); generó un modelo de esfuerzo para la zona de San Genaro y vecindad, delimitada por los vértices opuestos en coordenadas UTM: 479000E, 8539000N, 492000E, 8548000N.

Pero esto es discutible porque no considera una de las direcciones principales de cizallamiento regional, el sistema de la falla Chonta con una cinemática transcurrente (Wise & Noble, 2001), de dirección andina (dirección media N 40° W); las estructuras mineralizadas son vetas mayormente de dirección próxima a E-W, que no corresponde a las estructuras tensionales previstas por el modelo, que intenta explicar y también sería necesario una explicación para la génesis del sinclínorio de Castrovirreyna con superficie axial paralela o subparalela a la dirección de la falla Chonta.

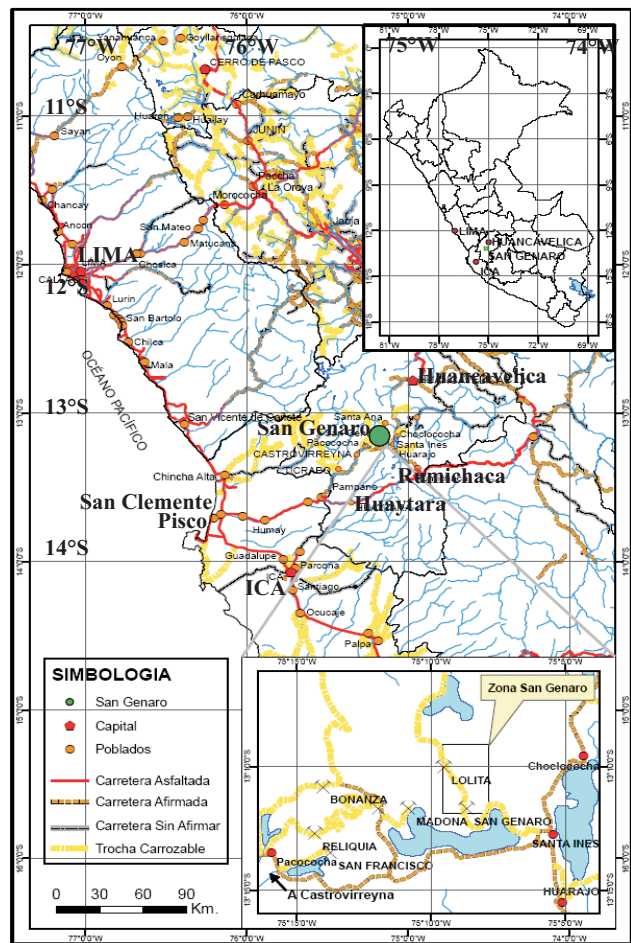


Figura 1. Plano de ubicación del área de trabajo - Zona San Genaro.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

- Identificar el sistema o sistemas estructural lineal principal que favoreció la formación de vetas mineralizadas en la zona de estudio.
- Generar un modelo estructural para la zona de San Genaro.
- Generar un modelo tectónico para el distrito minero de Castrovirreyna.

Eje promedio del plegamiento regional y local	N 25° W
Esfuerzo de compresión	N 65° E y S 65° W
Estructuras de cizalla	N 80° W (Sinistral) y N 30° E (Dextral)
Estructuras de tensión	N 65° E
Fallas Inversas	N 25° W

MARCO GEOTECTÓNICO

La cadena andina es un ejemplo de la orogenia continental como resultado de la subducción de una placa oceánica, la de Nazca, debajo de la placa continental, la Sudamericana (Jaillard *et al.*, 2002).

El área de estudio pertenece a la cresta central sur de la cordillera occidental de los andes peruanos. Por lo que es parte de la Cadena de los Andes (longitud aproximada de 8000 km), que está localizada en el borde oeste del continente sudamericano.

La interacción entre la placa de Nazca y la placa sudamericana originó el desarrollo de la cadena andina, y se reconoce en los andes (según Dalmayrac *et al.*, 1988) las siguientes unidades morfoestructurales fundamentales en forma de franjas paralelas al litoral de la costa peruana del oeste al este (Fig. 2): La zona de subducción, la zona costanera, la cordillera occidental, la zona intercordillerana, la cordillera oriental, y la zona subandina.

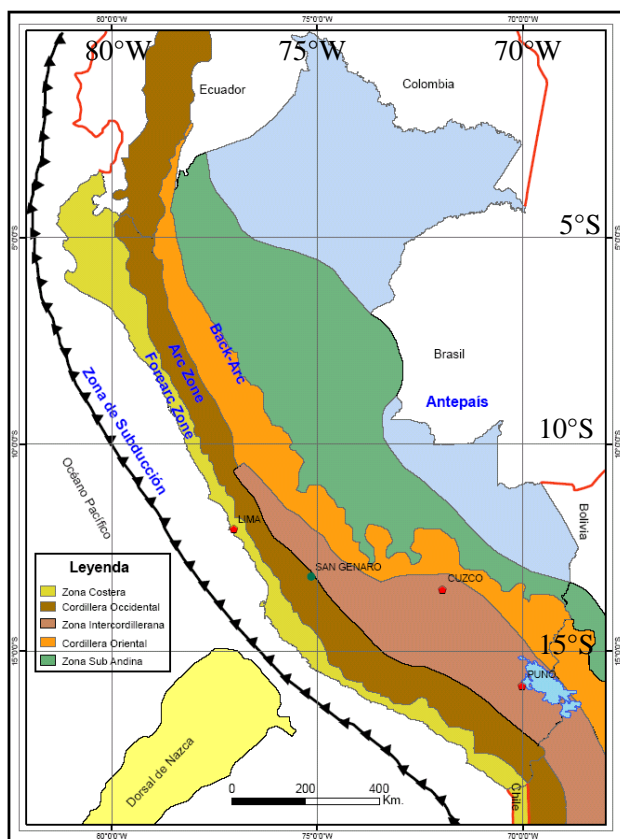


Figura 2. Esquema morfoestructural a lo largo de la cadena andina peruana es dividido en: 1) la zona de subducción; 2) la zona forearc, que corresponde al talud del pacífico y áreas costeras; 3) una zona de Arc, principalmente representado por la cadena andina (cordillera occidental y altiplano); 4) un área de back-arc, que incluye la cordillera oriental, el talud Amazónico, contrafuertes y los terrenos bajos oriental subyacente a la cuenca antepaís. Desde el terciario, las zonas *forearc*, *arc* y *back-arc* son dominadas por estilos de deformación distintivo (Jaillard *et al.*, 2002).

GEOLOGÍA REGIONAL

En el Cretáceo superior (Palacios, 1995; Dalmayrac *et al.*, 1988), es el tiempo en que se da la inversión tectónica y da origen a la compresión andina responsable de la elevación de la cadena montañosa. El inicio de la orogénesis no es simultáneo en toda la cadena, siendo una progresión temporal y espacial de efectos tectónicos que se van desplazando al Este.

La convergencia es de dirección N 78,8° E con una velocidad media de 7,9 cm / año (De Mets *et al.*, 1994; Tamaki, 1999).

La zona de estudio pertenece al Sinclínorio de Castrovirreyna (Fig. 3) donde los ejes axiales del plegamiento son truncados por el sistema de fracturamiento de dirección E - O y al este a unos 15 km aflora el sistema de falla Chonta de orientación NO.

ESTRATIGRAFÍA

Unidades sedimentarias

Sobre la región delimitada en el plano de la figura 3, las unidades sedimentarias afloran solo en los sectores extremos SO y NE:

En el sector NE, están presente rocas carbonatadas del **Grupo Pucará** (Triásico superior al Jurásico inferior, < 1200 m); calizas con niveles arcillosos de la **Formación Chumumayo** (Jurásico medio - Bajociano, 150 a 230 m); areniscas alternadas con limoarcillitas y niveles de carbón del **Grupo Goyllarisquiza** (Cretáceo Inferior, 200 a 400 m.), también presente en el sector SO; yaciendo concordantemente al grupo anterior se tiene secuencias de lavas basálticas y lutitas tufáceas de la **Formación Chayllacatana** (Cretáceo inferior, Neocomiano superior; 100 a 200 m); calizas estratificadas en capas delgadas, medianas y gruesas de la **Formación Pariahuanca** (Cretáceo inferior, Albiano inferior; < 95 m) solo presente en el sector SO; lutitas calcáreas, margas y niveles de calizas de la **Formación Chúlec** (Cretáceo inferior tardío, Albiano medio; 150 a 400 m) también presente en el sector SO; calizas delgadas con chert y lutitas de la **Formación Pariatambo** (Cretáceo inferior, Albiano medio superior; < 100 m) presente en el sector SO y NE; yaciendo en forma discordante a la formación Chúlec se muestran molasas rojas conformadas por secuencias delgadas de areniscas, alternada con limoarcillitas y niveles de lodolitas, con algunos niveles delgados de calizas y conglomerados calcáreos, cuarcítico de la **Formación Casapalca** (Cretáceo superior - Eoceno medio, < 300 m), presente en el sector NE de la Fig. 3.

Secuencia de rocas volcánicas

Una gruesa secuencia de rocas volcánicas (~3000 m) agrupadas en unidades de derrames y piroclásticos

que alternan con series sedimentarias piroclásticas, constituye el terreno dominante, en el espacio y tiempo durante la evolución cenozoica de la región representada en el plano de la Fig. 3. A continuación se menciona las formaciones volcánicas presentes:

Yaciendo en discordancia angular a las unidades Mesozoicas y a la formación Casapalca se muestran lavas andesíticas, riocáciticas y dacíticas de texturas porfírica a afaníticas, con niveles de tobas, y areniscas tobáceas, es la **Formación Tantar** (Eoceno superior - Oligoceno, 41-40,9 Ma. < 700 m.); sobreyaciendo en discordancia a la formación anterior, se muestran intercalaciones de lavas andesíticas, tobas soldadas y tobas redepositadas es la **Formación Sacsaquero** (Eoceno superior - Oligoceno, datada 40 Ma. < 1000 m); yaciendo en discordancia erosional a la formación Sacsaquero se tiene lavas en la base, aglomerados volcánicos, secuencia sedimentaria piroclástica, al tope brechas tobáceas alternando con tobas y limos arenosos es la **Formación Castrovirreyna** (Mioceno inferior, datada 21-22 Ma. 400 a 1000 m); en discordancia a la formación anterior se muestran coladas y brechas de flujo andesíticas, con algunas intercalaciones lenticulares de piroclastos y areniscas tobáceas es la **Formación Caudalosa** (Mioceno superior, datada 12-14 Ma. < 400 m); yace discordantemente a las formaciones de Castrovirreyna o Caudalosa con quien se interdigita localmente, consiste en rocas tobáceas macizas, parte superior areniscas y limoarcillitas intercaladas con calizas y tobas sueltas, es la **Formación Auquivilca** (Mioceno superior, secuencia occidental; variable hasta 900 m); cubriendo el bloque mesozoico plegado y fallado al Este del sistema de fallas Chonta, se muestran flujos piroclásticos, ignimbritas y a veces niveles de lahares de gran espesor, seguido de lavas en alternancia con piroclastos, es la **Formación Apacheta** (Mioceno Superior, secuencia oriental, datada 10-8 Ma. < 500 m); localmente se interdigita con la secuencia sedimentaria piroclástica de la formación Auquivilca y consiste en lavas andesíticas y dacíticas intercaladas con algunos flujos de brechas y tobas andesíticas y dacíticas es la **Formación Huichinga** (Mioceno superior, < 300 m). Una secuencia volcánica oriental de toba piroclástica de aspecto brechoide y estratos de ceniza, seguida por lavas andesíticas basálticas y sucesión de flujos piroclásticos riocácitico cementados, es la **Formación Chahuarma** (Mioceno superior, datada ~7 Ma. < 300 m); otra secuencia volcánica oriental conformada por tobas lapillíticas (ignimbritas) cementadas, seguido por una secuencia superior de lavas andesíticas a basálticas en alternancia con niveles piroclásticos de cenizas y escorias, es la **Formación Santa Bárbara** (Mioceno superior, secuencia oriental, datada 6,7-7,8 Ma. < 500 m); sobreyaciendo en discordancia angular a la formación Auquivilca, a unidades más antiguas y des-

cubierta al techo se muestran lavas andesíticas, basálticas a riolíticas y brechas de flujo de similar composición, con ocasionales niveles tobáceos y piroclásticos vinculados a centros volcánicos del tipo estrato volcán y explosivo es la **Formación Astobamba** (Plioceno, datación 3,5 Ma.; Morche et al., 1996; < 300 m); finalmente, se tienen los depósitos cuaternarios consistentes en depósitos glaciares, fluvioglaciares y coluviales.

LINEAMIENTOS

Lineamientos son probablemente expresiones de rasgos superficiales del área terrestre en estudio de gran longitud y alcance profundo.

Sobre la base de los lineamientos interpretados desde la imagen satelital Landsat de bandas 7, 4, 2 (escala 1: 100 000) que cubre el plano de la figura 3 y fotos aéreas (1:30 000) que cubre el distrito minero de Castrovirreyna se concluye que en el distrito minero y la zona San Genaro predominan las de dirección general E - O, pero también están presente en menor frecuencia lineamientos de tendencia NO algo más hacia el oeste y un tercer sistema de lineamientos de dirección NE y NS mucho menos frecuente.

MAPA MINERAL ASTER

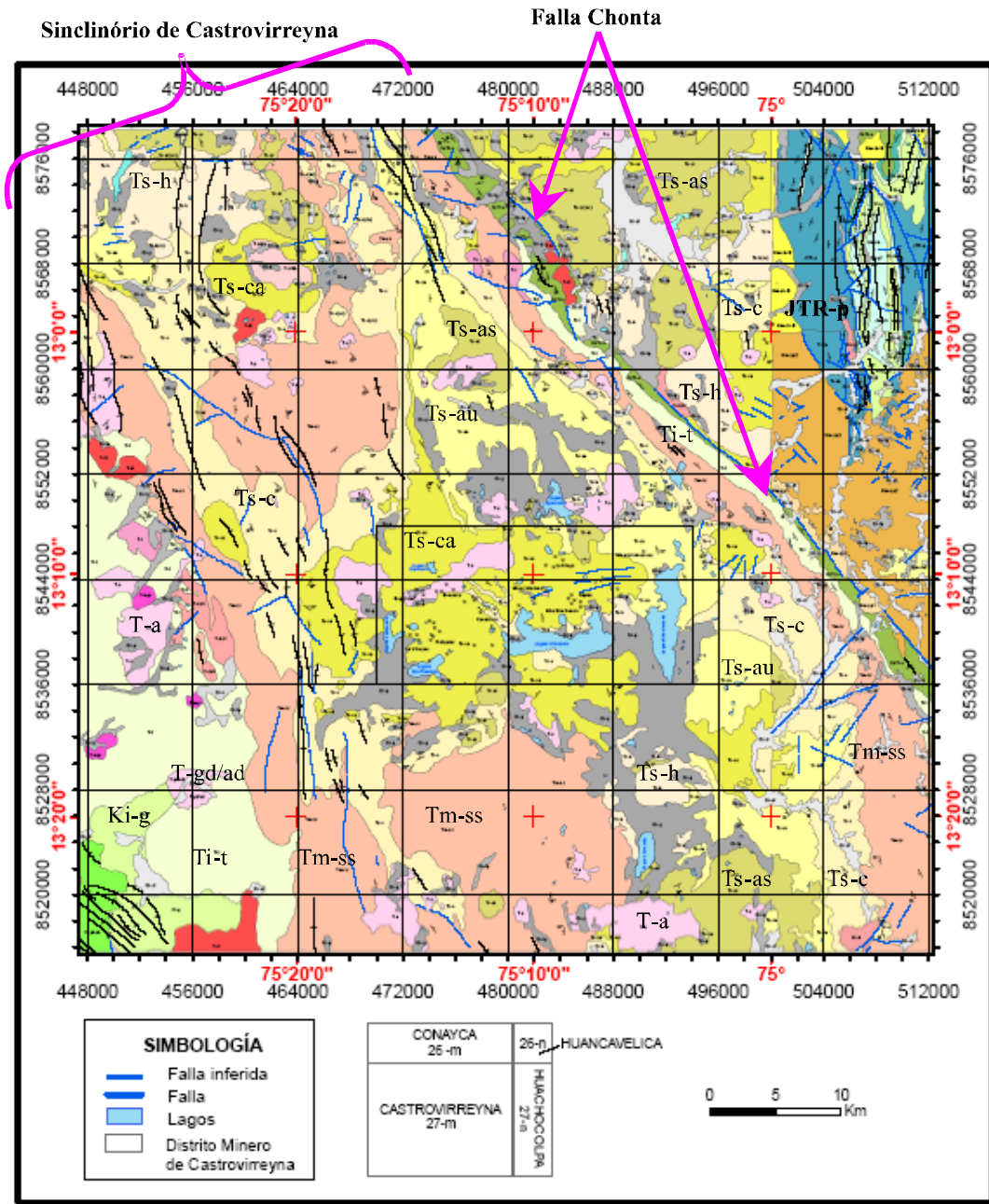
El sensor ASTER (*Advance Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*) consta de tres subsistemas independientes, (VNIR, 3 bandas) visible e infrarrojo cercano, (SWIR, 6 bandas) infrarrojo de la onda corta y (TIR, 5 bandas) infrarrojo termal se usa para caracterizar el área de alteración o en estudio basado en la respuesta espectral de minerales y la comparación con curvas o patrones espectrales de los elementos a identificar.

Desde un *Aster Mineral Map* de escala 1:50 000 para el distrito minero de Castrovirreyna se realizó la correlación de los minerales Jarosita, Goetita, Caolinita, Pirofilita, Sericita y Sílice con el objeto de hacer una visualización más aguda sobre ella, resultando formas alargadas que toman direcciones E-O (sílice, goetita, jarosita, y pirofilita), NO (sílice, jarosita, goetita y sericita), NE (sílice, jarosita y sericita) y NS (sílice, jarosita, goetita, pirofilita y sericita).

Lo cual implica un cierto control lineal que podría estar vinculado a juntas de fracturas.

GEOLOGÍA LOCAL

La secuencia volcánica que cubre toda la zona San Genaro es la formación caudalosa, conformada principalmente por lavas de composición andesíticas con niveles piroclásticos y algunos niveles de lavas basálticas.



Volcánicos Occidental

- Q. Depósito reciente
- Ts-as Fm. Astobamba
- Ts-h Fm. Huichinga
- Ts-au Fm. Auquivilca
- Ts-ca Fm. Caudalosa
- Ts-c Fm. Castrovirreyna
- Tm-ss Fm. Sacsaquero
- Ti-t Fm. Tantara
- KsTi-c Fm. Casapalca
- Ki-P Fm. Pariatambo
- Ki-ch Fm. Chulec
- Ki-phch Fm. Pariahuanca-Chulec
- Ki-g Grpo. Goyllarisquizga
- Jm-ch Fm. Chunumayo
- JTR-p Grupo Pucara

Volcánicos Oriental

- Fm. Santa Barbara
- Fm. Chahuarma
- Fm. Apacheta 2
- Fm. Apacheta 1
- Fm. Chayllacatana

Intrusivos

- T. Monzogranito
- T. Granodiorita/Adamelita
- T. Diorita
- T. Andesita/Diabasa
- T. Dacita/Andesita
- T. Andesita
- T. Dacita/Riolita
- T. Riodacita
- T. Riolita

Figura 3. Geología Regional vecina al área de Estudio. Anticlinal y sinclinal = y

La zona se caracteriza por albergar un conjunto de vetas de plata (polimetálicas) de orientación general E - O agrupadas próximas a altos topográficos de formas dómicas que parecen ser deformaciones producto del ascenso de material subvolcánico porfirítico de composición andesítico.

Alteraciones

La alteración más extendida es la propilítica de intensidad débil que circunda a las otras alteraciones haciéndose más notorio al aproximarnos a áreas con estructuras vetiformes. A esta alteración le sigue la argílica neta que es muy restringida y casi siempre circunda a la alteración argílica en forma de bandas muy angostas, la alteración argílica de intensidad débil a mediana forma áreas irregulares circundando a cuerpos de sílice y vetas, la argílica avanzada es restringida a un punto del área de Vulcano, la silicificación se muestra formando cuerpos y el ensamble cuarzo-sericita más arcillas está restringida a las cajas inmediatas de las vetas.

Estructuras

Se recolectó datos de fallas, fracturas y vetas generándose base de datos para las diferentes áreas de la zona San Genaro, es decir, para el área San Genaro, Inglaterra, Mañoso, Vulcano y La Griega.

De acuerdo a los diagramas de rosetas la dirección general y predominante es la E - O coincidiendo con las obtenidas en la interpretación de lineamientos.

La geometría de las vetas son de simples a complejas mostrando lazos cimoides, bifurcaciones y entrelazados.

Las fallas (60) identificadas en superficie y algunas tomadas en galería son de cinemática Normal (36), transcurrente (22) e inverso (2). Las de movimiento transcurrente se subdividen en 9 de movimiento dextral y 13 de movimiento siniestral.

El sentido del movimiento fue reconocido en base a las estrías finas de fallas cortadas transversalmente por unas gradas que se repiten a lo largo de las estrías.

ANÁLISIS DINÁMICO DE LAS FALLAS

Un método bastante usado para determinar la orientación de las fuerzas que crearon el movimiento sobre un plano de falla es el método de los diedros rectos (Angelier, 1994).

Luego para un conjunto de fallas s_1 debe pertenecer al conjunto de orientaciones de todos los diedros compresivo, y s_3 debe ser común a todos los diedros extensivo (Fig. 5).

Obtenido la orientación de los componentes principales del tensor de esfuerzos, se determina el régimen tectónico (compresivo, transcurrente o extensional).

Recurriendo al parámetro de forma R ($R = s_2 - s_1 / s_3 - s_1$) del elipsóide (Fig. 6) y a la clasificación de los diferentes tipos de regímenes tectónicos limitados por 4 tensores de esfuerzo de revolución (Ritz y Taboada, 1993; en Lavenu & Cembrano, 1999).



Figura 4. Un plano de falla, área de San Genaro.

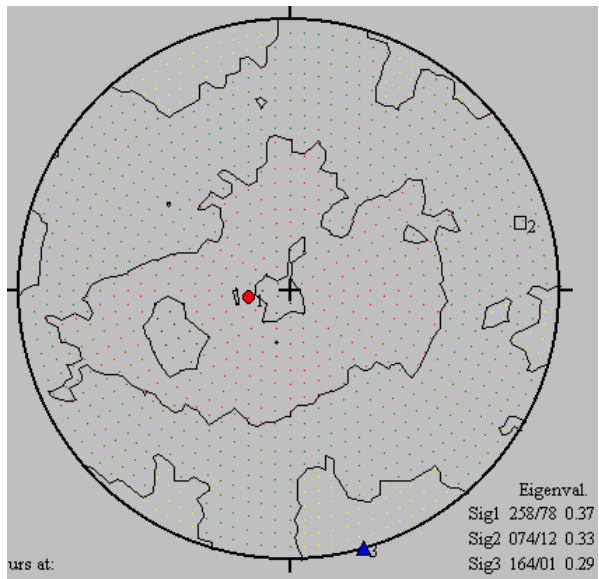


Figura 5. Ejes principales de esfuerzos. Método de los diedros rectos, para el área de San Genaro.

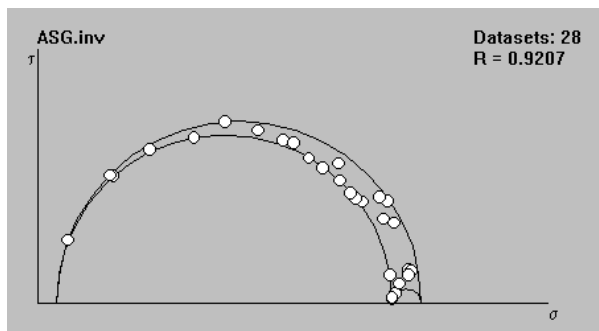


Figura 6. El círculo de Mohr para las fallas del área de San Genaro, distribución de los puntos del estado de tensión para cada plano de falla.

Con la asistencia del software TectonicsFP, se obtiene los diagramas de la figura 5 y 6 para una data de 28 planos de fallas del área San Genaro indicando un esfuerzo compresivo máximo (s_1) subvertical (78°), un esfuerzo tensional principal (s_3) que actuó sobre el área con una dirección de 164° y un plunge de 01° ; del diagrama de Mohr $R = 0,92$ y recurriendo al diagrama de Ritz y Taboada (1993) se deduce que hubo un régimen de extensión radial. Lo cual no parece ser lógico porque no es correcto que s_2 y s_3 sean ambas de tracción sabiendo que el contexto tectónico general es de convergencia de placas y además s_2 (074°) es paralela al vector de convergencia actual entre la placa de Nazca y la placa Sudamericana. Entonces lleva a pensar en un régimen transcurrente próximo a la compresión uniaxial.

Se realizó el mismo análisis para las otras áreas resultaron con regimenes indefinidos entonces se las agrupo en áreas Inglaterra-Mañoso y Vulcano-La Griega resultando s_1 de inclinación subvertical e indicando un régimen extensional intermedio y para el segundo un régimen extensional muy próximo a la extensión uniaxial. Más aún el interés en un modelo tectónico regional motivó hacer el mismo análisis para la Zona

San Genaro resultando un régimen extensional con una débil tendencia hacia la extensión radial.

MODELO ESTRUCTURAL PARA EL ÁREA SAN GENARO

Se reconstruye a partir de la orientación promedio de las vetas, el eje de esfuerzo principal compresivo tuvo una dirección promedio E - O dando lugar a grietas de tensión próximo a esta orientación, posteriormente se dio lugar una zona de cizalla dando lugar a los movimientos sinistral y dextral sobre esta dirección. Como parte de la evolución tectónica local se da probablemente en un régimen tectónico transcurrente basado en el registro de fallas de rumbos y la información de trabajos anteriores de Lewis, 1956; Pohl et. al., 1985 y Wise 2005 que escribieron sobre el predominio de fallas de movimiento sinistral, pero también presente la de sentido dextral. Teniendo presente la dirección próximo a E - O, el par de fallas cizallante la Chonta $N40^\circ O$ sinistral y la falla veta Caudalosa $N65^\circ O$ de movimiento sinistral (Wise, 2005): las direcciones de fallamientos corresponderían a grietas de tensión las de $N80^\circ E$ dada por el sistema de vetas; cizallamiento conjugada R (Ridel) $N50^\circ E$ movimiento dextral; el cizallamiento sinistral R' de dirección 110° ; cizallamiento sinistral P de orientación 130° ; cizallamiento dextral X de dirección $N35^\circ E$ y cizallamiento sinistral Y de orientación 120° .

Pero, para explicar la existencia común de cinemática izquierda y a veces derecha en la orientación ge-

neral de las vetas E - O, las estructuras secundarias subordinadas a una zona de cizallamiento transcurrente van a rotar, estas van comportarse como un par cizallante, las juntas de cizallamiento van evolucionar llegando un momento en que las grietas de tensión y las juntas de cizallamiento están dispuestas paralelamente. Al proseguir la deformación se producen nuevas juntas R y nuevas juntas de cizallamiento llamadas P, simétricas a las juntas R nuevas. La combinación de los cizallamientos P y R conduce a la formación de una zona de fracturamiento a manera de trenza sobre la dirección general del movimiento ($N80^\circ E$) (experimentos con cajas de cizallamiento conteniendo arcillas, Tchalenko, 1970; en Mercier y Vergely, 2001). Luego esto es extensivo a la zona San Genaro y también lo será al agrupamiento de vetas dentro del distrito minero de Castrovirreyna.

CONCLUSIONES

La zona San Genaro alberga yacimientos metálicos principalmente de plata del tipo filoneano, epitermal de baja sulfuración.

Las interpretaciones estructurales aquí formuladas permitirán avanzar con una hipótesis de predecir, en términos de prospección regional de yacimientos del mismo tipo asociado a la falla Chonta de dirección 320° y en especial el trazado de su deflexión.

Las deflexiones de la falla Chonta, particularmente las que presentan orientación que va a generar desvíos del tipo «*releasing bend*», pueden dar origen a estructuras del tipo *pull-apart*. El progresivo desarrollo de estas estructuras en que el trazado de la falla principal cree patrones anastomosados va a crear zonas de cizallamiento y se puede crear un conjunto de estructuras frágiles secundarias que podrían albergar mineralización del tipo veta.

La fracturación de la zona San Genaro es una fracturación secundaria subordinada a la falla Chonta que es una estructura mayor primaria.

La complejidad cinemática de las estructuras dilatacionales de dirección E - O, originadas como hendiduras tensionales y reactivadas por la progresión de la apertura de esas hendiduras, es debido al régimen frágil rotacional impuesto por la estructura mayor.

Los datos del análisis dinámico son preliminares y su interpretación debe ser tomada con algunas reservas.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue posible gracias al apoyo de la empresa Castrovirreyna Cía. Minera S.A., la colaboración del Ing. T. Pajuelo. A José Feliciano Rodríguez por sus correcciones y sugerencias. A las personas que facilitaron poder hacer uso del estereoscopio de

espejo de la Universidad Nacional de Ingeniería, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, del INGEMMET y al Ing. J. Dávila. A E. Ayala, J.C. Martel, R. Vivas por la confección digital de los planos, al Dr. J. Macharé, H. Chirif por sus sugerencias. A D. Romero, A. Sánchez, L. Ramírez, A. Iparraguirre, J. García, C. Pinto, H. Molina, M. Cuzcazo, V. Cuzcano por su apoyo desinteresado y a todos los que colaboraron en la confección de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Angelier, J. (1994). *Fault slip analysis and palaeostress reconstruction*. En *Continental Deformation*, University of Bristol, U.K. Oxford. Chapter 4, pp. 53-100.
2. Dalmayrac, B.; Laubacher, G.; Marocco, R. (1988). «Caracteres generales de la evolución geológica de los Andes Peruanos» en Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Lima. Boletín N° 12 serie D. *Estudios especiales*.
3. Jaillard, Etienne et. al., (2002). «Andean geodynamics: main issues and contributions from the 4th ISAG, Göttingen». en *Tectonophysics*. Vol. 345 pp. 1-15.
4. Lavenu, Alain & Cembrano, José (1999). «Estados de esfuerzo compresivo plioceno y compresivo transpresivo pleistoceno, Andes del sur, Chile (38°- 42°30'S)». En Convenio IRD-Departamento de Geología de la Universidad de Chile.
5. McKee, E. (1975) «Chronology of late tertiary volcanism and mineralization, Huacitocolpa district, central Perú». *Economic Geology*. Vol. 70, pp. 388-390.
6. Morche, Wolfgang y Larico Cayo, Washington (1996). «Geología del cuadrángulo de Huancaavelica». En Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Lima. Boletín N° 73 serie A: *Carta geológica nacional*.
7. Palacios Moncayo, O. et. al. (1995). «Geología del Perú» en Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Lima. Boletín N° 55 serie A. *Carta geológica nacional*.
8. Wise, James & Noble, Noble (2001). «La falla Chonta del Perú Central - Una falla inversa con reactivación de rumbo sinistral respondiendo a un cambio de la oblicuidad relativa de convergencia de las placas tectónicas». En Sociedad Geológica del Perú. Lima. *Boletín* 92, pp. 29-41.