



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y
METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



CONTROLES ESTRUCTURALES DE MINERALIZACIÓN
AURÍFERA EN EL SISTEMA DE VETAS ANGOSTAS DE LA
EMPRESA GOLDEN RIVER RESOURCES S.A.C. CHALA –
AREQUIPA

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. FREDY ELEUTERIO CHURA GOMEZ

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO GEÓLOGO

PUNO – PERÚ

2022



DEDICATORIA

A la memoria de mi padre Juan de dios (†) que paz descanse y mi madre Carmela por darme la vida y ser fuente de su enseñanza, sabiduría y sus esfuerzos, a mi menor hermano Rene por darme motivación, a mi esposa por su constante apoyo gracias por su valentía, a mi hija Anggie Xiomara es la fortaleza de mi existir, motivación y su inmenso amor y su alegría, motivo de mi existir, para culminar este trabajo y lograr mis sueños. Por último, a todos mis familiares y amigos que me apoyaron y creyeron en mí.

Fredy Chura



AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco a Dios por iluminarme y bendecirme mi vida para ser profesional y cumplir mis sueños, a mis docentes por su dedicación y transmitir sus enseñanzas para mi aprendizaje constante y por brindarme la formación académica.

Agradezco a la empresa minera Golden River Resources SAC, por darme la oportunidad de integrar en su grupo.

Al Ing.: Roberto Zegarra Ponce, mi asesor de tesis, gracias por su consejo y su apoyo incondicional.

Fredy Chura



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 14

ABSTRACT..... 17

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ASPECTOS GENERALES..... 16

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 17

1.3 HIPÓTESIS 18

1.4 OBJETIVOS..... 18

1.4.1 Objetivo general..... 18

1.4.2 Objetivos específicos 18

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES 19

2.2 BASES TEÓRICAS 20

2.2.1 Tectónica..... 20

2.2.2 Metalogenia 20

2.2.3 Geología Estructural 21

2.2.4 Terminología Básica..... 24

2.2.5 Modelos Cinemáticos Estructurales..... 28



2.2.5.1 Dinámica estructural Riedel.....	28
2.2.5.2 Fracturación de Anderson.....	29
2.2.6 Principales características cinemáticos.....	32
2.2.6.1 Extensión y compresión en zonas de falla.....	33
2.2.6.2 Inflexiones y condiciones mineralizantes.....	35
2.2.6.3 Transición dúctil frágil y emplazamiento de minerales.....	36
2.2.6.4 Zonas de cizalla.....	37
2.2.7 Lito – Estratigrafía regional.....	39
2.2.7.1 Complejo basal de la costa - Paleozoica Precambiano (PPe – gn/e).....	39
2.2.7.2 Grupo Tarma – Carbonífero superior (Cs -Ta).....	39
2.2.7.3 Grupo Mitu – Pérmico superior (PsT - mi).....	39
2.2.7.4 Formación Chocolate – Jurásico inferior (Ji – cho).....	40
2.2.7.5 Formación guaneros – Jurásico superior (Js – gu).....	40
2.2.7.6 Formación Moquegua – Neógeno mioceno (Nm – mo).....	40
2.2.7.7 Rocas intrusivas.....	41
2.2.7.8 Rocas plutónicas Súper-unidad Linga (Ks – li/mz).....	41
2.2.7.9 Depósitos cuaternarios - aluviales y eólicos (Qh – al).....	41

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	43
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	43
3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	43
3.4. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.....	43
3.5. TIPO DE DISEÑO.....	43
3.6. METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTOS.....	43
3.6.1. Etapas de trabajo de investigación.....	45



CAPITULO IV

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1 UBICACIÓN	48
4.2. ACCESIBILIDAD	48
4.3 SOBRE EL TERRENO SUPERFICIAL.....	49
4.3.1 Método de explotación.....	50
4.4. MARCO GEOLÓGICO LOCAL	51
4.5. LITOLOGÍA LOCAL	51
4.5.1 Rocas Intrusivas - Súper Unidad Linga (Ks -li/mz).	51
4.5.2 Jurásico inferior – formación chocolate (Ji-cho).	53
4.5.3 Depósitos cuaternarios (Qh – al)	53
4.6 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL LOCAL	54

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. ORIENTACIONES DE SISTEMAS ESTRUCTURALES EN LA MINERALIZACIÓN AURÍFERA.....	58
5.1.1. Orientaciones de sistemas de fallas en proyecto Patricia	58
5.1.1.1 Falla Estrella.	58
5.1.1.2 Falla Sarita.	58
5.1.1.3 Falla Pamela.....	59
5.1.1.4 Falla Poderosa.....	59
5.1.2. Orientaciones de sistemas de fallas en la unidad Chaparral	60
5.1.2.1 Falla Chogui.....	60
5.1.2.2 Falla I.	60
5.1.2.3 Falla II.....	60
5.1.3. Orientaciones de sistemas de vetas proyecto Patricia y unidad Chaparral ...	62



5.1.3.1 Veta Patricia.....	62
5.1.3.1 Veta Chaparral I.....	62
5.1.4. Orientaciones de sistemas de diaclasas en proyecto Patricia.....	66
5.1.5 Orientaciones de sistemas de diaclasas en la unidad Chaparral.	65
5.2. PELEOESFUERZOS TECTÓNICOS EN SISTEMAS ESTRUCTURALES EN PROYECTO PATRICIA Y UNIDAD CHAPARRAL.	66
5.2.1. Los esfuerzos principales en sistema de fallas del proyecto Patricia	66
5.2.2. Los esfuerzos principales en veta Patricia	69
5.2.3 Los esfuerzos principales en sistema de fallas de la unidad Chaparral	70
5.2.4 Los esfuerzos principales en la veta Chaparral I de la unidad Chaparral	76
5.3. MODELO CINEMÁTICO ESTRUCTURAL EN PROYECTO PATRICIA	74
5.4. MODELO CINEMÁTICO ESTRUCTURAL EN UNIDAD CHAPARRAL	74
5.5. INTERPRETACIÓN EN DIAGRAMA DEL MODELO DE CIZALLA RIEDEL.	75
VI. CONCLUSIONES	78
VII. RECOMENDACIONES	80
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	81
ANEXOS.....	84

Área : Geología Estructural

Tema : Controles estructurales de mineralización aurífera en sistemas de vetas angostas.

FECHA DE SUSTENTACION: 11 de febrero de 2022



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Sistema estructural del cuadrángulo de Chaparra.	22
Figura 2	Mapa estructural de la hoja de Chaparra y Ático	23
Figura 3	Imagen el estado de fuerzas en tres planos	24
Figura 4	Dirección de fuerzas aplicadas en tres tipos.....	25
Figura 5	Cuatro tipos de fallas.....	27
Figura 6	Comportamiento estructural de cizallas simples y sistemas de Riedel	29
Figura 7	Fractura según Anderson.....	30
Figura 8	Tipos de fallas de Anderson en función de la orientación	31
Figura 9	Principales tipos de fallas según Anderson	32
Figura 10	Diferentes estructuras de falla a diferentes escalas	33
Figura 11	Arreglos diversos de fallas por Davis y Reynolds	34
Figura 12	Dúplex compresional y extensional	35
Figura 13	Estructuras asociadas a lo largo de una zona de falla	36
Figura 14	La transición dúctil - frágil de los yacimientos mesotermales y las grandes zonas de cizalla	37
Figura 15	Emplazamientos de minerales en la transición frágil y dúctil, estructuras comunes en la zona de falla y cizalla.....	38
Figura 16	Columna estratigráfica de región Arequipa	42
Figura 17	Esquema de los procedimientos de la metodología	44
Figura 18	La primera ventana para ingresar datos estructurales	46
Figura 19	En la ventana del Faulkin 8 muestra con los datos ingresados para calcular y graficar planos de falla y dirección de movimientos.	47
Figura 24	Representación gráfica de diagrama de esfuerzos para falla Estrella	67
Figura 25	Representación gráfica de diagrama de esfuerzos para falla Sarita	68



Figura 26	Representación gráfica de diagrama de esfuerzo de falla Pamela.....	68
Figura 27	Representación gráfica de diagrama de esfuerzos de falla Poderosa	69
Figura 28	Representación gráfica de diagrama de esfuerzos de la veta Patricia	70
Figura 29	Representación gráfica de diagrama de esfuerzos de falla Chogui,	71
Figura 30	Representación gráfica de diagrama de esfuerzos de falla I	72
Figura 31	Representación gráfica de diagrama de esfuerzos de la falla II	72
Figura 32	Representación gráfica de diagrama de esfuerzo para veta Chaparral	73



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Coordenadas UTM de ubicación de la mina Golden River Resources SAC....	48
Tabla 2	Accesibilidad a la empresa minera Golden River Resources S.A.C	49
Tabla 3	Orientaciones de sistema de diaclasas del proyecto Patricia	64
Tabla 3	Orientaciones de sistema de diaclasas de la unidad Chaparral	66



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

NW-SE	:	Noroeste- Sureste
N-S	:	Norte- Sur
E-W	:	Este – Oeste.
UTM	:	Universal Transversal de Mercator
DATUM	:	Referencias de coordenadas geográficas
WGS 84	:	Sistema Geodésico Mundial (1984).
PSAD56	:	Datum provisional sudamericano de 1956.
INGEMMET	:	Instituto geológico minero metalúrgico
USGS	:	El Servicio Geológico de Estados Unidos
RUB.	:	Rumbo
BZ.	:	Buzamiento
DIR.BUZ.	:	Dirección de buzamiento
DIP/DIP-DIR	:	Buzamiento y dirección de buzamiento
Ppe -gn/e	:	Complejo basal de la costa - Paleozoica Precambiano
Cs-Ta	:	Grupo Tarma - Carbonífero superior
PsT-mi	:	Grupo Mitú – Pérmico superior
Ji – cho	:	Formación Chocolate – Jurásico inferior
Js – gu	:	Formación guaneros – Jurásico superior
Nm – mo	:	Formación Moquegua – Neógeno mioceno
Ks – li/mz	:	Cretácico superior – Súper unidad Linga – monzonita
K-and	:	Cretáceo - Subvolcanico Andesita
Qh – al	:	Depósitos cuaternarios - aluviales
mz/gr	:	Monzogranito
Cz	:	Cuarzo



Py	:	pirita
Gln	:	Galena
OxFe	:	Óxidos de hierro
Au	:	Oro
Pb	:	Plomo
Zn	:	Zinc
Cu	:	Cobre
R	:	Riedel/Sintetica
R'	:	Antiriedel/Antitetica
C	:	Comprensión
E	:	Extensión
VT	:	Veta
VTLL	:	Vetilla
DL	:	Diaclasas
S.A.C.	:	Sociedad anónima cerrada.
SRL	:	Sociedad Responsabilidad limitada.
g	:	Gramos
Tm	:	Toneladas métricas
m	:	Metros
mm	:	Milímetros
m s.n.m	:	Metros sobre nivel del mar
Km	:	kilómetros
Kg/cm ²	:	kilógramo por centímetro cuadrado
°C	:	Centígrados
SUNARP	:	Superintendencia nacional de los registros públicos



N°	:	Numero
PPe -gn/e	:	Complejo basal de la costa - Paleozoica Precambiano
Cs-Ta	:	Grupo Tarma - Carbonífero superior
PsT-mi	:	Grupo Mitu – Pérmico superior
Ji – cho	:	Formación Chocolate – Jurásico inferior
Js – gu	:	Formación guaneros – Jurásico superior
Nm – mo	:	Formación Moquegua – Neógeno mioceno
Ks – li/mz	:	Rocas plutónicas Súper-unidad Linga
Qh – al	:	Depósitos cuaternarios - aluviales y eólicos
ArcGIS	:	Software de Sistemas de Información Geográfico
Dextral (Dx)	:	Sentido de movimiento a la derecha de un bloque.
Sinistral (Sx)	:	Sentido de movimiento a la izquierda de un bloque
Normal (Nx)	:	Sentido de movimiento al piso de un bloque
Inversa (Ix)	:	Sentido de movimiento al techo de un bloque
Pitch	:	Cabeceo o Rake de un plano de falla
σ_1	:	Sigma 1
σ_3	:	Sigma 3
NV	:	Nivel
SN	:	Sub Nivel



RESUMEN

El desarrollo del presente trabajo referido a controles estructurales en la mineralización de vetas angostas de la empresa minera Golden River Resources S.A.C ubicado en el distrito de Chala, provincia de Caraveli, región Arequipa el cual tiene un problema que no lograron determinar los controles estructurales es por ello se planteó con el siguiente objetivo general a determinar los controles estructurales de mineralización aurífera en el sistema de vetas angostas, en relación con la metodología desde el nivel de investigación fue descriptivo, explicativo y comparativo, en cuanto a su diseño fue no experimental observacional, aplicando con los siguientes procedimientos en tres etapas comenzando etapa inicial fue la recopilación de información, luego trabajo de campo y gabinete, en cuanto a los resultados se encontró que los controles estructurales son los paleoesfuerzos principales σ_3 de tensión con dirección 340° y el esfuerzo σ_1 de compresión con dirección 254° con una inclinación de 20° , estos esfuerzos principales genero fracturas y posterior fue rellenado con los fluidos hidrotermales estas estructuras son paralelas a la falla Chaparral y las fallas locales están dentro el esfuerzo σ_3 y son de post- mineralización de tipo normal con una componente dextral, haciendo movimiento hacia derecha como escalonadas hacen que la veta gire hacia el sentido horario o se doble en forma cóncava. también se identificó dos sistemas estructurales de orientaciones las primeras orientaciones que van de $N20^\circ$ a $40^\circ W(NW - SE)$ con buzamientos de 60 a $80^\circ NE$, son fallas de tipo inversa, normal y dextral, el siguiente orientación tiene $N30^\circ$ a $50^\circ E(NE-SW)$ con buzamiento de 55° a $80^\circ NW$ estas fallas son de tipo normal a dextral, los sistemas de vetas tienen paralelas al segundo sistema, y finalmente con el análisis cinemático concluimos que las fallas en la zona de estudio se identificaron dos fallas principales la falla Chogui es de tipo inversa que actuaron en un evento tectónico de tensión, las fallas de tipo normal a dextral son fracturas antitéticas (P') y las vetas son fracturas de sintéticas (R), que estos sistemas de estructurales se relacionan en un modelo de cizalla de Riedel de dinámica sinistral.

Palabras claves: Estructural, controles, fallas, litología, mineralización.



ABSTRACT

The development of the present work referred to structural controls in the mineralization of narrow veins of the mining company Golden River Resources S.A. C located in the district of Chala, province of Caraveli, Arequipa region which has a problem that failed to determine the structural controls is why it was raised with the following general objective to determine the structural controls of gold mineralization in the system of narrow veins, in relation to the methodology from the research level was descriptive, explanatory and comparative, in terms of its design was non-experimental observational, applying with the following procedures in three stages starting initial stage was the collection of information, then field work and cabinet, as for the results, it was found that the structural controls are the main paleo-stresses σ_3 of tension with 340° direction and the stress σ_1 of compression with 254° direction with an inclination of 20° , these principal stresses generated fractures and later was filled with hydrothermal fluids these structures are parallel to the Chaparral fault and the local faults are within the σ_3 stress and are of post mineralization of normal type with a dextral component, making movement to the right as staggered make the vein turn clockwise or bend concave. two structural systems of orientations were also identified the first orientations ranging from $N20^\circ$ to $40^\circ W$ (NW - SE) with dips from 60 to $80^\circ NE$, they are reverse, normal and dextral type faults, the next orientation has $N30^\circ$ to $50^\circ E$ (NE-SW) with dips from 55° to $80^\circ NW$ these faults are normal to dextral type, the vein systems have parallels to the second system, and finally with the kinematic analysis we conclude that the faults in the study area were identified two main faults the Chogui fault is of inverse type that acted in a tectonic event of tension, the normal to dextral type faults are antithetic fractures (P') and the veins are synthetic fractures (R), that these structural systems are related in a Riedel shear model of sinistral dynamics.

Key words: Structural, controls, faults, lithology, mineralization.



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ASPECTOS GENERALES

Teniendo en consideración que el Perú es un país minero donde se realizan grandes explotaciones mineras debido a su gran potencial geológico se ubica entre los principales productores de minerales entre ellos el oro, plata, cobre entre otros (Martínez, 2017).

En el proyecto Patricia y unidad Chaparral se pretende determinar los controles estructurales de mineralización aurífera y los paleoesfuerzos tectónicos para conocer el origen de yacimiento hidrotermal esto nos ayudará a entender el comportamiento geológico estructural y así tener una clara idea el comportamiento del yacimiento, la magnitud de mineralización y los posibles ensambles minerales asociados, con la investigación nos permitirá la identificación nuevos blancos de exploración y profundizar la mina, así mismo tener nuevas reservas de mena para la empresa minera Golden River Resources S.A.C.

Se justifica esta investigación por pertenecer a franja metalogénica IX de depósitos de Au-Pb-Zn-Cu relacionadas con intrusivos de Cretácico superior “la mineralización se encuentra en vetas de cuarzo, oro, galena, esfalerita, calcopirita hospedadas en granitoides del Cretácico superior del Batolito de la Costa así también en las rocas intrusivas de super unidad linga de rocas monzonitas y andesitas” (Martínez, 2017). Estas estructuras mineralizadas están controladas por fallas con orientaciones NW-SE, N-S y E-W. Esta franja tiene importancia para seguir el estudio con las exploraciones y ubicar yacimientos de valor económico.



1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los estudios de los controles estructurales tienen un carácter de suma importancia para la empresa minera GOLDEN RIVER RESORCES S.A.C. los movimientos de las fallas principales en área local que posiblemente sea como control estructural favoreciendo a la mineralización aurífera y formando en vetas angostas con altas de ley en oro, ya que el planeamiento de explotación dependerá de la evolución geológica.

En el proyecto Patricia y la unidad Chaparral, se desconoce los controles estructurales en la mineralización de vetas angostas no se tiene el estudio de comportamiento geológico estructural la falta de identificación de orientaciones estructurales hace que la mineralización por Au no esté debidamente vectorizada dentro de un sistema regional de fallas NW-SE. Asimismo, no se tiene determinado los paleoesfuerzos tectónicos en la mineralización y en las fallas, en las investigaciones de geología regional que los esfuerzos tectónicos son indicadores principales para la mineralización. A sí mismo no lograron determinar lo modelos cinemáticos estructurales.

Pregunta general

- ¿Cuáles son los controles estructurales de mineralización aurífera en el sistema de vetas angostas de la empresa minera Golden River Resources S.A.C. Chala – Arequipa?

Preguntas específicas

- ¿Cuáles son las orientaciones de sistemas estructurales en la mineralización aurífera de la empresa minera Golden River Resources S.A.C. Chala – Arequipa?
- ¿Cuáles son los paleoesfuerzos tectónicos vinculados a la mineralización aurífera en vetas angostas y el sistema de fallas de la empresa minera Golden River Resources S.A.C. Chala – Arequipa?



- ¿Cuál será el modelo cinemático estructural para el proyecto Patricia y unidad Chaparral de la empresa minera Golden River Resources S.A.C. Chala - Arequipa?

1.3 HIPÓTESIS

- Existe relación de los controles estructurales en la mineralización de vetas angostas; es decir, es favorable económicamente para la empresa minera Golden River Resources S.A.C. Chala – Arequipa.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

- Determinar los controles estructurales de mineralización aurífera en el sistema de vetas angostas de la empresa minera Golden River Resources S.A.C. – Chala – Arequipa.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar las orientaciones de sistemas estructurales en la mineralización aurífera de la empresa minera Golden River Resources S.A.C. Chala – Arequipa.
- Determinar los paleoesfuerzos tectónicos vinculados a la mineralización aurífera en vetas angostas y el sistema de fallas de la empresa minera Golden River Resources S.A.C. Chala – Arequipa.
- Determinar el modelo cinemático estructural para el proyecto Patricia y unidad Chaparral de la empresa minera Golden River Resources S.A.C. Chala – Arequipa.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES

López (2017) en su trabajo de investigación se realizó estudios de exploración en la veta Chaparral el cual está relacionado con los movimientos tectónicos, el metamorfismo de la veta chaparral tiene una falla hacia el oeste el cual desplaza entre 5 y 10 m y otra falla hacia el este el cual genera una trampa estructural el cual influye a la formación de puntos mineralizados “El rumbo promedio de la veta es N 40° - 45° E (NE-SW), con buzamientos que van de 70° a 80° al NE”.

Zhao, *et al.*, (2018), este se refiere a las características de la deformación estructural y el control de la mineralización de oro en el triásico superior. Como se puede observar, con los estudios que se realicen y apliquen en la exploración de vetas angostas, junto con el comportamiento estructural característico, que son producidos por intenso fallamiento tectónico, se rellenan las fracturas preexistentes, y las fallas tiene la orientación NW – SE.

Acosta, *et al.*, (2011), señala la actividad minera en Acarí-Ocoña en 12 minas de oro en Caraveli. Ramos (2005), afirma “la presencia de falla denominada graben pan de azúcar en dirección N-W. Este grabe se desarrolló durante la fase quechua, donde existe una asociación entre conjunto estructural y el emplazamiento de la mineralización”.

Soto (2015), en su investigación la “determinación de las reservas y recursos minerales en la veta chaparral de la empresa minera Golden River Resources S.A.C”, llegándose a determinar las características como un depósito “hidrotermal constituido principalmente por relleno de fracturas tipo vetas, o filones en muchos tramos de reducida potencia”, y fuertes buzamientos; con mineralización de oro del tipo hipógeno y oro supergeno.



LLoclla (2016) en su “Estudio técnico económico para la explotación aurífera de vetas angostas en la unidad minera Esperanza de Caravelí-Arequipa de Cía. Minera Titán del Perú SRL” este yacimiento cuenta con depósitos con vetas las cuales tienen un origen hidrotermal el cual contiene oro y cobre, la ley de oro es de 5 g a 15 g/Tm. Este yacimiento cuenta con rocas volcánicas y en su interior existe minerales tanto en profundidad como horizontalidad

Arone (2016), en su trabajo de investigación mediante un adecuado planteamiento el cual tiene un pique inclinado el cual genera un incremento de su producción en la unidad minera “El chaparral de la compañía minera Golden River Resources S.A.C”, cabe señalar que en los resultados de esta investigación se concluyó que este proyecto es viable económicamente y técnicamente en la etapa de ejecución.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Tectónica

La geología se ocupa del estudio de las estructuras geológicas el cual se genera por las deformaciones de la tierra, estos procesos geológicos generan deformaciones al interior de las placas tectónicas (Aubouin, *et al.*, 1980).

Según los estudios técnicamente existe cambios estructurales en la geodinámica interna de la corteza terrestre con constante erosión del suelo lo que es un indicador de recientes cambios y fallas lo cual generan erosiones tectónicas y fracturas pre-mineralizadas; las rocas de este complejo tectónico una vez que sufre un proceso de enfriamiento se exponen a movimientos orogénicos (Flores, 2017).

2.2.2 Metalogenia

Acosta. *et al.*, (2009) Según los estudios realizados en la franja metalogenética, por su condición natural esta franja cuenta con minerales debido a la existencia de fallas por lo que, Quispe *et al.*, (2008) identifico 23 franjas metalogenética la cuales se



encuentran en su mayoría en el centro y sur del territorio nacional “tienen orientaciones principalmente NW-SE. Su origen se les asocia con la disgregación cortical del rift Permo-Triásico” (Mégard *et al.*, 1978).

2.2.2.1. Franja metalogénica.

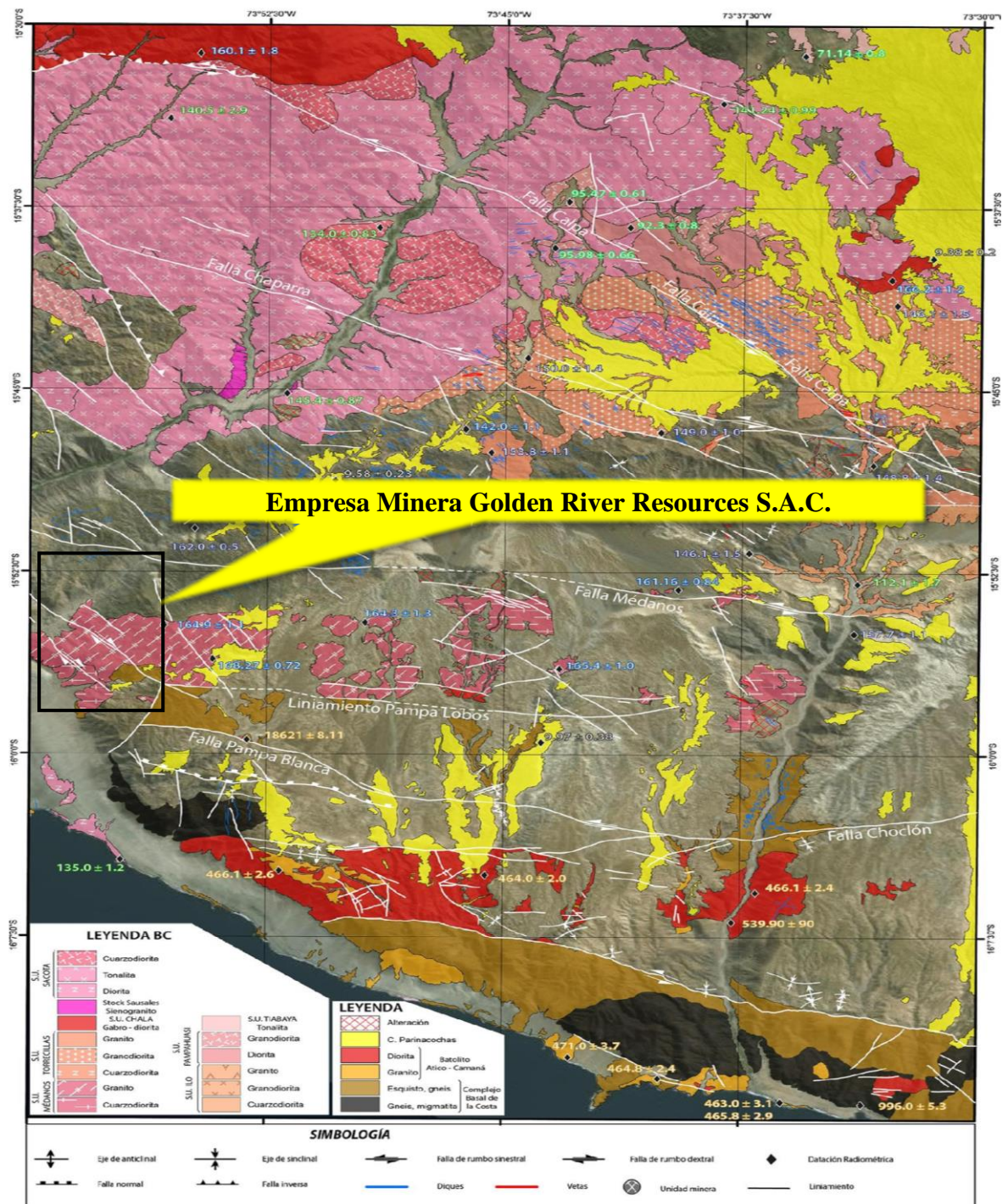
La franja metalogénica se da en forma discontinua a ciertos espacios del territorio nacional, este parte del sur del Perú específicamente del sector “Saramarca-Nazca-Ocoña (14°30’-17°) “, la mineralización se presenta en vetas “hospedadas en granitoides del Cretácico superior del Batolito de la Costa”, esta mineralización se genera por las fallas tectónicas. Se tiene registrado los principales yacimientos las cuales son “Orión, Caravelí, Ishihuinca, Calpa, Arirahua y San Juan de Chorunga” (Acosta *et al.*, 2008).

2.2.3 Geología Estructural

La geología estructural se genera por los movimientos tectónicos afecta a las rocas del Complejo Basal de la Costa. Los espacios estructurales se diferencian según la magnitud de los movimientos y/o intensidad tectónica producto de las fallas que se presentan en la corteza terrestre estas fallas se caracterizan según las zonas entre ellas tenemos “Zona de fallamiento en bloques, zona de emplazamiento del batolito, zona plegada”. Las fallas tectónicas al interior de la geodinámica interna se dan por los movimientos de las placas estructurales lo cual genera la mineralización, lo cual impulsa la formación de vetas con un rumbo aproximando NE-SW, en tal sentido en la mina Chaparral existe fallas que cortan bloques donde existe yacimientos mineralizados (Flores, 2017).

Figura 1

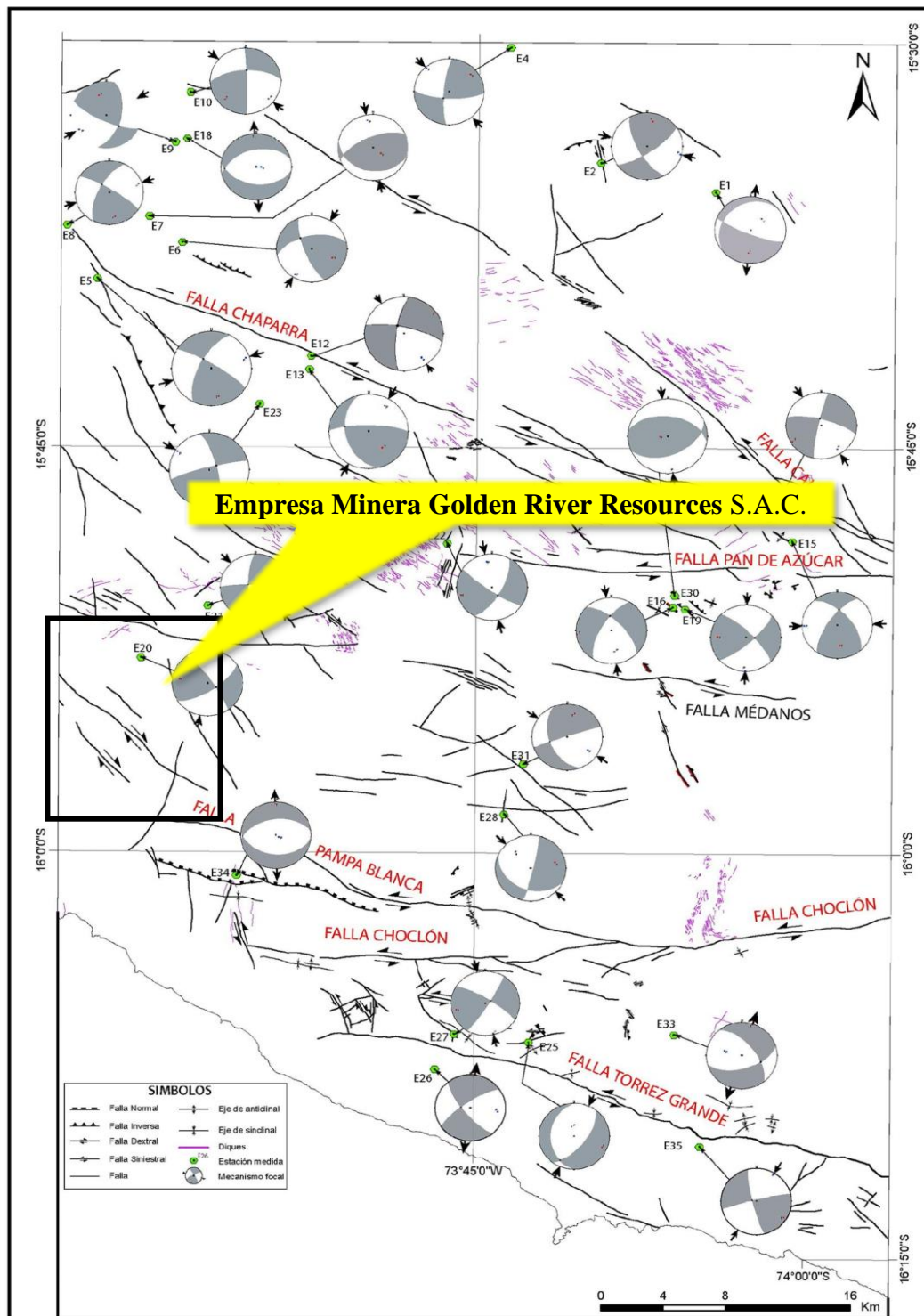
Sistema estructural del cuadrángulo de Chaparra.



Nota. La figura muestra regionalmente la distribución de edades litológicas y orientaciones estructurales Fuente: INGEMET, “Boletín serie A: carta Geológica Nacional N° 149 - Geología de los Cuadrángulos de Ático y Cháparra hojas 33o y 32” (2017).

Figura 2

Mapa estructural de la hoja de Chaparra y Ático



Nota. La figura muestra orientación de principales fallas y sus esfuerzos tectónicos.

Fuente: INGENET, “Boletín serie A: carta Geológica Nacional N° 149 - Geología de los Cuadrángulos de Ático y Cháparra hojas 33o y 32o” (2017).

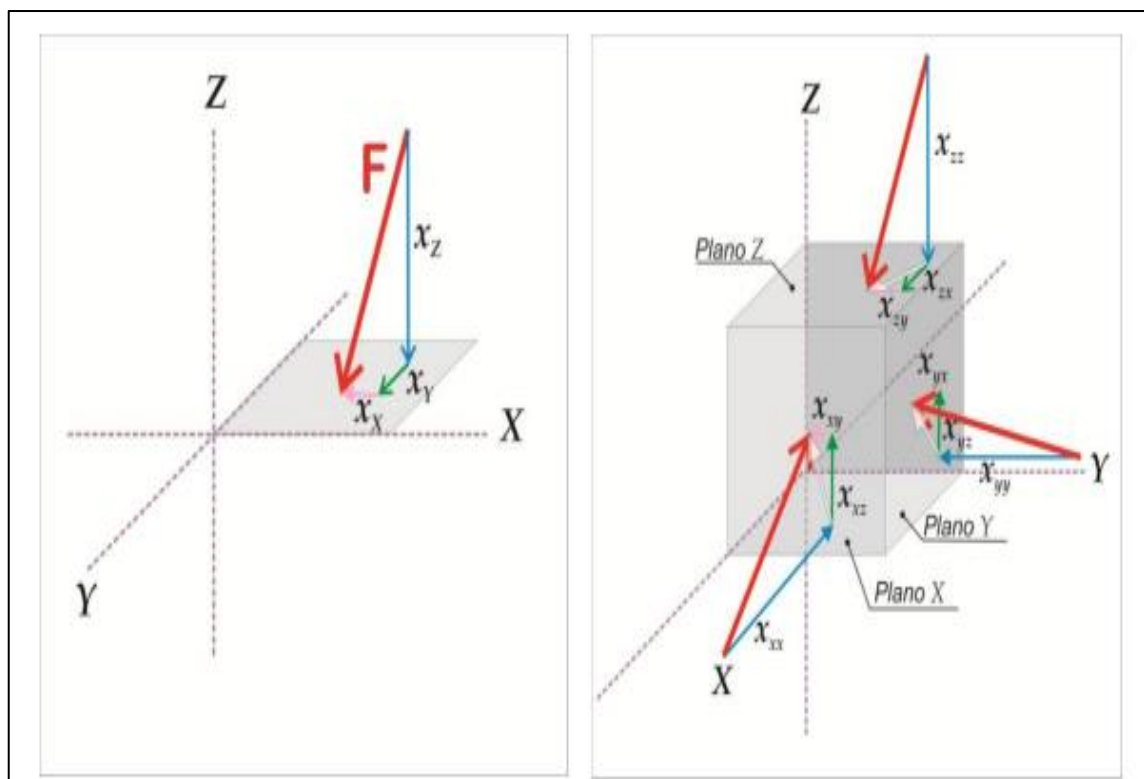
2.2.4 Terminología Básica.

Fuerza. Se la fuerza que tiene la tendencia a generar cambios en los movimientos de la geodinámica interna (Hobbs y Williams, 1981). La fuerza que se genera en el interior de la corteza genera la mineralización y la formación de yacimientos mineralizados (Lillo y Oyarzun 2013).

Esfuerzos. Se define como la fuerza que se genera hacia la roca o cualquier cuerpo. (Rivasplata, 2017). Por otro lado, se tiene que los esfuerzos que se dan en las rocas están determinados por la fuerza generada en la geodinámica interna, “referidas a los tres planos X, Y, Z.” (Lillo y Oyarzun 2013).

Figura 3

Imagen el estado de fuerzas en tres planos



Nota. La figura muestra orientación de principales fallas y sus esfuerzos tectónicos.

Fuente: Adaptada de *department of aerospace Engineering Sciences* (2012).

En cuanto a la generación de la fuerza esta puede medirse por (kg/cm²). Y en cuanto a la dirección de la fuerza se pueden dividir en tres: “la compresión, la tensión y la cizalla”

Figura 4

Dirección de fuerzas aplicadas en tres tipos.

Tipo de esfuerzo			Tipo de deformación	
Tension	Compresion	Cizalla		
				Indefornado
				Ducil
			Fragil	

Nota. La figura muestra tipos de esfuerzos principales, como tensión, compresión, cizalla. Fuente: publicada por Uribe (2016)

Deformación.

Las deformaciones que se originan en las rocas se dan mediante fracturas y/o deformaciones lo cual genera en algunos casos plegamientos, entiéndase como plegamiento se entiende sobre deformaciones dúctil de la roca y cuando se habla de fractura se entiende sobre deformación frágil. Esto está sujeto a la composición de la roca en este sentido puede existir deformación elástica, plástica y frágil (Fossen, 2010).

Fallas. Las fallas geológicas a lo largo de los años su desplazamiento es diferenciado lo cual una falla puede tener pocos metros hasta varios kilómetros.



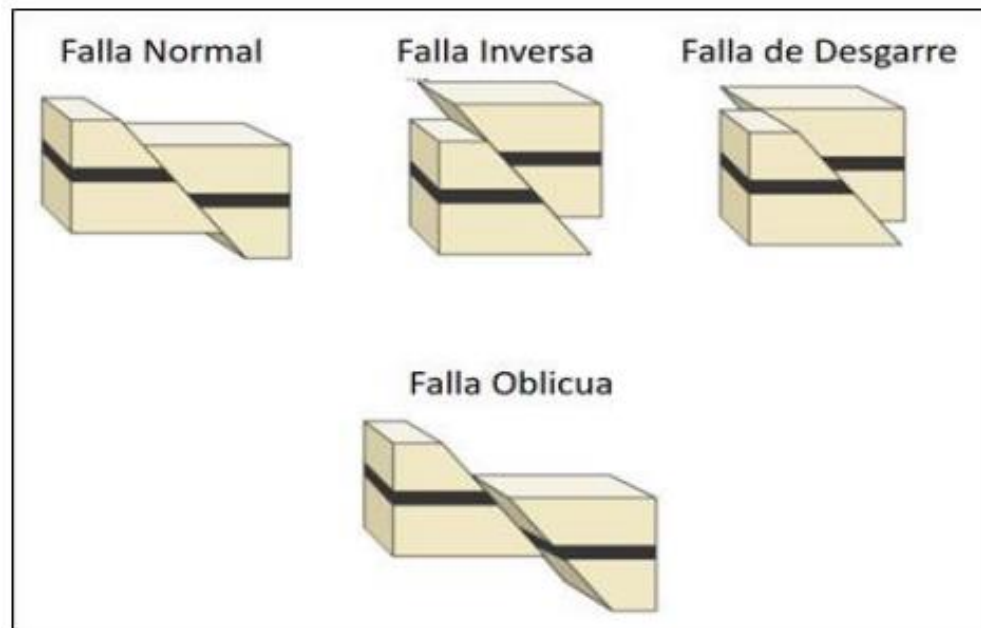
Características y tipos de falla

En cuanto a las características y tipos de falla en cuanto a la verticalidad y horizontalidad será por el tipo del desplazamiento de los bloques

- **Fallas normales.** Las fallas normales se caracterizan por su desplazamiento vertical, normalmente el bloque de techo se desliza con dirección abajo en relación al bloque de muro.
- **Fallas inversas.** En el caso de las fallas inversas se caracteriza por tener un desplazamiento vertical con esfuerzos compresivos, en este sentido el bloque de muro se desliza hacia arriba del bloque de techo.
- **Fallas de rumbo.** Las fallas de muro se caracterizan por moverse de forma horizontal. (Twiss y Moores, 2007)
- **Fallas oblicuas.** Las fallas oblicuas tienen movimientos combinados, es decir se da de forma paralela a la línea de rumbo y buzamiento, estas fallas tienden a ser curvas. (Plujim y Marshak, 2004).

Figura 5

Cuatro tipos de fallas



Nota. La figura muestra tipos de falla por procesos extensivos, Fuente: (Mamani,2018)

Diaclasas. Las diaclasas se caracterizan por ser un plano de fractura en el cual no se realizan desplazamientos de bloques en ambos lados.

Fisura. Es una larga grieta o imperfección en la corteza terrestre o partes de la corteza como las rocas (Fossen, 2010).

Veta. La veta es un espacio donde se encuentra mineral el cual con el transcurrir de los años se depositan en fisuras de formas rocosas.

Rumbo. El rumbo se traza en relación al y la línea de intersección el cual genera un ángulo entre 0 y 90°.

Azimut. El azimut se da mediante la proyección vertical en relación con la superficie horizontal el cual es medido en sentido horario con proyección al norte.



Buzamiento. El buzamiento en un plano vertical el cual tiene pendiente y se da en forma perpendicular a la línea de dirección.

Cabeceo o Plunge. Es un ángulo vertical con una línea inclinada con proyección horizontal.

Pitch. El pitch es un ángulo el cual es medido en plano entre 0° y 90° .

2.2.5 Modelos Cinemáticos Estructurales

2.2.5.1 Dinámica estructural Riedel

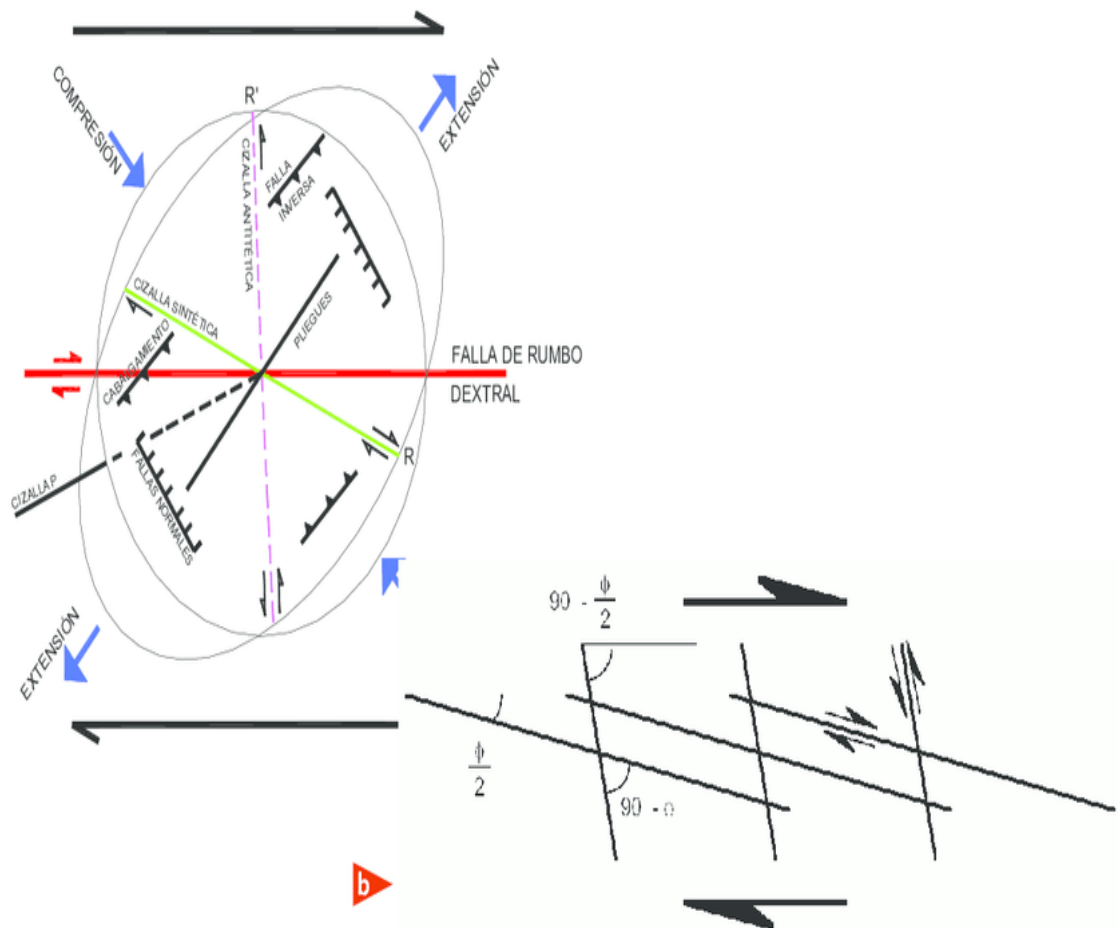
El patrón cinemático de Riedel (1929) explica la deformación que sufre una zona de cizalla, esta zona está entre 2 fallas y dentro del sistema cizallante se encuentran estructuras compatibles al esfuerzo que genera las fallas mayores, se pueden tener fallas de la misma cinemática que las fallas mayores, estas tienen la característica de tener ángulos menores a 30° respecto las fallas mayores y se denominan fallas sintéticas o Riedels, también se tiene fallas con ángulos mayores a los 70° respecto las fallas mayores, las cuales van a tener cinemática contraria a los Riedel, y se denominan antitéticas o antiriedels, con ángulos de 45° se forman fallas compresionales o tensionales según la dirección del σ_1 . Paralelo a las fallas tensionales se pueden tener diques, vetas y sistemas horst-graben mientras que paralela a las fallas compresionales se puede tener sistemas de plegamientos. Waldron (2005) realizó una simplificación del comportamiento que presentan las cuencas transtensionales, identificando el factor de la rotación que existe, sistemas dextrales con antiriedels paralelos separando bloques dentro del sistema, van a rotar de manera horaria y sistemas dextrales con Riedels paralelos separando bloques dentro del sistema van a rotar de manera antihoraria.

- Las fracturas de cizalla se caracterizan por tener fallas en el rumbo lateral derecha (Sylvester & Smith, 1976).

- Las fracturas Riedel se caracterizan por ser sintéticas y antitéticas las cuales tienen fallas en lateral derecho.

Figura 6

Comportamiento estructural de cizallas simples y sistemas de Riedel



Nota. La figura nos muestra una deformación que sufre una cizalla que esta zona se encuentra entre dos fallas principales y dentro del sistema cizallante se encuentra estructuras compatibles al esfuerzo que generan las fallas mayores y menores llamados el sistema de Riedels. Fuente: Rodríguez (2008).

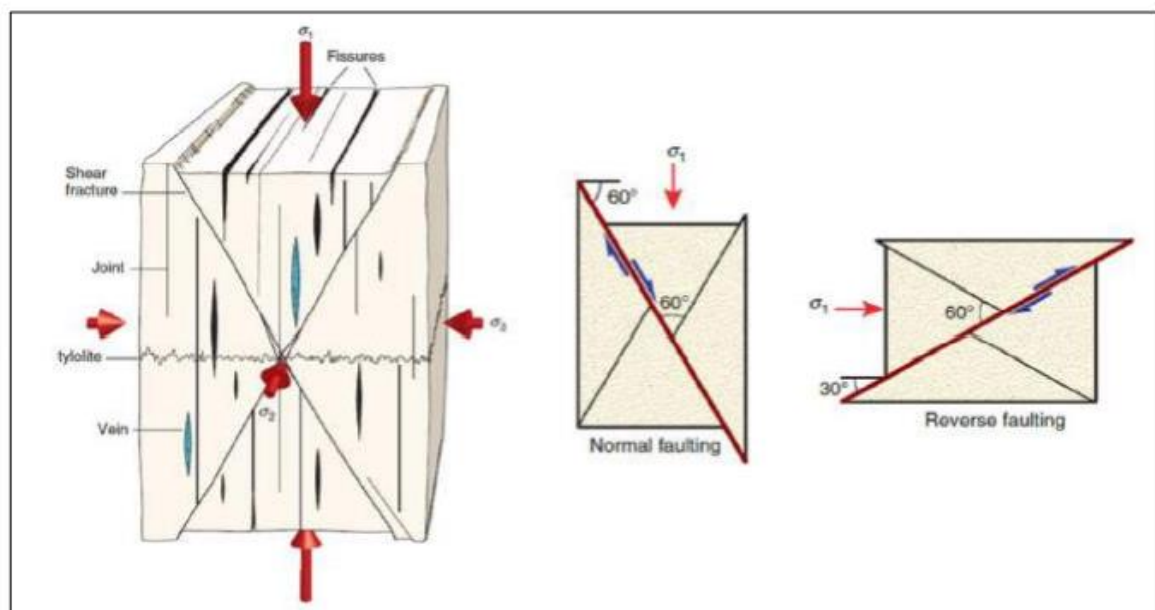
2.2.5.2 Fracturación de Anderson.

La fracturación de Anderson se caracteriza por la formación de fallas normales cuando el esfuerzo vertical es el máximo y las fallas inversas se da en los esfuerzos

verticales es mínimo y las fallas de desgarre cuando el esfuerzo vertical es intermedio. También se puede decir que las fallas se forman en dos grupos conocidas como fallas de desgarre las cuales son verticales y las fallas normales las cuales son inversas (Martínez, 2003).

Figura 7

Fractura según Anderson

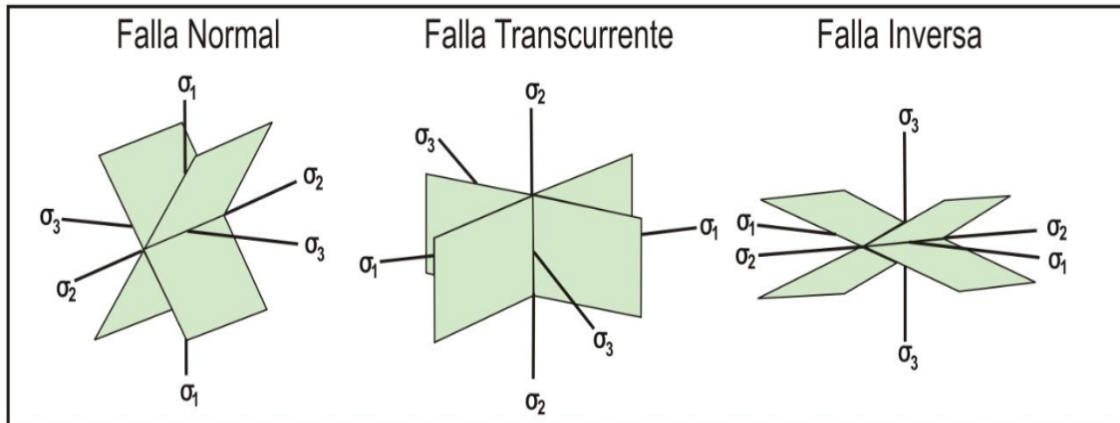


Nota. Fracturamiento según Anderson, “las fallas normales tendrán más de 60° de buzamiento y las fallas inversas no excederán los 30° de buzamiento. En base a su dirección de esfuerzo principal”. Fuente: Mamani (2018)

La falla conocida como la teoría de Anderson (1905), el cual está basado en el posicionamiento de los vectores principales. Estos vectores (s_1 , s_2 , s_3) son ortogonales entre sí, cumpliendo el requisito general de: $s_1 > s_2 > s_3$. “dependiendo de las posiciones de estos vectores se definen los tres tipos de fallas principales: normal (s_1 vertical, s_2 y s_3 horizontal), transcurrente (s_2 vertical, s_1 y s_3 horizontal), e inversa (s_3 vertical, s_1 y s_2 horizontal)” Mamani (2018).

Figura 8

Tipos de fallas de Anderson en función de la orientación



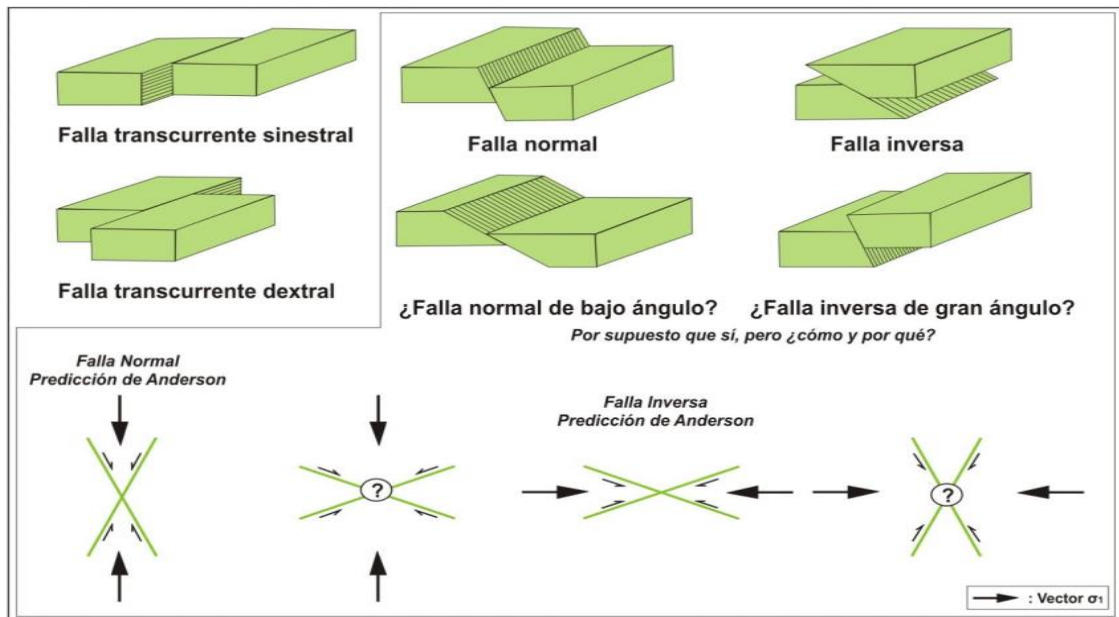
Nota. La figura muestra clasificación dinámica de los planos de rotura basada en el posicionamiento de los tres vectores principales de esfuerzos según criterio de Anderson.

Fuente: Javier Lillo y Roberto Oyarzun (2013).

La clasificación de Anderson se caracteriza por tener un modelo estructural, esta teoría explica la existencia de fallas normales de bajo ángulo o gran ángulo. No explica el comportamiento de fallas normales a grandes profundidades. A raíz de las curvaturas se crean asimetrías en los esfuerzos a ambos lados de la falla.

Figura 9

Principales tipos de fallas según Anderson



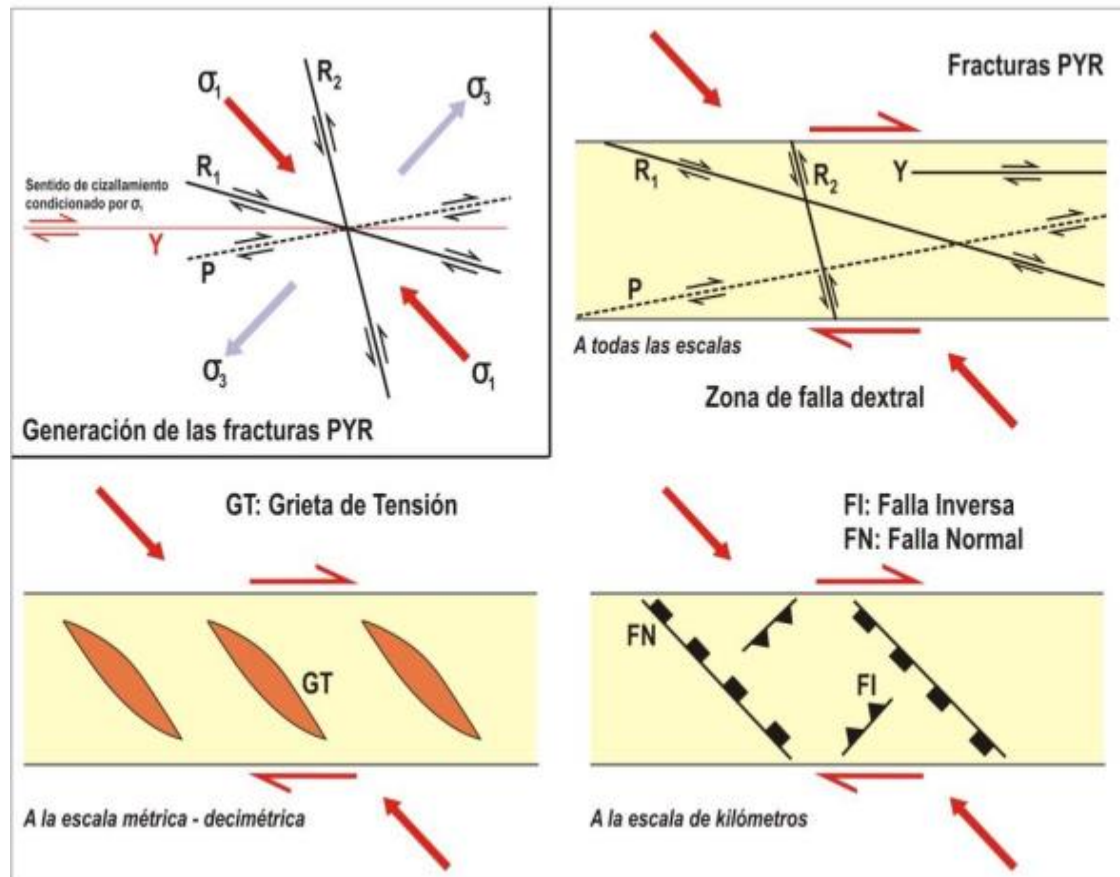
Nota. La figura muestra los tres principales tipos de falla, “en el movimiento Andersoniano las fallas normales de menor ángulo y las inversas de mayor ángulo” (Lillo y Oyarzun (2013).

2.2.6 Principales características cinemáticas.

Las fallas o fracturas se forman a un ángulo agudo de 15° , las fracturas antitéticas R2 se dan en relación a R1 las cuales forman un ángulo de 75° en relación a la zona de falla. Asimismo, las fracturas paralelas se dan en forma envolvente y estas están relacionadas al sentido de cizallamiento. Esto se debe básicamente a la evolución de la geodinámica del área donde se realiza la falla, es ahí donde se producen fenómenos que generan la rotación de los sets R1 y R2. Asimismo, en este momento puede surgir un tercer set de fracturas.

Figura10

Diferentes estructuras de falla a diferentes escalas



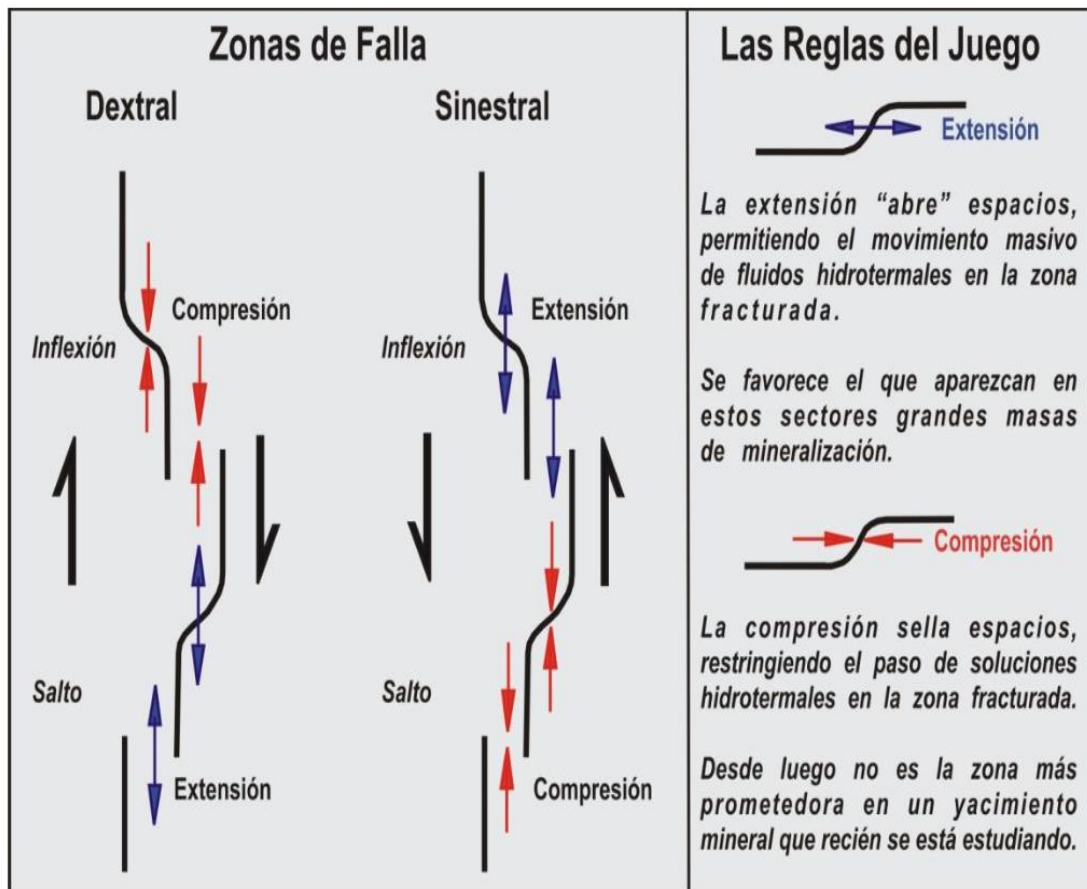
Nota. La figura muestra sobre las “diferentes estructuras asociadas que podemos encontrar en una zona de falla por efecto del cizallamiento que visualiza en diferentes escalas” (Davis y Reynolds, 1996).

2.2.6.1 Extensión y compresión en zonas de falla

En relación a la extensión de las zonas de falla este tendrá una relación directa en cuanto más grande es la falla el cuerpo mineral podría ser más grande, como se señala las fallas suelen curvarse y en los sectores donde se originen las fallas es donde se libera la energía y al mismo tiempo se crean espacios en tal sentido las probabilidades de encontrar yacimientos de minerales serán mayor (Davis y Reynolds, 1996).

Figura 11

Arreglos diversos de fallas por Davis y Reynolds



Nota. La figura muestra a la izquierda “compresión-extensión más típica que pueden encontrarse en una zona de falla. A la derecha, implicaciones para la probabilidad de encontrar grandes o pequeñas masas minerales” (Davis y Reynolds 1996).

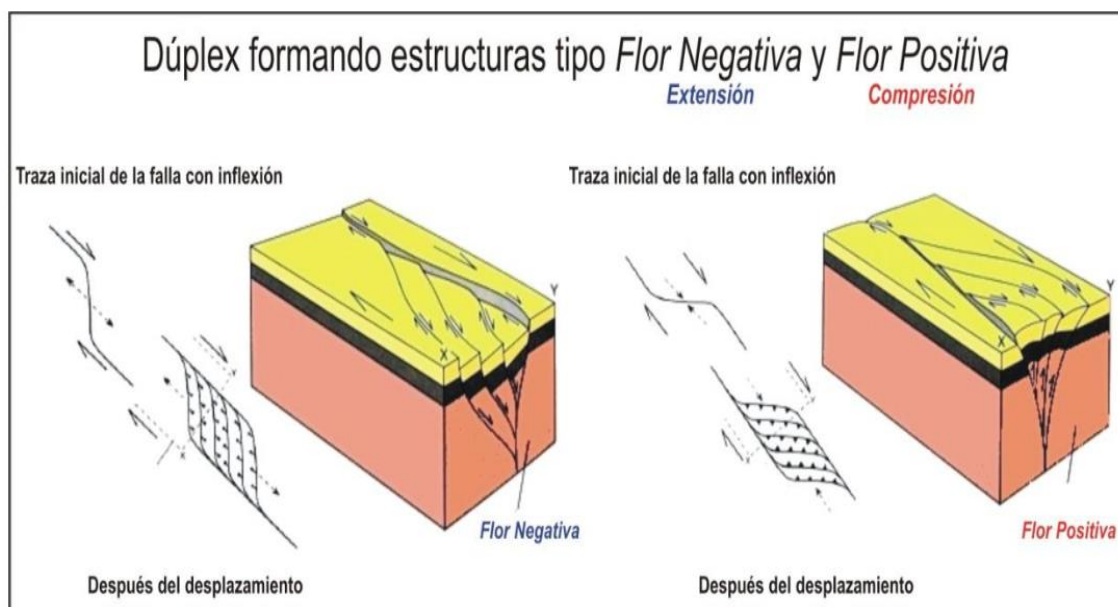
Los movimientos en la corteza terrestre generan fallas, sobre todo en los lugares donde se generan los espacios pueden circular con mayor facilidad. Las inflexiones no se conectan entre sí, aunque tienen una dirección parecida, las inflexiones generan zonas de apertura y de cierre.

2.2.6.2 Inflexiones y condiciones mineralizantes

Cuando se presentan inflexiones en las fallas generan estructuras llamadas “dúplex” las rocas pueden presentar fallas lo cual forman hundimientos, levantamientos algunos las llaman “flores positivas” y “flores negativas” (Woodcock y Fischer, 1986).

Figura 12

Dúplex compresional y extensional

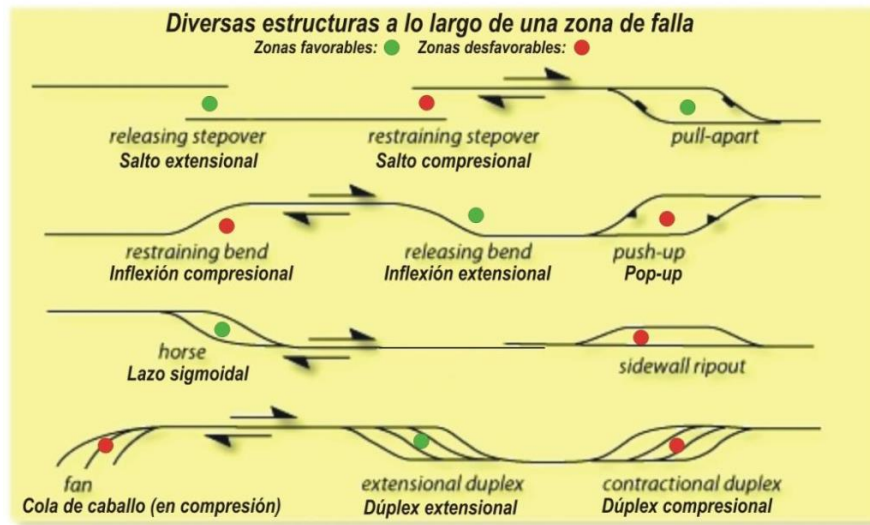


Nota: la figura muestra el “dúplex en extensión y compresión con estructuras tipo flor negativa y positiva” (Woodcock y Fischer, 1986).

las estructuras se forman en zona de falla, en estas zonas generalmente se dan vulcanismos en donde se dan circulación de fluidos hidrotermales.

Figura 13

Estructuras asociadas a lo largo de una zona de falla



Nota. Se indica “los sectores favorables y desfavorables para albergar cuerpos minerales; extensional o compresional dependiendo su posición y carácter siniestral de la zona de falla” (Davis y Reynolds, 1996).

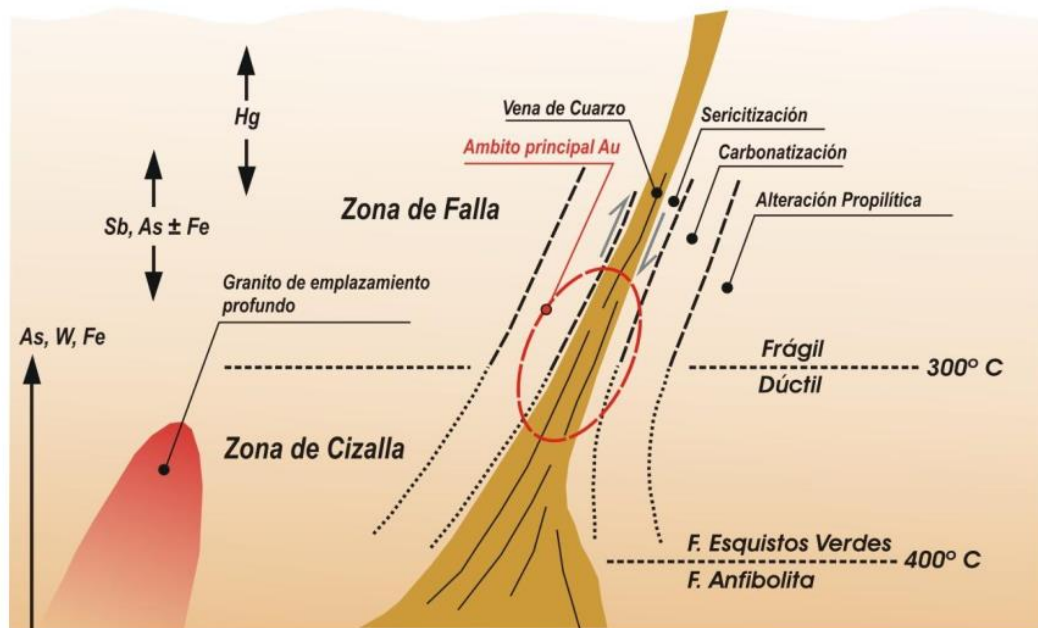
En los espacios de las fisuras se generan fluidos el cual ayuda a la descompresión y en tal sentido se da la precipitación de la carga mineral, es decir a mayor sea la extensión de espacios se tendrá mayores cuerpos de minerales.

2.2.6.3 Transición dúctil frágil y emplazamiento de minerales

Existen diferencia en los yacimientos, algunos no varían, generalmente los yacimientos se asocian a litologías (Drew, 2003).

Figura 14

La transición dúctil - frágil de los yacimientos mesotermales y las grandes zonas de cizalla



Nota: la figura muestra la relación entre la zona de cizalla, facies de alteración y minerales en la zona de cizalla aurífera. Fuente: Drew et al (2003).

Los yacimientos de este tipo se localizan en la transición dúctil-frágil, para lo cual para formar filones se necesita espacios geométricos, es decir se necesita que la roca se rompa para formarse. Los espacios permiten el movimiento de fluidos y por ende acopian masa mineral.

2.2.6.4 Zonas de cizalla

Cabe señalar que las zonas de cizalla se relacionan con mineralización aurífera, estas grandes estructuras son comunes, pero en los espacios andinos aún se desconoce el potencial de las grandes estructuras. La mayor parte de la mineralización relacionada a las zonas de cizalla, así como también a la transición dúctil-frágil.

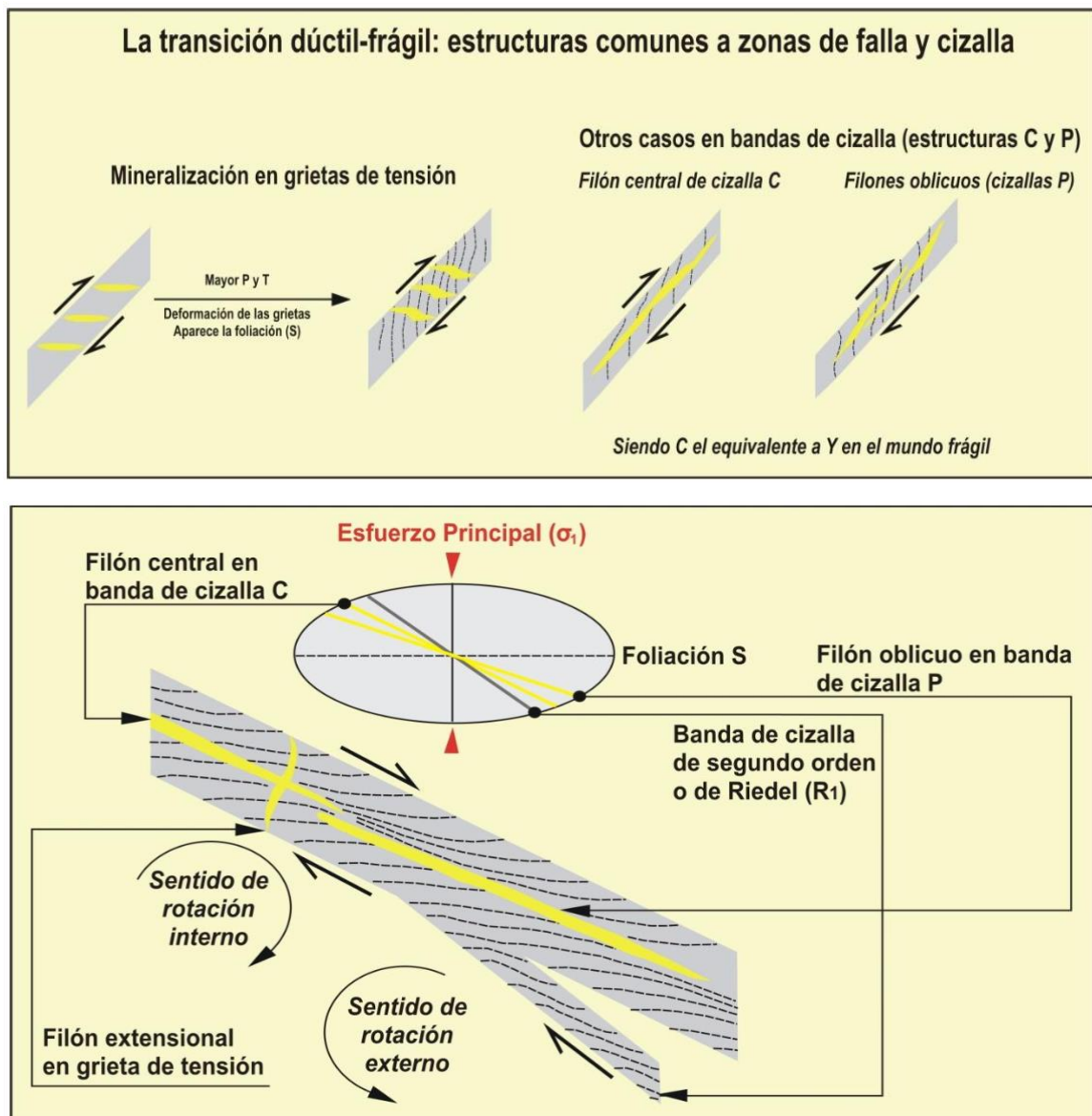
Estructuras típicas de las zonas de cizalla. Las estructuras se dan la transición dúctil-frágil las cuales se encuentran en la zona de falla (Hodgson, 1989).

En estos espacios encontramos:

- Filones centrales acopiados fracturas generadas por la dilatación de cizallas.
- Venas las cuales se extienden por las grietas de tensión.

Figura 15

Emplazamientos de minerales en la transición frágil y dúctil, estructuras comunes en la zona de falla y cizalla



Nota: la coexistencia de estructuras frágiles y dúctiles en zonas de cizalla auríferas.

Fuente: Hodgson (1989).



2.2.7 Lito – Estratigrafía regional

Los lito. Estratigrafía son formaciones que se dan en las rocas y estas tienen una relación geométrica con la estructura y composición de las rocas. Las unidades litoestratigráficas son rocas que tienen propiedades litológicas. Estas son conocidas como unidades básicas de los mapas geológicos y generalmente están formados por rocas ígneas (Weller, J. 1960).

Las investigaciones lito estratigráficas hechas por el INGEMMET a escala 1:100000, realizados en los distritos de Ático y Chaparra que corresponde al cuadrángulo de Ático (33o) y Chaparra (32o), cuenta con secuencias clásticas y volcanoclásticas y su antigüedad data de las edades del Paleozoico y el Cenozoico.

2.2.7.1 Complejo basal de la costa - Paleozoica Precambiano (PPe – gn/e)

Las rocas gneises presentan minerales de microclima de color rosado están bastante alterados, fracturados compuestas por ortosa y cuarzo con feldespatos o ferromagnesianos epidotizados estas rocas se dieron por proceso térmicos a grandes profundidades generándose un metamorfismo en grado moderado hasta grado alto formándose anfibolitas y gneises (Bellido y Narvaez, 1960).

2.2.7.2 Grupo Tarma – Carbonífero superior (Cs -Ta)

Este proceso está compuesto por lutitas grises y negras, con nódulos calcáreos e intercalados con calizas grises y amarillentas en estratos delgados y ocasionalmente micro conglomerados (Romero y Torres, 2003).

2.2.7.3 Grupo Mitú – Pérmico superior (PsT - mi)

Está conformado por “secuencias volcánicas de andesitas verdes y basálticas; y el Miembro inferior está compuesto por secuencias sedimentarias de areniscas rojas feldespáticas intercaladas con conglomerados y limoarcillitas” (Romero y Torres, 2003).



2.2.7.4 Formación Chocolate – Jurásico inferior (Ji – cho)

Esta formación de rocas volcánicas que se intercalan por sedimentos también conocido por volcánico chocolate, según Jenks (1948) ubicada en NW de la ciudad de Arequipa.

Se tiene conocimiento que el cuadrángulo de Cháparra, se encuentran depósitos sobre las rocas del Complejo Basal del Jurásico medio y superior; el cual tiene un matiz marrón-rojizo. “El promedio general de la orientación de las capas es ENE y su inclinación no es mayor de 30° N. No se observan pliegues y está afectada por grandes fallas, cuya dirección predominante es NW” (Jenks, 1948).

2.2.7.5 Formación guaneros – Jurásico superior (Js – gu)

La litología ígnea tiene un origen volcánico que afloran en la quebrada Guaneros, suprayace con discordancia erosional sobre el Volcánico Chocolate e infrayace con discordancia erosional al Grupo Yura. “Está formado por areniscas blancas, verdes y rojas de grano medio a grueso, intercaladas con lutitas abigarradas, limolitas y margas fosilíferas. Su grosor es inferior a los 300 m”. La litología es variable en tal sentido se encuentran intercalaciones de “andesita porfirítica verde y gris oscuro con limolitas verdes, caliza en estratos de 10 a 50 cm de espesor, arenisca, chert, y meta-andesita intruídos por pequeños diques y sills de andesita” (Agar, 1978).

2.2.7.6 Formación Moquegua – Neógeno mioceno (Nm – mo)

La formación Moquegua regionalmente en la parte NW se observan el afloramiento en el cerro Huambo, su litología está compuesta por “conglomerados con clastos de cuarciarenita, volcánicos y gneis” (Agar, 1978).



2.2.7.7 Rocas intrusivas

Las rocas intrusivas representan el 50% de afloramiento las cuales coinciden con una franja diagonal intermedia NW-SE conocida geomorfológicamente como Peneplanicie Subandina (Agar, 1978).

2.2.7.8 Rocas plutónicas Súper-unidad Linga (Ks – li/mz)

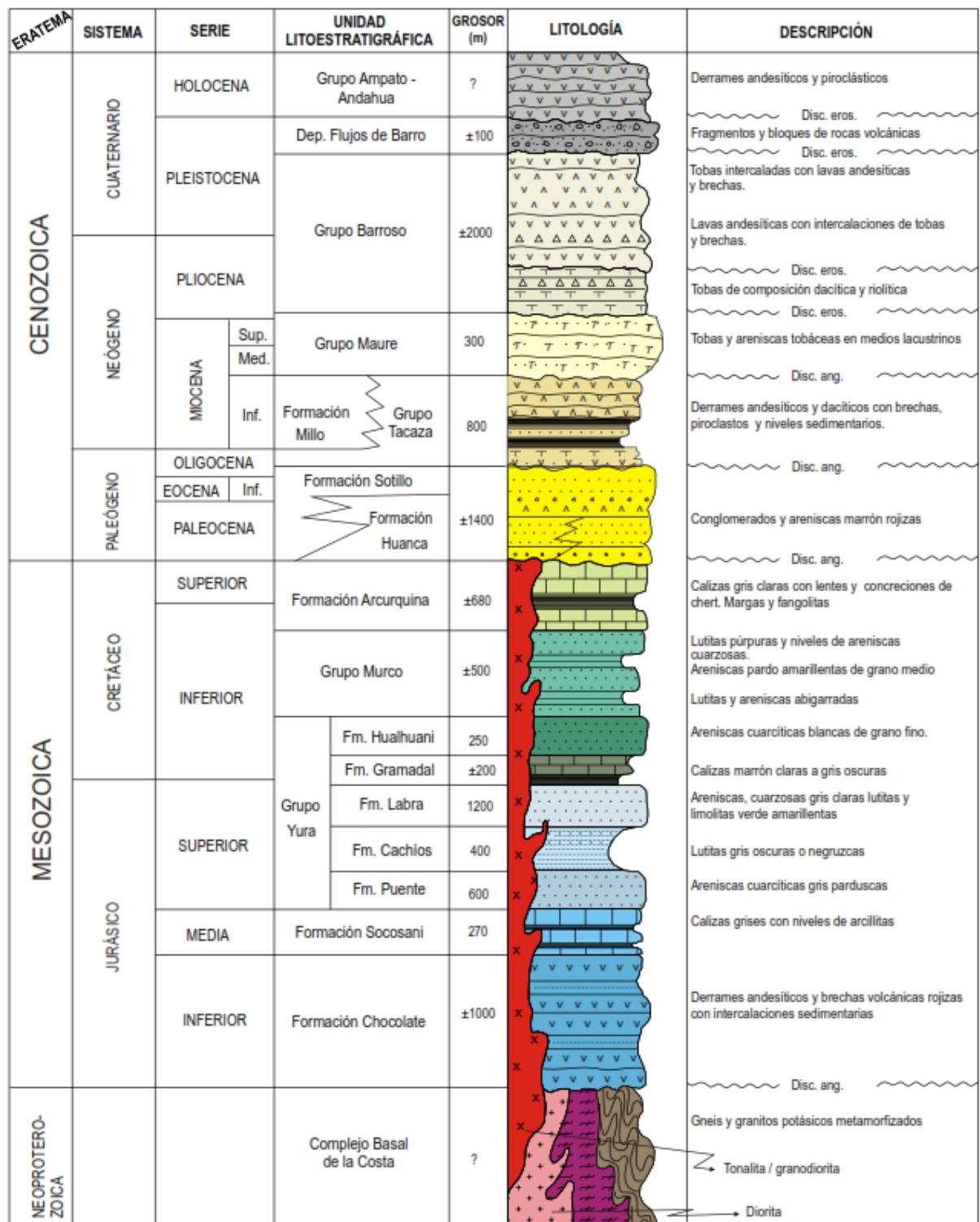
La litología más común es la monzonita, granodiorita y monzogranito. Otra característica es que las plagioclasas se encuentran frecuentemente en las zonas. “El emplazamiento estuvo asociada la mineralización de soluciones de cobre y en segundo término de hierro” (Agar, 1978).

2.2.7.9 Depósitos cuaternarios - aluviales y eólicos (Qh – al)

En los depósitos recientes se observan en la superficie como eólicos, aluviales y eluviales. Los deslizamientos son importantes, este tipo de depósitos predominan piroclásticos (Soto, 2015).

Figura 16

Columna estratigráfica de región Arequipa



Nota: la figura muestra la columna estratigráfica de la región de Arequipa. INGEMMET (2017)



CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Técnicas de Investigación

El estudio tiene como punto primordial la investigación de campo que se realizó directamente en el medio donde se presentan las anomalías para el desarrollo explicativo. Se usaron las siguientes herramientas de apoyo para este tipo de investigación dentro de estas se encuentran las observaciones, la medición y colecta de datos elementales.

3.2. Tipo de investigación

En el proyecto Patricia y unidad chaparral, se realizó una investigación es tipo descriptivo y comparativo, este se desarrolló de acuerdo al siguiente procedimiento metodológico.

3.3. Nivel de investigación

Aplicada a control de estructuras, en forma racional presenta características de un estudio descriptivo, explicativo y comparativo.

3.4. Variables de la investigación

Se correlacionan los acontecimientos de las deformaciones de la tectónica andina, discriminado las variables dependientes e independientes.

3.5. Tipo de diseño

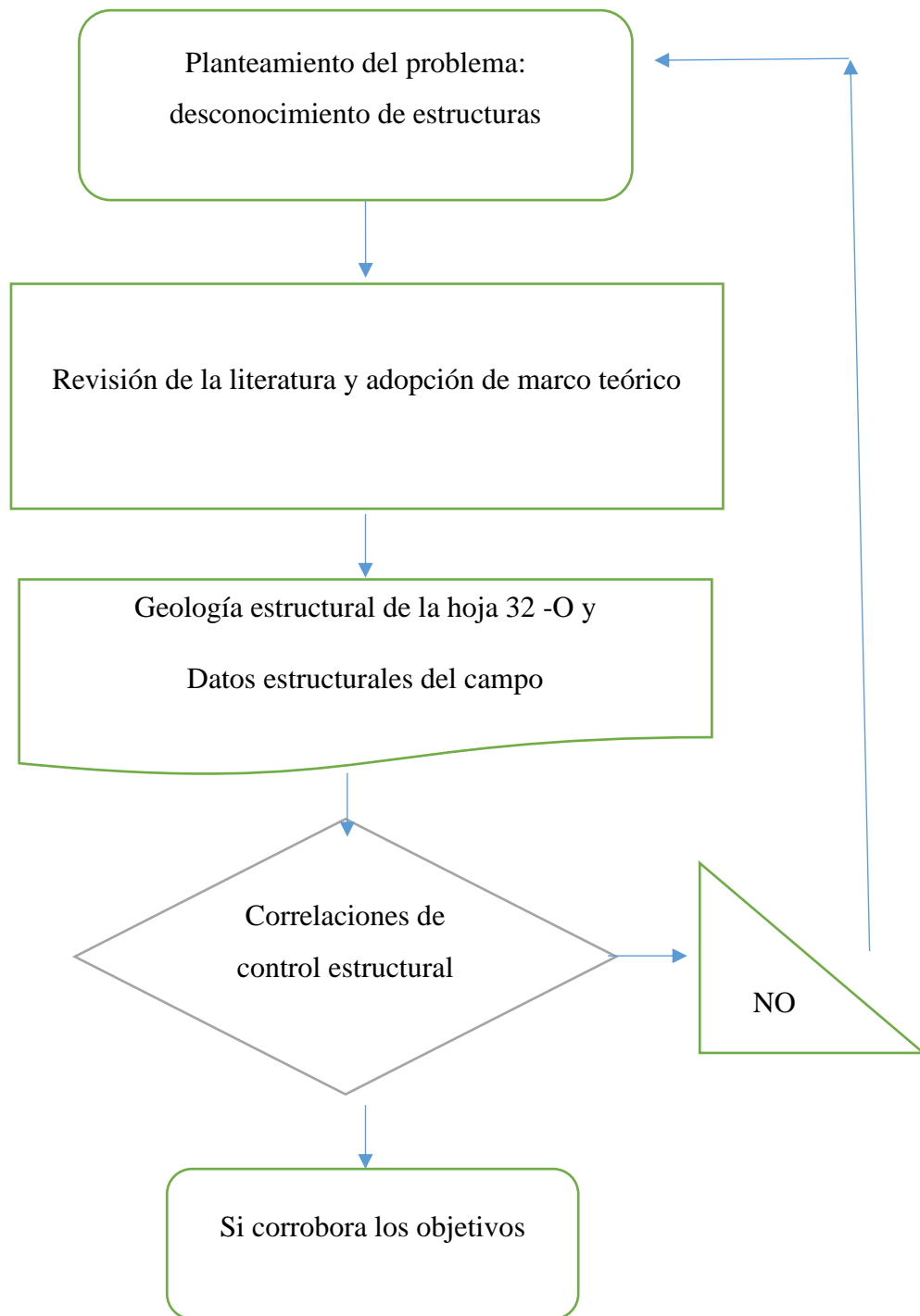
No experimental: observacional

3.6. Metodología y Procedimientos

La metodología empleada se presenta en la siguiente figura.

Figura 17

Esquema de los procedimientos de la metodología



Nota: Esquema metodológico para investigación: Fuente. Elaboración propia.



3.6.1. Etapas de trabajo de investigación

La investigación en la mina Golden River Resources S.A.C. se realizó con las siguientes etapas:

Fase I. Recopilación de información. En esta fase se acopio estudios geológicos como mapas, planos geológicos, informes técnicos, planos topográficos, base de datos de muestreo sistemático de las vetas, entre otros, las cuales fueron proporcionadas por la Empresa Golden River Resources S.A.C. También recopiló informaciones publicadas de investigaciones relacionadas al tema de estudio, y por último mediante el internet se recopiló información de los boletines informativos del INGEMMET (cuadrángulo 32-o Chaparra).

Fase II. Trabajo de campo. En esta fase para poder realizar satisfactoriamente el trabajo de campo se utilizó los siguientes materiales y equipos que permitieron optimizar el trabajo en campo (Gps garmin, brújula bruntom, lupa 20x, lupa 10x, lápiz rayador, pica, tableros de mapeo, lápiz de colores, protactor, libreta de campo, etc., estos materiales se usó para este trabajo incluyendo los equipos de protección personal para ingresar al interior mina, también el uso de chaleco geólogo y otros). En el trabajo de campo se realizó cartografiado geológico y mapeo estructural en la concesión patricia y la concesión san francisco 07 así mismo en interior mina del proyecto patricia y en la unidad chaparral se hizo a escalas 1:5000, 1:500 considerando las estructuras geológicas en campo tomando los datos estructurales como las fallas, diaclasas, vetas, las estrías de falla, el tipo de falla, el buzamiento (DIP) dirección de buzamiento (DIP DIR) el azimut (AZ), el ángulo de estrías (Pich o Cabeceo) y el sentido de desplazamiento de falla.

Fase III. Trabajo de gabinete. En la fase de trabajo de gabinete se realizó el procesamiento de datos recopilados del campo se describió en la base de datos utilizando Excel, para luego procesar y desarrollar en el software AutoCAD 2014, ArcGis 10.5, en

lo cual se obtiene las mapas estructurales de local y regional también se elaboró las mapas geológicos, así mismo para identificar las orientaciones de familias estructurales se usó el software Dips V5, también para determinar los paleoesfuerzos tectónicos en la mineralización y el sistema de fallas se usó el software Faultkin, el cual permitió el procesamiento de datos estructurales los cuales se pudo visualizar en una red estereográfica de análisis cinemático para obtener los indicadores cinemáticos, la comparación geométrica en un modelo de cizalla.

El procedimiento del uso de software Faultkin 8.

Para la presente investigación se utilizó este software para obtener los esfuerzos principales como σ_1 (compresivo), σ_2 (intermedio) y σ_3 (tensional). Utilizando los datos del campo para ingresar a la base datos del software son azimuth, Buzamiento de la falla, dirección de buzamiento, pich del estría, tipo de falla en campo.

Figura 18

La primera ventana para ingresar datos estructurales

The screenshot shows the Faultkin software interface. The window title is 'Untitled 0'. The menu bar includes File, Edit, Data, Calculations, Plot, View, Window, and Help. The main interface is divided into several sections for data entry:

- Orientations (these entries are required):** Includes fields for Fault strike, dip, (RHR) dropdown, swap with conjugate checkbox, Striae Trend, plunge, Rake checkbox, and a dropdown menu.
- Who and When:** Includes fields for Field No., Geologist, Year, Month, Day, Time, and Quality.
- Location:** Includes fields for Longitude, Latitude, Elevation, and Place.
- Weighting Criteria:** Includes fields for Displacement (m), Gouge Thickness (m), Trace Length (m), and Scalar moment (Dyne*cm dropdown). There is also a checkbox for 'same as previous measurement' and an 'event #' field.
- Local Geology:** Includes fields for Bedding Strike, Upper Unit, Bedding Dip, and Lower Unit.

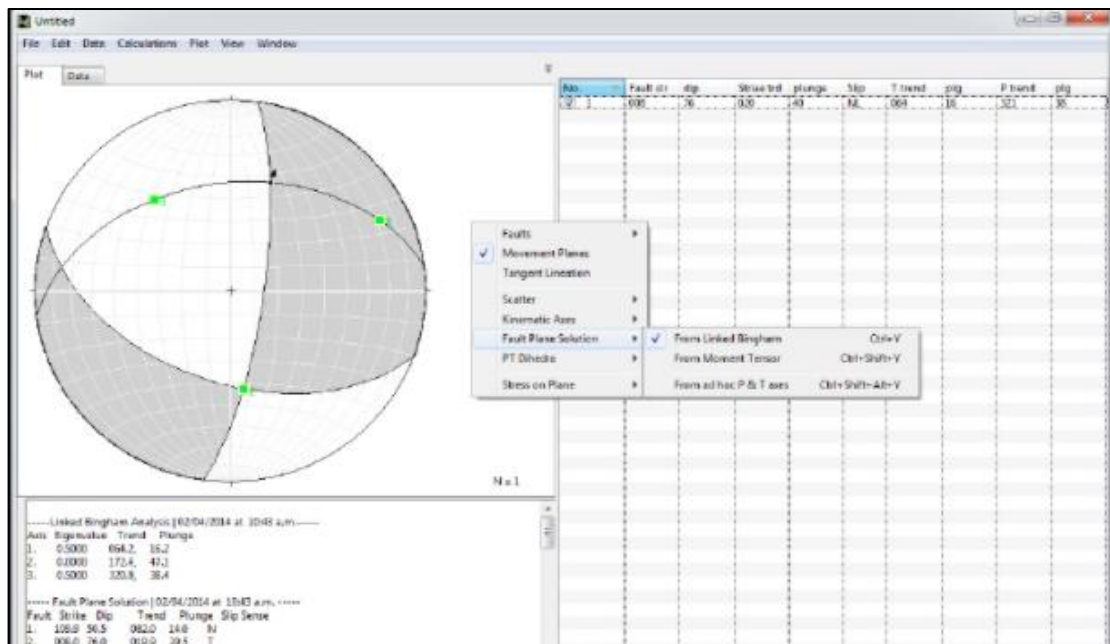
At the bottom, there are buttons for 'Add New (#): N', 'N =', and 'Calculate & Save'. On the right side, there is a table with the following columns: No., Fault str, dip, Striae trd, plunge, Slip, T trend, plg, P trend, plg. The table is currently empty.

Nota: la imagen muestra la ventana para ingresar datos estructurales del campo.

- **Graficar planos de falla y dirección de movimiento.** Los gráficos de un diagrama se presentan por el plano en un punto en hemi-circunferencia; y movimiento relativo.
- **Graficar diedros de extensión y acortamiento.** Para graficar y calcular los planos nodales se utiliza los diedros y el análisis estadístico de Bingham para determinar los ejes promedios de P y T del set de datos.

Figura 19

En la ventana del Faulkin 8 muestra con los datos ingresados para calcular y graficar planos de falla y dirección de movimientos.



Nota: Faulkin 8 muestra la gráfica de planos de falla y la dirección de esfuerzos principales.

CAPITULO IV

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

4.1 UBICACIÓN

El trabajo de investigación está ocupado por la concesión denominada “Patricia” y San Francisco N°7, en el Paraje de Huambo, distrito de Cháparra, provincia de Caravelí; Región Arequipa. Dentro del margen de sistema de proyección de coordenadas *PSAD 56* y *WGS 84 UTM* correspondientes a la Zona 18S son las siguientes:

Tabla 1

Coordenadas UTM de ubicación de la mina Golden River Resources SAC.

Vértice	PSAD 56		WGS 84	
	Norte	Este	Norte	Este
1	8,240,704.11	607,490.06	8,240,344.56	607490.04
2	8,240,291.41	607,736.05	8,240,291.41	607736.05
3	8,240,571.42	607,498.83	8,240,571.42	607498.83
4	8,240,459.84	607,731.74	8,240,459.84	607731.74
5	8,241,176.42	608,079.68	8,241,176.42	608079.68
6	8,241,256.11	607,935.49	8,241,256.11	607935.49
7	8,241,461.98	608,028.06	8,241,461.98	608028.06
8	8,241,556.03	607,824.52	8,241,556.03	607824.52
9	8,240,624.39	607,412.36	8,240,624.39	607412.36
10	8,240,636.87	607,384.08	8,240,636.87	607384.08

Fuente: Elaboración Propia

4.2. ACCESIBILIDAD

Para esta investigación para llegar a la empresa minera el acceso fue vía terrestre desde la ciudad de Puno en el siguiente cuadro menciona lo siguiente.

Tabla 2

Accesibilidad a la empresa minera Golden River Resources S.A.C

Tramo	Distancia (Km)	Vía de Comunicación	Tiempo
Puno-Arequipa	297.000	Panamericana Sur	5h 15 min.
Arequipa-Chala	381.000	Panamericana Sur	7h 30min.
Chala Km 649 – desvío	20.000	Panamericana Sur	0 h 25min.
Desvio - Paraje Huambo	10.000	Trocha Carrozable	0 h 15min.
Total	708.000	-	13 h 25min.

Nota. Cuadro de presentación de accesibilidad por vía terrestre Fuente: Elaboración Propia

La ruta parte de la ciudad de Puno hacia Arequipa en dirección Norte por la panamericana Sur, pasando por las localidades de Vítor, Siguas, Camaná, Ocoña y Atico hasta llegar a Chala a la altura del Km 669 de la panamericana Sur y a 381·km de la Ciudad de Arequipa.

Partiendo de Chala hacia el Sur y llegando a la altura del km 649 de la Panamericana Sur, aproximadamente a 25 min, se continua por el desvío hacia el Paraje Huambo por una trocha carrozable hasta llegar a la empresa minera Golden River Resources S.A.C., aproximadamente en 15 min.

4.3 SOBRE EL TERRENO SUPERFICIAL

Se precisa que en el terreno superficial del área donde se encuentra la Concesión Minera no hay centros poblados ni comunidades campesinas y no se desarrolla actividad económica de otra índole.



La concesión Patricia, con una extensión de 200 hectáreas y San Francisco N°7 de 302.33 hectáreas tiene como su primer titular a W&V Golden Mineral S.A.C., según Resolución N°·00502-2005-INACC/J con fecha 3 febrero del 2005 Con fecha 22 de junio del 2011, mediante escritura pública, el titular de la Concesión Minera Patricia, W&V Golden Mineral S.A.C. Esta fue registrada e inscrita en la Propiedad Inmueble, Libro de Derechos Mineros de la SUNARP, Sede Arequipa, con N° Partida 02027530 y N° Título 00535599.

4.3.1 Método de explotación

La operación mina se realizan en dos unidades actualmente como la unidad minera chaparral y proyecto patricia realizando tipo minado subterránea de pequeña escala con el método de explotación corte y relleno ascendente convencional (*Over Cut and Fill*), para obtener la adecuada recuperación, selectividad del mineral y estabilidad del macizo rocoso.

En la unidad chaparral tiene 14 niveles incluyendo niveles inoperativos en la actualidad trabajan con 6 niveles realizando sus actividades mineras como en galerías, subniveles, tajeos, piques y chimeneas.

En proyecto Patricia cuenta 7 niveles actualmente trabajan con 3 niveles nivel 627 – 663 y nivel 704m s.n.m. De igual forma cuentan con las labores como galerías, subniveles, pique y chimeneas.

En ambas unidades están divididos en dos turnos día y noche las 24 horas hacen sus tareas en la operación mina uno de las tareas es primordial la perforación consiste en perforar ala roca y sircado al mineral económico, haciendo perforaciones con la máquina neumática tipo Jack leg y stoper con barrenos de 4 a 8 pies de longitud utilizando las brocas de 38 m. De diámetro, realizan la voladura controlada para no diluir mineral y también minimizar los explosivos.

En cada turno deben cumplir sus tareas haciendo su ciclo minado que consiste en:

- Perforación y voladura
- Ventilación y regado de frentes



- Limpieza de desmonte y acarreo
- Disparo de mineral y recojo de mineral

4.4. MARCO GEOLÓGICO LOCAL

El relieve litológico local está enmarcado por intrusiones del cretáceo superior de Súper Unidad Linga con rocas intrusivas de monzogranitos en la unidad chaparral se observa las rocas sub volcánicas de composición intermedia a ácida con texturas porfiríticas y de grano medio, dichas rocas se presentan como diques andesíticos-dacíticos

Así mismo se tiene los depósitos cuaternarios aluviales y coluviales. Estructuralmente se observa un sistema de fallas con orientaciones NW – SE y en algunas fallas tienen un rumbo NE – SW como la falla I en la unidad chaparral, entre ellas la falla más dominante es la falla Chogui, localmente se tiene fallas dextrales de rumbo NW-SE cortan a las vetas que estas están con mineralización asociados de cuarzo hialino con oro diseminado en algunos se observan gruesos que son visibles, cuarzo blanco cristalino con lineamientos de goetita, hematita, limonita, también se tiene los minerales de sulfuros como pirita, chalcoperita, así mismo los minerales crisocola, clorita, generalmente que estos minerales están emplazados dentro las rocas ígneas de monzogranítica; estas vetas alcanza espesores de 0.05 m hasta 0.60 m (veta patricia), de 0.02 m a 0.30 m (veta Chaparral I) con valores de oro de 10 g/Tm (veta patricia), 12 a 60 g/Tm (veta chaparral I) en promedios. El yacimiento presenta depósito vetiforme son de tipo relleno de fractura, Epigenético originado por soluciones hidrotermales de signos Mesotermiales.

4.5. LITOLOGÍA LOCAL

4.5.1 Rocas Intrusivas - Súper Unidad Linga (Ks -li/mz).

Estas rocas están representadas por rocas ígneas granodioritas y monzonitas con coloraciones gris-rosáceas con tendencias débiles de blanco rosáceo, además de presentar feldespatos alcalinos-potásicos, plagioclasas y, cuarzo biotitas, hornblendas de texturas

equigranulas; se presenta moderada a fuertemente erosionada originando pendientes agrestes; se observa conjuntamente a intrusiones menores de diques que le dan una aparente coloración gris oscura a la zona de contacto con las monzonitas; estos diques tienen coloración gris oscura de variedad andesíticas.

Esta litología lo conforman diques de típica composición básica de color negro (melanocratas) a gris oscuro moderadamente fracturada rellenas de sílice y epidota en su mayoría, se encuentran cortantes a la litología monzonítica que se observa claramente contrastada, entre el contacto ocurre un contraste entre los dos tipos de roca con halos de alteración; al igual de que las rocas representativas de la súper unida Linga se encuentran en un pendiente agrestes

Monzonita. En la zona de estudio presentan el mayor porcentaje en afloración en el cerro de patricia, se observa la mitad del cerro Chogui hasta el cerro portachuelo grande, de composiciones minerales feldespato, plagioclasas, cuarzo, biotitas y hornblendas con coloraciones gris-rosáceas.

Fotografía 1

Muestra de la roca monzonita cuarcífera



4.5.2 Jurásico inferior – formación chocolate (Ji-cho).

Estas rocas afloran por el NE del cerro portachuelo grande, que está constituido por brechas andesíticas de color marrón a gris oscuro de textura porfirítica.

Andesitas. Estas rocas son de sub volcánicos se presentan como diques de composición intermedia a ácida con texturas porfirítica y de grano medio, con dirección E-W, haciendo intrusión a las rocas monzogranitos dichas rocas se presentan en la unidad chaparral en la quebrada del cerro portachuelo grande, son de color negro a gris oscuro moderadamente fracturada rellenas de sílice y epidota.

Dacitas. presentan intrusiones menores de diques de color gris oscura con minerales biotita estas rocas estas acompañados junto con rocas de andesitas.

Fotografía 2

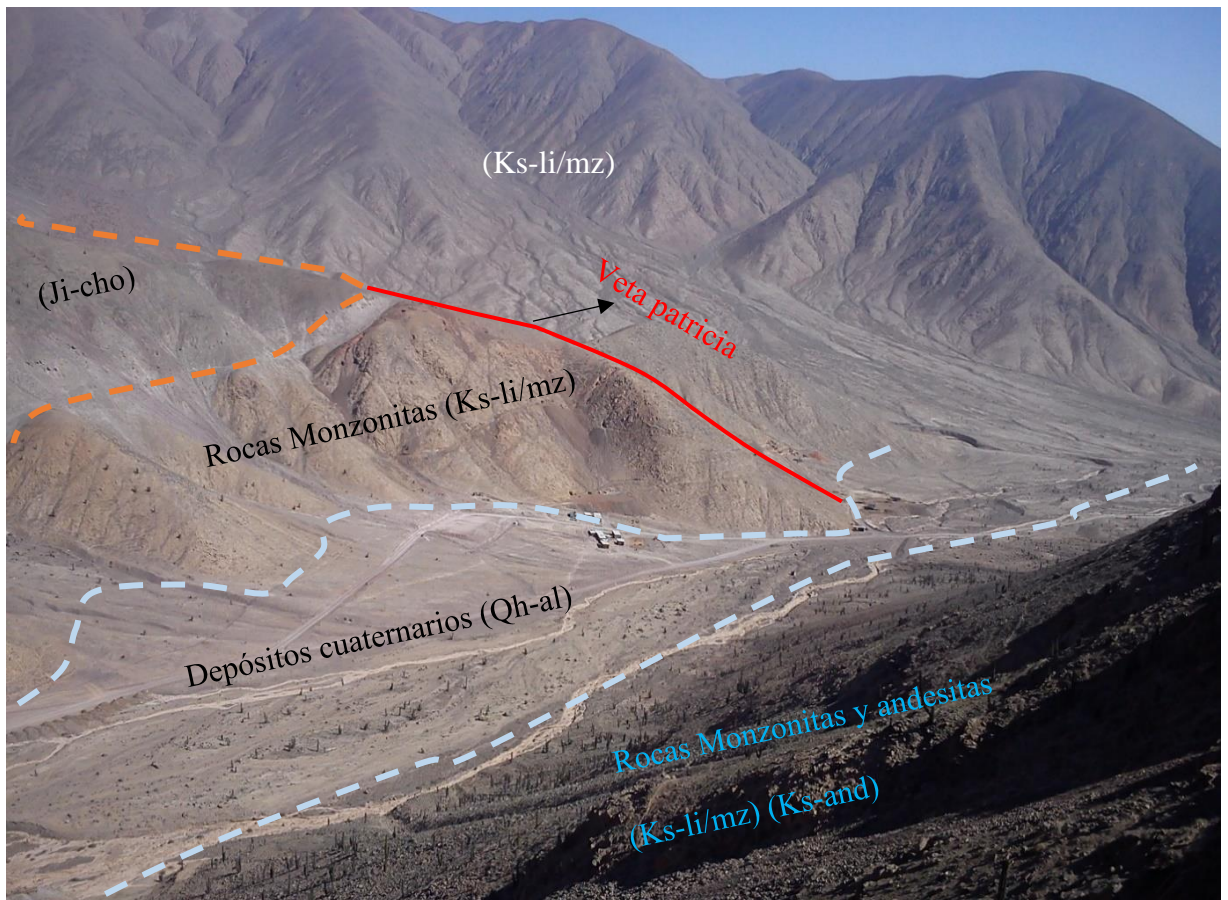
Roca sub volcánico - andesita



4.5.3 Depósitos cuaternarios (Qh – al)

Presentan en las quebradas del cerro chogui y de cerro portachuelo grande, toda la parte del valle que son los depósitos recientes conformado de depósitos eólicos, aluviales y coluviales, en algunas partes visualizan los depósitos marinos.

Fotografía 3



Nota. Fotografía en vista panorámica al Sur, contornos con los contactos de litología.

4.6 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL LOCAL

El área de estudio presenta dos sistemas estructurales entre ellas las fallas principales, se identifican un sistemas de fallas dextrales que tienen un rumbo NW-SE, y sistema de vetas con orientación de NE – SW algunos sistemas de fallas tienen con rumbo NE – SW de tipo dextral, se tiene dos sistemas de fallas regionales, la falla Chogui tiene un rumbo de NW – SE con buzamiento de 45° a 60° de tipo de inversa, y la falla Chaparral tiene un rumbo de NE – SW, con buzamiento mayores de 70°, de tipo normal a dextral, es paralela a la estructuras mineralizadas, estas fallas principales se cruzan, según los estudios indican que están relacionadas principalmente con los eventos tectónicos del ciclo andino, que podrían ser estructuras de las orogenias más antiguas dado por el basamento metamórfico a las rocas del batolito de la costa y por las discordancias



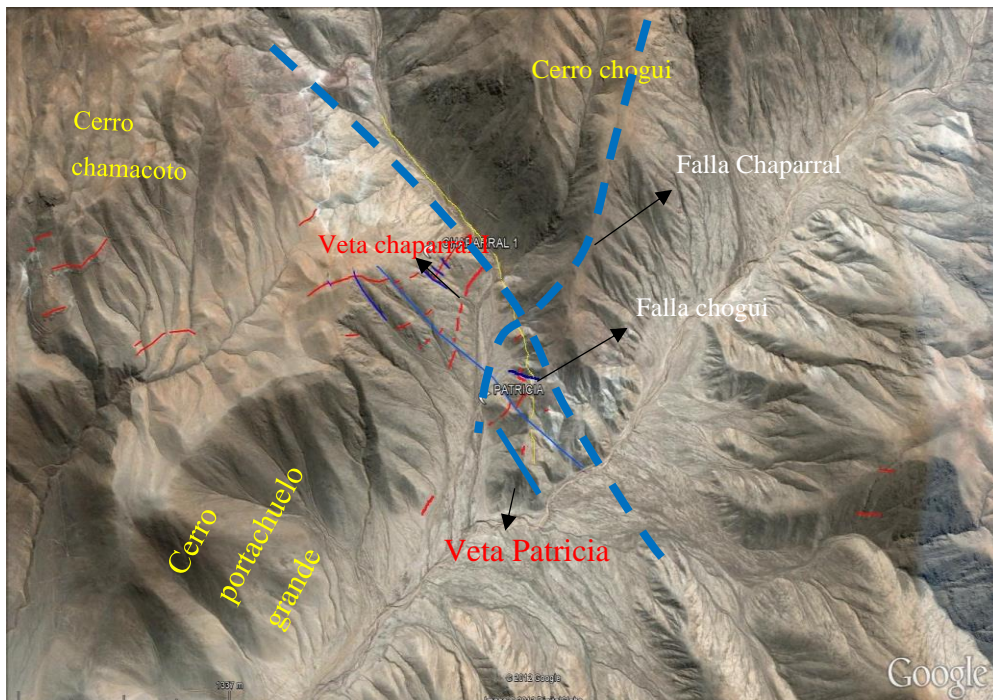
angulares que ponen de manifiesto el ciclo Hercínico, registrados en fases Eo y Tardi-Hercínicas, que probablemente después de su consolidación y enfriamiento fueron sometidos a grandes movimientos, compresivo – tensional, los que produjeron fuerte fracturamiento, El fallamiento post-mineral que ha cortado las vetas haciendo un movimiento normal a dextral.

Fallas en el proyecto patricia. En el proyecto patricia se tiene 6 fallas identificadas las cuales 4 fallas son estudiadas como estrella, sarita, pabela y poderosa que ellos tienen la misma dirección con un promedio de NW a SE, excepto la falla poderosa tiene una dirección diferente NE a SW, y los dos fallas se afloran en superficie hacia sur de veta patricia que se nombró fallas sur I y II, así mismo se tienen varias fracturas micro fallas que se tienen las mismas direcciones que las primeras sistemas de fallas, y otros sistemas son paralelos con la dirección de veta patricia.

Fallas en la unidad chaparral. se tiene 2 sistemas de fallas regionales, la falla Chogui se presenta con dirección de NW-SE de tipo inversa (Ix) que se observan superficialmente varios metros de longitud que tienen ascendencia a las orientaciones de la evolución Andina, la otra falla regional mencionado Chaparral tiene una orientación NE-SW de tipo dextral (Dx), representa el segundo sistema.

Las otras fallas locales tienen con direcciones NE - SW y NW-SE, algunas fracturas rellenas con mineralización las cuales son de gran interés en la zona de estudio debido a que la mayoría parece estar asociada a minerales económicos y están cortadas por las orientaciones de otros sistemas de fallas, localmente se identificaron 6 fallas principales.

Fotografía 4



Nota. Fotografía satelital con las orientaciones de sistema de falla y vetas.

Mineralización. La mineralización en el área de estudio es un yacimiento hidrotermal (epitermal de baja sulfuración), representado por varios sistemas de vetas en filones, teniendo una veta principal que se encuentra en explotación veta patricia y veta chaparral

Veta patricia. Esta veta patricia están en operación en 3 niveles, estas estructuras mineralizadas que posiblemente están emplazados por super unidad linga con rocas monzonita, andesíticos, en la actualidad hasta 300 metros en promedio, con dirección de NE – SW, teniendo de composición de minerales como cuarzo hialino, cuarzo blanco, oro nativo, galena se observa poco porcentaje, pirita, chalcopirita, covelina, crisocola, también se tiene minerales de oxido como hematita, limonita, que se tiene con potencias irregular de 0.05 a 0.60 m. con una ley promedio en oro 10 a 20g/Tm.



Veta chaparral I. Esta veta se tiene en la unidad chaparral con un avance por subterráneo 450m en promedio, con dirección de N50°E (NE-SW) con buzamiento de 70° EW, la potencia es irregular en algunos tramos se tiene muy angosta que va de 0.02 a 0.30 metros con relleno de cuarzo blanco, en algunas zonas se observa óxidos de cobre con minerales de malaquita, con los valores en leyes de oro que van de 12 a 60g/Tm se tiene un “clavo mineralizado”. se emplaza en un stock de monzonita cuarcífera, en una zona de contacto con volcánicos de la formación Chocolate.

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

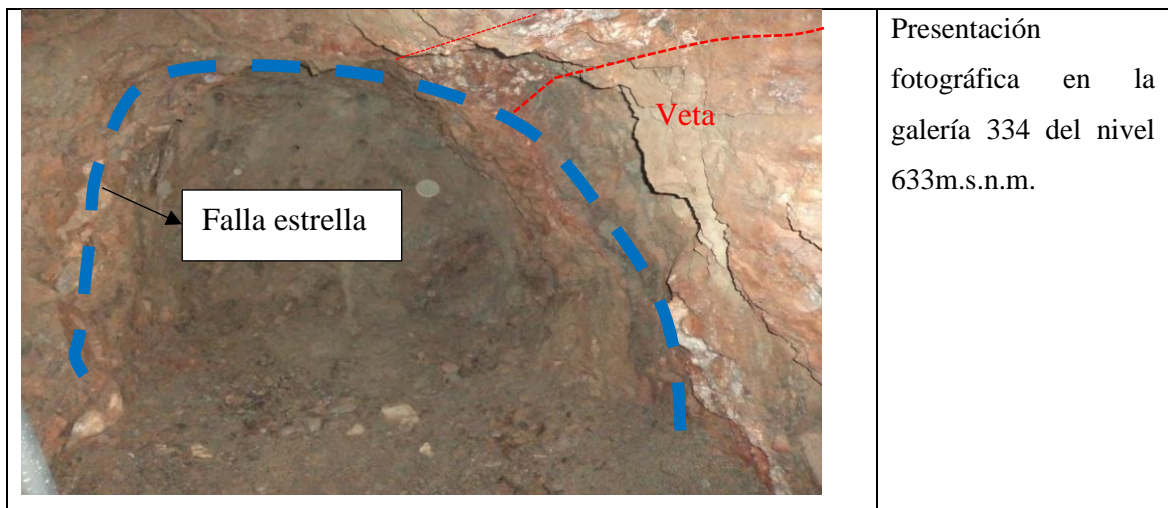
5.1. ORIENTACIONES DE SISTEMAS ESTRUCTURALES EN LA MINERALIZACIÓN AURÍFERA

5.1.1. Orientaciones de sistemas de fallas en proyecto Patricia

5.1.1.1 Falla Estrella.

Esta falla se observó en los dos niveles en el nivel 633m s.n.m. galería 334a 50 metros de profundidad desde boca mina se presentó con orientación de $N41^{\circ}W$ a SE con buzamiento $45^{\circ}NE$, así mismo en el nivel 627m s.n.m. galería 313 a los 95 metros de boca mina se tiene orientación de $N43^{\circ}W$ a SE, con buzamiento $55^{\circ}NE$, cortando a la veta Patricia haciendo movimiento hacia derecha a 20 m. también se tiene algunas micro fallas con las mismas direcciones.

Fotografía 5

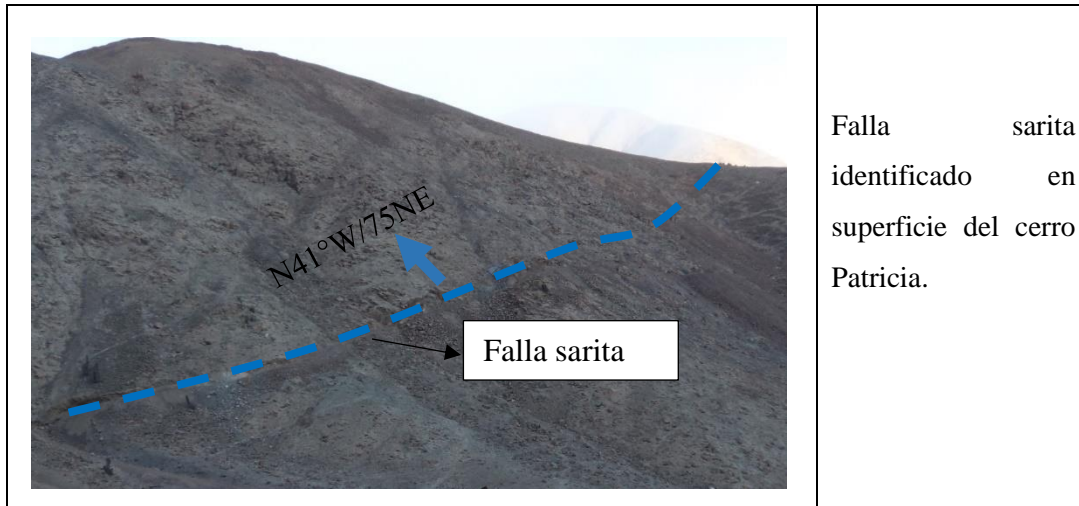


5.1.1.2 Falla Sarita.

Se tiene en los tres niveles en el nivel 704 m s.n.m. galería 456 esta falla se tiene una dirección de $N05^{\circ}W$ a SE con buzamiento de $74^{\circ}NE$, con relleno alteraciones de material de rocas porfiritica triturados brechado angulosos con rocas andesíticos, con una

abertura de 20 metros de promedio, y en los dos niveles se identifican con las mismas características 633 - 627m.s.n.m. desde boca mina de la galería 313 en 190 metros de profundidad se tiene con dirección de $N41^{\circ}W$, buzamiento $75^{\circ}NE$.

Fotografía 6



5.1.1.3 Falla Pamela.

Esta falla se identifica en superficie con dirección de $N40^{\circ}W$ a SE con buzamiento $N70^{\circ}E$, con alteraciones de óxidos, potencia de abertura 2 a 4 metros, en el nivel 664m.s.n.m. galería 524 a una profundidad 130 metros se identifica con la misma característica con dirección de $N42^{\circ}W$ a SE, con buzamiento de $80^{\circ}NE$.

5.1.1.4 Falla Poderosa.

Se logró identificar con los avances de la galería 524 a 185 metros de profundidad se tiene con dirección promedio $N04^{\circ}E$ a SW con buzamiento $75^{\circ}SE$ con relleno de alteraciones de rocas andesíticas con venillas de cuarzo blanco, así mismo se aprecia en superficie con diferente dirección de $N19^{\circ}W$ a SE con buzamiento $78^{\circ}NE$, con estrías hacia norte, las características son como falla Chogui.

Fotografía 7



5.1.2. Orientaciones de sistemas de fallas en la unidad chaparral

5.1.2.1 Falla Chogui.

Esta falla es más representativo que la falla regional por la misma dirección y su buzamiento localmente en interior mina se aprecia en los 4 niveles en el nivel 460m s.n.m. hacia lado Este de galería 223, se tiene con dirección $N20^{\circ}W$ a SE con buzamiento $81^{\circ}SE$ con relleno de rocas de textura porfiritica andesitas con ramaleo de vetillas de cuarzo, algunos minerales de óxidos de hierro hematita, limonita, teniendo algunos zonas de hornblenda, en otros niveles inferiores como 432 a 390m.s.n.m. en la galería 265, se aprecia con dirección de $N22^{\circ}W$ y $70NE$ con relleno de alteraciones de rocas monzonitas en forma brechas con ramaleo de vetitas paralelo a la dirección de falla y con inclinación hacia SE.

5.1.2.2 Falla I.

Esta falla se aprecia en el nivel 432 m.s.n.m. en la galería 245 atravesando los demás niveles hasta nivel 610 m.s.n.m. en la galería 070 al W, con dirección promedio $N26^{\circ}E$ a SW y $54^{\circ}SE$ con relleno de alteraciones de óxidos, rocas volcánicas típicas de andesitas y dacitas con rameaciones de cuarzo blanco, teniendo una abertura de 4 a 6 metros.

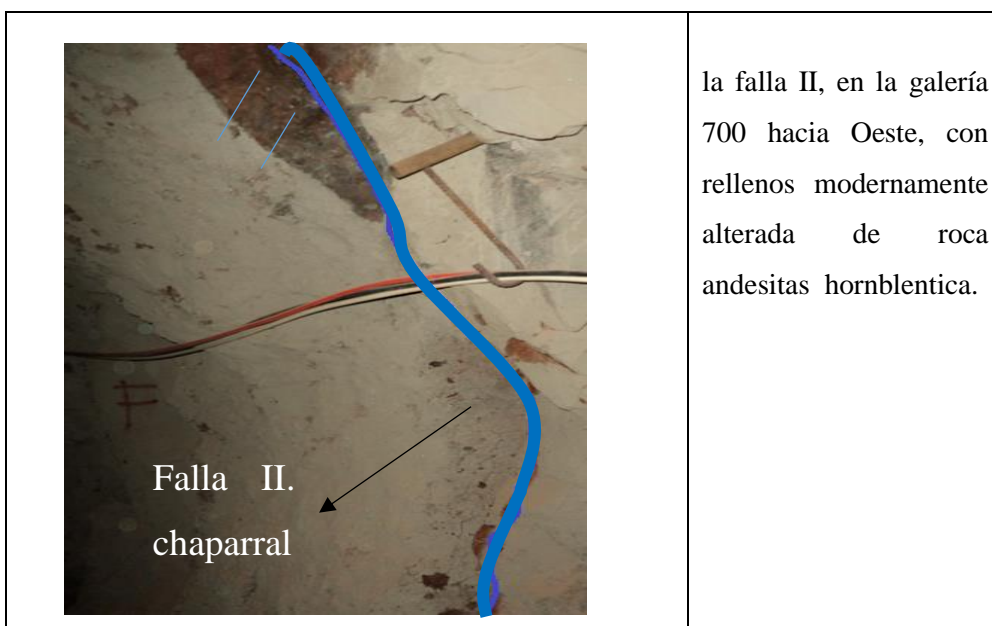
Fotografía 8



5.1.2.3 Falla II.

Se identifico desde nivel 500 hasta nivel 610 m s.n.m en la galería 700 al W, se aprecia la falla con rellenos de alteraciones de rocas monzonitas modernamente blandas en otra galería se tiene solo con relleno de material hornblenda panizo como arcilla. Con una dirección promedio N25°W con buzamiento de 70°NE.

Fotografía 9

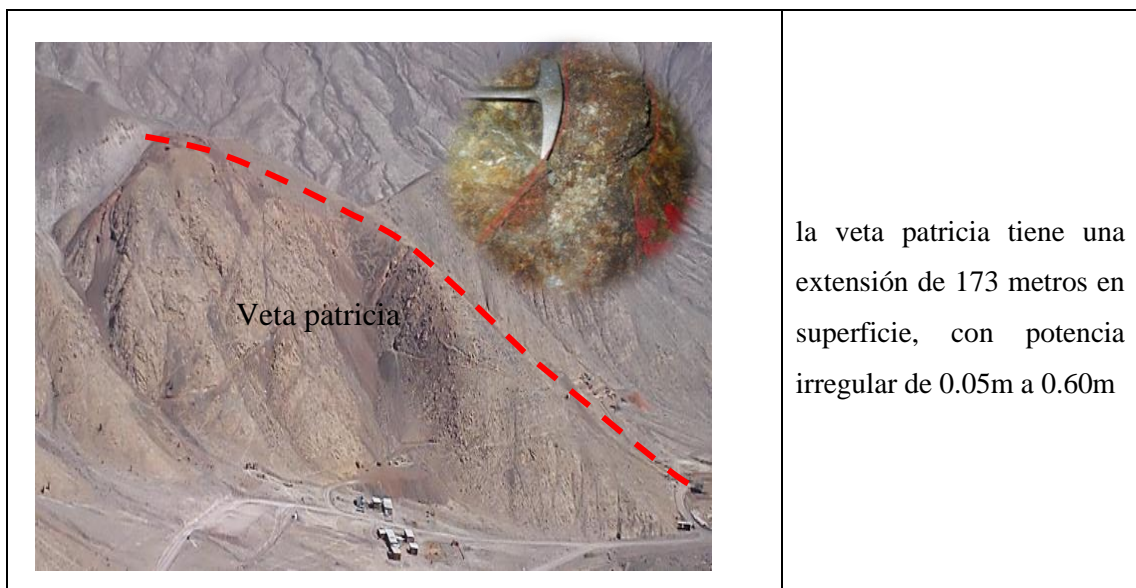


5.1.3. Orientaciones de sistemas de vetas proyecto Patricia y unidad Chaparral.

5.1.3.1 Veta Patricia

Esta veta, está constituida por cuarzo lechoso, cuarzo hialino, oro nativo, galena se observa poco porcentaje, pirita, chalcopirita, óxidos de cobre con minerales de malaquita, covelina, crisocola, también minerales de óxidos hematita y limonitas, en la superficie tiene una extensión de 172 m que se tiene con potencias irregular de 0.05 a 0.60 m. con una ley promedio en oro 10 a 20g/Tm. por subterráneo esta explorada 300 metros de promedio se tiene con orientaciones de N37°E a SW, con buzamientos de 60 a 70°NW, estas variaciones son observadas en las afloraciones que, se desplazadas por fallas del orden dextral, comprenden también sistemas de diaclasas como parte de los fracturamiento.

Fotografía 10

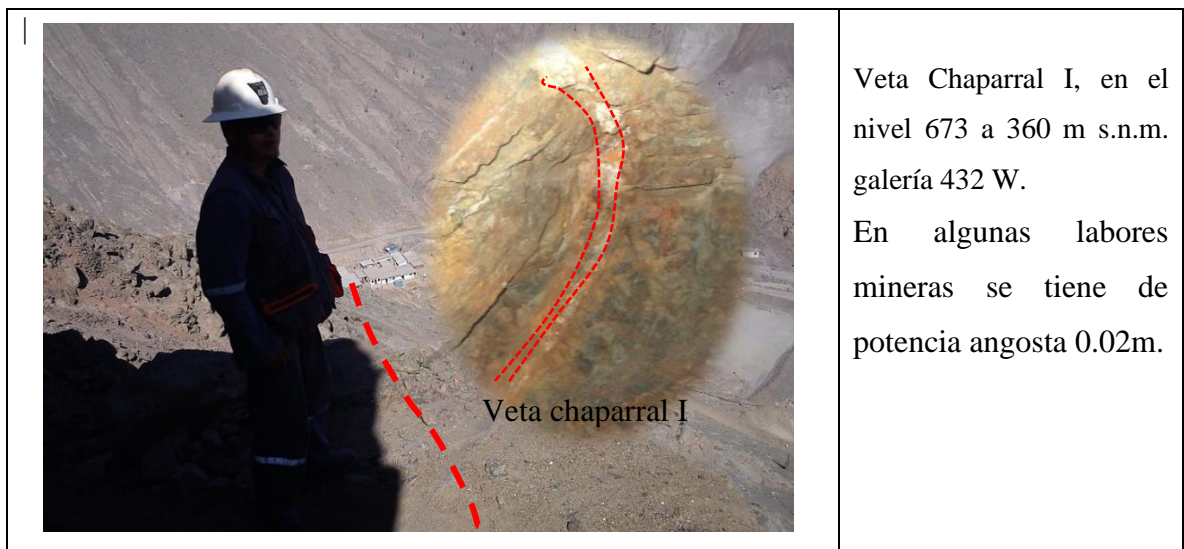


5.1.3.1 Veta Chaparral I.

Se presenta un sistema estructural con dirección de N50°E a SW con buzamientos variables de 73° a 77° NW, esta constituida por rellenos de cuarzo hialino con oro diseminado algunos son visibles, cuarzo blanco, óxidos de hierro (goethita, hematita, limolita), sulfuros como pirita, calcopirita, galena, presenta una variación de potencia de

0.02 m a 0.30 m, con los valores en leyes de oro que van de 12 a 60g/Tm se tiene un “clavo mineralizado con minerales de cuarzo, oro, galena, óxidos de hierro” esta explorada por subterráneo haciendo galerías teniendo avance 450 metros de longitud, y hacia profundidad se tiene hasta el nivel 360 m.s.n.m.

Fotografía 11



5.1.4 Orientaciones de sistemas de diaclasas en proyecto Patricia

El sistema de diaclasas está determinado por la toma de actitudes buzamiento y dirección de buzamientos (DIP-DIPDIR) los tres niveles se realizó este trabajo registrando datos estructurales obteniendo 144 datos. (ver Anexo A1)

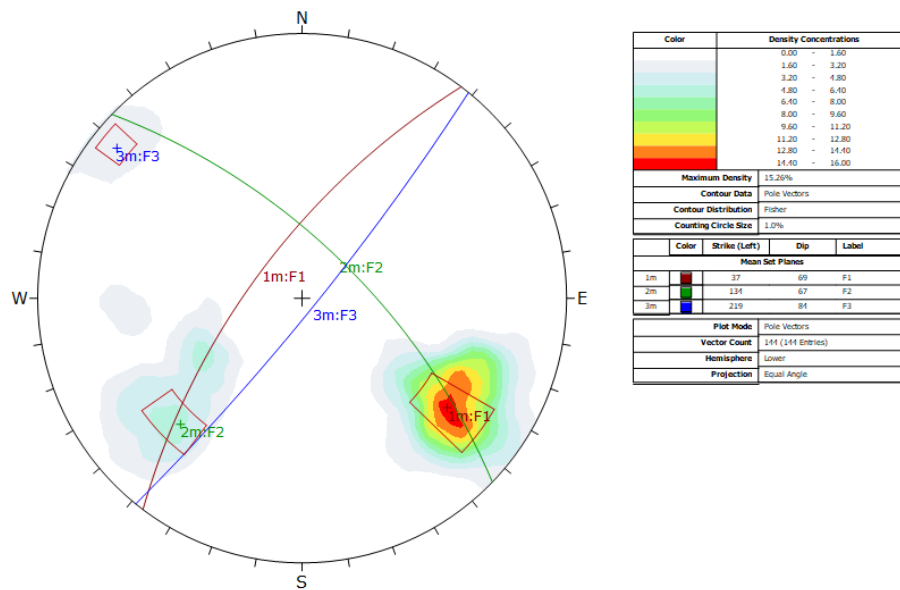
Fotografía 12



El análisis de diagrama de polos en el sector de Patricia está determinado específicamente por las tres familias determinadas por la tendencia, la inmersión; con un análisis de 144 datos colectados (Dip-DipDir) y la dispersión de ellos en la siguiente figura.

Figura 20

Datos colectados (Dip-DipDir)



Nota: la figura muestra el diagrama de polos y los planos para cada familia del sector patricia. Fuente: elaboración propia

Tabla 3

Orientaciones de sistema de diaclasas del proyecto Patricia

Orientaciones de diaclasas en proyecto Patricia			
N°	Diaclasas	Azimut	Buzamiento
1	Familia 1	037°	69°
2	Familia 2	124°	67°
3	Familia 3	219°	84°

Fuente: Elaboración propia

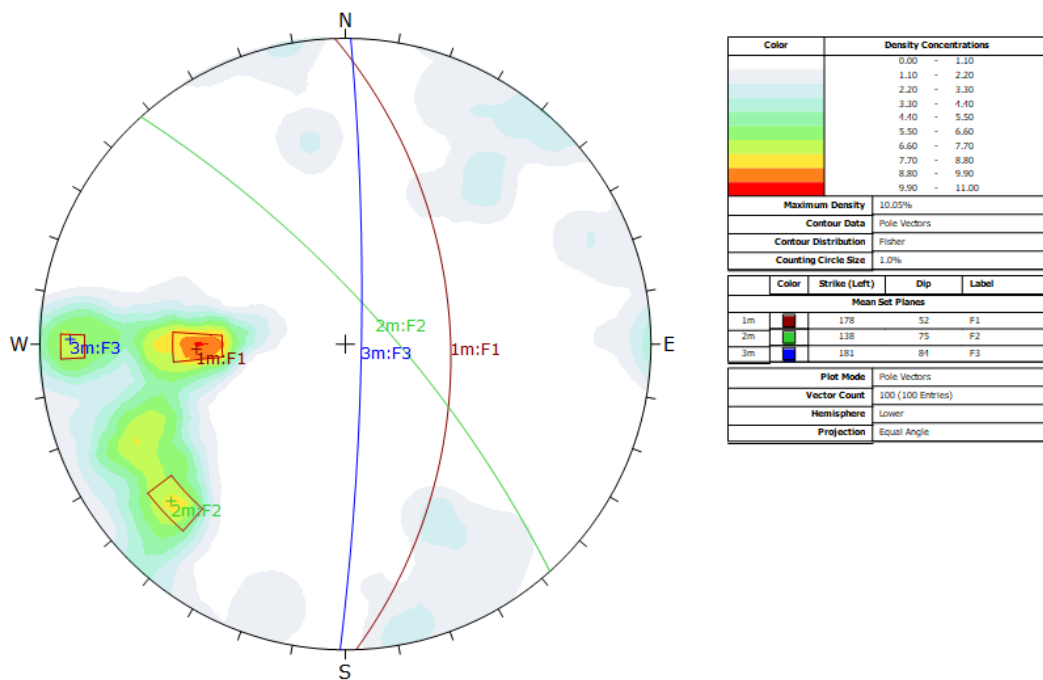
La familia 1 representa una actitud predominante de $N 037^{\circ}/69^{\circ}$, teniendo con orientación NE-NW, la familia 2 que no es dominante que tiene orientación SE-NW, y la familia 3 indica que no es significativo que tiene una orientación de SW-NE.

5.1.5 Orientaciones de sistemas de diaclasas en la unidad Chaparral.

El sistema de diaclasas está determinado por la toma de actitudes buzamiento y dirección de buzamientos (DIP-DIPDIR) los tres niveles se realizó este trabajo registrando datos estructurales obteniendo 100 datos.

Figura 21

Representación gráfica de diagrama de polos y planos



Nota: la figura muestra el diagrama de polos y los planos para cada familia del sector Chaparral. Fuente: elaboración propia

Tabla 4*Orientaciones de sistema de diaclasas de la unidad Chaparral*

Orientaciones de diaclasas en unidad Chaparral			
N°	Diaclasas	Azimut	Buzamiento
1	Familia 1	178°	52°
2	Familia 2	138°	75°
3	Familia 3	181°	84°

Fuente: Elaboración propia

En la unidad Chaparral las diaclasas se tiene tres familias, La familia 1 representa una actitud principal de con dirección 178°/52°, teniendo con orientación SE-NW, la familia 2 que no es dominante que tiene orientación SE-NW, y la familia 3 indica que no es significativo que tiene una orientación de SW-NE.

Análisis estructural de diaclasas. Para los dos sectores se determinaron 3 sistemas de familias en proyecto patricia la orientación dominante familia 1 es de NE-SW, y en la unidad chaparral la familia 1 es representante de diaclasas con orientación de SE-NW

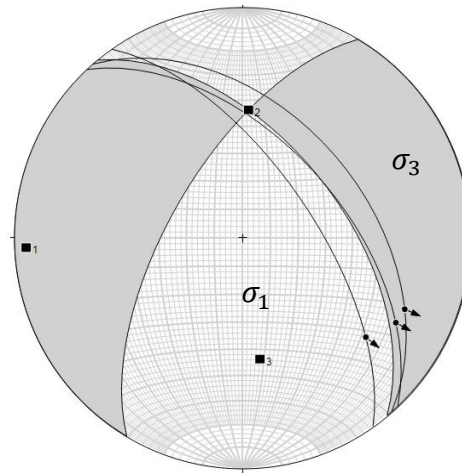
5.2. PELEOESFUERZOS TECTÓNICOS EN SISTEMAS ESTRUCTURALES EN PROYECTO PATRICIA Y UNIDAD CHAPARRAL.

5.2.1. Los esfuerzos principales en sistema de fallas del proyecto Patricia

Falla Estrella. Esta estructura muestra un azimut N320°, con buzamiento 55° NE, pitch de 33°S, corta a la estructura principal (veta Patricia) en un movimiento dextral, esta se desplaza al suroeste.

Figura 20

Representación gráfica de diagrama de esfuerzos para falla Estrella



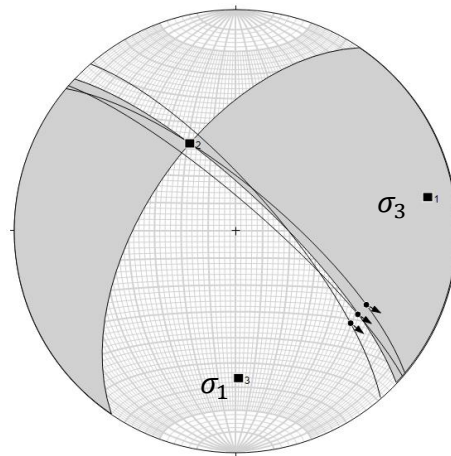
Nota. La interpretación grafica muestra para esta falla estrella el esfuerzo principal es sigma σ_3 que actúan de forma extensión y la sigma σ_1 en forma compresión paralelo a las estructuras mineralizante este falla tiene la cinemática Normal (Nx) Dextral(Dx).

Fuente: Propia (2022)

Falla Sarita. La falla presenta un azimut N313°, buzamiento 76° NE, pitch de 34°S, esta estructura se encuentra interceptada con la veta patricia desplazándola al Sureste con una cinemática normal dextral, puntualmente se observó arcillas por trituración, presenta diaclasamiento en secciones transversales a la falla.

Figura 21

Representación gráfica de diagrama de esfuerzos para falla Sarita

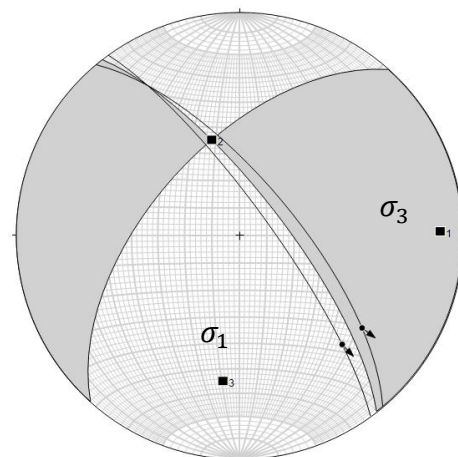


Nota. La interpretación grafica muestra para esta falla Sarita el esfuerzo principal es sigma σ_3 que actúan de forma extensión y la sigma σ_1 en forma compresión que esta falla teniendo dirección NW-SE con pitch de 34 S, de cinemática dextral (Dx)

Falla Pamela. La estructura presenta un azimuth N322°, buzamiento 78° NE, pitch 34°S; tiene una potencia de 3 a 5 m, la traza de la falla es de 94 m en interior mina es complejo que desplaza a la veta haciendo movimiento 5m hacia derecha.

Figura 22

Representación gráfica de diagrama de esfuerzo de falla Pamela

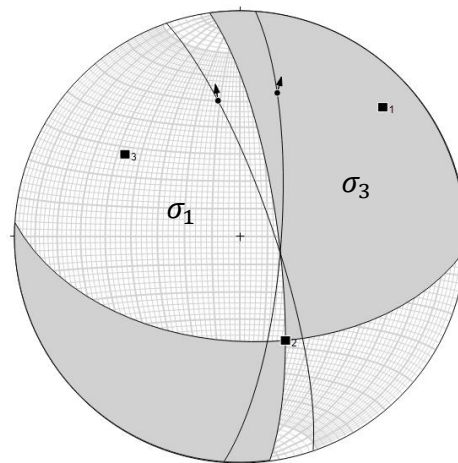


Nota. La interpretación grafica muestra para esta falla Pamela el esfuerzo dominante es sigma σ_3 actúan de forma extensión que la sigma σ_1 actúa en forma compresión. Con cinemática Normal (Nx) y dextral (Dx)

Falla Poderosa. Falla con las mismas características que la falla Chogui, presenta en dos sistemas la primera con azimut N341°, buzamiento 78° NE, pitch 40°N; generando un sistema fallas secundarias paralelas a la veta.

Figura 23

Representación gráfica de diagrama de esfuerzos de falla Poderosa



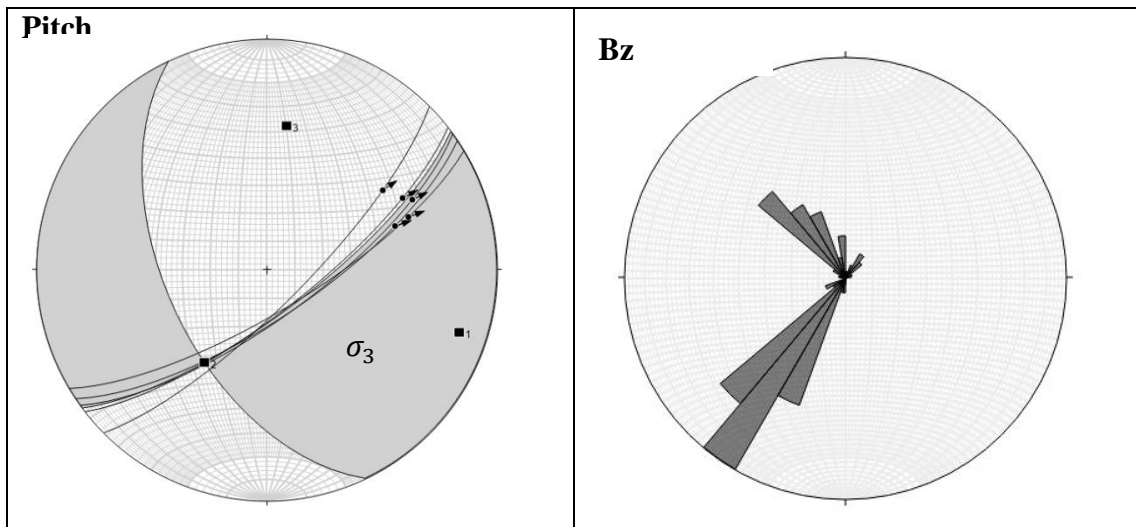
Nota. La interpretación grafica muestra para esta falla Poderosa el esfuerzo dominante es sigma σ_3 es extensión que la sigma σ_1 es compresión con pitch hacia esta falla tiene una cinemática Dextral (Dx)

5.2.2. Los esfuerzos principales en veta Patricia

Veta Patricia. La estructura presenta un azimut N037°, buzamiento de 60° a 80° NW, con pitch 40°E; en las labores mineras esta veta es complejo de ubicar, porque sufrido un movimiento a causa de sistemas de fallas de post-mineralización que posiblemente ha surgido por tectónica reciente, es por ello se graficó en estereogramas para ver el esfuerzo principal.

Figura 24

Representación gráfica de diagrama de esfuerzos de la veta Patricia



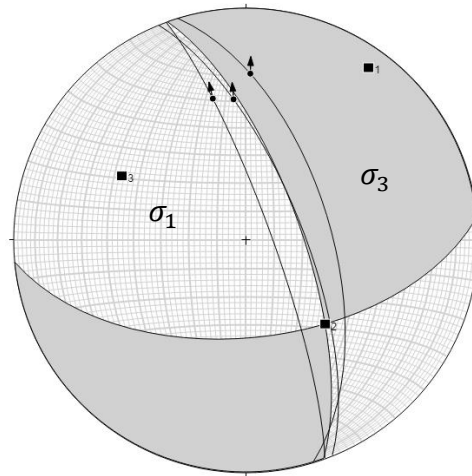
Nota. La interpretación grafica muestra para veta Patricia tiene una orientación de NE-SW con pitch 40 E el esfuerzo dominante es sigma σ_3 de extensión y que la sigma σ_1 es compresión.

5.2.3 Los esfuerzos principales en sistema de fallas de la unidad Chaparral

Falla Chogui. La falla tiene un azimut de 340° con buzamiento de 60 a 80 NE, en los planos de falla se aprecia estrías con un ángulo de pitch 38°N que es de tipo normal, en interior mina esta falla limita a la veta chaparral I desde NE, y no se logró ubicar la veta solo se presentó ramales de vetillas con orientación paralelas a la falla.

Figura 25

Representación gráfica de diagrama de esfuerzos de falla Chogui,

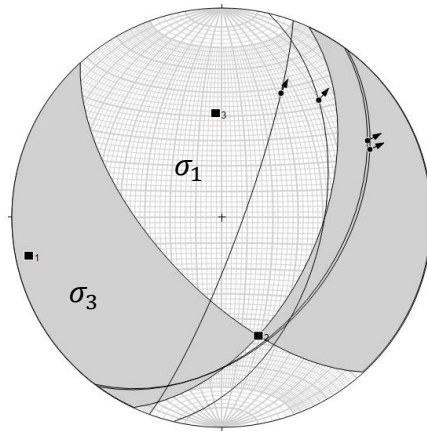


Nota. La interpretación grafica muestra para esta falla Chogui tiene una dirección de NW-SE, con pitch 38° N, el esfuerzo dominante sigma σ_3 que esta falla corresponde a cinemática falla inversa.

Falla I. Esta falla presenta un azimut de 026° , buzamiento de 40° a 80° NE de carácter normal dextral, se tiene estrías en los planos en donde se obtuvo el pitch de 36° N, esta falla en las labores mineras, así como galería 700 W - 432W, que cortan a la mineralización haciendo movimiento ala derecha es por ello se tiene un grado de dificultad moderado para ubicar a la veta Chaparral I.

Figura 26

Representación gráfica de diagrama de esfuerzos de falla I

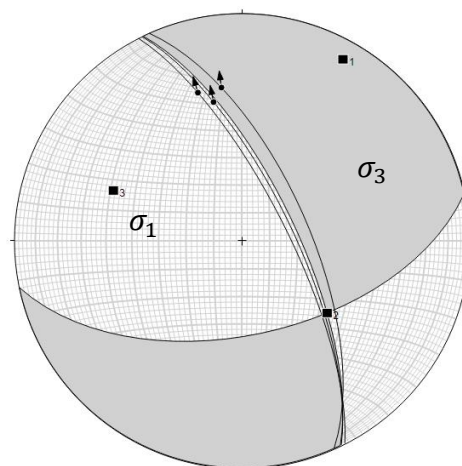


Nota. La interpretación grafica muestra para esta falla I, el esfuerzo predominante es sigma 3, de extensión teniendo una dirección de NE -SW con cinemática de tipo normal dextral es perpendicular a la veta.

Falla II. La falla de perfil de normal dextral presenta un azimut de N334°, buzamiento 60 a 70° NW con un pitch de 36° N, se intersecan con la falla I, que genera un complejo sistema de cizallas, en interior mina aprecia a los 430 metros hacia Oeste en galería 700W, que limita a la veta chaparral I y no se logró ubicar.

Figura 27

Representación gráfica de diagrama de esfuerzos de la falla II



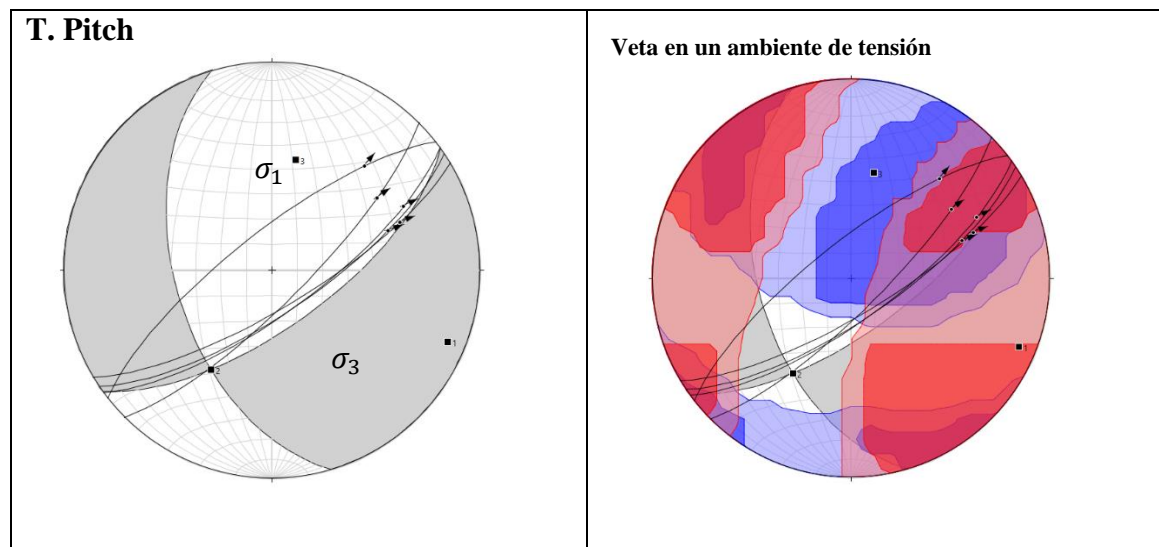
Nota. La interpretación grafica muestra para esta falla II, los esfuerzos principal sigma 3 de extensión con dirección NW-SE, indicando en la cinemática la falla de tipo dextral (Dx).

5.2.4. Los esfuerzos principales en la veta Chaparral I de la unidad Chaparral.

Veta Chaparral I. Esta veta tiene un promedio de azimut de N053°, con buzamiento 70° a 80° NW, con presentación de pitch 45 N, mediante eventos tectónicos surgidas en forma extensional la veta chaparral ha rellenado alas fracturas, posteriormente otro evento tectónico genera a la falla Chogui así mismo intercambiando la orientación de la mineralización.

Figura 28

Representación gráfica de diagrama de esfuerzo para veta Chaparral



Nota. La interpretación grafica muestra para veta Chaparral I, tiene una orientación de NE-SW con pitch 45 E el esfuerzo dominante es sigma σ_3 de extensión y que la sigma σ_1 es compresión que esta de color celeste.

5.3. MODELO CINEMÁTICO ESTRUCTURAL EN PROYECTO PATRICIA

Cinemática en fallas y veta Patricia. La agrupación de fallas en el sector Patricia está estructuralmente se obtiene según las estrías de falla identificadas en campo nos muestran una falla de tipo Normal (Nx) con una componente Dextral (Dx) que se representa claramente en cada uno de los diedros generados en gabinete. Estos estereogramas también nos indican que a lo largo de la falla Patricia no presenta un comportamiento lineal ya que son diferentes en cuanto a la dirección de esfuerzos en todas las estaciones.

A continuación, según el estereograma nos muestra sigma σ_3 que es de tipo extensional en sentido NW– SE y σ_1 que representa a compresión nos indica que este esfuerzo tiene un sentido NE – SW y viendo que la veta Patricia tiene un rumbo promedio de N20 a 40°W relativamente con la paralela σ_1 , deducimos que la falla Patricia está actuando como el control de la mineralización en la zona.(ver en mapa cinemática)

5.4. MODELO CINEMÁTICO ESTRUCTURAL EN UNIDAD CHAPARRAL

Cinemática en fallas y veta Chaparral I. estructuralmente la falla representativo es la falla Chogui y falla Chapparal estas fallas posiblemente son de diferentes eventos tectónicos, la falla Chogui representa con orientación NW-SE con cinemática de tipo inversa (Ix) que es paralela al sigma σ_3 , posteriormente la falla regional denominado Chaparral que tiene una orientación de NE – SW que representa cinemáticamente falla de tipo Dextral (Dx), paralela al sigma σ_1 , así mismo según la estenograma las fallas locales que representan con la cinemática de tipo Normal (Nx) y Dextral (Dx), que son de post-mineralización que cortan a las vetas hacia derecha de 10 a 20m de promedio.

La cinemática generalizada las fallas nos muestra en un ambiente tectónico de extensión con dirección NW – SE y una compresión NE – SW, lo que claramente nos

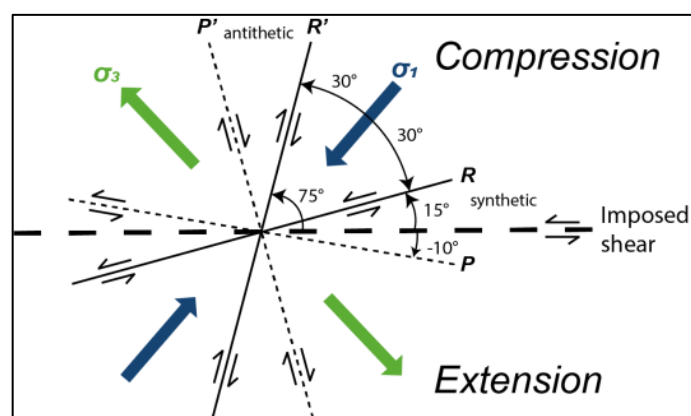
indica que las fallas se comportan como un control de la mineralización, También vemos que las fallas locales de proyecto patricia también son el mismo comportamiento pues estas fallas han desplazado a las vetas haciendo como escalonadas en sentido horario en forma cóncava. (ver en el mapa cinemática)

5.5. INTERPRETACIÓN EN DIAGRAMA DEL MODELO DE CIZALLA RIEDEL.

La determinación de este modelos viene dado por la colecta de datos se representan por estereogramas; las fracturas sintéticas (R) correspondientes a fallas de tipo inversa, las fracturas antitéticas (R') corresponden a fallas inversas, normales, las fallas inversas, normales sinestrales representadas como (P); las fracturas de extensión (E) corresponden a fallas normales e inversas, las vetas representadas como R, mientras que las fracturas de compresión (C) corresponden a diaclasas, fallas normales a dextrales representadas como (P')

Figura 33

Representación gráfica de diagrama del modelo de cizalla Riedel.

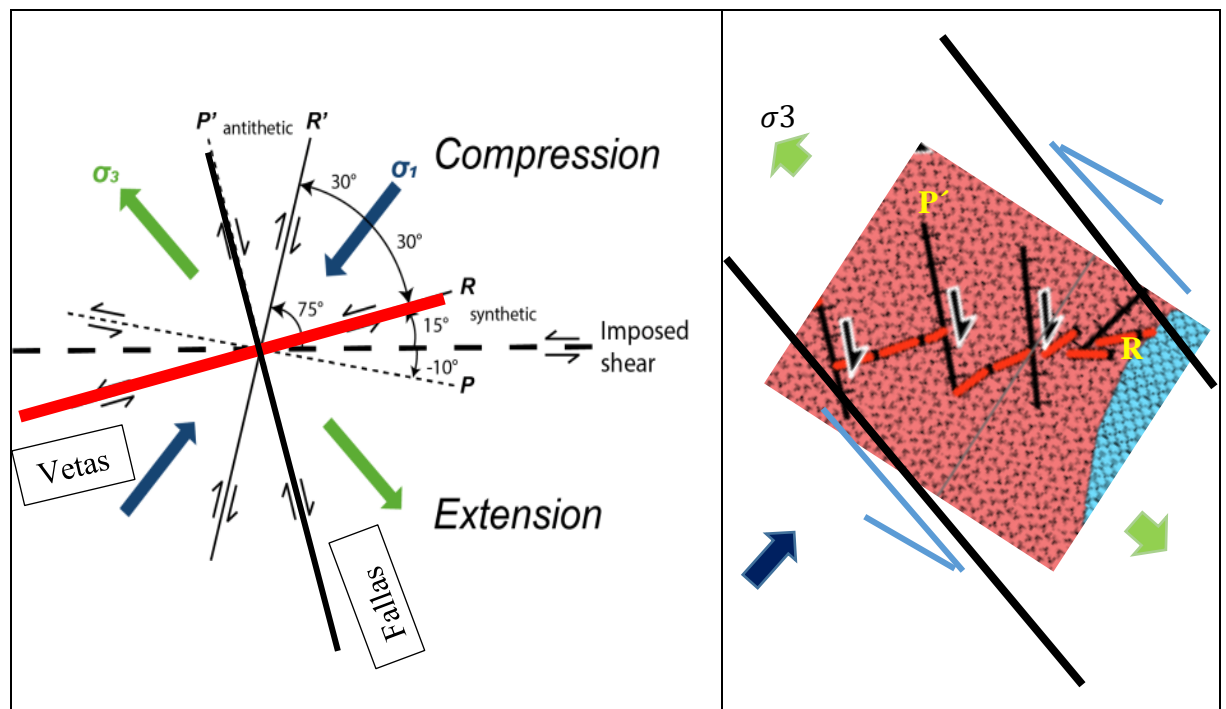


Nota. La grafica muestra es un modelo de cizalla Riedel, representado las fracturas R, R', P, P', y los esfuerzos de sigma 1 y sigma 3.

La interpretación grafica en un diagrama esquemático del modelo de cizalla de Riedel y las estructuras subsidiarias que pueden desarrollarse a partir de un movimiento dominado por deslizamiento sinestral (S_x).

Figura 34

Representación gráfica de diagrama e interpretación del modelo de cizalla Riedel.



Nota: Imagen para análisis estructural según modelo de cizalla Riedel, las fallas son antitéticas (P') y las vetas son sintéticas (R) que tienen inclinación de 15° en la zona de cizalla.

El modelo que se aplica al área de estudio se ajusta a un modelo de cizalla Riedel de régimen sinestral, la falla Chogui, actúa como falla principal de este sistema, mientras que las estructuras con dirección NE-SW corresponderían a fracturas como vetas que son sintéticas Riedel (R) en fallas de tipo normal y dextral que se correspondería a las fallas locales con dirección NW-SE corresponderían a fracturas antitéticas (P') que ocurren en ese ambiente de esfuerzos y su desarrollo puede ser durante o posterior al primer evento, las estructuras de dirección NW-SE corresponderían a fracturas de extensión (E) que



ocurren entre las fracturas antitéticas (P'), mientras que las fracturas (C) ocurren entre las fallas principales y fracturas sintéticas (R)



VI. CONCLUSIONES

- Estructuralmente el proyecto Patricia y unidad Chaparral se determinaron que los controles estructurales son los eventos tectónicos que genero varias estructuras en un ambiente tectónico de extensión denominado con el sigma σ_3 con dirección NW-SE paralela a la falla Chugui y el sigma σ_1 es el paleoesfuerzo principal de compresión con dirección NE -SW, que originaron otras fracturas paralelas como las falla Chaparral y las vetas, cinemáticamente que las fallas han sido de tipo inversa(Ix) y normal(Nx) con un componente dextral(Dx), que estos eventos actúan como control estructural en la mineralización y así también favoreciendo en sus altos valores en oro.
- Identificaron dos sistemas de orientaciones teniendo la falla regional llamado Chogui tiene una orientación N20° a 40°W(NW – SE) con buzamiento de 60° a 80°NE de tipo inversa que corta oblicuamente a la falla Chaparral que este tiene con orientación N30° a 40°E (NE – SW) con buzamiento de 50 a 80° NW de tipo normal a dextral, y las vetas de mineralización aurífera tienen a ser paralela a la falla Chaparral con direcciones N30° a 50°E(NE-SW) con buzamiento de 55° a 80°NW y otras fallas locales se presentan paralelas a la orientaciones de la falla Chogui pero son de tipo normal a dextral que cortan a la estructura mineralizada.
- El estado de paleoesfuerzos que actúan en el área de estudio y se determinó que el esfuerzo principal es σ_1 con dirección 254° con una inclinación de 20° en un evento tectónico extensional de sigma σ_3 , creo enfáticamente al producirse el esfuerzo σ_1 que ha generado fracturas paralelas a este esfuerzo y posteriormente ha sido rellenado con fluidos hidrotermales a su vez también que genero a la falla Chaparral, el esfuerzo σ_3 tiene un dirección de 340° perpendicular a las vetas, la falla Chogui es paralela a este esfuerzo σ_3 este evento tectónico nos indica que



puede ser un ambiente progresivo generando fallas de post-mineralización haciendo movimiento hacia derecha como escalonadas hacen que la veta gire hacia el sentido horario o se doble en forma cóncava.

- Con el análisis cinemático concluimos que las fallas en la zona de estudio se identificaron dos fallas principales la falla Chogui es de tipo inversa que actuaron en un evento tectónico de tensión, las fallas de tipo normal a dextral son fracturas antitéticas (P^ˆ) y las vetas son fracturas de sintéticas (R), que estos sistemas de estructurales se relacionan en un modelo de cizalla de Riedel de dinámica sinistral.



VII. RECOMENDACIONES

- Continuar con mayor rigor esta investigación, en la interpretación de controles estructurales que se identificó dos sistemas de control estructural de la mineralización en vetas angostas, especialmente ubicar las fallas locales y otras estructuras vinculadas al yacimiento hidrotermal a sí mismo tomar muestras en la intersección de las fallas, para focalizar el comportamiento de fluidos mineralizantes.
- Realizar un estudio a mayor detalle para determinar el origen de los eventos tectónicos asociar las direcciones de paleoesfuerzos a una fase de deformación en un ambiente tectónico de orogenia andina.
- mapeo de las alteraciones hidrotermales, estudios de secciones pulidas para conocer la paragénesis de yacimiento, debido al potencial minero de la zona de debe realizar las perforaciones diamantinas en el cerro Chogui para incrementar las reservas de mina.
- Hacer los estudios de inclusiones fluidas para determinar la temperatura de formación de yacimiento y su salinidad.



VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acosta J. et al (2009) Memoria de mapa metalogenética del Perú- INGEMMET.
- Arone P. (2016) Planeamiento y diseño del pique Inclinado 340 para el incremento de producción en la Unidad Chaparral, Compañía Minera Golden River Resources Chaparra- Caravelí - Arequipa - 2016" UNAMBA.
- Aubouin, J., Brousse, R., et al. (1980). Tratado de geología. Tomo 3. Tectónica, tectonofísica, morfología. Barcelona, Omega.
- Bellido, E. & Narváez, S. (1960) - Geología del cuadrángulo de Atico. Comisión Carta Geológica Nacional, 2, 59 p
- Bellido, E. & Guevara, C. (1963) - Geología de los cuadrángulos de Punta de Bombón y Clemesí. Comisión Carta Geológica Nacional, 5, 92 p.
- Carpio D. (2017) Control geológico estructural de mineralización y Correlación de flujos hidrotermales en veta Mercedes unidad minera San Juan de Chorunga Condesuyos – Arequipa.
- Caldas J. (1978) Geología del Cuadrángulo de San Juan, Acarí, y Yauca 31-m, 31-n, 32-n.
- De Montreuil L {1990), Mineralogía de Yacimientos Auríferos del Perú. 5. De Montreuil L.{1979), Ocurrencias de Oro y sus asociaciones-Franja Nazca-Ocoña resalta características mineralógicas del distrito.
- Flores H. (2017) Estudio geológico y programa de Exploración – Desarrollo –Caravelí- de la veta Patrick – mina Calpa (Ático-Arequipa), UNAS
- Hobbs y Williams, (1981) Geología estructural
- INGEMMET (2011) Dirección de recursos minerales y energéticos programa de metalogenia proyecto GE 33 - “metalogenia y geología económica por regiones”.



- Jenks, W.F. (1948) - Geología de la hoja de Arequipa al 200,000. *Geology of the Arequipa Quadrangle of the Carta Nacional del Peru*. Instituto Geológico del Perú, Boletín 9, 204 p.
- López A. (2017) Viabilidad Económica Financiera de Minado veta Chaparral del Yacimiento aurífero San Francisco, Golden River Resources S.A.C. – Arequipa” UNAP.
- Lillo J., y Oyarzun R. (2013). Geología estructural aplicada en la minería (pág. 18). España: Universidad Rey San Carlos.
- Lloclla R. (2016) Estudio técnico económico para la explotación aurífera de vetas angostas en la unidad minera esperanza de Caraveli-Arequipa. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Martínez W. et al (2017) Geología y controles Tectonomagmáticos de los Sistemas Porfiríticos en el Arco Magmático Occidental Sur de Perú - INGEMMET.
- Mamani R. (2015) Análisis Estructural del Yacimiento Miski Región de Arequipa Sur del Perú. Encuentro de tecnología e Investigación Perumín.
- Machare J. (2016) Aspectos Clave de la geología estructural para exploraciones. Sociedad Geológica del Perú.
- Mégard, F., 1987. Andes cordilleranos y Andes marginales: una revisión de la geología andina al norte del codo de Arica (18°S).
- Mamani, E. (2018) Análisis e interpretación de los controles estructurales en el sistema de vetas polimetálicas de la unidad operativa Ticlio – Volcán
- Núñez F. & Condori A. (1994), Características metalogenética de las mineralizaciones Auríferas asociadas al segmento sur del Batolito de la Costa.



- Núñez M. (2017) Análisis estructural del sistema de vetas de la labor Lunar de Oro, aplicando métodos de inversión y Software estructural en Mariano Nicolás Valcárcel Camaná- Arequipa.
- Quispe L. y Torres, B. (2008). Mapa metalogenética y mapa de franjas metalogenética del sur del Perú. INGEMMET.
- Ramos E. (2005) Estudio de factibilidad del Yacimiento Aurífero Abigail Estefanía UNMSM.
- Soto R. (2015) Determinación de las reservas y recursos minerales 2014 de la veta Chaparral Mina Chaparral Unidad San Francisco VII – empresa minera Golden River Resources S.A.C. “Chaparra-Caraveli- Arequipa” UNDAC.
- Santos J. (2009) Controles Geológicos – Estructurales de la Mineralización Aurífera en el Sistema de Vetas de la Mina Orión Chala - Arequipa” UNI.
- Uribe, M. (2016). Orientaciones de estructurales en el espacio. Lima: Universidad nacional mayor San Marcos.
- Weller, J. (1960). Principios estratigráficos y práctica. New York: Harper and Brothers.
p. 725



ANEXOS

ANEXO: A

Tabla A.1

DATOS ESTRUCTURALES DEL PROYECTO PATRICIA							
N°	Este	Norte	Cota	Dip	Dip Dir	Notas	NIVEL
1	608011.909	8241313.610	628.001	76	154	actitud	NV-627_GA313
2	608011.909	8241313.610	628.001	65	10	actitud	NV-627_GA313
3	608011.909	8241313.610	628.001	62	51	actitud	NV-627_GA313
4	608011.909	8241313.610	628.001	58	56	actitud	NV-627_GA313
5	608011.909	8241313.610	628.001	15	303	actitud	NV-627_GA313
6	608011.909	8241313.610	628.001	49	315	actitud	NV-627_GA313
7	608011.909	8241313.610	628.001	62	78	actitud	NV-627_GA313
8	608011.909	8241313.610	628.001	63	301	actitud	NV-627_GA313
9	608026.313	8241323.356	630.145	85	136	actitud	NV-627_GA313
10	608026.313	8241323.356	630.145	83	136	actitud	NV-627_GA313
11	608026.313	8241323.356	630.145	75	315	actitud	NV-627_GA313
12	608026.313	8241323.356	630.145	82	308	actitud	NV-627_GA313
13	608026.313	8241323.356	630.145	82	308	actitud	NV-627_GA313
14	608026.313	8241323.356	630.145	72	308	actitud	NV-627_GA313
15	608026.313	8241323.356	630.145	64	83	actitud	NV-627_GA313
16	608036.098	8241336.458	630.432	83	302	actitud	NV-627_GA313
17	608036.098	8241336.458	630.432	65	310	actitud	NV-627_GA313
18	608036.098	8241336.458	630.432	65	321	actitud	NV-627_GA313
19	608036.098	8241336.458	630.432	41	46	actitud	NV-627_GA313
20	608036.098	8241336.458	630.432	25	57	actitud	NV-627_GA313
21	608036.098	8241336.458	630.432	87	122	actitud	NV-627_GA313
22	608036.098	8241336.458	630.432	80	122	actitud	NV-627_GA313
23	608036.098	8241336.458	630.432	73	302	actitud	NV-627_GA313
24	608039.234	8241342.596	630.241	55	46	actitud	NV-627_GA313
25	608039.234	8241342.596	630.241	64	42	actitud	NV-627_GA313
26	608039.234	8241342.596	630.241	72	42	actitud	NV-627_GA313
27	608039.234	8241342.596	630.241	46	60	actitud	NV-627_GA313
28	608039.234	8241342.596	630.241	51	52	actitud	NV-627_GA313
29	608039.234	8241342.596	630.241	66	56	actitud	NV-627_GA313
30	608039.234	8241342.596	630.241	65	57	actitud	NV-627_GA313
31	608039.234	8241342.596	630.241	56	302	actitud	NV-627_GA313
32	608044.712	8241347.156	630.450	33	48	actitud	NV-627_GA313
33	608044.712	8241347.156	630.450	77	307	actitud	NV-627_GA313
34	608044.712	8241347.156	630.450	41	69	actitud	NV-627_GA313
35	608044.712	8241347.156	630.450	45	53	actitud	NV-627_GA313
36	608044.712	8241347.156	630.450	50	302	actitud	NV-627_GA313
37	608044.712	8241347.156	630.450	56	49	actitud	NV-627_GA313
38	608044.712	8241347.156	630.450	53	40	actitud	NV-627_GA313
39	608044.712	8241347.156	630.450	52	35	actitud	NV-627_GA313



40	608052.143	8241354.251	631.135	54	302	actitud	NV-627_GA313
41	608052.143	8241354.251	631.135	38	307	actitud	NV-627_GA313
42	608052.143	8241354.251	631.135	78	307	actitud	NV-627_GA313
43	608052.143	8241354.251	631.135	71	307	actitud	NV-627_GA313
44	608052.143	8241354.251	631.135	48	64	actitud	NV-627_GA313
45	608052.143	8241354.251	631.135	48	69	actitud	NV-627_GA313
46	608052.143	8241354.251	631.135	64	41	actitud	NV-627_GA313
47	608052.150	8241362.586	630.679	63	302	actitud	NV-627_GA313
48	608052.150	8241362.586	630.679	75	312	actitud	NV-627_GA313
49	608052.150	8241362.586	630.679	50	314	actitud	NV-627_GA313
50	608052.150	8241362.586	630.679	34	81	actitud	NV-627_GA313
51	608052.150	8241362.586	630.679	51	65	actitud	NV-627_GA313
52	608052.150	8241362.586	630.679	48	74	actitud	NV-627_GA313
53	608059.355	8241372.191	631.051	54	315	actitud	NV-627_GA313
54	608059.355	8241372.191	631.051	63	318	actitud	NV-627_GA313
55	608059.355	8241372.191	631.051	62	332	actitud	NV-627_GA313
56	608059.355	8241372.191	631.051	74	311	actitud	NV-627_GA313
57	608059.355	8241372.191	631.051	36	88	actitud	NV-627_GA313
58	608059.355	8241372.191	631.051	68	88	actitud	NV-627_GA313
59	608059.355	8241372.191	631.051	73	281	actitud	NV-627_GA313
60	608067.036	8241389.647	631.375	73	65	actitud	NV-627_GA313
61	608067.036	8241389.647	631.375	60	303	actitud	NV-627_GA313
62	608067.036	8241389.647	631.375	54	303	actitud	NV-627_GA313
63	608067.036	8241389.647	631.375	47	294	actitud	NV-627_GA313
64	608067.036	8241389.647	631.375	85	303	actitud	NV-627_GA313
65	608067.036	8241389.647	631.375	73	60	actitud	NV-627_GA313
66	608067.036	8241389.647	631.375	80	60	actitud	NV-627_GA313
67	608083.951	8241375.454	630.753	81	275	actitud	NV-627_GA313
68	608083.951	8241375.454	630.753	71	295	actitud	NV-627_GA313
69	608083.951	8241375.454	630.753	71	292	actitud	NV-627_GA313
70	608083.951	8241375.454	630.753	74	292	actitud	NV-627_GA313
71	608083.951	8241375.454	630.753	71	292	actitud	NV-627_GA313
72	608083.951	8241375.454	630.753	79	292	actitud	NV-627_GA313
73	608083.951	8241375.454	630.753	74	292	actitud	NV-627_GA313
74	608094.498	8241393.666	630.946	68	292	actitud	NV-627_GA313
75	608094.498	8241393.666	630.946	66	304	actitud	NV-627_GA313
76	608094.498	8241393.666	630.946	77	302	actitud	NV-627_GA313
77	608094.498	8241393.666	630.946	68	302	actitud	NV-627_GA313
78	608094.498	8241393.666	630.946	73	292	actitud	NV-627_GA313
79	608094.498	8241393.666	630.946	72	295	actitud	NV-627_GA313
80	608106.157	8241408.061	631.122	68	295	actitud	NV-627_GA313
81	608106.157	8241408.061	631.122	70	295	actitud	NV-627_GA313
82	608106.157	8241408.061	631.122	61	274	actitud	NV-627_GA313
83	608106.157	8241408.061	631.122	69	51	actitud	NV-627_GA313
84	608106.157	8241408.061	631.122	61	301	actitud	NV-627_GA313
85	608106.157	8241408.061	631.122	64	301	actitud	NV-627_GA313
86	608106.157	8241408.061	631.122	62	301	actitud	NV-627_GA313



87	608106.157	8241408.061	631.122	79	49	actitud	NV-627_GA313
88	608069.867	8241344.285	664.377	73	304	actitud	NV-663 Ga- 344
89	608069.867	8241344.285	664.377	61	307	actitud	NV-663 Ga- 344
90	608076.463	8241351.807	657.813	51	112	actitud	NV-663 Ga- 344
91	608076.463	8241351.807	657.813	73	310	actitud	NV-663 Ga- 344
92	608086.517	8241368.464	664.853	44	49	actitud	NV-663 Ga- 344
93	608086.517	8241368.464	664.853	73	316	actitud	NV-663 Ga- 344
94	608092.361	8241373.608	663.149	46	57	actitud	NV-663 Ga- 344
95	608092.361	8241373.608	663.149	74	315	actitud	NV-663 Ga- 344
96	608101.566	8241382.166	665.347	84	129	actitud	NV-663 Ga- 344
97	608101.566	8241382.166	665.347	44	84	actitud	NV-663 Ga- 344
98	608104.699	8241384.594	665.870	77	305	actitud	NV-663 Ga- 344
99	608104.699	8241384.594	665.870	43	62	actitud	NV-663 Ga- 344
100	608107.744	8241388.454	665.888	73	116	actitud	NV-663 Ga- 344
101	608107.744	8241388.454	665.888	80	135	actitud	NV-663 Ga- 344
102	608111.435	8241388.833	665.978	88	74	actitud	NV-663 Ga- 344
103	608111.435	8241388.833	665.978	70	311	actitud	NV-663 Ga- 344
104	608118.500	8241398.742	665.662	71	306	actitud	NV-663 Ga- 344
105	608118.500	8241398.742	665.662	70	312	actitud	NV-663 Ga- 344
106	608127.015	8241410.991	667.102	69	312	actitud	NV-663 Ga- 344
107	608127.015	8241410.991	667.102	66	312	actitud	NV-663 Ga- 344
108	608136.323	8241421.841	667.586	73	312	actitud	NV-663 Ga- 344
109	608136.323	8241421.841	667.586	64	127	actitud	NV-663 Ga- 344
110	608138.558	8241426.250	667.930	71	57	actitud	NV-663 Ga- 344
111	608138.558	8241426.250	667.930	71	332	actitud	NV-663 Ga- 344
112	608144.990	8241430.496	668.039	75	314	actitud	NV-663 Ga- 344
113	608144.990	8241430.496	668.039	51	314	actitud	NV-663 Ga- 344
114	608147.435	8241438.760	667.947	78	332	actitud	NV-663 Ga- 344
115	608147.435	8241438.760	667.947	74	47	actitud	NV-663 Ga- 344
116	608147.435	8241438.760	667.947	70	321	actitud	NV-663 Ga- 344
117	608147.435	8241438.760	667.947	80	314	actitud	NV-663 Ga- 344
118	608182.729	8241432.131	667.588	70	43	actitud	NV-664_GA524
119	608182.729	8241432.131	667.588	69	41	actitud	NV-664_GA524
120	608182.729	8241432.131	667.588	73	58	actitud	NV-664_GA524
121	608182.729	8241432.131	667.588	80	38	actitud	NV-664_GA524
122	608191.789	8241453.627	667.174	66	293	actitud	NV-664_GA524
123	608191.789	8241453.627	667.174	71	296	actitud	NV-664_GA524
124	608191.789	8241453.627	667.174	66	290	actitud	NV-664_GA524
125	608191.789	8241453.627	667.174	85	285	actitud	NV-664_GA524
126	608206.849	8241472.649	667.753	42	294	actitud	NV-664_GA524
127	608206.849	8241472.649	667.753	64	311	actitud	NV-664_GA524
128	608206.849	8241472.649	667.753	63	311	actitud	NV-664_GA524
129	608206.849	8241472.649	667.753	51	311	actitud	NV-664_GA524
130	608206.849	8241472.649	667.753	86	44	actitud	NV-664_GA524
131	608194.796	8241411.463	720.326	61	64	actitud	NV-704_GA456
132	608194.796	8241411.463	720.326	68	87	actitud	NV-704_GA456
133	608194.796	8241411.463	720.326	83	54	actitud	NV-704_GA456



134	608194.796	8241411.463	720.326	83	311	actitud	NV-704_GA456
135	608194.796	8241411.463	720.326	86	102	actitud	NV-704_GA456
136	608194.796	8241411.463	720.326	64	302	actitud	NV-704_GA456
137	608194.796	8241411.463	720.326	75	94	actitud	NV-704_GA456
138	608194.796	8241411.463	720.326	81	302	actitud	NV-718_GA420
139	608194.796	8241411.463	720.326	66	40	actitud	NV-718_GA420
140	608194.796	8241411.463	720.326	75	43	actitud	NV-718_GA420
141	608194.796	8241411.463	720.326	78	290	actitud	NV-718_GA420
142	608194.796	8241411.463	720.326	63	290	actitud	NV-718_GA420
143	608194.796	8241411.463	720.326	69	290	actitud	NV-718_GA420
144	608194.796	8241411.463	720.326	60	303	actitud	NV-718_GA420

Tabla A.2

DATOS ESTRUCTURALES DE LA UNIDAD CHAPARRAL							
N°	Este	Norte	Cota	Dip	Dip Dir	Notas	NIVEL
1	607876.238	8242250.818	700.000	57	72	Actitud	498-GA-700-W
2	607864.173	8242244.891	700.000	89	220	Actitud	
3	607864.173	8242244.891	700.000	80	200	Actitud	
4	607864.173	8242244.891	700.000	88	251	Actitud	
5	607856.289	8242239.485	700.000	88	169	Actitud	
6	607864.173	8242244.891	700.000	88	150	Actitud	
7	607864.173	8242244.891	700.000	84	351	Actitud	
8	607864.173	8242244.891	700.000	81	320	Actitud	
9	607864.173	8242244.891	700.000	82	79	Actitud	
10	607830.720	8242220.637	700.000	84	93	Actitud	
11	607713.825	8242123.825	700.000	50	89	Actitud	
12	607713.825	8242123.825	700.000	48	81	Actitud	
13	607660.540	8242071.035	700.000	43	93	Actitud	
14	607660.540	8242071.035	700.000	88	86	Actitud	
15	607718.449	8242120.872	519.000	45	86	Actitud	
16	607718.449	8242120.872	519.000	47	90	Actitud	520-GA-300-W
17	607718.449	8242120.872	519.000	50	79	Actitud	
18	607720.470	8242120.639	520.000	71	355	Actitud	
19	607720.470	8242120.639	520.000	65	95	Actitud	
20	607720.470	8242120.639	520.000	77	324	Actitud	
21	607603.094	8241951.044	520.000	75	66	Actitud	
22	607600.956	8241948.431	520.000	67	47	Actitud	460-GA-223-W
23	607600.956	8241948.431	468.709	73	49	Actitud	
24	607600.000	8241931.641	468.709	83	16	Actitud	
25	607881.411	8242277.957	468.709	82	250	Actitud	
26	607849.667	8242258.730	468.709	62	75	Actitud	
27	607834.305	8242252.276	468.709	74	267	Actitud	
28	607822.798	8242244.042	468.709	77	242	Actitud	
29	607816.889	8242238.423	468.709	61	90	Actitud	
30	607780.281	8242205.587	468.709	54	102	Actitud	
31	607722.424	8242151.158	468.709	40	89	Actitud	



32	607872.923	8242301.480	433.000	76	214	Actitud	
33	607810.066	8242250.000	433.000	64	94	Actitud	
34	607751.063	8242203.003	431.996	48	95	Actitud	
35	607746.915	8242200.911	431.996	43	92	Actitud	
36	607670.817	8242126.695	431.996	83	336	Actitud	
37	607670.817	8242126.695	431.996	88	47	Actitud	
38	607670.817	8242126.695	431.996	62	110	Actitud	
39	607857.409	8242298.908	396.057	62	73	Actitud	
40	607857.409	8242298.908	396.057	70	90	Actitud	
41	607857.409	8242298.908	396.057	75	98	Actitud	
42	607811.739	8242264.219	396.057	86	91	Actitud	GA-265-NV-390
43	607811.739	8242264.219	396.057	80	89	Actitud	
44	607811.739	8242264.219	396.057	68	327	Actitud	
45	607792.925	8242247.650	396.057	65	333	Actitud	
46	607766.794	8242238.751	392.329	75	338	Actitud	
47	607766.794	8242238.751	392.329	70	298	Actitud	
48	607775.102	8242238.145	392.330	50	95	Actitud	
49	607775.102	8242238.146	392.330	58	87	Actitud	
50	607775.102	8242238.146	392.330	30	103	Actitud	SN-365-W
51	607775.102	8242238.146	392.330	45	123	Actitud	
52	607792.394	8242252.362	392.330	30	99	Actitud	
53	607792.394	8242252.362	392.330	38	98	Actitud	
54	607833.142	8242319.238	498.850	89	213	Actitud	
55	607827.980	8242314.167	498.850	70	88	Actitud	
56	607827.980	8242314.167	498.850	81	91	Actitud	498-GA-140-W
57	607814.130	8242295.835	498.850	50	85	Actitud	
58	607811.250	8242292.517	498.850	56	92	Actitud	
59	607619.351	8241996.500	498.850	70	64	Actitud	
60	607667.615	8242029.452	498.850	62	87	Actitud	
61	607667.615	8242029.452	498.850	80	89	Actitud	
62	607661.839	8242026.858	498.850	57	87	Actitud	
63	607661.839	8242026.858	498.850	60	89	Actitud	576-GA-150-W
64	607608.913	8241965.942	498.850	80	93	Actitud	
65	607608.913	8241965.942	498.850	83	60	Actitud	
66	607605.041	8241961.287	498.850	81	46	Actitud	
67	607644.725	8241990.700	498.850	70	61	Actitud	
68	607644.725	8241990.700	498.850	75	71	Actitud	
69	607644.725	8241990.700	498.850	63	60	Actitud	
70	607644.725	8241990.700	498.850	60	57	Actitud	610-GA-070-W
71	607664.979	8242008.091	498.850	69	70	Actitud	
72	607664.979	8242008.091	498.850	69	60	Actitud	
73	607664.979	8242008.091	498.850	68	72	Actitud	
74	607641.552	8242255.455	498.850	89	345	Actitud	
75	607650.315	8242255.976	498.890	70	218	Actitud	
76	607670.292	8242256.726	498.897	55	213	Actitud	NV-OT- CHAPARRAL
77	607676.154	8242259.415	498.897	70	223	Actitud	
78	607637.710	8242286.029	390.000	61	205	Actitud	
79	607695.882	8242281.645	396.057	86	223	Actitud	



80	607720.666	8242280.203	396.057	65	165	Actitud	
81	607624.036	8242295.232	431.980	66	77	Actitud	
82	607704.240	8242289.365	431.996	64	225	Actitud	
83	607785.372	8242284.338	866.541	43	320	Actitud	
84	607601.807	8241889.729	637.458	83	16	Actitud	
85	607600.461	8241889.008	637.458	73	170	Actitud	
86	607596.610	8241885.878	637.458	76	65	Actitud	
87	607595.371	8241884.605	637.458	81	60	Actitud	
88	607594.002	8241885.529	637.458	76	40	Actitud	
89	607594.203	8241884.586	637.458	74	45	Actitud	
90	607592.553	8241884.451	637.458	71	51	Actitud	
91	607870.403	8242285.436	866.541	65	175	Actitud	
92	607891.108	8242288.686	806.000	83	205	Actitud	
93	607891.108	8242288.686	806.000	62	335	Actitud	
94	607891.108	8242288.686	806.000	88	270	Actitud	
95	607618.123	8241944.789	613.515	80	46	Actitud	545-GA-207-W
96	607618.123	8241944.789	613.515	77	49	Actitud	
97	607618.123	8241944.789	613.515	79	60	Actitud	
98	607619.546	8241940.054	613.515	78	44	Actitud	
99	607619.546	8241940.054	613.515	70	51	Actitud	
100	607619.546	8241940.054	613.515	80	71	Actitud	

ANEXO B. TADOS ESTRUCTURALES PARA TECTONICA DEL PROYECTO PATRICIA

Tabla B.1

DATOS EN FALLAS DEL PROYECTO PATRICIA									
ESTACION	E	N	AZIMUT	RUMBO	BUZAMIENTO	DIPDIR	PITCH	CINEMATICA	DESCRIPCION
P_EST_01	608082.54	8241362.67	319	41 NW	45NE	131	34N	NxDx	FALLA ESTRELLA
	608065.33	8241387.03	317	43 NW	55NE	133	30N	NxDx	
	608084.49	8241376.79	325	35 NW	65NE	125	35N	NxDx	
P_EST_02	608147.44	8241438.76	319	41 NW	75NE	131	35N	NxDx	FALLA SARITA
	608182.73	8241432.13	310	50 NW	74NE	140	34N	NxDx	
	608180.21	8241430.51	311	51NW	80NE	141	34N	NxDx	
P_EST_03	608223.59	8241443.15	320	40 NW	70NE	130	34N	NxDx	FALLA PAMELA
	608180.21	8241430.51	324	36NW	79NE	126	34N	NxDx	
P_EST_04	608247.89	8241473.94	341	19 NW	78NE	109	40E	Inversa dextral	FALLA PODEROSA
	608243.02	8241500.76	4	04 NE	75SE	94	36E	Inversa dextral	

DATOS ESTRUCTURALES DE VETA PATRICIA									
ESTACION	E	N	AZIMUT	RUMBO	BUZAMIENTO	DIPDIR	PITCH	CINEMATICA	DESCRIPCION
NIVEL704	608198.75	8241443.09	39	39 NE	64NW	129	40N	NxDx	VETA PATRICIA
NIVEL663	608069.87	8241344.29	31	31 NE	73NW	121	46N	Nx	VETA PATRICIA
NIVEL664	608191.79	8241453.63	30	30 NE	63NW	120	36N	Nx	VETA PATRICIA
NIVEL627	608036.10	8241438.76	35	35 NE	60NW	125	38N	Nx	VETA PATRICIA
NIVEL718	608194.80	8241336.46	50	50 NE	74NW	140	43N	Nx	VETA PATRICIA

Tabla B.2

DATOS DE ESTRUCTURAL PARA TECTONICA DE LA UNIDAD CHAPARRAL									
ESTACION	E	N	AZIMUT	RUMBO	BUZAMIENTO	DIPDIR	PITCH	CINEMATICA	DESCRIPCION
CH_EST_01	607453	8241742	340	20 NW	81NE	110	38N	Inversa a dextral	FALLA CHOQUI
	607426	8241744	343	17 NW	60NE	107	34N	Inversa	
	607366	8241708	338	22 NW	70NE	112	42N	Inversa	
CH_EST_02	607323	8241700	20	20 NE	82SE	110	35N	Normal dextral	FALLA I
	607260	8241700	13	13 NE	50SE	103	38N	normal	
	607114	8241715	36	36NE	43SE	126	34N	Normal dextral	
	607061	8241711	37	37 NE	42SE	127	36N	dextral	
P_EST_03	606979	8241714	333	27NW	74NE	117	34N	Normal dextral	FALLA II
	606898	8241716	334	26 NW	72NE	116	40E	Normal dextral	
	606816	8241718	336	24 NW	66NE	114	36E	normal	
P_EST_04	608157	8241751	39	40NE	58NW	130	25S	Dx	FALLA CHAPARRAL
	608190	8241802	36	36 NE	60NW	126	30S	Dx	FALLA CHAPARRAL
	608220	8241852	34	34 NE	65NW	124	26S	Nxdx	FALLA CHAPARRAL

DATOS ESTRUCTURAL DE VETA CHAPARRAL I									
ESTACION	E	N	AZIMUT	RUMBO	BUZAMIENTO	DIPDIR	PITCH	CINEMATICA	DESCRIPCION
NIVEL704	606981.42	8240906.01	52	52 NE	75NW	142	35N	Normal dextral	VETA CHAPARRAL I
NIVEL663	606973.64	8240899.72	54	54 NE	73NW	144	32N	Normal dextral	VETA CHAPARRAL I
NIVEL664	606925.15	8240863.31	45	45 NE	77NW	135	40N	Dextral	VETA CHAPARRAL I
NIVEL627	606941.56	8240882.67	59	59 NE	75NW	149	36N	Normal dextral	VETA CHAPARRAL I
NIVEL718	606808.02	8240755.35	56	56 NE	73NW	146	43N	Normal dextral	VETA CHAPARRAL I