

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y  
METALÚRGICA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**



**CARÁCTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y POSIBILIDADES DE  
PROFUNDIZACIÓN DE LA VETA LOLA – MINA PODEROSA  
– PATAZ - LA LIBERTAD**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**BACILIO QUISPE ERQUINIGO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO GEÓLOGO**

**PUNO – PERU  
2017**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA Y METALURGICA.  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

**CARACTERISTICAS GEOLOGICAS Y POSIBILIDADES DE  
PROFUNDIZACIÓN DE LA VETA LOLA – MINA PODEROSA – PATAZ - LA  
LIBERTAD**

**TESIS**

PRESENTADA POR:  
**BACILIO QUISPE ERQUINIGO**



PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:  
**INGENIERO GEÓLOGO**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

**PRESIDENTE:**

.....  
M.Sc Emiliano Guevara Guerra

**PRIMER MIEMBRO:**

.....  
M.Sc. Valentín Fernández Valdivia

**SEGUNDO MIEMBRO:**

.....  
Ing. Agustín V. Vélez Vilca

**ASESOR DE TESIS:**

.....  
Ing. Luis V. Ortiz Gallegos

**DIRECTOR DE TESIS:**

.....  
M.Sc. Andrés Olivera Chura

**AREA:** GEOLOGIA DE MINAS.**TEMA:** PROSPECCION Y EVALUACION DE YACIMIENTOS METALICOS.

**PUNO – PERU  
2017**

## DEDICATORIA

Un eterno agradecimiento a mí querida madre Francisca y a mí querido padre Marcelino que en paz descansen, por su sacrificio, abnegación y ejemplo de perseverancia, han sido siempre mi motivación.

A mis hijos, Kamila Valentina y Joaquín Baruj por ser mi motor y motivo.

## AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme los medios necesarios para realizar mis proyectos de vida.

A la Universidad Nacional de Altiplano por haberme permitido formarme en ella y a sus docentes quienes me entregaron una serie de conocimientos y valores, personas que fueron partícipes de este proceso, gracias a todos ustedes.

Agradecer de manera sincera a mi asesor de tesis Ing. Luis Vicente Ortiz Gallegos por su apoyo, dedicación y capacidad para guiarme y poder terminar este trabajo.

Al Ing. Fausto Cueva Castillo Gerente de exploraciones de CIA minera Poderosa, por todo su apoyo y por la confianza puesta en mí.

Al Ing. Wilmer Quiroz Borja Jefe de Ore Control, por haberme abierto las puertas de CIA Minera Poderosa y atendiendo mis inquietudes, beneficiándome de sus enseñanzas y experiencia.

Al Ing. Franklin Blanco Rivera, amigo que desinteresadamente me apoyo permanentemente.

A CIA Minera Poderosa por haberme dado todas las facilidades para la realización de esta tesis.

**ÍNDICE**

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	II
ÍNDICE.....	III
MAPAS.....	VII
LISTA DE FIGURAS.....	VIII
LISTA DE CUADROS.....	IX
LISTA DE ABREVIATURAS.....	X
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT.....	XII

**CAPÍTULO I****INTRODUCCIÓN**

1.1. GENERALIDADES.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.3. ANTECEDENTES.....	2
1.4.JUSTIFICACIÓN.....	4
1.5.HIPÓTESIS.....	5
1.6.OBJETIVOS.....	5
1.6.1. Objetivo General.....	5
1.6.2. Objetivo Específicos.....	5
1.7.METODOLOGÍA DE ESTUDIO.....	5
1.7.1. Etapas de Recopilación de Información.....	5
1.7.2. Etapas de Trabajo de Campo.....	5
1.7.3. Etapas de Gabinete.....	6

**CAPITULO II****MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL**

2.1. GEOMORFOLOGÍA REGIONAL.....	7
2.1.1. Altiplano.....	7
2.1.2. Áreas Glaciadas.....	7
2.1.3. Valle.....	8
2.2. MARCO TECTONICO.....	9
2.2.1. Orogénesis Andina.....	11
2.3. LITOESTRATIGRAFIA REGIONAL.....	12

2.3.1. Precámbrico.....	12
2.3.1.1 El Complejo del Marañón (Pe-f).....	12
2.3.2. Paleozoico Inferior.....	13
2.3.2.1 Formación Contaya (O-c).....	13
2.3.3 Paleozoico Superior.....	13
2.3.3.1 Grupo Ambo (Cm-a).....	13
2.3.3.2. Grupo Mitu (Ps - m).....	13
2.3.4. Mesozoico.....	14
2.3.4.1. Grupo Pucará (Trj – p).....	14
2.3.4.2. Formación Goyllarisquizga (Ki – g).....	14
2.3.4.3. Formación Crisnejas (Ki – c).....	14
2.3.4.4. Formación Chota (Ks – ch).....	14
2.3.5 Cenozoico.....	14
2.3.5.1. Volcánicos Lavasen (Tm - vl).....	14
2.3.5.2. Depósitos Cuaternarios (Q).....	15
2.4. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL REGIONAL.....	15
2.4.1. Falla María.....	16
2.4.2. Falla Qori-Huarmi.....	17
2.4.3. Falla La Brava.....	18
2.4.4. Falla San Lucas.....	18
2.4.5. Falla San Marcos.....	19
2.4.6. Falla Perejil.....	19
2.4.7. Falla San Juan.....	19
2.4.8. Falla San Luís.....	20
2.4.9. Falla San Teófilo.....	20
2.4.10. Relación con los Diques.....	21
2.5. MARCO CONCEPTUAL.....	22
2.5.1. Labor Minera.....	22
2.5.1.1. Labores de Desarrollo, Exploración Y Preparación. ....	22
2.6. YACIMIENTOS OROGENICOS.....	23
2.7. ALTERACIÓN HIDROTERMAL.....	27
2.7.1. Factores que Controlan a la Alteración Hidrotermal de las Rocas.....	28
2.7.1.1. Temperatura y la Diferencia de Temperatura (( $\Delta t^{\circ}$ ).....	28
2.7.1.2. Composición del Fluido.....	28

2.7.1.3. Permeabilidad de la Roca.....	28
2.7.1.4. Duración de la Interacción Agua/Roca y Variaciones de la Razón Agua/Roca....	28
2.7.1.5. Composición de la Roca.....	29
2.7.1.6. Presión.....	29
2.7.2. Sericitización – Fílica.....	29
2.7.3. Mariposita: Fushita (ser de Cr)+ser±CHL ±py ±cac. ....	30
2.7.4. Propilitización.....	30
2.8. PARAGÉNESIS Y ZONEAMIENTO .....	31
2.9. METALOGÉNIA.....	31
2.9.1. Franja de Depósitos Orogénicos de Au-Pb-Zn-Cu del Carbonífero-Pérmico.....	31
2.10. PERFORACIONES DIAMANTINAS.....	33
2.10.1. Tipos de Equipos.....	33
2.10.1.1. Portátiles.....	33
2.10.1.2. Livianas.....	33
2.10.1.3. Medianas.....	34
2.10.1.4. Pesados.....	34
2.11. ESTUDIO GEOQUÍMICO.....	34
2.11.1. Muestreo de Labores Mineras.....	34
2.11.1.1. Descripción.....	34
2.11.1.2. Toma de la Muestra.....	35
2.11.1.3. Muestreo de Cargas, Carros Mineros; Dumper.....	36
2.11.1.4. Marcado de Coronas.....	36

### CAPITULO III

#### CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN

3.1. UBICACIÓN .....	38
3.2. ACCESIBILIDAD.....	39
3.2.1. Accesibilidad Vía Terrestre.....	39
3.2.2. Accesibilidad Vía Aérea.....	39
3.3. CLIMA Y VEGETACIÓN.....	41
3.4. PETROLOGIA LOCAL .....	41
3.4.1. Rocas Intrusivas.....	41

3.4.1.1. Diorita.....	41
3.4.1.2. Microdiorita.....	46
3.4.1.3. Aplita.....	46
3.4.2. Rocas Metamórficas.....	48
3.4.2.1. Metavolcánico .....	48
3.5. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL LOCAL.....	49
3.5.1. Fallas Mayores.....	50
3.5.1.1. Falla San Juan.....	50
3.5.1.2. Falla Lola.....	50
3.5.1.3. Falla 2600.....	52
3.5.2. Fallas Menores.....	52
3.6. PARAGÉNESIS Y ZONEAMIENTO.....	53
3.7. ALTERACIÓN HIDROTHERMAL.....	54
3.7.1. Filica: Ser+qz+py±cac±CHL.....	54
3.7.2. Propilitica: CHL±py±cac.....	55
3.7.3. Alteración Subordinada.....	56
3.7.3.1. Epidotización.....	56
3.7.3.2. Hematización.....	56

## CAPITULO IV

### EXPOSICION Y ANALISIS DE RESULTADOS

4.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTRUCTURAS.....	57
4.1.1. Génesis de la Veta Lola.....	57
4.2. RESULTADOS DE LAS PERFORACIONES DIAMANTINAS .....	60
4.2.1. Primera Etapa de Perforaciones Diamantinas Nivel 2675 CR E2.....	60
4.2.2. Segunda Etapa de Perforación Diamantina Nivel 2400 CR E2.....	61
4.3 COMPORTAMIENTO DE LA VETA LOLA EN LOS DIFERENTES NIVELES...	62
4.4. MINERALIZACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS.....	64
4.5. INCLUSIONES FLUIDAS VETA LOLA.....	71
4.5.1. Muestra N°30472.....	71
4.5.1.1. Descripción Macroscópica.....	71
4.5.1.2. Descripción Microscópica.....	71
4.5.2. Muestra N° 30476.....	72



4.5.2.1. Descripción Macroscópica.....	72
4.5.2.2. Descripción Microscópica.....	72
4.5.3. Muestra N° 30481.....	73
4.5.3.1. Descripción Macroscópica.....	73
4.5.3.2. Descripción Microscópica.....	73
4.5.4. Mineralogía Asociación de la Veta Lola.....	75
4.6. PROFUNDIZACIÓN DE LA VETA LOLA.....	75
CONCLUSIONES.....	78
RECOMENDACIONES.....	79
BIBLIOGRAFIA.....	80
<b>ANEXOS.....</b>	<b>83</b>
Mapa 01: Geología Regional de Pataz.....	
Mapa 02: Geología Estructural Regional.....	
Mapa 03: Plano de Ubicación de Muestras .....	
Mapa 04: Geología Estructural Local.....	
Mapa 05: Principales Sistemas de Fallas de veta Lola – Oreshoot.....	
Mapa 06: Sistema de Fallas Inversas y Normales.....	
Mapa 07: Sistema de Fallas Normales.....	
Mapa 08: Tres Lazos de Veta Afectado por una Falla Inversa.....	
Mapa 09: Sección Geológica 01 NE-SW Azimut de la Línea N62° .....	
Mapa 10: Sección Geológica 02 NE-SW Azimut de la Línea N52° .....	

## LISTA DE FIGURAS

<b>Nro:</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pag.</b>
Figura 01:	Modelo generalizado de estilos estructurales.....	24
Figura 02:	Zonas de dilatación en modelos de una falla .....	25
Figura 03:	Contexto tectónico esquemático de las diferentes Clases de depósitos de oro.....	26
Figura 04:	Franja metalogénico de mina Poderosa .....	32
Figura 05:	Muestreo de galerías.....	36
Figura 06:	Muestreo en chimeneas.....	37
Figura 07:	Muestreo en tajos.....	37
Figura 08:	Geometría de la veta.....	37
Figura 09:	Mapa de accesibilidad y ubicación CIA Minera Poderosa.....	40
Figura 10:	Roca diorita.....	42
Figura 11:	Roca diorita con presencia de alteración phyl y prop.....	43
Figura 12:	Roca diorita con xenolitos de granodiorita.....	44
Figura 13:	Roca microdiorita.....	45
Figura 14:	Roca aplita.....	47
Figura 15:	Roca metavolcánico.....	48
Figura 16:	Relleno de falla – gouge.....	51
Figura 17:	Falla Lola Nv. 2600.....	52
Figura 18:	Paragénesis según (Miranda 1997).....	54
Figura 19:	Sericitización de rocas ácidas.....	55
Figura 20:	Sericitización y Cloritización de diorita.....	55
Figura 21:	Pátinas de hematina, (Nv. 2730 SN 2370 S).....	56
Figura 22:	Modelo genético para las estructuras de Poderosa.....	58
Figura 23:	Modelo de formación de vetas.....	59
Figura 24:	Modelo de formación de vetas.....	59
Figura 25:	Nv. 2805 GL N, veta de cuarzo (qz) oqueroso con microvenillas de pirita (py), oxFe.....	63
Figura 26:	Cuarzo oqueroso.....	66
Figura 27:	Cuarzo cris masivo con parches de sulfuros.....	67
Figura 28:	Cuarzo gris con sulfuro masivo.....	68
Figura 29:	Cuarzo lechoso con sulfuros bien cristalizados.....	69
Figura 30:	St. Con franjas de cuarzo y diss de py.....	70
Figura 31:	Cz, sericita, carbonatos, py, apy, hematita en Inclusiones fluidas.....	72
Figura 32:	Cz, sericita, carbonatos, py, apy, en inclusiones fluidas.....	73
Figura 33:	Cz, sericita, py, apy, en inclusiones fluidas.....	74
Figura 34:	Granos de oro nativo, galena, electrum, en inclusiones fluidas.....	75
Figura 35:	Granos de electrum asociados a la galena en inclusiones fluidas.....	75

## LISTA DE CUADROS

<b>Nro:</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pag.</b>
Cuadro 01:	Ubicación coordenadas.....	38
Cuadro 02:	Vías de acceso terrestre.....	39
Cuadro 03:	Vías de acceso aéreo.....	39
Cuadro 04:	Descripción mineralógica de M2 veta Lola.....	42
Cuadro 05:	Descripción mineralógica de M8 veta Lola.....	43
cuadro 06:	Descripción mineralógica de M12 veta Lola.....	44
Cuadro 07:	Descripción mineralógica de M9 veta Lola.....	45
Cuadro 08:	Descripción mineralógica de M5 veta lola.....	47
Cuadro 09:	Descripción mineralógica de M6 veta lola.....	49
Cuadro 10:	Descripción mineralógica de M7 veta lola.....	51
Cuadro 11:	Resulatdos de perforaciones diamantinas.....	60
Cuadro 12:	Descripción mineralógica de M1 veta lola.....	66
Cuadro 13:	Descripción mineralógica de M3 veta lola.....	67
Cuadro 14:	Descripción mineralógica de M4 veta lola.....	68
Cuadro 15:	Descripción mineralógica de M10 veta lola.....	69
Cuadro 16:	Descripción mineralógica de M11 veta lola.....	70

## LISTA DE ABREVIATURAS

Py.	Pirita.
Sph.	Esfalerita.
CMPSA.	Compañía minera poderosa sociedad anonima.
Gl.	Galeria.
CR.	Cortada.
Vn.	Veta.
St.	Estructura.
CH.	Chimenea.
Gn.	Galena.
Phyl.	Filica.
Bx.	Brechado.
E.	Este.
S.	Sur.
N.	Norte.
W.	Oeste.
M.	Metros.
Pot.	Potencia.
Nv.	Nivel.
Au.	Oro.
TM.	Toneladas metricas.
Gr.	Gramos.
Prop.	Propilitica.
Apy.	Arsenopirita.
Tz.	Trazas.
UQAC.	Universidad de Québec a Chicoutimi – Canada.
Mm.	Milimetro.
Diss.	Diseminado.

## RESUMEN

El Yacimiento de Poderosa se encuentra ubicado en el departamento de la Libertad distrito y provincia de Pataz, a una altitud que varía entre 1,250 y 3,300 m.s.n.m.

El motivo de esta tesis tiene como principal propósito determinar las características geológicas, modelo geológico que pueda permitir interpretar si la mineralización de la veta Lola continúa en niveles inferiores al nivel 2600, esto permitio cuantificar y elevar los recursos minerales. El crecimiento de CIA minera Poderosa y aprovechando los precios actuales del oro, pero a la vez la falta de reservas para continuar con la producción hacen de esta investigación sea muy importante.

La investigación tiene un método descriptivo con tres etapas de trabajo; la etapa de recopilación de información consistió en recurrir a diversas fuentes bibliográficas, la etapa de campo residió en desarrollo y avance de labores de exploración y perforaciones diamantinas donde se realizaron mapeos geológicos en interior mina a escala 1:250 y un análisis estructural, en etapa de gabinete se realizaron análisis e interpretación de planos geológicos y secciones con los taladros diamantinos.

La veta Lola conforma un sistema de veta de cuarzo aurífero como veta ramaleada y bandeada de tipo rosario, hospedada en roca diorita, la mineralización sigue un alineamiento principal NNW, entre los principales tipos de alteración se presenta fílica y propilítica de leve a fuerte. La campaña de perforaciones diamantinas se desarrolló en dos etapas, la primera etapa a partir del nivel 2675 cortando veta con una ley 21.47 grAu/TM. Potencia de 0.80 m. y la segunda etapa a partir del nivel 2400 cortando veta con una ley <3 grAu/TM. Potencia de 0.20 m. Ejecutando 13 taladros diamantinos con objetivo de cortar veta Lola. Los resultados obtenidos con las perforaciones diamantinas e interpretaciones geológicas se establecieron que la veta Lola tiene continuidad a niveles inferiores al 2600, alcanzando buenos resultados hasta el nivel 2400.

**Palabras clave:** alteración, falla sinextral, interpretación geológica, mapeo geológico, mineralización.

## ABSTRACT

The Poderosa Deposit is located in the department of Libertad district and province of Pataz, at an altitude that varies between 1,250 and 3,300 m.s.n.m.

The of this thesis reason is to determine the geological characteristics, a geological model that can be used to interpret if the mineralization of the Lola vein continues at levels below the 2600 level, this would allow quantification and increase of mineral resources. The growth of CIA Poderosa mining and taking advantage of the current prices of gold, but at the same time the lack of reserves to continue production make this research very important.

The research has a descriptive method with three stages of work; The information gathering stage consisted of several bibliographical sources, the field stage residing in development and advancement of diamond exploration and drilling where geological mapping was performed in an interior mine at a scale of 1: 250 and a structural analysis, in stage Of cabinet were realized analysis and interpretation of geological planes and sections with the diamond drills.

The Lola vein forms a vein system of auriferous quartz as a branched vein and banded of rosary type, hosted in diorite rock, the mineralization follows a main alignment NNW, between the main types of alteration is presented phylic and propyl of slight to strong. The diamond drilling campaign was developed in two stages, the first stage starting at level 2675 and the second stage starting at level 2400, executing 13 diamond drills aiming to cut Lola vein. The results obtained with diamond drilling and geological interpretations established that the Lola vein has continuity at levels lower than 2600, reaching results up to level 2400.

**Key words:** alteration, sinextral fault, geological interpretation, geological characteristics, deepening, mineralization.

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

#### **1.1. GENERALIDADES.**

A lo largo de la Cordillera Oriental en la zona norte del Perú se localiza el batolito de Pataz, allí se han explotado desde la época incaica y durante los últimos 100 años más de 16 minas subterráneas distribuidas entre Pataz, Parcoy y Buldibuyo. El yacimiento Poderosa considerado como el resultado de un ejemplo típico de convergencia relacionada a la subducción de la placa oceánica y la placa continental, la mineralización se extiende siguiendo el alineamiento del Batolito de Pataz y de la cordillera Oriental, en ella existen rocas graníticas emplazadas dentro del complejo del Marañón, rocas sedimentarias y volcánicas del Paleozoico inferior superior, que tienen mineralización y rasgos similares a la del Batolito de Pataz. Se ha cartografiado y estudiado la petrografía y geoquímica de dichas rocas graníticas.

La zona de estudio posee un gran interés económico, por lo que ha sido objeto de varios estudios geológicos. La veta Lola representa un potencial de gran importancia económica, aunque hasta ahora no ha sido plenamente reconocida en niveles inferiores.

#### **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

El yacimiento Poderosa se encuentra ubicado en el margen occidental del Batolito de Pataz, y menos comúnmente dentro de rocas meta-sedimentarias pertenecientes a una secuencia desde el Proterozoico Superior al Ordovícico. Este yacimiento conforma un sistema de vetas de cuarzo aurífero de tipo orogénico.

La localización de la mineralización sigue un alineamiento principal NNW, asociación espacial con el margen NNW del Batolito, resultando una concentración de vetas en un corredor estructural de 1 a 3 km de ancho.

La mena de oro ocurre como continuas vetas de cuarzo hasta de 5 km de longitud dentro o a lo largo del margen del batolito, o como venas ramaleadas y bandeadas dentro de hornfels o pizarras del Ordoviciano.

Las vetas presentan una invariable asociación de metales compuesta por Au, Ag, As, Fe, Pb, Zn,  $\pm$ Cu,  $\pm$ Sb,  $\pm$  (Bi-Te-W) *Miranda, (1983); Haeberlin, (2001), Dana E. (1976)*. Y tres estadios de mineralización:

La veta Lola es una importante estructura mineralizada que actualmente se tiene reconocido en niveles superiores (2805) hasta el nivel (2600) constituyendo un plano de veta mineralizado de 200 m. (vertical) y 450 m. horizontal. Con la probabilidad de que la veta Lola profundice a niveles inferiores al 2600. Así mismo existe la posibilidad que la mineralización tenga continuidad hacia el norte después de la falla San Juan de tipo sinextral.

De este modo, todo el planteamiento y desarrollo de esta tesis de investigación se fundamenta en una interrogante fundamental que da sentido y forma a todos nuestros planteamientos. Esta interrogante es la siguiente: ¿cuáles son las características geológicas de la veta Lola y que probabilidades de profundización existen?

### **1.3. ANTECEDENTES.**

La riqueza aurífera de la provincia de Pataz es conocida desde siempre. Ahí se trabaja ancestralmente la minería tanto de manera artesanal, como a través de empresas. Se sabe que las primeras familias que habitaron la zona se aventuraron en esta actividad a pequeña escala.

En el distrito de Pataz se instala la primera operación a escala industrial en el año 1920, cuando la Northern Perú Mining Corporation instala una planta de cianuración de 250 toneladas por día. Esta empresa opera hasta fines de los años 1940. Simultáneamente el Ing. Gordillo Delboy exploraba la zona norte del distrito en las quebradas La Lima y el Tingo estimando 48,000TM con una ley de 13.27gr Au/TM. Pero en ese tiempo por la lejanía y los relativos precios bajos del mineral se termina por abandonar la zona.

Hacia 1967, Wilder Lozano Noriega denuncia la zona que hoy conocemos como Poderosa. Es él quien busca y anima a Jesús Arias Dávila a entrar en esta aventura y conquistar el reto



de Poderosa; así surge una perdurable amistad y el 5 de mayo de 1980 se funda Compañía Minera Poderosa.

Jesús Arias Dávila envía a dos geólogos para constatar la factibilidad y riqueza de Poderosa: Walter Sologuren y Alberto Samaniego, junto a los estudiantes de geología Marco Antonio y Pablo Catteriano. En Vijus, Wilder Lozano se une a la expedición y se organizan en dos grupos, uno para cada zona de trabajo: La Lima y el Tingo.

Ambos grupos descubrieron afloramientos y estructuras de mineral que constataban la continuidad de la zona mineralizada de Pataz, comprobando la riqueza de Poderosa. El 19 de diciembre de 1977 entregaron su informe concluyendo que Poderosa tenía buenas perspectivas.

A partir del año 1980 se realizan reconocimientos geológicos en el yacimiento de Poderosa a cargo de los Ings. Carlos Miranda, Luis Seijas, Walter Sologuren y el Dr. Alberto Samaniego en el sector de La Lima – Tingo, con la finalidad de reconocer las características petrográficas, estructurales y de mineralización de la zona emitiéndose un Informe Geológico (enero, 1981).

En el año de 1984 se inicia un proyecto de investigación metalogenética sobre la franja aurífera de Pataz a cargo del Dr. Alberto Samaniego, siendo continuado por Detlet Schreiber, Detlef Lochman y Fausto Cueva, presentando Detlef Schreiber su tesis doctoral “Vetas Auríferas de Pataz y su génesis en el marco de la evolución geológica de la Cordillera Oriental en el Norte del Perú” (Diciembre, 1989).

Al mismo tiempo se desarrollaron varios trabajos de tesis realizadas por *Fausto Cueva (1987)*, *Jaime Chávez (1987)*, *Miguel Zulueta (1992)* y *Luis Rivera* “Estudio Estructural del yacimiento aurífero en el sector Norte del distrito de Pataz” (1992)

A partir del año 1995 se firma un convenio de cooperación entre CMPSA y la Universidad de Ginebra. Entre 1996 y el 2000 Yves Haeberlin realizó una serie de estudios relacionados a contexto estructural y geoquímica de isótopos, relaciones geométricas y cronológicas entre la mineralización y la roca hospedante, integración hacia un contexto regional y la propuesta de un modelo genético para la formación de las vetas; todo ello se resumió en la tesis doctoral “Geological and Structural Setting, Age, and Geochemistry of the Orogenic Gold Deposits at the Pataz Province, Eastern Andean Cordillera, Perú” (2002).

En el año 2002 se iniciaron trabajos de investigación para maestría a cargo de Jerome Lavoie y Enrick Trembley de la Universidad de Québec (UQAC) con la asesoría de los profesores

Jayanta Guha y Reàl Daigneault, con la finalidad de caracterizar las vetas, determinar la geometría del sistema y establecer los controles con el fin de proponer un modelo para exploración. En el 2003 presentan el reporte de los estudios con observaciones de los profesores Real Daigneault y Damián Gaboury.

En el 2003 el Ing. Donato Hoyos realiza un estudio sobre alteraciones hidrotermales y litología de las vetas Consuelo, Carola y Jimena.

A partir del año 2004 el Ing. Carlos Villanes toma a cargo el estudio geoquímico del yacimiento en base al modelo estructural propuesto por los profesores y estudiantes de maestría de la UQAC, así como de los estudios presentados por Yves Haeberlin y modelos propuestos por profesores del Center for Global Metallogeny of Western Australia University.

Durante el año 2005 se realizó un estudio en base a teoría de fractales a cargo del Ing. Miguel Zulueta. A la fecha se continúa con los estudios estructurales y de caracterización geoquímica. (*CMPSA informe de geología sept. 2005*).

#### **1.4. JUSTIFICACIÓN.**

El interés principal de la investigación parte del problema actual que se atraviesa por falta de reservas minerales, la explotación del oro continua día a día, pero sin embargo se necesita encontrar, cuantificar y elevar los recursos minerales para alargar la vida de la mina. Teniendo en cuenta el modelo del yacimiento, las exploraciones que se realizaron por medio de perforaciones diamantinas, cortadas, galerías y chimeneas desde el nivel 2805 hasta el nivel 2600, obteniendo buenos resultados para la explotación de los recursos minerales con valor económico, esto indica la importancia de esta veta con sistemas estructurales muy complejos.

Partiendo de allí, con esta investigación se pretende determinar la continuidad de la veta Lola hacia niveles inferiores, determinando también las características geológicas en base a enfoques teóricos que se manejan actualmente en cuanto a los estudios geológicos realizados en la zona y datos tomados en campo. Cabe señalar, la importancia de un programa anual de perforaciones diamantinas, conducentes a verificar el comportamiento geológico para la realización de labores de desarrollo.

## **1.5. HIPÓTESIS.**

Con la información obtenida a través de las labores de desarrollo, perforación diamantina y estableciendo las características geológicas mineralógicas, así como comportamiento estructural de la veta Lola permita establecer el comportamiento de la mineralización económica en niveles inferiores al nivel 2600.

## **1.6. OBJETIVOS.**

### **1.6.1. Objetivo General.**

Determinar las características geológicas, mineralógicas y estructurales de la veta Lola y su comportamiento en profundidad

### **1.6.2. Objetivos Específicos.**

- Determinar las características geológicas, mineralógicas y estructurales de la veta Lola.
- Determinar la profundización económica de la veta Lola.

## **1.7. METODOLOGÍA DE ESTUDIO.**

El proyecto de investigación tuvo una metodología descriptiva, para luego proceder con el procesamiento e interpretación de los datos obtenidos en las distintas fases de estudio.

### **1.7.1. Etapa de Recopilación de Información.**

Para realizar este proyecto de investigación se recopiló información bibliográfica de trabajos geológicos que se ha realizado en la zona, la búsqueda de información consistió en recurrir a diversas fuentes (bibliotecas, hemerotecas, plano-tecas, informes públicos y privados); INGEMMET geología del cuadrángulo de Pataz (hoja 16-h) - boletín A-9.

Así como la búsqueda de temas relacionados a las disciplinas geológicas a través de internet.

### **1.7.2. Etapa de Trabajo de Campo.**

Esta etapa consistió en la investigación y análisis de todas las características del área de estudio a través de los siguientes trabajos:

- Mapeo geológico a escala 1:250, 1:1000 (mineralógico, litológico, estructural, alteraciones, etc.).
- Evaluación geológica (geología estructural, tipos de alteración, mineralogía, petrografía, etc.)

- Desarrollo y ejecución de labores de avance en roca estéril y en veta.
- Muestreo sistemático de labores de exploración, en labores de avance (galerías, Chimeneas y subniveles) cada un metro con el método de muestreo chip sampling.
- Sondeos diamantinos, ejecución de un programa de perforaciones diamantinas. Realizando labores de posicionamiento para realizar la perforación.

### **1.7.3. Etapa de Gabinete.**

- Análisis e interpretación de planos geológicos y todos los resultados del trabajo en campo, empleando software como; Autocad 2014.
- Se generaron diferentes secciones geológicas con sus respectivas interpretaciones de la veta Lola mineralizada correlacionándola con los taladros diamantinos.

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO CONCEPTUAL

#### 2.1. GEOMORFOLOGÍA REGIONAL.

Las principales unidades geomorfológicas regionales que dominan la zona de estudio son:

- Altiplano
- Áreas glaciadas
- Valles

##### 2.1.1. Altiplano.

En esta región el altiplano mantiene una elevación aproximada de 3,500 m.s.n.m. En general se trata de una topografía suavemente ondulada con pequeños cerros redondeados que destacan sobre las pampas y valles pantanosos.

La madurez de la topografía sugiere que se desarrolló a una altura muy inferior y que alcanzó su elevación actual como resultado del levantamiento general de los Andes en el Cenozoico y Cuaternario. Por lo tanto el altiplano probablemente se formó durante el Cenozoico.

##### 2.1.2. Áreas Glaciadas.

Los picos más altos de la región alcanzan altura aproximadas de 4,400 m.s.n.m., y tanto en la Cordillera Occidental como en la Central muestran abundantes evidencias de haber sufrido una intensa glaciación. Entre estos hechos se constatan, valles en forma de U, valles colgados y superficies estriadas, además de depósitos glaciarios, como morrenas y abanicos fluvio-glaciarios.

En la Cordillera Central los mejores ejemplos de áreas glaciadas se encuentran en las cabeceras de la quebrada Lavasén. El valle de Lavasén y sus quebradas tributarias poseen la

forma típica de valles de origen glaciario; son bastante rectos y en forma de U. Además, los tributarios generalmente corren en valles colgados, los cuales terminan en el valle principal con una pendiente fuerte o un salto vertical de 100-150 m. Pequeñas lagunas glaciares formadas detrás de morrenas y barreras de rocas son comunes, especialmente en los valles tributarios.

Las indicaciones de glaciación en la Cordillera Occidental son menos impresionantes, pero hay muchos sitios donde se encuentran pequeños valles glaciares y abundantes circos. Los ejemplos más accesibles se notan en los cerros calcáreos que quedan en el límite occidental del cuadrángulo y se aprecian perfectamente de la carretera Huamachuco- Cajabamba. Los cerros están cortados por valle en forma de U y éstos están asociados con morrenas glaciares bien desarrolladas, claramente visibles desde la carretera. Otros ejemplos se reconocen en los cerros de caliza de cerca de 3,500 m.s.n.m. de las cercanías de Sitabal, en el límite sur del cuadrángulo. Sin embargo, no es raro encontrar morrenas terminales hasta niveles de 3,400 m.s.n.m. La presencia hasta de tres morrenas claramente reconocibles indica que, como en el resto de los Andes, se trata de distintas etapas de glaciación las cuales ofrecen amplios campos de investigación. (*INGEMMET Boletín A-9*).

### **2.1.3. Valles.**

Como se ha referido el altiplano está disectado por grandes valles y cañones que pertenecen al drenaje del Marañón. El valle del río Marañón alcanza una profundidad de casi 3,000 m. y un ancho promedio de 15-20 Km. Las características más impresionantes del valle son:

- Fuerte pendiente de sus flancos.
- Flancos continuos por decenas de kilómetros sin mayores interrupciones.

La pendiente de los flancos del valle varía entre 20% y 35%. La topografía en detalle es bien accidentada y son abundantes las quebradas encañonadas; sin embargo, solo unos pocos tributarios llegan a romper las paredes altas y escarpadas del valle. Por el lado Este entran los ríos Lavasén y Alpamarca, mientras que del Oeste viene el río Chusgón que tiene la mayor parte de su desarrollo dentro del cuadrángulo, pero se une con el Marañón unos kilómetros más allá del límite septentrional. Estos tres tributarios principales muestran las mismas características que el valle del Marañón, son profundos y algo encañonados.

Existe una relación clara entre la ubicación del río Marañón y sus principales tributarios, con importantes estructuras geológicas. El valle del Marañón está controlado por ciertas fajas hundidas en echelón que están orientadas con dirección NNW-SSE.

El río Lavasén sigue una zona bien definida de fallamiento y el río Alpamarca ha erosionado su valle mayormente dentro de una faja hundida de sedimentos, de igual modo el río Chusgón presenta un buen ejemplo de un valle erosionado a lo largo de una zona de fallamiento. La edad de las estructuras que controlan el drenaje no está conocida en detalle, pero se sabe que es post Terciario, posiblemente Plioceno. Se supone que antes del Mioceno la región tenía un drenaje muy distinto del actual, que viene a ser un resultado directo del tectonismo.

Los autores postulan que en el Terciario se desarrolló un drenaje maduro que siguió el rumbo general de las formaciones plegadas durante la orogénesis del Cretáceo. El fallamiento del Mioceno-Plioceno produjo algunos valles tectónicos de los cuales el Marañón resultó el más profundo y continuo, y así comenzó un proceso de captura del drenaje de la región que todavía no ha terminado. Los cambios de los cursos del Chusgón y Alpamarca antes de entrar al Marañón, sugieren que algunos de sus tributarios lograron captar a ríos que fluían subparalelamente con el río principal. Los ríos captados comenzaron a erosionar sus valles hacia el nuevo nivel de base, y el poder erosivo adicional resultó de la captura de los riachuelos.

## **2.2. MARCO TECTONICO.**

La cordillera de los Andes se formó por efecto de fuerzas de compresión de la placa Sudamericana (corteza continental) y de la placa de Nazca (corteza oceánica), ambas placas están ubicadas sobre la astenósfera. La placa de Nazca migra de oeste a este y se sumerge paulatinamente debajo de la placa sudamericana. La corteza de la placa sudamericana migra de este a oeste y por la resistencia que ofrece la placa de nazca a esta migración, se formó la Cordillera de los Andes.

El plano de contacto entre ambas placas se conoce como línea de Benioff, es una zona de subducción, conocida en su parte superior como la gran fosa tectónica Perú – Chile, que corre paralela a la costa peruana y materializada en el fondo oceánico, considerada como margen continental activa. Algunos investigadores opinan que desde el Precámbrico y durante el Neoproterozoico, de 1000 a 550 Ma. Se tiene evidencias del proceso de la tectónica de las placas. En el Perú se conocen rocas que van del Paleoproterozoico en la cordillera de la costa, -+2000 Ma., al Neoproterozoico en la cordillera oriental, 600 Ma.

En el Proterozoico hubo una cuenca antigua sobre la corteza oceánica. Algunos materiales básicos y ultrabásicos se explican como un complejo ofilitico que fue abducido durante la

colisión continental con la formación de la cromita de Tapo y el níquel de Chinchao, San Lui, San José en la cordillera oriental de Huánuco, por la formación de pequeñas dorsales oceánicas.

Las series del Paleozoico temprano fueron deformados con fase Eohercínica dando lugar a un metamorfismo regional de grado bajo así como un plutonismo sintectónico y post-tectónico (batolito de Pataz y su mineralización de oro) por el proceso de graben continental o rifting continental.

En el Pérmico medio, el mar se retiró paulatinamente y dio lugar a la fase tectónica Tardihercínica, con proceso de compresión y distensión con fallas en bloques de rumbo NW-SE, acumulación de capas rojas, areniscas y volcanismo. La cuenca Paleozoica se desarrolló sobre la corteza continental y la orogénesis dio lugar a un régimen de extensión intra continental. El magmatismo muestra eventos volcánicos y plutónicos relacionados con estructura de graben.

Se puede postular que, con la orogenia Precámbrica, la orogenia Eohercínica en el Devónico superior, y la orogenia Tardihercínica en el Pérmico medio hubo un proceso de magmatismo de rocas ácidas, intermedias y básicas, las cuales se emplazaron en las provincia metalogenética de Fe de la cordillera de la costa y en la provincia metalogenética de Au y polimetálica de la cordillera oriental. Las soluciones residuales respectivas de este magmatismo en la cordillera de la costa fue rica en Fe, en la cordillera oriental fue rica en oro y polimetálicos. Debe expresarse que el magmatismo de la provincia de Au y polimetálica de la cordillera oriental está más alejada de la fosa tectónica Perú – Chile, el magma vino de mayor profundidad, por ello la diferencia de soluciones mineralizantes de Au polimetálica en la provincia metalogenética de Au-polimetálica de la cordillera oriental versus las soluciones mineralizantes ricas en Fe de la provincia metalogenética de Fe de la cordillera de la costa, más cercana a la fosa tectónica Perú – Chile.

La sedimentación en el Triásico superior al Jurásico inferior del norte del Perú hasta le Perú central depositó rocas carbonatadas, conteniendo en facie occidental calizas, lutitas y volcanismo; y en la fase oriental dolomitas, sedimentos clásticos y evaporitas. En el sur del Perú, el Jurásico inferior se tiene volcanismo con calizas arrecifales, calizas y areniscas. Las rocas volcánicas en el noroeste y sur son producto de un arco magmático, indican la subducción de ka placa de nazca en el Jurásico inicial.



En el Jurásico superior, por el levantamiento del complejo Marañón, de rumbo NW-SE, la plataforma continental se separó en dos cuencas: la cuenca peruana occidental y la cuenca oriental. En la cuenca occidental al suroeste hubo vulcanismo, al norte se depositó lutitas, calizas y volcánicos, en el sector sur se depositaron areniscas y lutitas. En la cuenca oriental se depositaron sedimentos continentales.

El área forma parte de las fosas tectónicas del Marañón y consiste de una faja angosta de cuencas tectónicas, constituidas a su vez por fajas hundidas que coinciden más o menos con el valle del Marañón y son delimitadas por grandes fallas más o menos verticales de orientación NW-SE.

Los límites de las fosas están constituidas por grandes bloques levantados del basamento metamórfico, la cuenca presenta sedimentos desde el precámbrico paleozoico y mesozoico y rocas de batolito granodiorítico denominado como el Batolito de Pataz, considerándose el cuerpo intrusivo más importante de la región, y que comprende un área de 200 km<sup>2</sup>.

Los tectonismos Eohercínico y Neohercínico dieron lugar a la formación de la Cadena Costera y de la Cordillera Oriental con rocas antiguas del Precámbrico y del Paleozoico.

### **2.2.1. Orogénesis Andina.**

Las rocas que forman el basamento en los Andes son metamórficas del Precámbrico, afloran en la cordillera Oriental y en la cordillera de la costa.

El tectonismo Andino del Mesozoico y Cenozoico es el responsable de la formación de la cordillera de los Andes. El ciclo comienza en el Triásico superior con una transgresión de W a E, que cubrió la mayor extensión del territorio actual depositado una serie de calizas, dolomitas y margas, que en las porciones más occidentales son de fases volcánicas sedimentarias (Grupo Pucará).

Debido a un posible movimiento tectónico iniciado en el Jurásico, al final de dicho período quedarían definidas dos cuencas, una occidental y otra oriental, mediante un geoanticlinal, cuya posición coincide con la actual Cordillera Oriental. En el Altiplano, en la cuenca occidental se depositaron sedimentos marinos y continentales. En el Albiano hubo una transgresión que invadió la cuenca oriental y depositó calizas margas y lutitas en el Cretáceo medio superior.

El geosinclinal Andino se acondicionó en el Triásico tardío. Después de una breve etapa de deformación, y luego intrusión en el Jurásico medio, el geosinclinal siguió su desarrollo

durante el Jurásico tardío y el Cretáceo correspondiente al tectonismo de la fase Mochica, entre los tectonismos de la fase Hercínica tardía y la fase Peruana del ciclo Andino, terminando con varias fases del plegamiento y magmatismo entre fines del Cretáceo y el Terciario superior y su etapa de mineralización con el tectonismo Andino de la fase Peruana. Su magmatismo originó el batolito de la costa (intrusivos de composición intermedia). La erosión en el Terciario inferior originó los sedimentos molásicos de las capas rojas.

El tercer tectonismo del ciclo Andino acontece en el Terciario medio (Oligoceno) correspondiente al tectonismo de la fase Incaica, seguida por un intenso magmatismo plutónico y efusiva. En el Terciario superior se produjo el tectonismo de las fases Quechua1 y Quechua2, en el Mioceno tenemos pequeños plutones de composición intermedia que está, a lo largo de la cordillera occidental y con ellos está relacionada la mayor mineralización y de un potencial económico grande que se conoce en los andes Peruanos.

Las rocas que forman el zócalo de los Andes son metamórficas y de edad Precámbrica, afloran en la Cordillera Oriental, La mineralización está relacionada a los episodios magmáticos ocurridos en las fases orogénicas y postorogénicas de la evolución de los geosinclinales Paleozoicos y Mesozoicos que originaron el Sistema Andino.

### **2.3. LITOESTRATIGRAFIA REGIONAL.**

En la región de Pataz se han estudiado durante mucho tiempo las unidades estratigráficas por distintos autores, este trabajo presenta el análisis y reconocimiento detallado de campo y los estudios de *Wilson y Reyes (1964)*, *Krumbein-Sloss (1969)*. (Ver ANEXO Mapa 01).

#### **2.3.1. Precámbrico.**

##### **2.3.1.1. El Complejo Marañón (Pe-f).**

Está presente a lo largo del valle del río Marañón así como en la margen derecha del río Hualanga – Cedro. Es una secuencia polimetamórfica que presenta diferentes estilos estructurales caracterizado por polifases de fuerte deformación, está formado por 3 unidades descritas en el orden decreciente en edades.

- Micaesquistos, que yacen en el fondo del Complejo.
- Metavolcánicos.
- Filitas de naturaleza turbidita (*Wilson y Reyes 1964*).

Todo este paquete metamórfico regional alcanza 1 Km. de espesor en promedio, la edad asignada a este complejo se puede determinar con los análisis desarrollados por K/Ar en 600 Ma. Atribuyéndose al Pre-Cambriano para la principal deformación regional; (Haeberlin Y., et al. 2000, *Late Paleozoic orogenic gold deposit in the Central Andes, South America*) correlaciona al Complejo del Marañón con las formaciones metamórficas en las Sierras Pampeanas de Argentina donde las series básicas fueron metamorfizadas durante la Orogenia Pampeana.

Asimismo, distintos análisis comparativos podrían determinar que el Complejo del Marañón constituye un cinturón de rocas verdes por las características petrológicas y de metamorfismo regional con unidades inferiores de material ultramáfico provenientes de zonas de subducción durante la separación del continente.

### **Paleozoico Inferior.**

#### **2.3.1.2. Formación Contaya (O-c).**

De edad Ordovícico, yace sobre el Complejo del Marañón en disconformidad angular (Wilson y Reyes 1964) entre los 200 y 600 m. de espesor y de naturaleza sílice – clástico, pizarras con intercalaciones de areniscas, las formaciones del Paleozoico inferior están caracterizadas por un bajo grado de metamorfismo regional, aflora en la margen SW de la zona de estudio.

#### **2.3.2. Paleozoico Superior.**

##### **2.3.2.1. Grupo Ambo (Cm-a).**

De edad Missisipiano (Carbonífero inferior), esta formación se produjo durante un periodo de distensión de la fase final de la tectónica Eohercínica generando fallamientos normales con subsidencias las que fueron rellenadas con material clástico en ambientes fluviales y deltaicos. Litológicamente está constituido por areniscas, lutitas y conglomerados pertenecientes al Carbonífero inferior, aflora al S de la zona de estudios (zona Chagual) “techo colgante” sobre yaciendo al intrusivo granodiorítico. Este evento tectónico de distensión genera grandes fallamientos de carácter regional los cuales serán los conductos de emplazamiento de batolito de Patáz.

##### **2.3.2.2. Grupo Mitu (Ps - m).**

Rocas de este grupo se han encontrado en afloramientos aislados dentro de la provincia, la encontramos entre Vijus - Chagual - Pías y entre Huaylillas - Tayabamba. Consta de

areniscas y conglomerados de color rojo oscuro, estratificados en capas delgadas, que yacen en discordancia paralela sobre el grupo Copacabana y Ambo. A este grupo se le asigna una edad aproximada entre Permiano Medio o Superior.

### **2.3.3. Mesozoico.**

#### **2.3.3.1. Grupo Pucará (Trj – p).**

Este grupo se compone de calizas con chert que superyacen con discordancia angular o erosional a las unidades descritas arriba. Se le encuentra al oeste del área de estudio (zona Chahual – Vijus). Su edad ha sido determinada por Wilson y Reyes y corresponde al Noriano y Sinemuriano.

#### **2.3.3.2. Formación Goyllarisquizga (Ki – g).**

Esta formación está compuesta por areniscas grises, marrones y rojizas de grano medio a grueso, que corresponde a la denominada facies de plataforma por haberse depositado sobre el geo-anticlinal del Marañón (Benavides, 1956). Estas Facies tienen un grosor variable de 50 a 150 m. Y se localizan en Huaylillas y Quiches (Tayabamba). A este grupo se le asigna una edad Neocomiana Aptiana. Se encuentra ubicado al S de la zona de estudios.

#### **2.3.3.3. Formación Crisnejas (Ki – c).**

Una secuencia de calizas y margas que afloran en el área del valle del Marañón, ha sido denominado “Formación Crisnejas” por Benavides (1956). Esta tiene un espesor de 200 m. Con una litología parecida a la de la Formación Chulec, pero con una menor proporción de calizas. La edad de esta formación es Albiano Medio. Este afloramiento se encuentra ubicado al flanco derecho a Chahual.

#### **2.3.3.4. Formación Chota (Ks – ch).**

Está formado por una serie de cobertura de ambiente continental que aflora en el sector al Sur oeste de la zona de estudio, como areniscas rojas, lutitas y conglomerados, yace en discordancia erosional a la Formación Crisnejas. Se le asigna una edad de Albiano medio.

### **2.3.4. Cenozoico.**

#### **2.3.4.1. Volcánicos Lavasen (Tm - vl).**

El sector oriental de la región estudiada está cubierto por un manto de volcánicos jóvenes a los cuales Wilson, en 1964, denominó Volcánicos Lavasen. Litológicamente éstos constan de un miembro inferior compuesto por derrames andesíticos de color gris oscuro, grano fino, a veces microporfiríticos; y un miembro superior conformado de tufos y piroclásticos de

composición dacítica. Se estima que estos volcánicos alcanzan un grosor máximo de 1,500 m., correspondiendo los primeros 800 a 900 m. El miembro inferior. Los afloramientos de estas formaciones han dado lugar a escarpados terrenos, a farallones, y en general a una topografía agreste, suavizada en las partes altas por la erosión glaciaria. Estos volcánicos afloran al NE de la zona de estudio.

#### **2.3.4.2. Depósitos Cuaternarios (Q).**

Los depósitos acumulados en el Cuaternario son principalmente fluviales, coluviales y glaciares. Los depósitos fluviales y coluviales que están presentes en la zona, son productos de la descomposición de las rocas in-situ a lo largo del río Frances y Hualanga.

### **2.4. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL REGIONAL.**

La geología estructural de la región está ligada a la evolución estratigráfica y estructural de la cordillera Nor-oriental; afectada por los ciclos: del precámbrico, Hercínico y Andino. Hacia el flanco Oeste de la cordillera Oriental se desarrolló una secuencia metasedimentaria controlada por el sistema de fallas Pataz de dirección NW-SE. Esta secuencia paleozoica fue intruída por granodioritas del Batolito de Pataz. Asociado a estas intrusiones y al sistema de fallas Pataz tenemos depósitos orogénicos de oro, siendo la mina Poderosa uno de los más importantes (*Belousov, V. 1974*). (*Ver ANEXO Mapa 02*).

Del cartografiado superficial de la mina Poderosa, se observa desde estructuras subverticales a de bajo ángulo; de fallas, distritales a regionales con pequeñas variaciones locales en rumbo y buzamiento. Las estructuras (fallas y fracturas) subverticales, son descritas para la zona Norte y Sur. En la zona Norte (Jimena), se reconocen hasta 3 familias, todas secantes y espacialmente relacionados a la presencia de clavos mineralizados.

- La primera serie se expresa como fallas de dirección cercana al N110° (que corresponden a la familia 1 de las fracturas), son extensas llegando a los órdenes kilométricos; además, parecen controlar sistemáticamente el hundimiento en bloques del batolito hacia el Norte,
- La segunda serie de fallas con dirección próximas a N90°, son menos dominantes en el cartografiado superficial, sus extensiones longitudinales se encuentran limitadas y cortadas por la primera serie de fallas; el último movimiento registrado es de naturaleza sinextral.

- La tercera familia de fallas, son de dirección en promedio próximas a  $N45^\circ$  buzando entre  $70^\circ$  y  $90^\circ$  al NW, estas últimas, se manifiestan como estructuras conjugadas de la primera familia. Gran parte de los ejes de los “clavos mineralizados” son coincidentes con esta dirección que poseen un movimiento tardío gravitacional.

En la zona Sur (Consuelo), dos grandes estructuras secantes con buzamiento promedio de  $70^\circ$  al Norte y con movimientos tardíos sinextrales son observadas:

- las de dirección  $N315^\circ$  y
- de dirección  $N278^\circ$ .

El análisis de las estructuras muestran que el juego de fallas corresponden a las mismas familias, tanto en Consuelo como en Jimena, con una ligera rotación de  $20^\circ$  en buzamiento y dirección, a diferencia de la zona de Jimena, la ausencia de la tercera familia en Consuelo, puede deberse a que estas estructuras no fueron cartografiadas debido a que no muestran movimientos tardíos aparentes. Para las fracturas con buzamiento bajo a moderado, en el distrito se reconocen 2 familias ambas con direcciones cercanas al N-S: una con buzamiento al Este predominante de  $45^\circ$  que ocasionalmente puede llegar a los  $75^\circ$ , que llegan a tener longitudes kilométricas son reconocidos en las zonas de Jimena y Consuelo, así como en toda la región,

- Una segunda familia con buzamiento  $20^\circ$  con tendencia al NE (variable de acuerdo a la geometría de la estructura), son reconocidas en la zona Norte, Jimena (*Miranda, 1983*). Con longitudes que llegan a las centenas de metros que tranquilamente pueden llegar a ser kilométricas.

Las fallas secantes subverticales que a continuación se describen, son tomadas del cartografiado geológico de la mina, así como el reconocimiento de campo en el marco del desarrollo de este estudio, aquí, se hace una reinterpretación del comportamiento y continuidad de las mismas. Para la zona Norte se describen a las fallas: María, Qorihuarmi.

La Brava, San Lucas y San Marcos; en tanto que para la zona Sur se describen a las fallas: Perejil, San Juan, San Luís y San Teófilo.

#### 2.4.1. Falla María.

La falla María tiene un azimut  $N295^\circ$  de buzamiento subvertical con ligera tendencia al NE, el último movimiento registrado es sinextral, hasta donde se reconoce es angosto con relleno de granodiorita fracturada al grado de cataclastitas, con panizo gris blanquecino a crema.

Esta falla está formada por dos estructuras subparalelas que entre los niveles 1934 y 1667 de la veta Mercedes, y con sus complementos toman una geometría lenticular de bloques con 150 metros de ancho al interior del cual se encuentra mejor desarrollado el clavo mineralizado, así mismo, la proyección de esta falla hacia el Sur está espacialmente asociado a la formación del *Ore Shoot* de la veta Karola.

Las estructuras secundarias que forman la geometría lenticular, forman parte de las estructuras tensionales a los fallamientos principales.

#### **2.4.2. Falla Qori-Huarmi.**

Esta falla es reconocida en superficie por más de 2 km, su ancho varía desde una simple fractura centimétrica (Rampa Lola 3) a una zona compleja de intenso fracturamiento que supera los 10 metros (socavón Qori-huarmi), de orientación general N111°, buzamiento subvertical, en estas zonas de complejidad se observa superposición de movimientos evidenciadas por las numerosas estrías de direcciones verticales a subhorizontales, dique aplítico seccionado, panizo: gris oscuro, gris verdoso a gris blanquecino, la alteración predominante es la cloritización, su último movimiento se define como sinextral y de rotación.

En algunos tramos se puede observar venillas irregulares de cuarzo lechoso y cuarzo gris. (Miranda, 1983) reporta estas venillas en el nivel Qori-huarmi, donde la falla llega hasta una potencia de 10 metros con cajas cloritizadas a silicificadas; lo mismo que se observan brechas de roca cloritizada, piritizada y sericitizada, además de diques seccionados de composición variada (dique aplítico en el nivel 1987, diques de lamprófito en los niveles 2080 y próximos a la veta Santa Rosa (Papagayo). En segmentos cerrados de la falla, la alteración es escasa a nula (como el presentado en la rampa Lola 3). Sólo en observación microscópica es posible distinguir las características de estructuras frágiles y dúctiles (¿transicional?) como: *king bands*, microvenillas rellenas de cuarzo recrystalizado y flexuras en las plagioclasas. En los segmentos amplios (abiertos) el relleno de falla llega hasta grados de milonitas, microestructuralmente se ha definido hasta por lo menos cuatro eventos de deformación; una primera asociada a silicificación; la segunda se asocia a una secuencia de cloritas; la tercera etapa se asocia a la formación de sericitas; mientras que la cuarta secuencia está asociada a la formación de clorita azul, carbonatos y epidota, estas dos últimas pueden corresponder a una quinta etapa que podrían ser más tardíos.

Los clavos mineralizados asociados a esta falla se reportan en la veta Mercedes y laboreo de trabajos artesanales en la veta Santa Rosa reconoce mineralización importante en contacto con esta falla.

#### **2.4.3. Falla La Brava.**

Esta falla corresponde a un sistema de fracturas paralelas a la falla Qorihuarmi y a 190 metros al NE de la misma, este corredor de fallas constituyen fallamientos de bloques rotacionales de un ancho de 150 metros, los planos de falla con superficies generalmente rectas; muchas de ellas de anchos milimétricos por lo general sin relleno, sólo algunos pocos tramos que al parecer sufren gran desplazamiento vertical, muestran panizo gris oscuro a gris verdoso con rastros de hematita en una potencia de 0.50 metros; además, segmentos de diques aplíticos se encuentran al interior de la falla como en la mayoría de estas fallas.

Al parecer, de la misma manera, se ha presentado para la falla María, esta estructura parece formar un bloque lenticular con la falla Qori-huarmi, y en áreas de inflexión principal se desarrolla el *Ore Shoot* (Sur) de la veta Mercedes, también, la prolongación Norte de la falla a partir de la inflexión máxima, muestra asociación importante con la mineralización en las vetas Jimena y La Lima 2.

#### **2.4.4. Falla San Lucas.**

Se muestra como una zona constituida por un sistema de fracturas casi paralelas con orientaciones entre  $N49^\circ$  y  $N50^\circ$  con buzamientos de  $63^\circ SE$  a  $79^\circ SE$  es reconocida en el nivel 1937 de la veta Jimena. Estas estructuras presentan alteraciones milimétricas a centimétricas de sílice y cloritas; el corredor de fallas con un ancho de 17 metros, muestra una fuerte carbonatación de las plagioclasas; la sericita es subordinada al sistema de fracturamiento del área, la extensión longitudinal no está muy bien reconocida y el último movimiento es interpretado como sinetral a partir de evidencias de perforaciones diamantinas las que indican un ligero desplazamiento de la veta Jimena. Especialmente, parece limitar el extremo Norte del “clavo Sur” de la veta Jimena, en observación microestructural se distingue a plagioclasas onduladas y cuarzofracturado que al igual para la falla Qori-huarmi indica una zona de fracturamiento de ambiente transicional. Cercanas a esta estructura, en el nivel 1887 (veta Jimena) se encuentran estructuras similares con fracturamiento secundario en forma de “flor” todas sericitizadas las que se truncan en la veta Jimena.



#### 2.4.5. Falla San Marcos.

El relleno de la falla San Marcos, está constituido de granito fracturado, localmente presenta fragmentos de hornblendita intensamente cloritizado con piritita gruesa diseminada, además de venillas de cuarzo. La alteración a sericita es fuerte pero está subordinada y restringida a las fracturas, mientras que la cloritización es más amplia. La orientación de la estructura es de  $N075^\circ$  buzando  $79^\circ$ SE. Las fracturas asociadas o conjugadas a esta zona, muestran alteraciones hasta mariposita (propia de las hornblenditas y lamprófiros). En los niveles conocidos esta estructura parece tener gran extensión y permeabilidad para el paso de los fluidos, desde sobre el nivel 2190 hasta próxima al nivel 2600 y entre los niveles 1987 y 2017 de la veta la Lima están asociados a “*Ore Shoots*”, del mismo modo, en niveles inferiores juega el mismo papel sobre el *Ore Shoot* de la veta Jimena, entre los niveles 1886 y 1907, la cual se extiende hasta el nivel 2027.

#### 2.4.6. Falla Perejil.

La falla Perejil tiene una orientación promedio  $N305^\circ$  y buzamiento de  $74^\circ$ NE, en gran parte el relleno de falla se compone de diorita fracturada y panizo gris verdoso; en la zona de contacto con las cajas se observa cloritización con diseminación de piritita; la zona de falla en el nivel 2450 es aproximadamente 20 metros constituida por una familia de fracturas subparalelas con halos de sericita-clorita. La estructura principal está rellena de panizo cloritizado que, además, presenta venillas de cuarzo, carbonatos (calcita). En el nivel 2700, además de los elementos ya descritos al interior de la falla se emplaza un dique andesítico alterado y fracturado por eventos tardíos. Es necesario destacar que en el nivel 2450 (Consuelo), de esta falla nace una estructura secundaria (al flanco Sur, donde se encuentra el *Ore Shoot* N1) con actitud  $N304/50^\circ$ , una potencia de 0.15 metros, rellena de cuarzo lechoso, sulfuro diseminado (piritita gruesa) y alteración sericítica a los contactos. La exposición superficial de la falla es reconocida por más de 2.5 kilómetros y al nivel inferior que se le intercepta es al 2400, en el área de la veta Consuelo, el clavo C1N de la veta Consuelo nace en la intersección de las fallas San Teofilo y San Luís con la falla Perejil, entre los niveles 2400 y 2530.

#### 2.4.7. Falla San Juan.

Esta falla pertenece a la misma familia de la falla Perejil de rumbo promedio  $N305^\circ$  con  $67^\circ$ NE de buzamiento, se encuentra asociada a un sistema de fallas paralelas. El movimiento tardío indica que es una falla de gravitación ligeramente rotacional que se aprecia en los

niveles 2650 y 2600, donde el desplazamiento lateral es de unos 36 metros mientras que en el nivel 2450 el desplazamiento es de 80 metros. En niveles superiores de interior-mina la falla se expresa como un sistema de fallamientos “ramaleados”; mientras que en los inferiores tienden a formar una sola estructura, donde el relleno principal que llega a los grados de milonita se encuentran cloritizados sobre las alteraciones sericíticas y carbonatos, cortada por venillas tardías de carbonatos principalmente, además, en ellas se encuentran fragmentos recristalizados de rocas oscuras posiblemente de origen volcánico. Hacia los contactos de la roca encajante, las que también se encuentran cloritizados, se conservan las evidencias de cataclásis con inyecciones posteriores de sílice y carbonatos.

#### **2.4.8. Falla San Luís.**

Esta falla es una estructura conjugada de la falla Perejil, el relleno consiste de diorita triturada cloritizada, panizo verdoso con rellenos de venas de cuarzo, calcita y clorita. Por tramos se observa epidota, piritita gruesa diseminada dentro y en las cajas. La roca de relleno llega al grado de milonitas al interior de las fallas y hacia las cajas domina las cataclastitas, la actitud de la falla es de  $N65^\circ$ . Al parecer su extensión en profundidad está limitada por la falla Perejil.

Observaciones microscópicas próximas a la zona de “clavo” manifiestan una etapa de cloritización, la que es atacada por una alteración sericítica cortadas por microvenillas de sílice y carbonatos para finalizar en unas fracturas rellenas clorita azul en forma discontinua. La deformación en los minerales muestra: Cuarzo fracturado ha “flexionado” cloritas y otros ferromagnesianos “lenticulares a ondulados” propias de ambientes transicionales frágil-dúctil.

En el nivel 2700, numerosas estructuras secundarias que se originan en esta falla están rellenas de cuarzo desde anchos milimétrico a centimétricos con alteración sericítica-cloritica importante.

#### **2.4.9. Falla San Teófilo.**

Es una estructura conjugada de la falla Perejil. Se presenta como un sistema de fallas en rotación, siendo el desplazamiento mayor a cotas inferiores dentro de un pequeño sistema de fallas, hacia cotas superiores se presenta como un penacho de fallas, en el nivel 2700 se puede apreciar un dique aplítico seccionado al interior de la falla, las características de su orientación son  $N272^\circ$ , las cajas son ligeramente sericitizadas; sin embargo, el relleno es

cloritizado que, además se compone de gouge blanquecino a gris verdoso con venillas de calcita, fracturas paralelas rellenas de cuarzo centimétrico.

El estereograma de la red de Schmidt y el diagrama de rosas para estas fallas, muestran una orientación dominante al W-E (110-125) y otras, orientadas al NE-SW que caen y corresponden bien al rango de las familias 1 y 2, las cuales son reconocidas para las fracturas.

#### **2.4.10. Relación con los Diques.**

El conjunto de diques se inyectan al interior de las fracturas y fallas de las familias arriba descritas.

Pequeños diques milimétricos a métricos de composición básica se desarrollan de preferencia, en estructuras subverticales como el observado en los niveles 1937 y 2450, de la mina Papagayo y Consuelo respectivamente; pero también, ocurre en las estructuras paralelas a las vetas hasta de tallas métricas como el reconocido al piso de la veta Consuelo entre los niveles 2650 y 2700 (*Haeblerlin et al. 2004*). (potencia de 14 metros), estos diques son menos abundantes y de menores tallas en el área de Jimena.

Los diques ácidos (aplítas) ocurren en todas las direcciones de acuerdo a la actitud de las estructuras en la que se encuentran, en la zona de Papagayo son más abundantes. En muchos casos, constituyen la caja piso de las estructuras mineralizadas (*Chávez, 1990; Haeblerlin et al. 2004; Miranda, 1983*). y/o pueden ser secantes a ellas, son de tallas centimétricas a métricas.

Diques tardíos de andesita son controlados por reaperturas de las estructuras de preferencia con orientaciones cercanas al E-W con buzamientos subverticales (familia 1) aunque ocasionalmente se inyectan en estructuras NS y de bajo ángulo.

Todas estas estructuras son afectadas por reactivación de las fallas que en muchos casos las seccionan, además, estas estructuras son cortadas por los planos de veta y por las fracturas a las que estas pertenecen, excepcionalmente las andesitas afectan las vetas, sin embargo estas mismas son afectadas por movimientos de reactivación que son propias de la evolución de la cordillera de los Andes y son tardíos a la mineralización.

## 2.5. MARCO CONCEPTUAL.

### 2.5.1. Labor Minera.

Una labor minera es cualquier hueco excavado para explotar y/o explorar un yacimiento. Una mina es el conjunto de todas esas labores, especialmente cuando es subterránea. La técnica de aprovechar un yacimiento mediante minería se conoce como Laboreo de Minas.

La zona de la labor en que se trabaja para su excavación se denomina frente, corte o testero. Las labores que sólo tienen una entrada (por ejemplo una galería que se está avanzando) se denominan labores en fondo de saco. Al no tener salida es necesario forzar la ventilación mediante una tubería hasta el frente de la labor.

Se llama levantamiento topográfico, al conjunto de operaciones ejecutadas sobre el terreno, con los instrumentos adecuados, el levantamiento topográfico necesita una serie de mediciones y triangulaciones, que luego nos permitirá la elaboración del Plano.

La actividad minera, comprende varios procesos desde la búsqueda del mineral hasta la obtención del metal en su forma industrial.

Uno de estos procesos es la extracción del mineral, desde el interior de la mina hasta superficie, para cumplir con este objetivo, se realizan una serie de trabajos que se pueden resumir en las siguientes fases:

**Fase 1: Exploración;** Cuyo objetivo es la búsqueda del mineral con labores de avance como cortadas, galerías y chimeneas.

**Fase 2: Desarrollo;** Una vez encontrado el mineral, se reconoce en sus tres dimensiones.

**Fase 3: Preparación;** Geometría elegida para una Mena o cubicación económica. Antes de iniciar la explotación se realizan labores adicionales según diseño del método de explotación.

**Fase 4: Operación Mina;** Fase que comprende el desarrollo de labores que servirán como infraestructura para uno o más niveles de una sección o también para varias secciones.

Esta es la última fase que comprende también la extracción del mineral cubicado en bocks.

#### 2.5.1.1. Labores de Desarrollo, Exploración y Preparación.

Todas estas labores se realizan por medio de labores de avance lineal (m.), también se les llama labores lineales, en 3 dimensiones. Se caracteriza por avanzar en forma lineal, por la geometría y dimensión (sección) que se realiza este trabajo, se han diferenciado en las

siguientes labores: Frentes, chimeneas verticales, chimeneas inclinadas, chimeneas pilotos, subniveles y estocadas.

**a) Labores Horizontales:** Dentro de este grupo podemos tener diferenciado varias labores, básicamente el trabajo es el mismo pero diferencian por el objetivo que cumplen cada labor:

- **Cortada.** Labor que empieza desde superficie y/o a partir de un punto en interior mina hasta interceptar una estructura mineralizada como también sirve como labores de posicionamiento para la cámara de DDH.
- **Estocadas Cámara.** Labor que cumple la función de avanzar hasta interceptar algún objetivo como: estructura mineralizada, comunicar a otra labor o para refugio.
- **Galería.** La labor más común es la galería. Es una excavación horizontal, con poca inclinada gradiente 5/1000, la dimensión de la galería es depende del comportamiento de la estructura mineralizada puede ser desde metros a kilómetros. La parte superior de una galería se denomina corona, y las paredes hastiales.
- **Subnivel.** Son excavaciones horizontales sobre estructura mineralizada dejando un puente de 5.0 m. con respecto a la galería, estas labores se realizan para preparar e iniciar con la explotación.
- **By Pass.** Labor que comunica dos labores, específicamente labores lineales, generalmente para dar más eficiencia al servicio.

## 2.6. YACIMIENTOS OROGENICOS.

Durante varias décadas el estudio del origen de los depósitos minerales ha ocupado un campo de las investigaciones geológicas y mineras, en especial las mineralizaciones auríferas correspondientes a los denominados depósitos de oro mesotermal, también conocidos como venas de cuarzo y oro, “Mother Lode”, Filones de oro arcaico *Alldrick, (1996), Bateman, A. (1982)*. Estos depósitos se encuentran presentes en diferentes litologías con edades desde el Precámbrico hasta el Mesozoico (*Goldfarb et al., 2001*). Emplazados en un amplio rango de profundidades. Con base a esto el término “mesotermal” no es aplicable en su totalidad, siendo su vinculación más acorde con las orogenias, por lo cual es más conveniente denominarlos depósitos de oro orogénico (*Groves et al., 1998*). Se caracterizan por sistemas hidrotermales que representan un fluido regional inherente a un tectonismo a lo largo de márgenes convergentes, que a diferencia de otros sistemas vetíticos de oro como el epitermal de baja sulfuración que no existen en orógenos y son de sistemas extensivos locales, asociados con aguas magmáticas y meteóricas.

Las ocurrencias minerales son filones en rocas competentes y lentes en litologías menos competentes. Aparecen típicamente como un sistema de venas en “echelon”, caracterizadas por estilos de mineralización de bajo tonelaje y relacionadas con amplias áreas de fracturamiento con oro y sulfuros asociados a redes de lentes de cuarzo (Alldrick, 1996).

Los depósitos se forman en zonas de fracturas como respuesta a la colisión de terrenos. Las fallas actúan como conductores del fluido acuoso rico en CO<sub>2</sub> (5-30 % mol. (CO<sub>2</sub>), baja salinidad (<3 wt% NaCl), con alto contenido de Au, Ag, As, (±Sb, Te, W, Mo) y bajo en metales como Cu, Pb, Zn. Estos fluidos son conducidos tectónica o sísmicamente por un ciclo de acumulación de presión, posteriormente liberada en la apertura de fallas, sellamiento y repetición del proceso (Sibson et al., 1988).

Se ha comprobado una asociación directa entre la mineralización y fallas inversas de alto ángulo. Las fracturas son el medio de transporte de las soluciones mineralizadas, y en ellas se dan las condiciones fisicoquímicas para la precipitación del oro. De esta manera aparece un modelo estructural dominante, teniendo las vetas un desarrollo sintectónico en compresión horizontal o régimen transgresivo.

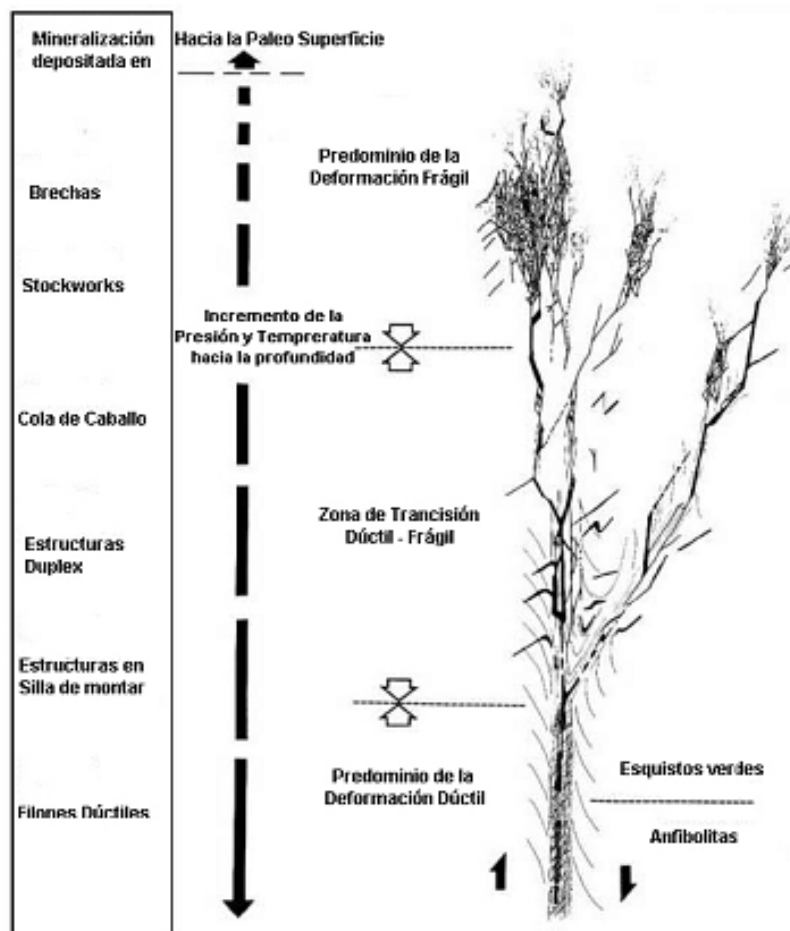


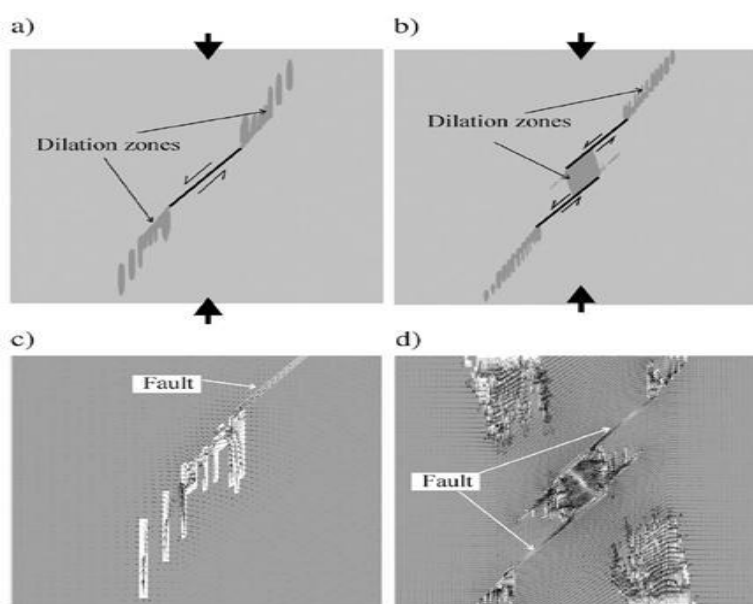
Figura 01: Modelo generalizado de estilos estructurales. (Sibson, 1988).

Modelo generalizado de los estilos estructurales de precipitación de metales en depósitos vetíticos de oro. Estilo de mineralización vetítica acorde con la profundidad y la temperatura de formación. Estas particularidades propician las condiciones físico-químicas de precipitación, sucediendo varios tipos de figuras estructurales. La zona dúctil frágil está muy relacionada con los depósitos de oro. (Colvine *et al.*, 1988).

La migración de fluidos a lo largo de estructuras profundas es inherente a las orogenias, y cuando la temperatura de la corteza asciende de media a alta (400 - 500°C). En estas condiciones son diseminados sulfuros liberados en el fluido hidrotermal por reacciones de sulfidización progradada durante el calentamiento de la corteza.

Si tales fluidos con sulfuros migran a través de fracturas, cuando éstas se ponen en contacto con zonas de fallas mayores son capaces de transportar oro lixiviado, que es depositado en fallas secundarias a niveles corticales del orógeno levantado. Si las temperaturas exceden los 700°C en las áreas fluidas los líquidos y fundidos migrarán simultáneamente (Goldfarb *et al.*, 2001).

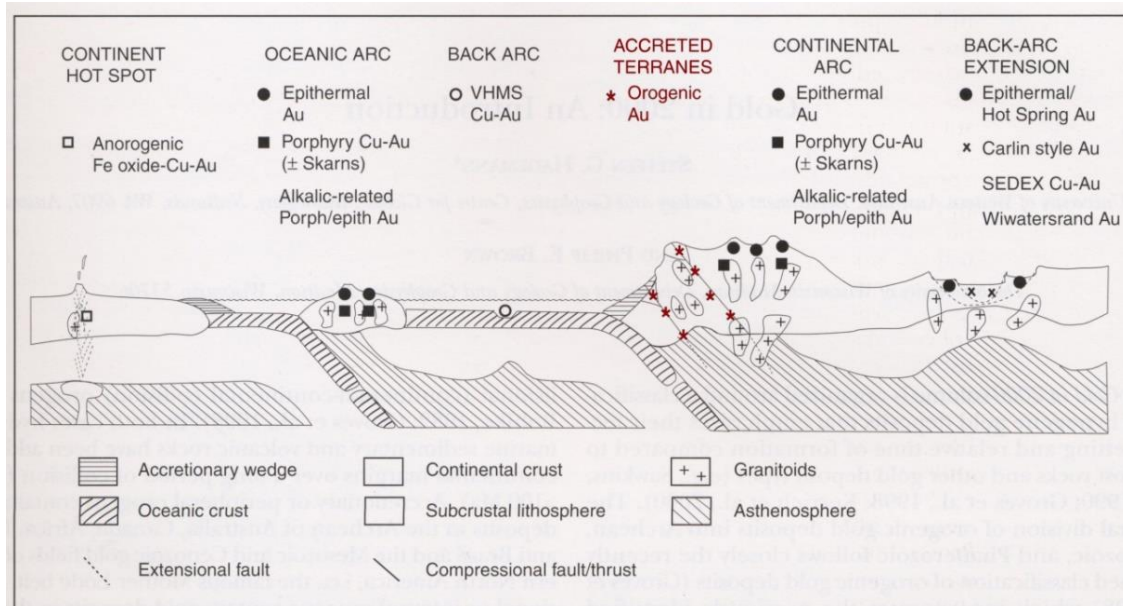
Las orogenias Fanerozoicas alrededor de las márgenes de Gondwana y el océano Paleo-Thetys, antes de la amalgamación de Pangea, y al borde del Pacífico, subsecuente a la separación de Pangea, causan la formación de depósitos de oro orogénico. Sin embargo, donde las orogenias fueron de baja temperatura y alta presión, las vetas de oro no son importantes, y donde ocurrieron eventos de alta temperatura, no existen estructuras profundas, como en prismas de acreción relativamente delgados sobre márgenes orógenas, los depósitos de oro son menores (Goldfarb *et al.*, 2001).



**Figura 02:** Zonas de dilatación en modelos de una falla. (Zhang Y. 2003).

Zonas de dilatación (áreas gris oscuras) desarrolladas en el modelo de una falla y de dos fallas respectivamente. El volumen máximo se incrementa en estas zonas y es alrededor de 2% en (a) y 5% en (b). Las flechas indican el sentido de cizalla. (c) y (d) Estructuras de permeabilidad y el vector instantáneo del flujo de fluidos Darcy para el modelo de una falla aislada (La parte del modelo cercano a la parte final baja de la falla) y el de dos fallas aisladas (la parte central del modelo), respectivamente. La zona blanca muestra las estructuras de alta permeabilidad ( $5 \times 10^{-12} \text{ m}^2$ ) desarrollado como consecuencia del fallamiento. La máxima velocidad del flujo es  $1.5 \times 10^{-6} \text{ m/s}$  en (c) y  $0.9 \times 10^{-6} \text{ m/s}$  en (d). (Zhang et al. 2003).

**Modelo Genético (Yves Haerberlin).**



**Figura 03:** Contexto tectónico esquemático de las diferentes clases de depósitos de oro. Artículo de geología, (Villanes 2006).

El modelo genético, el cual incluye la fuente de los fluidos, los canales-camino (pathways) y las trampas, se divide en tres estadios de formación:

**Estadio I:** Estadio Temprano de Fe-As.

- Disponibilidad cortical de soluciones salinas.
- Migración hacia niveles superiores a lo largo de alineamientos.
- Descarga en fracturas de orden menor.
- Depositación de sulfuros de As-Fe.

**Estadio II:** Estadio de oro y polimetálicos.

- Ensanchamiento de los canales camino o “pathways”.



- Incorporación de agua de dilución.
- Decrecimiento de la actividad del azufre.
- Precipitación del oro.

**Estadio III:** Estadio tardío de carbonatos.

- Incorporación de fluidos carbónicos de profundidad a través de canales residuales.
- Formación de venillas transversales de carbonatos.

## 2.7. ALTERACIÓN HIDROTHERMAL.

La alteración hidrotermal es un término general que incluye la respuesta mineralógica, textural y química de las rocas a un cambio ambiental, en la presencia de agua caliente, vapor o gas. La alteración hidrotermal ocurre a través de la transformación de fases minerales, crecimiento de nuevos minerales, disolución de minerales y/o precipitación, y reacciones de intercambio iónico entre los minerales constituyentes de una roca y el fluido caliente que circuló por la misma. Aunque la composición litológica inicial tiene una influencia en la mineralogía secundaria (hidrotermal), su efecto es menor que el debido a la permeabilidad, temperatura y composición del fluido. En efecto, la temperatura del fluido y el pH del mismo son los factores más relevantes en la asociación mineralógica resultante de los procesos de alteración hidrotermal, más que la litología. Ej., La asociación mineralógica: cuarzo, albita, feldespatos-K, clorita, epidota férrica, illita, calcita y piritita, se ha encontrado en basaltos en Islandia, areniscas en Imperial Valley, riolitas en Nueva Zelanda y andesitas en Indonesia. Esa asociación de minerales de alteración se ha producido en el rango de temperatura de 250°-280°C. La susceptibilidad a la alteración es variable en los minerales primarios de las rocas. El más reactivo es el vidrio volcánico, frecuentemente alterado primero a ópalo, smectita, calcita o zeolita y luego a minerales de arcilla (*Dana E. 1976*).

El cuarzo es resistente a la alteración hidrotermal y no es afectado hasta temperaturas de 300°C, pero hay evidencias de recristalización del cuarzo a mayores temperaturas. Es relativamente frecuente que en rocas alteradas intensamente cuya textura original ha sido completamente obliterada, se preserven cristales de cuarzo primarios. La característica esencial de la alteración hidrotermal es la conversión de un conjunto mineral inicial en una nueva asociación de minerales más estable bajo las condiciones hidrotermales de temperatura, presión y sobre todo de composición de fluidos. La textura original de la roca puede ser modificada ligeramente o completamente obliterada por la alteración hidrotermal.

La alteración hidrotermal es un tipo de metamorfismo que involucra la recristalización de la roca a nuevos minerales más estables bajo las condiciones hidrotermales. La característica distintiva de la alteración hidrotermal es la importancia del fluido hidrotermal en transferir constituyentes y calor. En efecto, la alteración hidrotermal involucra la circulación de volúmenes relativamente grandes de fluidos calientes atravesando las rocas permeables debido a la presencia de fisuras o poros interconectados. El fluido tiende a estar considerablemente fuera de equilibrio termodinámico con las rocas adyacentes y esto genera las modificaciones en la composición mineralógica original de las rocas, puesto que componentes en solución y de los minerales sólidos se intercambian para lograr un equilibrio termodinámico. El transporte de materiales involucrados en la alteración de las rocas puede ocurrir por infiltración o por difusión (transporte por difusión de especies químicas a través de fluidos estancados en los poros de las rocas) o por una combinación de ambos procesos. Si la evidencia geológica muestra que los materiales o componentes químicos se movieron a gran distancia el medio de transporte dominante probablemente fue la infiltración. En sistemas hidrotermales la difusión e infiltración ocurren simultáneamente.

### **2.7.1. Factores que Controlan a la Alteración Hidrotermal de las Rocas.**

#### **2.7.1.1. Temperatura y la Diferencia de Temperatura ( $\Delta t^\circ$ ).**

Entre la roca y el fluido que la invade: mientras más caliente el fluido mayor será el efecto sobre la mineralogía original.

#### **2.7.1.2. Composición del Fluido.**

Sobre todo el pH del fluido hidrotermal: mientras más bajo el pH (fluido más ácido) mayor será el efecto sobre los minerales originales.

#### **2.7.1.3. Permeabilidad de la Roca.**

Una roca compacta y sin permeabilidad no podrá ser invadida por fluidos hidrotermales para causar efectos de alteración. Sin embargo, los fluidos pueden producir fracturamiento hidráulico de las rocas o disolución de minerales generando permeabilidad secundaria en ellas.

#### **2.7.1.4. Duración de la Interacción Agua/Roca y Variaciones de la Razón Agua/Roca.**

Mientras mayor volumen de aguas calientes circula por las rocas y por mayor tiempo, las modificaciones mineralógicas serán más completas.

#### **2.7.1.5. Composición de la Roca.**

La proporción de minerales: es relevante para grados menos intensos de alteración, dado que los distintos minerales tienen distinta susceptibilidad a ser alterados, pero en alteraciones intensas la mineralogía resultante es esencialmente independiente del tipo de roca original.

#### **2.7.1.6. Presión.**

Este es un efecto indirecto, pero controla procesos secundarios como la profundidad de ebullición de fluidos, fracturamiento hidráulico (generación de brechas hidrotermales) y erupción o explosiones hidrotermales. Los dos factores iniciales temperatura y composición del fluido hidrotermal son los más importantes para la mineralogía hidrotermal resultante de un proceso de alteración. Esto es relevante porque las asociaciones de minerales hidrotermales nos dan indicios de las condiciones en que se formaron depósitos minerales de origen hidrotermal. La intensidad de la alteración corresponde a un término objetivo que se refiere a la extensión en que una roca ha sido alterada, mientras que el grado de alteración es un término subjetivo que requiere una interpretación basada en la mineralogía de alteración. (Corbett, G.J. y Leach, T.M. 1998).

#### **2.7.2. Sericitización – Fílica.**

Sus minerales predominantes son sericita, cuarzo y pirita. Esta denominación fue utilizada para designar en el campo, un material micáceo de grano fino y coloración clara que se asociaba a distintos yacimientos. Esta alteración también ha sido descrita como cuarzo-sericítica o fílica, y representa unos de los tipos más difundidos. La sericitización de los silicatos da como resultado un mosaico de cuarzo y sericita, que a veces destruye la textura original de la roca.

La sericitización es la alteración dominante e importante en borduras de vetas auríferas o de diques aplíticos cuarzosos, esto afecta a rocas ácidas, intermedias, básicas hasta metamórficas, de igual modo, muchas estructuras no mineralizadas están relacionadas a esta alteración. La variación y penetración en las rocas son por lo general de tamaños centimétricos; en casos aislados pueden llegar a ser métricas favorecidas por fracturamiento pre-mineral o mineral. Macroscópicamente las rocas ácidas alteradas toman colores claros de tintes cremosos y las rocas intermedias a básicas son más claras que las rocas frescas (verde claro).

La distribución microscópica de la sericita se encuentra controlada por la textura primigenia de la roca, la que es casi totalmente obliterada, otro control es dado por microfracturamiento,

formando venillas sericita-cuarzo. En este proceso, la plagioclasa se tamaño, de colores magenta y verdosos, el rutilo queda libre al que se observa en forma de agujillas. El cuarzo es ligeramente corroído, fracturado en algunos casos o en otros recristalizados dentro de microfracturas; cristales euhedrales y subhedrales de pirita, a veces acompañada de arsenopirita de hasta tallas milimétricas, estos se encuentran diseminados, sobre los feldespatos, o como producto remanente de la alteración de las cloritas, estos sulfuros son diferentes a las que se encuentran en los filones por ser amarillos de tonos más pálidos. Como productos de alteración de las cloritas, se observa en menor grado arcillas grises. La abundancia de la sericita en rocas fuertemente alteradas puede llegar al 70%, además del cuarzo que está presente por neo-formación o por su resistensia a la alteración.

### **2.7.3. Mariposita: Fushita (ser de Cr)+ser±CHL ±py ±cac.**

Este tipo de alteración está ligada exclusivamente a la hornblendita-microdiorita, no desarrolla la típica “textura leopardo” reconocida en Consuelo; más bien se observan restos de ferro-magnesianos de color verde oscuro <3mm (fushita con remanentes de CHL; a ± 20 cm. de la veta) englobadas en una matriz de alteración con sericita y/o fushita de color crema amarillenta a verdosa. La fushita verde clara (reemplazamiento total de la roca por fushita; de 0-10 cm. del contacto con la veta y como remanentes de alteración dentro del cuarzo) se observa en veta Mercedes.

### **2.7.4. Propilitización.**

Involucra epidota (zoicita, clinozoicita), albita, clorita, leucoxeno y carbonato, además sericita, pirita, arsenopirita y óxidos de hierro y menos frecuentemente zeolitas o montmorillonita. Esta denominación fue empleada por primera vez para describir la alteración metasomática débil de las andesitas de Comstock Lode (Nevada, USA). En algunos trabajos esta alteración ha sido caracterizada por las siguientes asociaciones: Clorita-calcita-caolinita Clorita-calcita-talco Clorita-epidota-calcita Clorita-epidota En las tres primeras es considerable la concentración de CO<sub>2</sub>. Los sulfuros asociados, principalmente pirita, tienen una relación azufre/metal baja a intermedia. Es un tipo común de alteración en depósitos de cuarzo aurífero y en otros presentes en rocas intrusivas y volcánicas básicas a intermedias. Durante la propilitización se introduce abundante agua, pudiendo haber también adición de CO<sub>2</sub>, S, As. Algo de sílice es generalmente extraída durante el proceso y puede haber también pérdida de sodio, potasio y alcalinos térreos en algunos depósitos.

## 2.8. PARAGÉNESIS Y ZONEAMIENTO.

Paragénesis; Es la relación mineralógica expresada en función de un determinado tiempo (orden cronológico) si varían las condiciones progresivamente a través del tiempo aparecerá un mineral determinado como derivado de un mineral anterior, y puede, por último, convertirse en un tercero, siendo la recrystalización el proceso responsable. El término a veces se emplea con el sentido específico del orden de cristalización de los minerales que componen una roca, y se utiliza también en el sentido amplio para significar el modo de origen de una roca o de un mineral.

Zoneamiento; Es la distribución espacial de los minerales o elementos en un espacio en el yacimiento mineral el cual puede manifestarse a nivel de, Depósito individual (zonación de depósito mineral, En un distrito minero (zonación distrital), En una región más grande (zonación regional).

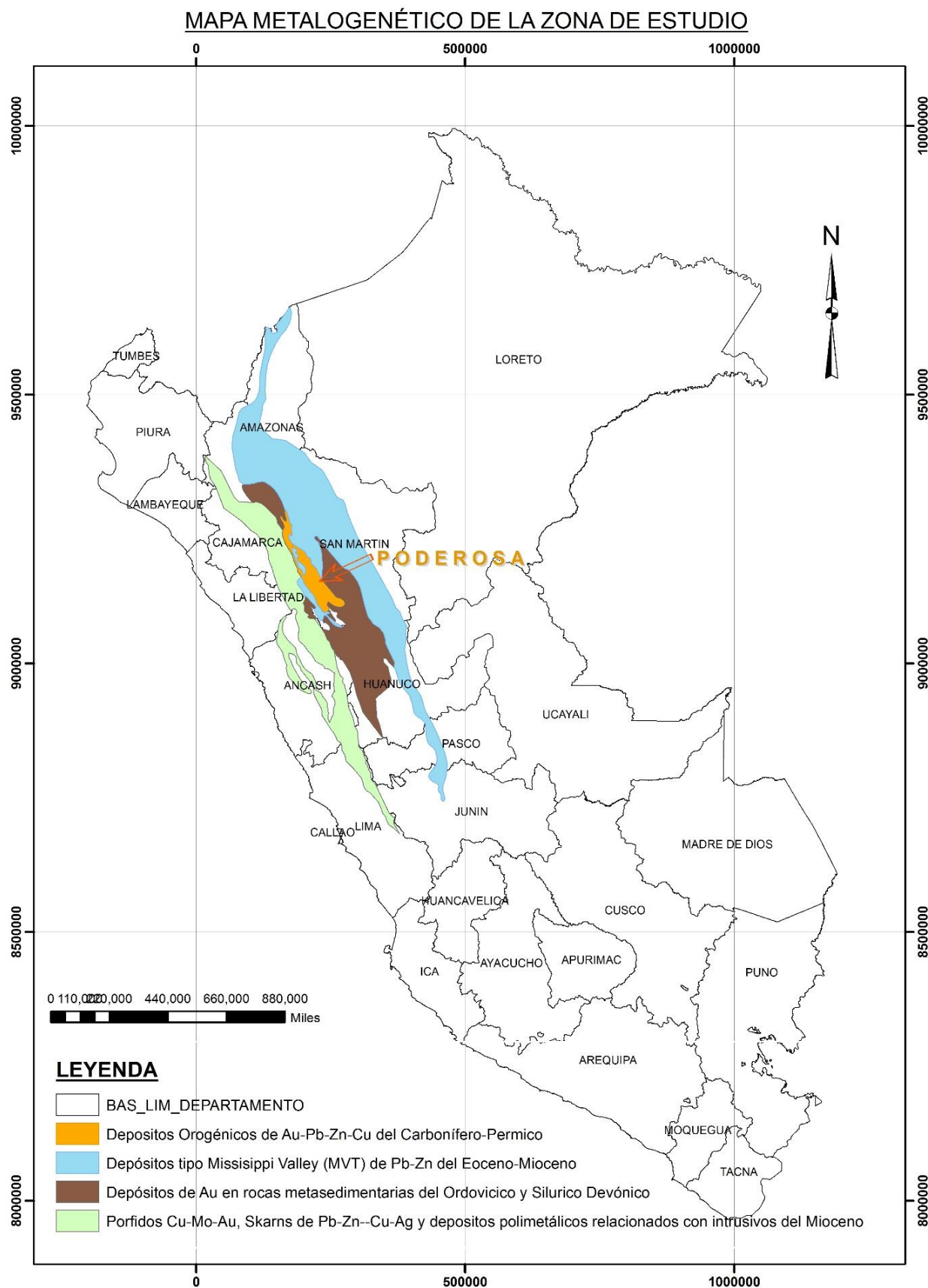
Las zonaciones mineralógicas reflejan las distintas condiciones físico-químicas existentes en distintos sectores de un sistema hidrotermal, pero puede darse el caso de traslapes de zonas con asociaciones minerales que reflejan por ejemplo distintas condiciones de presión y temperatura. En estos casos se dice que el depósito es telescópico. (*Afther Chávez 1985*).

## 2.9. METALOGENIA.

El Mapa Metalogenético del área de estudio ha sido preparado en base a dominios geológicos, geotectónicos y a los conocimientos actualizados de los proyectos metálicos del área;

### 2.9.1. Franja de Depósitos Orogénicos de Au-Pb-Zn-Cu del Carbonífero-Pérmico.

Se ubica en la Cordillera Oriental del norte del Perú. La mineralización se encuentra asociada con granitoides calcoalcalinos del Carbonífero que pertenecen al Batolito de Pataz y que intruyen a rocas metamórficas del Paleozoico inferior. Las estructuras mineralizadas se encuentran en zonas de cizalla NW-SE, aparentemente desarrolladas a partir de la tectónica eoherciniana. Las estructuras mineralizadas presentan geometrías de vetas y mantos. En esta franja son conocidos los depósitos de Poderosa, Horizonte, Retamas y Parcoy. Las edades de mineralización oscilan entre 315 y 286 Ma.



*Figura 04: Franja Metalogénico de mina Poderosa. (INGEMMET. 2016).*

## **2.10. PERFORACIONES DIAMANTINAS.**

La perforación diamantina es uno de los métodos de sondaje más usados por excelencia en la actividad minera, debido a la mayor información que es capaz de brindar a los ingenieros geólogos para el descubrimiento, constatación, estudio y cubicación de los yacimientos minerales; proporcionándoles además valiosa información para el posterior diseño del sistema de explotación a aplicar.

En ese sentido se ha convertido en uno de los sistemas de sondaje de mayor preferencia en la minería. Esto ha dado lugar al desarrollo actual de una toda una industria en continuo crecimiento.

El principio de la perforación diamantina se basa en la erosión o el desgaste de las formaciones geológicas o rocas por fricción, como efecto inmediato de la rotación y presión de empuje a la que es sometida la broca o corona diamantada contra la roca.

Las brocas diamantadas están diseñadas en forma cilíndrica con un área en el interior que no entra en contacto con el diámetro frontal de la corona y es la parte de la roca que ingresa al tubo interior saca testigos especialmente diseñada para capturar éste núcleo como muestra o testigo de las formaciones geológicas, propósitos del estudio.

### **2.10.1. Tipos de Equipos.**

Más usados en la industria podemos clasificarlos según sus características generales como:

#### **2.10.1.1. Portátiles.**

Estos equipos tienen la ventaja de llegar a donde otros equipos no pueden, al menos no, sobre los hombros de un equipo de personas; lo cual lo convierte en los equipos ideales para llegar a las plataformas de perforación más inaccesibles para las unidades motorizadas.

#### **2.10.1.2. Livianas.**

Dentro de esta gama de equipos tenemos aquellas máquinas que pueden tanto montarse sobre patines, sobre un camión u orugas, y algunos diseñados para desmontarlas de una forma rápida para su movilización con helicóptero. (helitransportables) y que pueden alcanzar profundidades en promedio de entre 200 y 500 m. de profundidad con HQ y 500 a 800 m. con NQ, eventualmente se usa también el diámetro BQ para mayores profundidades o dependiendo de las condiciones del terreno.

### **2.10.1.3. Medianas.**

Podemos considerar a los equipos que pueden superar estas profundidades con un mejor desempeño que las livianas.

### **2.10.1.4. Pesados.**

Son los equipos de gran potencia, con capacidades de perforación de mayor diámetro como el PQ. (Muchos equipos medianos también pueden hacerlo, pero con muchas maniobras y demoras al no estar preparadas para ese diámetro en especial). Estos equipos tienen capacidades de perforación superiores a los 1000 m. en algunos casos pueden hacer pozos de más de 2000 m. de profundidad. [www.perforacionesdiamantinas.com](http://www.perforacionesdiamantinas.com).

## **2.11. ESTUDIO GEOQUIMICO.**

### **2.11.1. Muestreo de Labores Mineras.**

Muestreo es; tomar muestras (pequeñas porciones de mineral o material) que sean representativas y homogéneas de un volumen mayor que nos permita determinar el contenido metálico de oro y plata en dicho volumen.

#### **2.11.1.1. Descripción.**

Asistir obligatoriamente a las reuniones diarias, donde se realiza las coordinaciones con el geólogo sobre la tarea de muestreo, condiciones de seguridad, marcado de leyes en las coronas y lavado de labores para cartografiado geológico. Antes de trasladarse a mina el personal de muestreo debe verificar: EPP, Herramientas y Materiales, en caso no estén en buen estado cambiar. Debe desplazarse en todo momento en interior mina aplicando el PETS Tránsito Peatonal en Interior Mina. El personal de muestreo antes de ingresar a la labor debe de coordinar con el personal encargado de la labor sobre las condiciones de seguridad además, darle a conocer la tarea a realizar y el tiempo de su permanencia en la labor. Al ingresar a la labor antes de ejecutar la tarea de muestreo se debe aplicar el PETS de Desatado de Rocas en tajeos, y en labores verticales.

Se identificara un punto topográfico para la ubicación de la muestra, para luego tomar la muestra, la que deberá embolsarse y etiquetarse para su envío a laboratorio Químico. Se coordinara con la camioneta, los puntos de recojo de las muestras en interior mina, para su traslado a superficie con destino a Laboratorio Químico, obtenidos los resultados de las



muestras, se procederá al marcado de leyes en las coronas, ubicación de Referencia Topográfica.

En labores horizontales, (subniveles y galerías) el ayudante se ubica en un punto o referencia topográfica cercana, con la wincha en cero, a partir del cual marca con pintura roja sistemáticamente cada metro el tramo a muestrear. En labores inclinadas, (chimeneas) el ayudante se ubica en un punto o referencia topográfica cercana, con la wincha en cero, a partir del cual marca con pintura roja sistemáticamente cada metro en forma intercalada, derecha e izquierda en los hastiales. En labores de explotación el ayudante se ubica en un punto o referencia topográfica cercana, con la wincha en cero, a partir del cual el muestrero marca con pintura roja sistemáticamente cada dos metros el tramo a muestrear. Para el muestreo y marcado de franjas en labores inclinadas mayores a  $40^\circ$  se usara arnés de seguridad y línea de vida sujetadas a los puntales o colocarse sobre plataformas.

Limpieza de las Franjas a Muestrear, se realiza con agua, si no hubiera ésta se realiza con comba y punta de arriba hacia abajo. Observación y determinación de la geometría y relleno mineral de la veta para definir: Tipos de muestreo y tramos a muestrear. Se debe diferenciar entre relleno de veta y material estéril llamado “caballo” y el cual está incluido en el relleno para determinar la franja a muestrear, si este “caballo” no excede a los 0.30 m la franja a muestrear incluirá éste material caso contrario procede de la siguiente manera:

- Si la parte estéril es roca fresca, toma una muestra del lazo inferior y otra del lazo superior (La potencia se considera la suma de las potencias de ambos lazos).
- Si la parte estéril presenta alteración, toma una muestra donde incluya los dos lazos y la parte alterada. (La potencia se considera la de la franja muestreada).

#### **2.11.1.2. Toma de la Muestra.**

Sistemático por astillas, muestras especiales (carga, lamas, minerales, alteraciones, roca de cajas). La toma de muestra por astillas se realiza con comba y punta desprendiendo pequeños fragmentos de roca de abajo hacia arriba, que caen sobre una cuna de jebe. Los fragmentos de la muestra extraída deben de pesar 250 gr. Aproximadamente, debe de ser homogénea y no mayor  $3/8''$ . Se procederá al etiquetado (Talón de la tarjeta de muestreo) y embolsado de la muestra para su traslado a laboratorio químico, en el Talón de la tarjeta de Muestreo se especifica los elementos a analizar. En la Tarjeta de Muestreo se llena todos los datos consignados (fecha, nivel, labor, lote, sector, lado, referencia topográfica, distancia, ancho

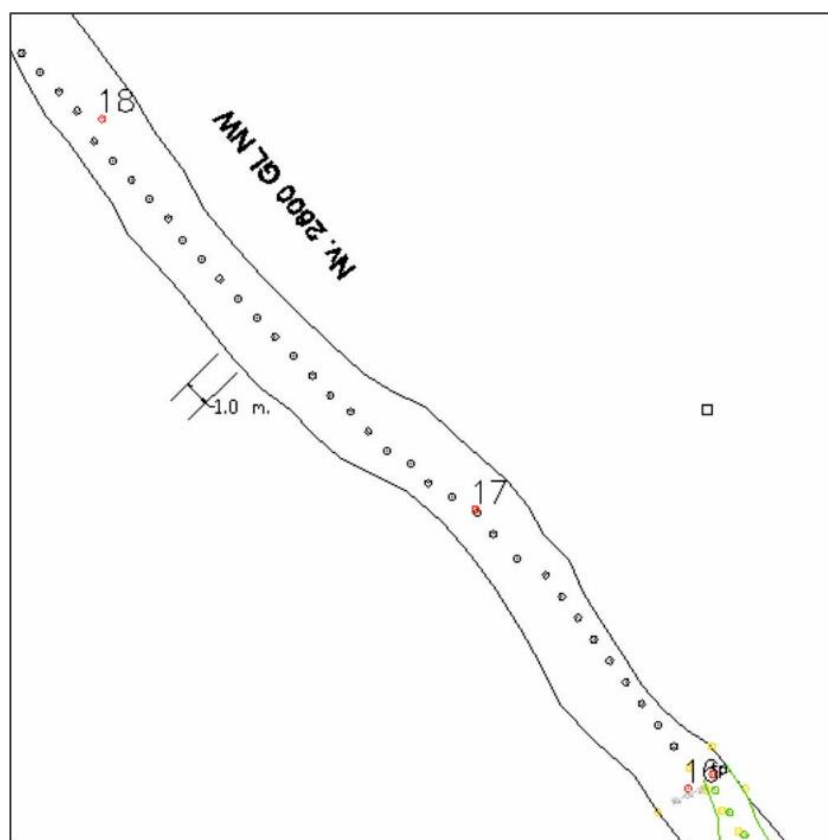
de labor, alto de labor, potencia de veta, rotura en veta, y observaciones), Asimismo de cada muestra tomada, se hace un croquis en la Tarjeta de Muestreo.

#### 2.11.1.3. Muestreo de Cargas, Carros Mineros; Dumper.

Se realizará en canales, debiéndose realizar un canal de 0.50 m. mínimo de profundidad y de ahí se sacaran las muestras, de tal manera que sea proporcional.

#### 2.11.1.4. Marcado de Coronas.

Límites piso y techo de veta, códigos de muestras, promedio de leyes sin diluir de muestreo anterior. En galerías, Chimeneas (ambos hastiales), subniveles y tajos el marcado de coronas se hace por tramos según el promedio del registro de leyes obtenido por el Geólogo de Mina. Preparación del lote de muestras y su envío a Laboratorio Químico. Se llenará la hoja de reporte para laboratorio con los siguientes datos: Fecha, zona, veta, lote, códigos, número de muestras, y nombre del muestrero remitente. Se contará y colocará las muestras dentro de la bolsa de lona, en presencia del vigilante de Garita, se le incluirá la hoja de reporte para laboratorio.



*Figura 05: Muestreo de galería (CMPSA 2015).*

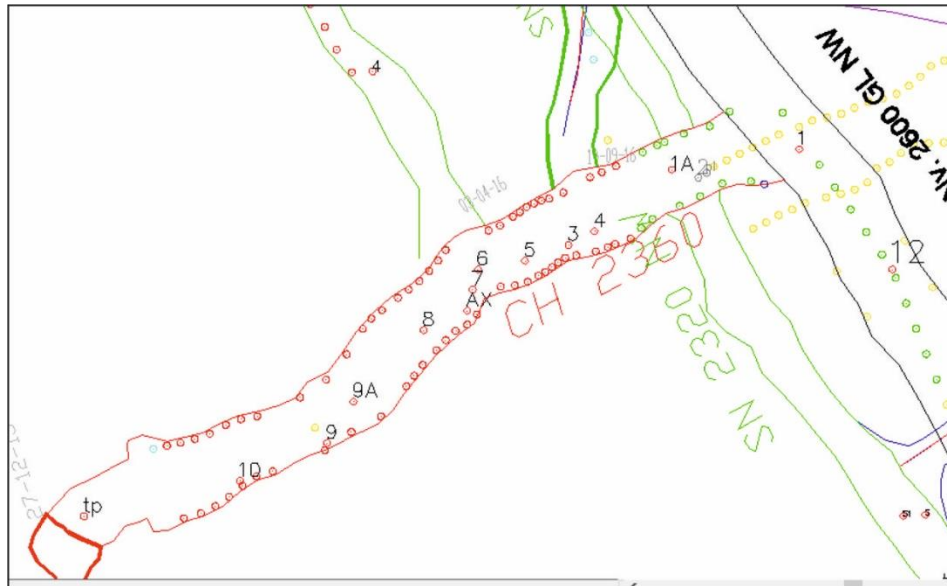


Figura 06: Muestreo en Chimeneas (CMPSA 2015).

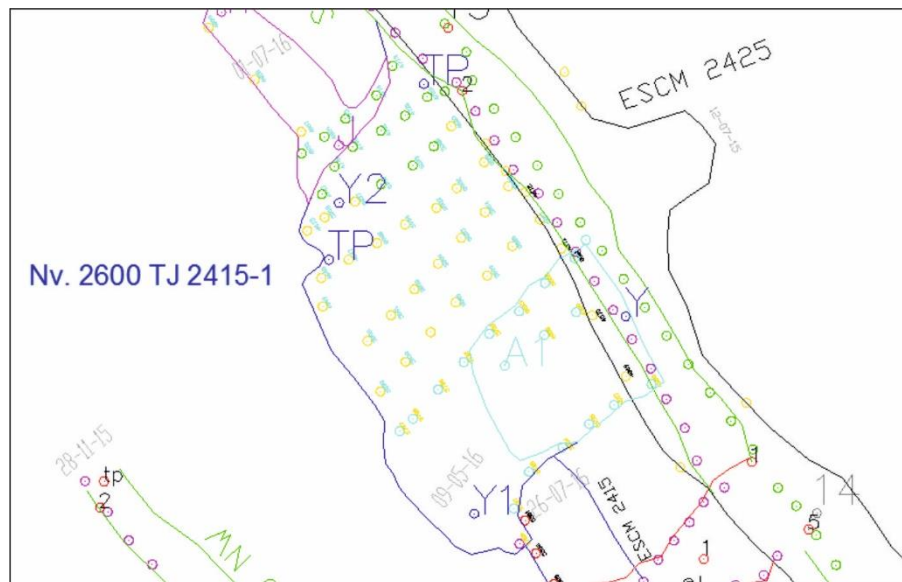


Figura 07: Muestreo en tajos (CMPSA 2015).

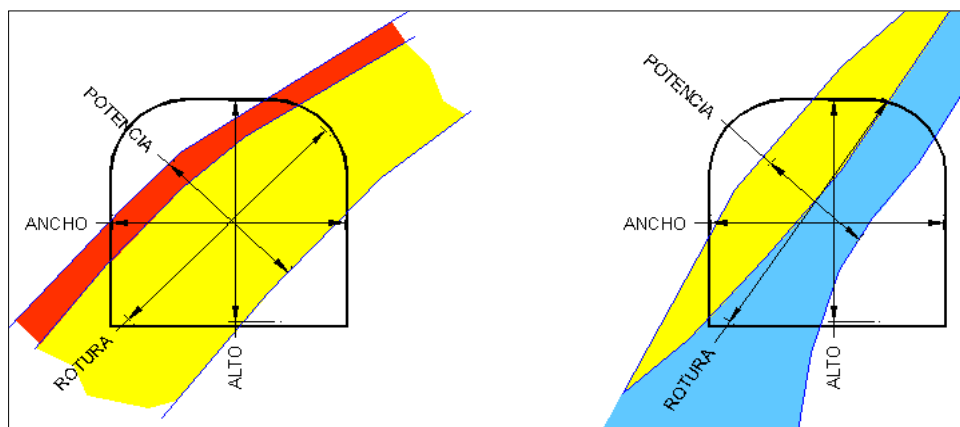


Figura 08: Geometría de la veta (CMPSA 2015).

## CAPITULO III

### CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN

#### 3.1. UBICACIÓN.

La zona de estudios se encuentra ubicada en el distrito y provincia de Pataz, aproximadamente a 320 Km de la ciudad de Trujillo, a una altura que va entre los 1,250 y 3300 m.s.n.m. en la región La Libertad, Perú.

*Cuadro N°01: Ubicación coordenadas UTM WGS 84.*

Unidad/proyecto	Coordenadas UTM WGS 84		Altitud m.s.n.m.
	Norte	Este	
Mina Poderosa	9 142 426.803	212 044.692	2930.20
	9 142 653.265	212 374.411	3220.30
	9 142 076.256	212 770.720	2910.05
	9 141 849.794	212 441.000	2870.50

### 3.2. ACCESIBILIDAD.

La mina poderosa es accesible desde la ciudad de Lima, las distancias y tipos de vías son:

#### 3.2.1. Accesibilidad Vía Terrestre.

*Cuadro N<sup>ro</sup> 02: Vías de acceso terrestre.*

Tramo	Distancia (Km.)	Tipo de vía	Tiempo
Lima – Trujillo	558	Asfaltado	8 hr.
Trujillo – Otuzco	74.3	Asfaltado	1:30 hr.
Otuzco – Huamachuco	103	Asfaltado	2:30 hr.
Huamachuco – Mina	155	Asfaltado/afirmado	8 hr.
Lima - Mina	890.3	Asfaltado/afirmado	20 hr.

#### 3.2.2. Accesibilidad Vía Aérea.

*Cuadro N<sup>ro</sup> 03: Vías de acceso aéreo.*

Tramo	Distancia (Km.)	Tipo de vía	Tiempo
Lima – Trujillo	480	Aéreo	70 min.
Trujillo – Mina	160	Aéreo	30 min.
Lima – Mina	490	Aéreo	80 min.

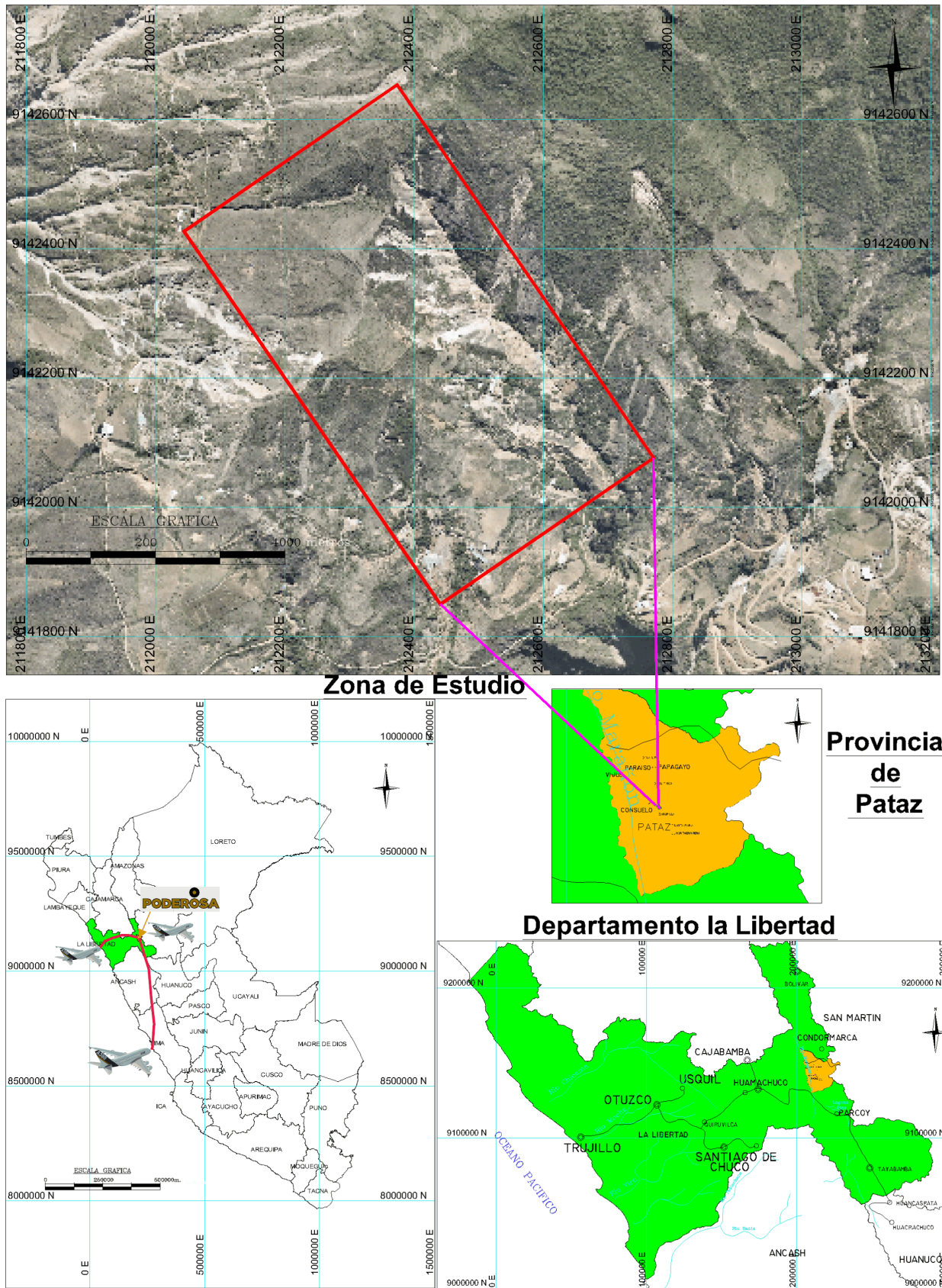


Figura 09: Mapa de accesibilidad y ubicación CIA Minera Poderosa.

### **3.3. CLIMA Y VEGETACIÓN.**

El clima que presenta la zona de estudio es templado seco, debido a las altitudes que oscilan entre los 1500 y 3300 m.s.n.m; se ha determinado que la temperatura sufre mucha variabilidad, entre 10°C y 20°C, con un promedio anual de 15°C.

Además, se pueden distinguir dos períodos climáticos definidos durante el año: de abril a noviembre sin precipitaciones periodo seco con fuerte vientos y de diciembre a marzo con intensas. Sin embargo, las variaciones de las precipitaciones, debido al cambio climático que se van dando en los últimos años, resultan en años secos, intermedios y lluviosos bien diferenciados.

La vegetación está conformada por bosques de árboles de eucalipto y especies como el chachacomo, el capulí, la cantuta (flor nacional del Perú), el aliso, el molle, el sauce, el chocho y la retama, entre otras. La fauna está representada por diversas aves: perdices, rapaces, variedades de picaflones y fringílicos. El zorro andino, la vizcacha, el gato montés y el venado de cola blanca habitan también en esta región.

### **3.4. PETROLOGÍA LOCAL.**

#### **3.4.1. Rocas Intrusivas.**

##### **3.4.1.1. Diorita.**

Roca intrusiva diorita es predominante en la zona de estudio, que se presenta como una estructura xenolítica, se distinguen fragmentos de roca granodiorita que no se han digerido completamente por el magma. Básicamente los colores son verde oscuros con texturas granular, los cristales son de diversos tamaños que varían menores a 5 milímetros, los minerales esenciales son cuarzo y plagioclasas, como minerales accesorios se presentan la horblenda y biotita, el porcentaje de cuarzo es variable pueden llegar a constituir hasta un 7%. La horblenda de formas euédrales a subédrales de colores verde llegan hasta un 30% de su composición y las biotitas de color marrón, de forma euédrales llegan hasta un 35% (Huang, W. 1991).

Al sur oeste en el nivel 2600 cortada Sur Oeste se aprecia el contacto con la formación Contaya bien definido por un sistema de falla NW - SE, a 50 metros del contacto la alteración propilítica se hace más intensa de colores verde oscuros. (*Ubicación de muestra ver Mapa 03*).

*Cuadro N<sup>ro</sup> 04: Descripción mineralógica de M2 veta lola.*

<b>Información proporcionada por</b>	CONTROL DE MINERAL	
<b>FECHA</b>	09-ene-15	
<b>Nº MUESTRA</b>	M2-VETA LOLA	
<b>MINA</b>	CONSUELO	
<b>VETA</b>	LOLA	
<b>NIVEL</b>	2805	
<b>LABOR</b>	GL NW	
<b>SECTOR</b>	Galería	
<b>UBICACIÓN</b>	N	9 142 311.81
	E	212 229.40
	COTA	2802.07
<b>CÓDIGO DE MUESTRA</b>	M2-VETA LOLA	
<b>ANALIZADO POR</b>	CONTROL DE MINERAL	
<b>COMPOSICIÓN MINERALÓGICA</b>	Cuarzo	5%
	Plagioclasa Na	50%
	Biotita	35%
	horblenda	5%
	Otros	5%
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Roca diorita, presenta piritita cristalizada puntual, patinas de clorita.	
<b>TEXTURA</b>	fanerítico	
<b>ESTRUCTURA</b>	Xenolítica	
<b>TENACIDAD</b>	Alta	
	Media	x
	Baja	
<b>TIPO DE CONTACTO</b>	definido	
<b>GRADO DE FRACTURAMIENTO</b>	Alta	
	Media	x
	Baja	
<b>ALTERACION</b>	propilitica ++	
<b>OBSERVACIONES</b>	Muestra de mano	



*Figura 10: Roca diorita*



*Cuadro N° 05: Descripción mineralógica de M8 veta lola.*

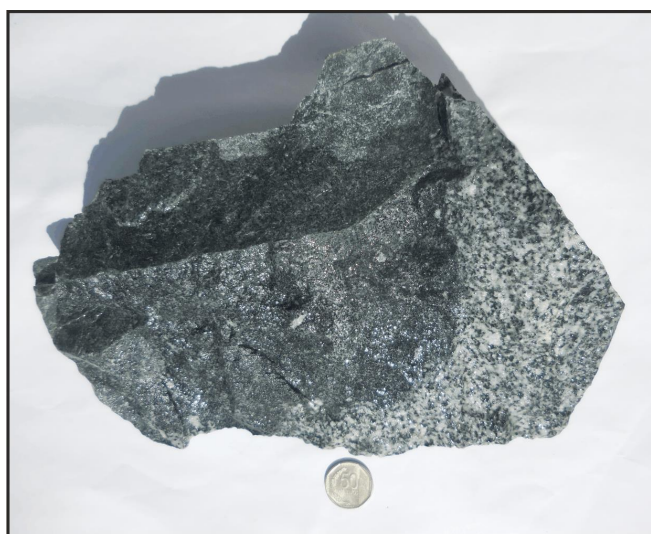
<b>Información proporcionada por</b>	<b>CONTROL DE MINERAL</b>	
<b>FECHA</b>	12-mar-16	
<b>N° MUESTRA</b>	M7-VETA LOLA	
<b>MINA</b>	CONSUELO	
<b>VETA</b>	LOLA	
<b>NIVEL</b>	2600	
<b>LABOR</b>	CR SW	
<b>SECTOR</b>	Cortada	
<b>UBICACIÓN</b>	N	9 142 060.80
	E	212 441.08
	COTA	2602.438
<b>LOTE</b>		
<b>CÓDIGO DE MUESTRA</b>	M8-VETA LOLA	
<b>ANALIZADO POR</b>	<b>CONTROL DE MINERAL</b>	
<b>COMPOSICIÓN MINERALÓGICA</b>	Cuarzo	1%
	Plagioclasa Na	30%
	Biotita	30%
	Hornblenda	20%
	Otros	19%
<b>TEXTURA</b>	fanerítica	
<b>ESTRUCTURA</b>		
<b>TENACIDAD</b>	Alta	
	Media	
	Baja	x
<b>ROCA CAJA</b>	Metavolcanico-Diorita	
<b>TIPO DE CONTACTO</b>	Fallado	
<b>GRADO DE FRACTURAMIENTO</b>	Alta	
	Media	x
	Baja	
<b>ALTERACION</b>	Filica+++ Propilitica+++	
<b>PRESENCIA DE PANIZO %</b>	No presenta	
<b>OBSERVACIONES</b>	Muestra de mano	



*Figura 11: Roca diorita con presencia de alteración phyl y prop.*

**Cuadro N<sup>o</sup> 06: Descripción mineralógica de M12 veta lola.**

Información proporcionada por	CONTROL DE MINERAL	
<b>FECHA</b>	15-oct-16	
<b>Nº MUESTRA</b>	M12-VETA LOLA	
<b>MINA</b>	CONSUELO	
<b>VETA</b>	LOLA	
<b>NIVEL</b>	2470	
<b>LABOR</b>	GL SE	
<b>SECTOR</b>	Galería	
<b>UBICACIÓN</b>	N	9 142 400.56
	E	212 330.67
	COTA	2475.357
<b>LOTE</b>		
<b>CÓDIGO DE MUESTRA</b>	M12-VETA LOLA	
<b>ANALIZADO POR</b>	CONTROL DE MINERAL	
<b>COMPOSICIÓN MINERALÓGICA</b>	Cuarzo	7%
	Plagioclasa Na	45%
	Biotita	25%
	horblenda	15%
	Otros	8%
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Roca diorita, presenta xenolitos de roca granodiorita	
<b>TEXTURA</b>	fanerítico	
<b>ESTRUCTURA</b>	Xenolítica	
<b>TENACIDAD</b>	Alta	
	Media	x
	Baja	
<b>GRADO DE FRACTURAMIENTO</b>	Alta	
	Media	x
	Baja	
<b>ALTERACION</b>	Propilitica+	
<b>PRESENCIA DE PANIZO %</b>	No presenta	
<b>OBSERVACIONES</b>	Muestra de mano	



**Figura 12: Roca diorita con xenolitos de granodiorita**

*Cuadro N° 07: Descripción mineralógica de M9 veta lola.*

Información proporcionada por	CONTROL DE MINERAL	
<b>FECHA</b>	12-mar-16	
<b>Nº MUESTRA</b>	M9-VETA LOLA	
<b>MINA</b>	CONSUELO	
<b>VETA</b>	LOLA	
<b>NIVEL</b>	2600	
<b>LABOR</b>	GL NW	
<b>SECTOR</b>	Galería	
<b>UBICACIÓN</b>	N	9 142 449.34
	E	212 273.96
	COTA	2604.142
<b>LOTE</b>		
<b>CÓDIGO DE MUESTRA</b>	M9-VETA LOLA	
<b>ANALIZADO POR</b>	CONTROL DE MINERAL	
<b>COMPOSICIÓN MINERALÓGICA</b>	Cuarzo	3%
	Plagioclasa Na	25%
	Biotita	35%
	horblenda	25%
	Otros	12%
<b>DESCRIPCIÓN MINERALÓGICA</b>	Roca Microdiorita, presencia de piritita diseminada.	
<b>TEXTURA</b>	fanerítica	
<b>ESTRUCTURA</b>		
<b>TENACIDAD</b>	Alta	
	Media	x
	Baja	
<b>TIPO DE CONTACTO</b>		
<b>GRADO DE FRACTURAMIENTO</b>	Alta	
	Media	x
	Baja	
<b>ALTERACION</b>	Filica ++, propilitica +++	
<b>PRESENCIA DE PANIZO %</b>	2%	
<b>OBSERVACIONES</b>	Muestra de veta	



*Figura 13: Roca microdiorita.*

### 3.4.1.2. Microdiorita.

En el área de estudio la microdiorita se presenta en forma de enclaves de centímetros hasta 35 metros dentro de la misma diorita, son de colores verde oscuros, el tamaño de los granos son finos menores a 1 milímetro los fenocristales se encuentran en una masa holocristalina de cristales más pequeños. Como minerales principales se encuentra la plagioclasa sódica hasta un 30%, como minerales de accesorio se encuentran hornblenda y biotita. (*Ubicación de la muestra Mapa 03*).

### 3.4.1.3. Aplita.

Estas rocas aprovechan las zonas de debilidad para emplazarse en forma de diques de un sistema de fallas NW-SE o como diques paralelos asociados a las estructuras mineralizadas como en la galería NW, su potencia varía desde centímetros hasta 0.50 metros afectado por sistemas de fallas.

Los diques aplíticos en la zona de estudio son de colores claros, blanquecinos algunas veces grises de textura sacaroide, con cristales menores a 3 milímetros, la composición en cuarzo varia de 20% a 40% con mayor cantidad de plagioclasas sódicas de hasta 40% y en menor cantidad los minerales accesorios como la muscovita y ortoclasa (<3%); los cristales de cuarzo son anhedrales no presentan caras y los plagioclasas son subhedrales, la presencia de microvenillas de clorita dentro de estas rocas está controlado por la actividad hidrotermal productente. También presenta microvenillas de py fina.

Dique aplítico datados por Haerberlin (2000) dan edades de  $322.1 \pm 2.8$  Ma. Y en  $325.4 \pm 1.4$  Ma en muscovita y biotita respectivamente. (*Ubicación de muestra ver Mapa 03*).

*Cuadro N° 08: Descripción mineralógica de M5 veta lola.*

Información proporcionada por	CONTROL DE MINERAL	
<b>FECHA</b>	12-mar-16	
<b>N° MUESTRA</b>	M5-VETA LOLA	
<b>MINA</b>	CONSUELO	
<b>VETA</b>	LOLA	
<b>NIVEL</b>	2600	
<b>LABOR</b>	CR SW	
<b>SECTOR</b>	Cortada	
<b>UBICACIÓN</b>	N	9 142 037.75
	E	212 443.68
	COTA	2603.438
<b>LOTE</b>		
<b>CÓDIGO DE MUESTRA</b>	M5-VETA LOLA	
<b>POTENCIA DE VETA (m)</b>	0.35 m.	
<b>LEY SD (Au/TM)</b>	2.58	
<b>ANALIZADO POR</b>	CONTROL DE MINERAL	
<b>COMPOSICIÓN MINERALÓGICA</b>	Cuarzo	30%
	Plagioclasa Na	40%
	Muscovita	10%
	Ortoclasa	2%
	Otros	18%
<b>DESCRIPCIÓN MINERALÓGICA</b>	Dique aplitico craquelado, presenta microvenillas de py fina y clorita	
<b>TEXTURA</b>	Sacaroide	
<b>ESTRUCTURA</b>	Dique	
<b>TENACIDAD</b>	Alta	
	Media	x
	Baja	
<b>ROCA CAJA</b>	Metavolcanico	
<b>TIPO DE CONTACTO</b>	Fallado	
<b>GRADO DE FRACTURAMIENTO</b>	Alta	
	Media	x
	Baja	
<b>ALTERACION</b>	Filica++ cloritización+	
<b>PRESENCIA DE PANIZO %</b>	3%	
<b>OBSERVACIONES</b>	Muestra de mano	



*Figura 14: Roca aplita.*

### 3.4.2. Rocas Metamórficas.

#### 3.4.2.1. Metavolcánico.

Se presenta en el contacto entre la roca intrusiva diorítica y las rocas metamórficas - pizarras de la formación Contaya del Ordovícico definida por un sistema de fallas NW-SE. En la zona de estudio toda esta secuencia de rocas se encuentra en el flanco occidental del cuerpo intrusivo en el contacto se forman las rocas metavolcánicas.

En la cortada SW del Nv. 2600 se observa el contacto bien definido las dioritas con el metavolcánico, controladas por un sistemas de fallas NW-SE.

Estas rocas son de color gris verdoso a gris claro, la pizarrosidad original fue eliminada, presenta fracturamiento intenso, de texturas granoblásticas, se observa la presencia de puntos triples en la formación de los cristales evidencia que dentro del metamorfismo (de contacto) alcanzaron un nivel de estabilidad (es propia de las texturas granoblásticas), (Huang, W. 1991).

Los minerales constituyentes es cuarzo entre el 40%, plagioclasa 20%; entre otros minerales presentan clorita 10%, biotita 4%. El cuarzo se presenta en venillas y cristales pequeños menores a 1 milímetros, las cloritas se presentan en microvenillas de colores verdosas, la biotita es de color marrón en diferentes dimensiones y la pirita se aprecia en cristales bien desarrollados (cubico). (Ver Mapa 03).



*Fig. 15. Roca metavolcánico.*

**Cuadro N° 09: Descripción mineralógica de M6 veta lola.**

Información proporcionada por	CONTROL DE MINERAL	
<b>FECHA</b>	12-mar-16	
<b>N° MUESTRA</b>	M6-VETA LOLA	
<b>MINA</b>	CONSUELO	
<b>VETA</b>	LOLA	
<b>NIVEL</b>	2600	
<b>LABOR</b>	CR SW	
<b>SECTOR</b>	Cortada	
<b>UBICACIÓN</b>	N	9 142 052.38
	E	212 440.97
	COTA	2602.438
<b>LOTE</b>		
<b>CÓDIGO DE MUESTRA</b>	M6-VETA LOLA	
<b>ANALIZADO POR</b>	CONTROL DE MINERAL	
<b>COMPOSICIÓN MINERALÓGICA</b>	Cuarzo	40%
	Plagioclasas	20%
	Biotita	4%
	Otros	36%
<b>DESCRIPCIÓN MINERALÓGICA</b>	Roca Metavolcanico, contacto entre la roca intrusiva y el grupo Contaya, presenta venillas de cuarzo, pirita cristalizada, venillas de calcita, micovenillas de clorita	
<b>TEXTURA</b>	granoblasticas	
<b>ESTRUCTURA</b>		
<b>TENACIDAD</b>	Alta	
	Media	
	Baja	x
<b>TIPO DE CONTACTO</b>	Fallado, contacto con el intrusivo	
<b>GRADO DE FRACTURAMIENTO</b>	Alta	
	Media	x
	Baja	
<b>ALTERACION</b>	Filica+++ cloritización++, silisificación+	
<b>PRESENCIA DE PANIZO %</b>	2%	
<b>OBSERVACIONES</b>	Muestra de mano	

### 3.5. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL LOCAL.

La zona de estudios presenta un fuerte control estructural a nivel local, producto de la evolución de la cordillera de los andes, con sistemas de fallas y fracturas que se repiten a diferentes escalas, estas a su vez controlan el emplazamiento del batolito de Pataz y posteriormente la mineralización y ubicación espacial de los ore shoots.

Localmente las vetas ocupan estructuras de segundo y tercer orden hacia la caja techo de un lineamiento mayor de rumbo NNW, a lo largo del margen occidental del batolito de Pataz. Este lineamiento mayor se cree que sea posiblemente del Proterozoico y corresponde a una sutura que fue reactivada periódicamente durante subsecuentes eventos tectónicos, el cual

durante los estadios de mineralización debió funcionar como el principal channelway para los fluidos hidrotermales mineralizantes. (*Carlos Villanes 2006*).

### **3.5.1. Fallas Mayores.**

En la zona de estudio se reconocen dos familias de fallas subverticales que controlan la mineralización.

#### **3.5.1.1. Falla San Juan.**

La falla San Juan se aprecia en la zona de consuelo en el nivel 2300 CR N con azimut promedio N309° con 75° de buzamiento hacia el NE en donde forman una sola estructura, el movimiento de esta falla es sinextral, donde el desplazamiento de la veta Consuelo es de 85 metros. En el nivel 2600 galería NW se aprecia un sistema de fallamiento ramaleado, se encuentra en contacto con la microdiorita con presencia de alteración cloritizado fuerte con diseminado de pirita, alteración filica leve, cortada por venillas de carbonatos. En el área de estudio la falla San Juan delimita la mineralización de la veta Lola hacia el Norte.

#### **3.5.1.2. Falla Lola.**

La falla Lola tiene una orientación promedio N285° y buzamiento de 80° con dirección de buzamiento al NE pertenecientes al mismo sistema de la falla San Juan, es una falla con cajas bien definidas relleno con panizo gris verdoso y fragmentos subangulosos de cuarzo, diseminado de pirita, alteración filica fuerte. En el nivel 2730 CR NE presenta alteración filica intenso, esta falla es el contacto entre la roca diorita y el metavolcánico, probablemente sea una falla sinextral. (*Ver Mapa 03*).

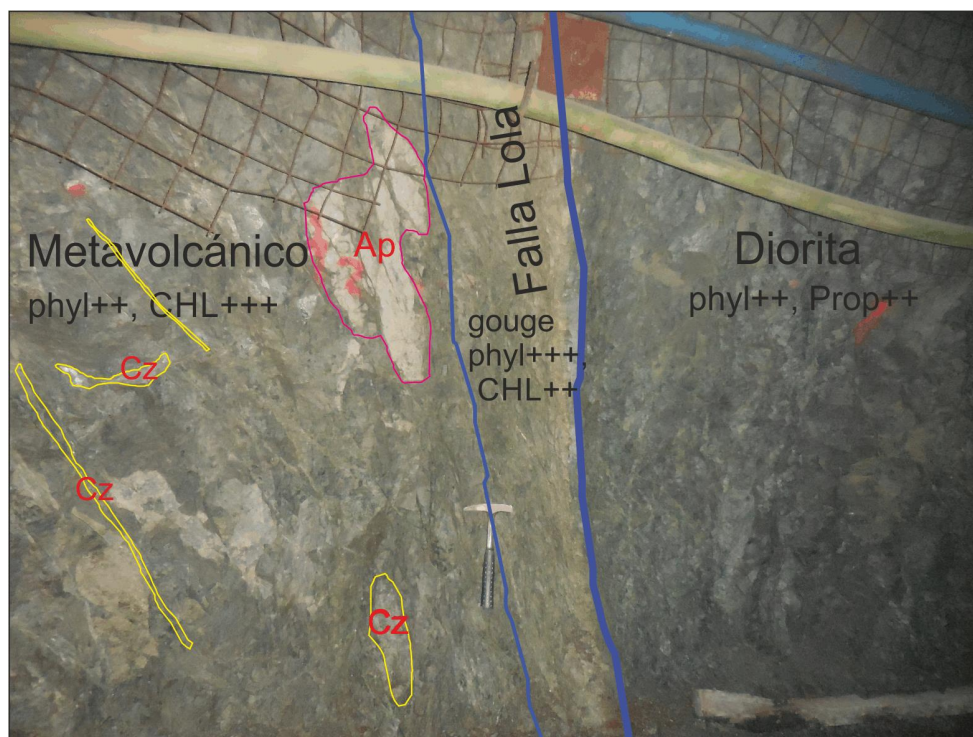


**Cuadro N<sup>o</sup> 10: Descripción mineralógica de M7 veta lola.**

Información proporcionada por	CONTROL DE MINERAL	
FECHA	12-mar-16	
N° MUESTRA	M7-VETA LOLA	
MINA	CONSUELO	
VETA	LOLA	
NIVEL	2600	
LABOR	CR SW	
SECTOR	Cortada	
UBICACIÓN	N	9 142 055.96
	E	212 444.24
	COTA	2602.438
LOTE		
CÓDIGO DE MUESTRA	M7-VETA LOLA	
POTENCIA DE VETA (m)	0.30	
LEY SD (Au/TM)		
ANALIZADO POR	CONTROL DE MINERAL	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA		
DESCRIPCIÓN	Relleno de Falla, presencia de gouge con fragmentos subangulosos de cuarzo, diseminado de pirita y clorita.	
TEXTURA		
ESTRUCTURA		
TENACIDAD	Alta	
	Media	
	Baja	x
ROCA CAJA	Metavolcanico-Diorita	
TIPO DE CONTACTO	Fallado	
GRADO DE FRACTURAMIENTO	Alta	
	Media	x
	Baja	
ALTERACION	Filica+++ cloritización++	
PRESENCIA DE PANIZO %	70%	
OBSERVACIONES	Muestra de mano	



**Figura 16: Relleno de falla – gouge.**



**Figura 17:** Falla Lola Nv. 2600.

### 3.5.1.3. Falla 2600.

La falla 2600 es de un sistema distinto a las dos fallas anteriores, es casi vertical de tipo sinextral, tiene una orientación  $N61^\circ$  con buzamiento  $85^\circ$  dirección de buzamiento al NW, presenta panizo como relleno, alteración filica y propilitica moderado, en el nivel 2675 GL S5 se aprecia el movimiento y el desplazamiento de 40 metros a la veta Lola hacia el techo. Esta falla actúa como delimitador de la mineralización a lado Sur.

### 3.5.2. Fallas Menores.

En sistema de fallas menores se presentan tres familias importantes, con movimientos de tipo sinestrales, dextrales inversas, inversas y normales. En una etapa de reactivación.

- Un primer sistema de fallas tiene una orientación  $N296^\circ$  promedio con buzamiento al NE desde  $70^\circ$  pueden llegar a los  $75^\circ$ , presentan generalmente relleno de gouge, ligero alteración filica y propilitica en las cajas, con longitudes que pueden llegar a kilómetros, estas fallas son casi paralelas a la falla San Juan.

Del mismo sistema con orientación  $N309^\circ$  buzamiento  $80^\circ$  al SW actúan como fallas inversas de alto ángulo, el desplazamiento de la veta Lola varía de 3 metros a 18 metros

aproximadamente. Presenta gouge con alteración filica fuerte, propilitización moderado con diseminados de pirita en las cajas.

- Un segundo sistema de fallas tiene una orientación N70° promedio, con buzamiento al NW y SE pueden llegar de 39° a 81°, es de tipo dextral a dextral inversa, el desplazamiento de la veta Lola con estas fallas varían de centímetros hasta 20 metros. Presentan ligero alteración filica en ocasiones son fallas cerradas. Del mismo sistema con orientación N80° buzamiento 20° al SE, son fallas normales de bajo ángulo, el desplazamiento de la veta con estas fallas varían de centímetros a 1.5 metros. Presentan gouge con alteración filica leve en las cajas.
- Un tercer sistema de fallas tiene una orientación N18° con buzamiento 80° al NW, es de tipo dextral con desplazamiento de la veta Lola desde centímetros a 14 metros, presenta alteración filica moderado con pirita diseminada en las cajas. Se presentan en el Nv. 2675 GL NW4.

### 3.6. PARAGÉNESIS Y ZONEAMIENTO.

La paragénesis mineral observados por *Miranda (1997)*, depósitos del distrito de Parcoy *Macfarlane (1999)* y *Haerberlin et al. (2004)* corresponde a:

- Una primera etapa de cuarzo lechoso acompañado de pirita gruesa y arsenopirita (estadio I); por reactivación tectónica de las vetas se produce el fracturamiento de los minerales depositados en esta etapa.
- En una segunda generación (estadio II) ocurre el ascenso de cuarzo gris de grano fino, esfalerita con exoluciones de calcopirita y pirrotita, posteriormente galena con inclusiones de sulfosales de antimonio, el eléctrum está hospedado principalmente en la esfalerita, el oro nativo precipita más tarde, generalmente con galena y también en la pirita fracturada, hacia el final de esta etapa tiene lugar un proceso de recristalización a pequeña escala y nueva deposición de pirita y arsenopirita.
- En una tercera etapa (estadio III) venillas transversales de calcita, dolomita y cuarzo post-mineral.

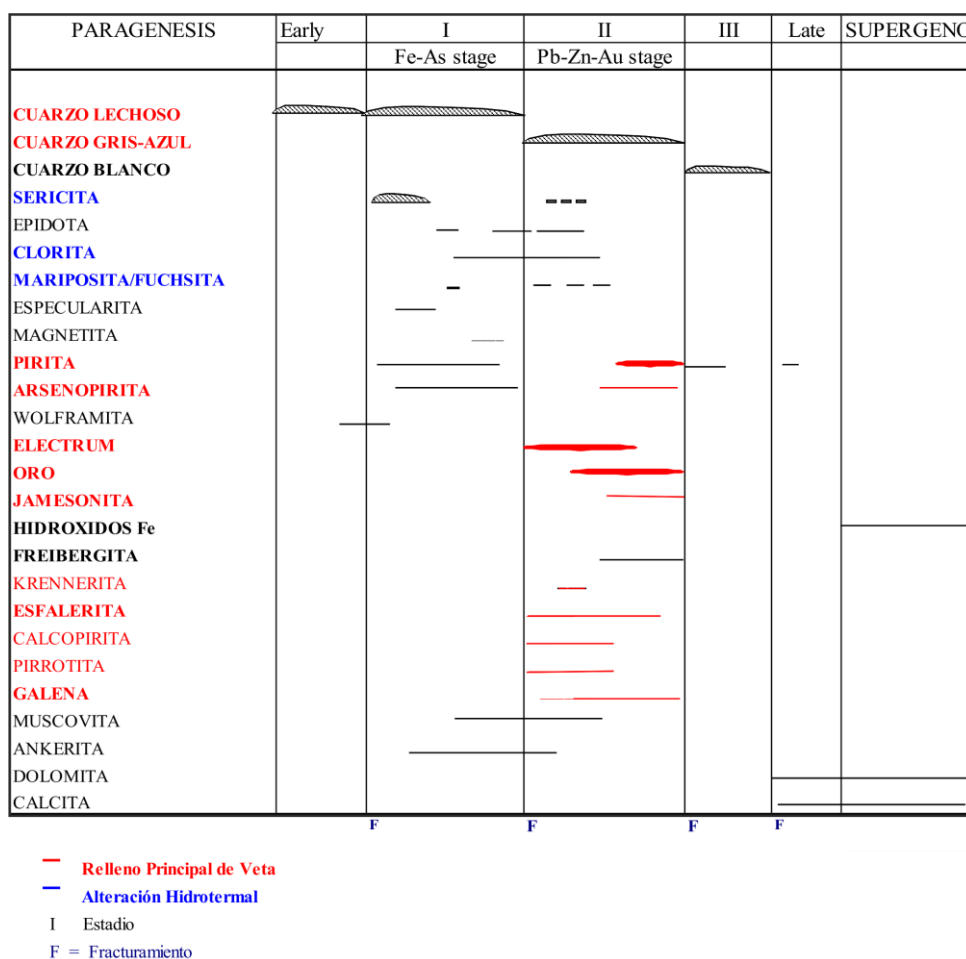


Figura 18: Paragénesis según Miranda (1997), Macfarlane (1999) y Haeberlin et al. (2004).

### 3.7. ALTERACIÓN HIDROTHERMAL.

Las vetas presentan una alteración hidrotermal característica de las vetas de cuarzo auríferas mesotermales, casi consistente con las alteraciones descritas en los modelos Intrusión-related Gold Deposit (Lang and Baker, 2000) y Orogenic Gold Deposit (Grooves, 1998).

En la zona de estudio predominan las rocas dioritas en este tipo de roca se desarrolla un halo gris pálido de alteración fílica con una extensión desde 20 centímetros hasta 6 metros ocasionalmente. En las zonas proximales esta alteración consiste de sericita, piritita diseminada de grano fino, gradando a una alteración propilítica hacia la zona distal.

Las principales alteraciones identificables en la roca caja son:

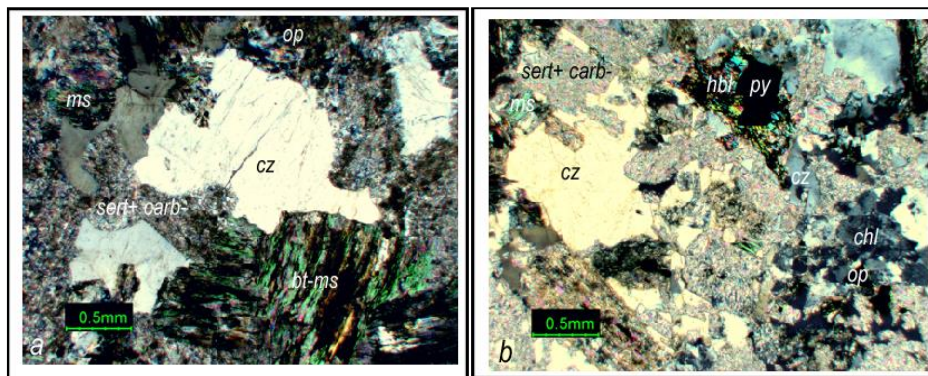
#### 3.7.1. Filica: ser+qz+py±cac±CHL.

En este tipo de alteración el cuarzo es el único mineral primario no alterado, el resto de minerales fue reemplazado por sericita, cloritas, piritita; a veces la clorita, como producto de

alteración temprana, es reemplazada en una fase posterior por mica blanca (muscovita). En general la roca alterada presenta un color gris – verdoso.

En la zona de estudio este tipo de alteración afecta a la roca diorita con halos de alteración 0.05 metros hasta 2.5 metros en las cajas con respecto a la estructura mineralizada. El mayor halo de alteración filica está ligada a las fallas de hasta 3.5 metros (Nv. 2540 GL NW4-CH 2305)

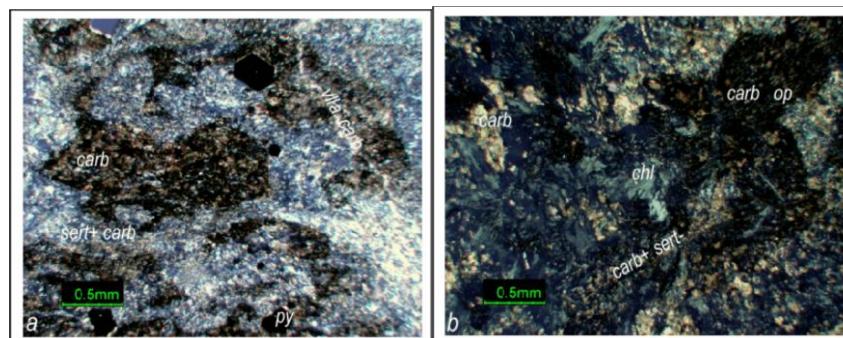
En el Nv. 2805 la alteración filica tienen halos de alteración de 0.20 metros hasta 1.50 metros respectivamente, en el Nv. 2600 Tajo 2215 la alteración llegan halos de hasta 6 metros ligada a una falla dextral-inversa, más al norte tienen halos de alteración hasta 0.20 m.



**Figura 19:** Sericitización de rocas ácidas: a y b: abreviación: bt=biotita, carb=carbonatos, chl=clorita, cz = cuarzo, hbl = hornblenda, ms=muscovita, op=opacos, py=pirita (Oré 2006).

**3.7.2. Propilitica: CHL±py±cac.**

Este tipo de alteración es temprana y está afectando a los ferro-magnesianos de las rocas dioritas como halos externos y adyacentes a la alteración sericítica. También se le observa asociado a las fallas. En la zona de estudio la alteración propilitica es en mayor porcentaje debido al tipo de roca (dioritas y microdioritas) la clorita reemplaza a la hornblendas y biotitas. Asociado a las fallas es más intenso.



**Figura 20:** a) sericitización de diorita b) Cloritización de diorita hornblendica: abreviación: bt = biotita, carb = carbonatos, chl = clorita, cz = cuarzo, hbl = hornblenda, ms = muscovita, op = opacos, py = pirita (Oré 2006).

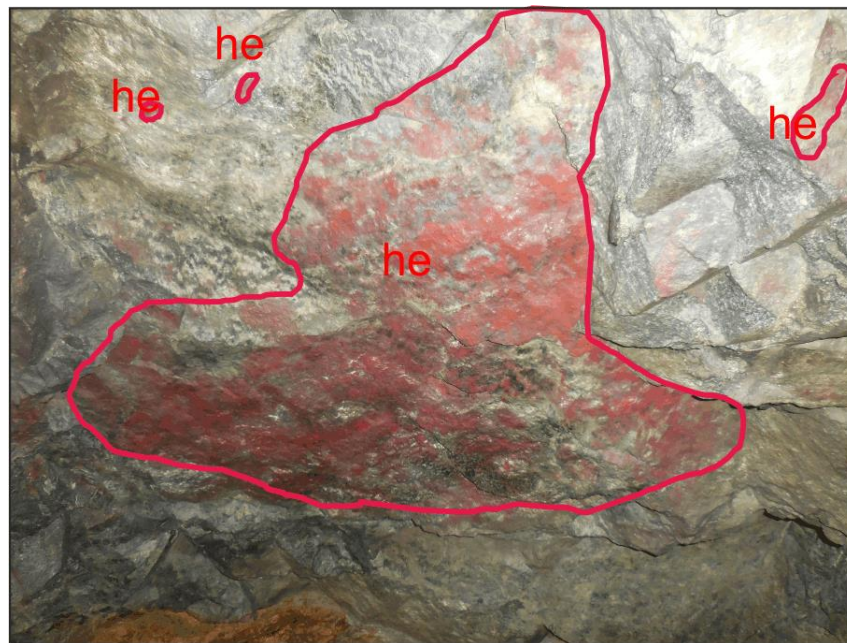
### 3.7.3. Alteración Subordinada.

#### 3.7.3.1. Epidotización.

La Epidotización en gran parte se encuentra en fallas reactivadas que contienen gouge, se presentan en fracturas y micro-fracturas llegar a formar venillas o halos milimétricos a centimétricos en la que se asocian a venillas de carbonatos. Son de coloración verde claro, no hay evidencia que esta alteración esté relacionada directamente al proceso de mineralización.

#### 3.7.3.2. Hematización.

Esta alteración se aprecia en fallas y contactos, presentan venillas, superficies alteradas a hematita a los que acompañan las cloritas, se muestran de colores rojizos, esta se aprecia en la parte superior de la zona de estudio. En el Nv. 2805 y parte del Nv. 2730 es característico en forma de venillas y pátinas, estas se distinguen en forma de lixiviación supérgena de sulfuros.



*Figura 21: Pátinas de Hematina, (Nv. 2730 SN 2370 S).*

## CAPITULO IV

### EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 4.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTRUCTURAS.

En el Batolito de Pataz la distribución de las vetas son controladas estructuralmente, dentro de estas unas más importantes que otras, formados por compresión o de desplazamiento; por lo que la mineralización no está distribuida uniformemente a lo largo de las vetas de tipo rosario.

En el yacimiento de Poderosa, la mineralización de la veta Lola se presenta emplazadas en zonas frágiles dentro de fallas de dirección NW, buzamientos de 55° a 90° hacia NE, presenta un componente de cizallamiento generado durante la etapa compresiva entre los estadios I y II de la secuencia de mineralización.

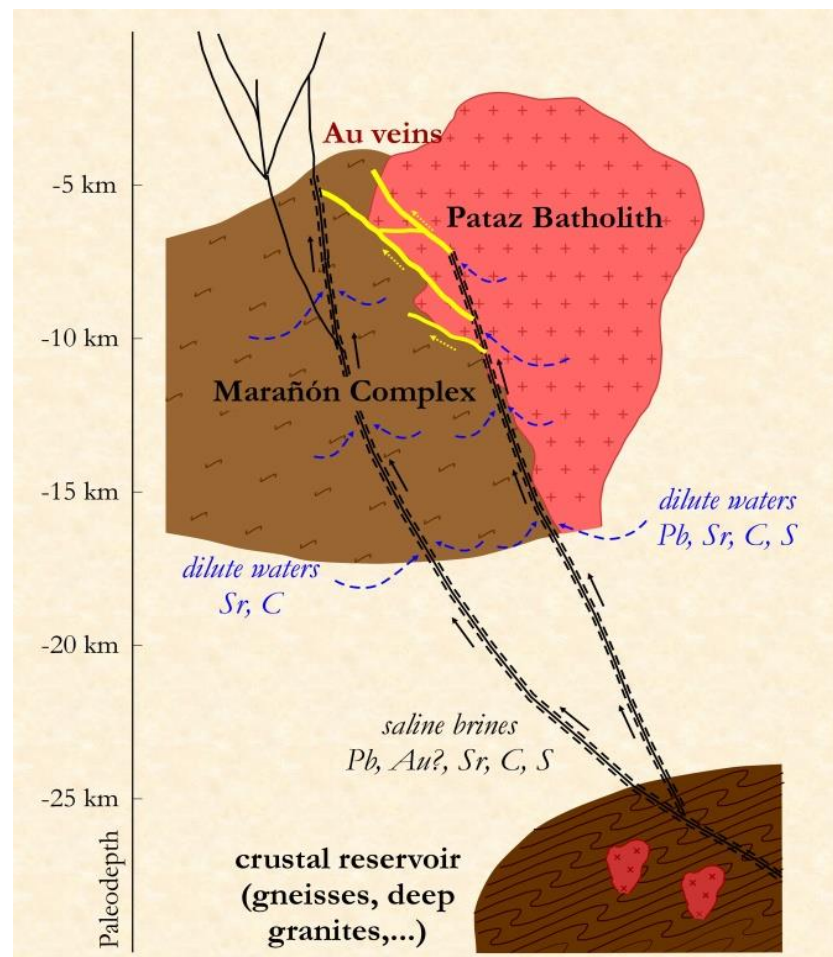
La forma de la mineralización de la veta Lola está controlada por esfuerzos regionales, anisotropía de sus fracturas, la existencia de fallas y diques. La veta Lola tiene una extensión 450 m. (horizontal) con tramos de alta ley y como también de baja ley por el tipo de veta rosario. La roca encajonante es diorita.

##### 4.1.1. Génesis de la Veta Lola.

La génesis de la veta Lola al igual que las otras vetas de poderosa son explicadas a través de las siguientes modelos.

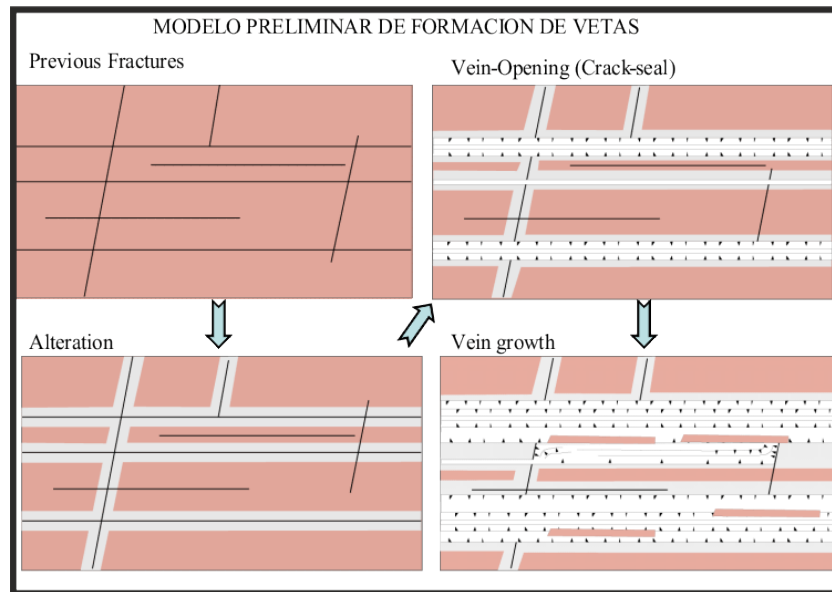
- 1 Precipitación y formación de venas de cuarzo gris masivo.

- 2 Cuarzo lechoso cementando cristales de cuarzo gris.
- 3 Cuarzo blanco formando venillas en textura crack-seal.
- 4 Formación de bandas masivas de Py prismática.
- 5 Precipitación de sph y gn como relleno de fracturas.

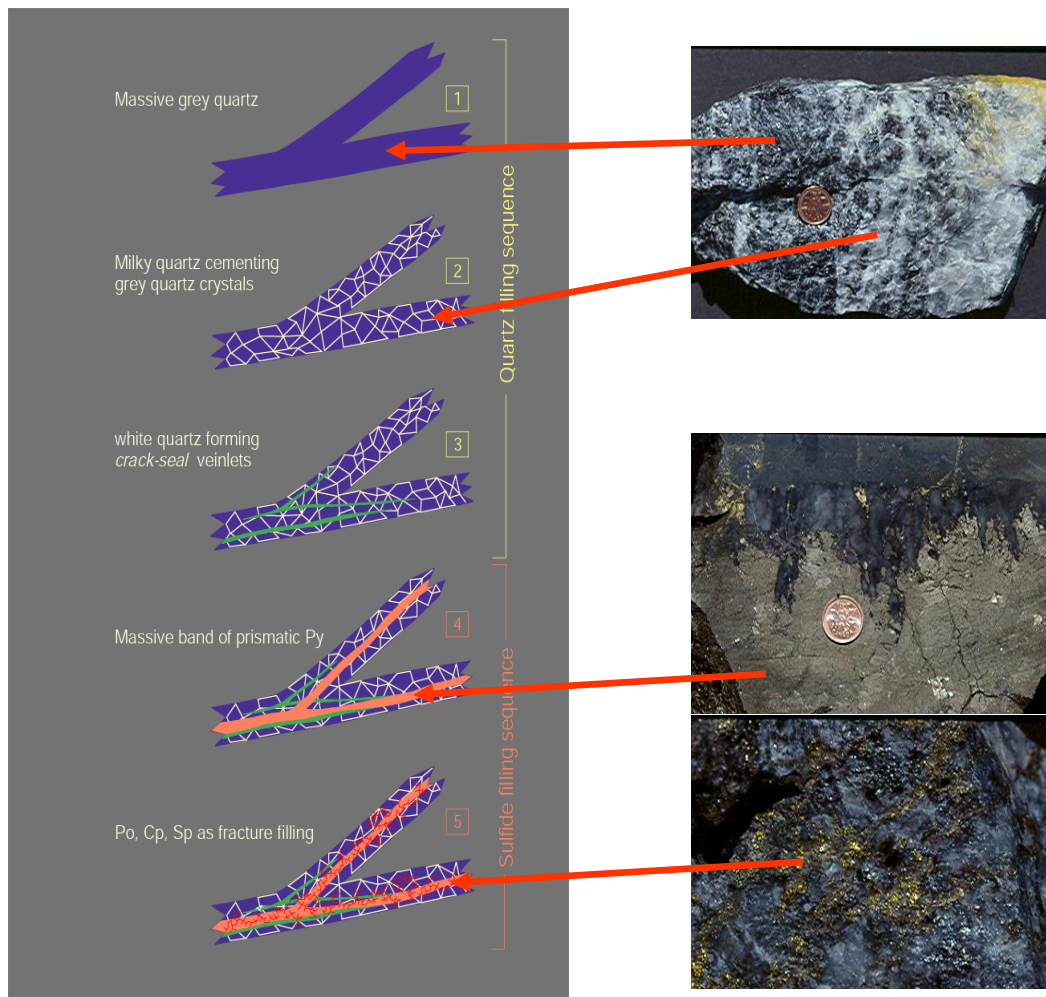


**Figura 22:** Modelo Genético para las estructuras de Poderosa (Haerberlin Y.2001).





**Figura 23:** Modelo de formación de vetas. (CMPSA Villanes 2005).



**Figura 24:** Modelo de formación de vetas (CMPSA. Villanes 2005).

## 4.2. RESULTADOS DE LAS PERFORACIONES DIAMANTINAS.

La campaña de perforaciones diamantinas se desarrollaron en dos etapas con una malla de perforación de 50 m. la primera etapa se desarrolló en el mes de diciembre del 2015 realizando 9 taladros diamantinos a partir del nivel 2675 CR NE2 con objetivo de cortar la veta Lola y otros, obteniendo resultados favorables. La segunda etapa se realizó en el mes de julio 2016 desde el nivel 2400 CR E2, realizando 4 taladros diamantinos con objetivos de cortar veta Lola y otros obteniendo resultados no tan optimistas. En la siguiente se describe solo los taladros realizados hacia la veta Lola en diferentes niveles.

**Cuadro N<sup>o</sup> 11. Resultados de DDH.**

N° DDH	CORDENADAS			Azimut	Inc. (°)	Dist. (m.)	CORTE DE VETA			
	E	N	cota				Potencia (m.)	Ley Au	cota	OBS
DDH01	212417.110	9142378.10	2684.62	226°	-33°	140	0.47	3.23	2626.66	veta
DDH02	212418.100	9142379.04	2684.70	213°	-59°	169	0.76	2.07	2558.05	falla
DDH03	212417.180	9142379.61	2684.76	265°	-46°	176	0.19	4.73	2607.71	veta
DDH04	212416.910	9142380.92	2683.41	292°	-35°	180	0.18	3.4	2590.41	veta
DDH05	212416.984	9142381.59	2685.73	295°	-24°	223	0.26	7.74	2623.27	veta
DDH06	212420.790	9142376.43	2684.96	182°	-58°	260	0.8	21.47	2471.47	veta
DDH07	212419.893	9142377.04	2685.01	187°	-64°	272	1.28	3.03	2473.30	veta
DDH08	212418.988	9142377.28	2684.70	226°	-33°	161	no corto veta			
DDH09	212417.740	9142377.96	2684.55	251°	-56°	307	0.42	8.8	2565.31	veta
DDH10	212411.240	9142424.30	2398.42	273°	-30°	275	0.17	3.56	2343.70	veta
DDH11	212413.360	9142422.73	2397.97	237°	-56°	226	0.13	2.3	2311.59	veta
DDH12	212413.510	9142420.71	2398.80	240°	-18.5°	149	0.64	2.36	2361.21	veta
DDH13	212415.490	9142421.59	2398.61	210°	-40°	182	0.27	<1	2284.94	veta

### 4.2.1. Primera Etapa de Perforaciones Diamantinas Nivel 2675 CR NE2.

- DDH 01; 212417.11E 9142378.10N cota 2684.62 Azimut 226° inclinacion -33° distancia 140 m. se perforo hacia veta Lola cortando veta a los 105.59 m. hasta 106.09 m. veta de cuarzo lechoso brechado con presencia de sulfuros (py, gn) 2%, en roca diorita con alteracion filica de leve a moderado.
- DDH 02; 212418.100E 9142379.040N cota 2684.700 Azimut 213° inclinacion -59° distancia 169 m. recorrio en roca diorita con alteracion filica leve, en el trayecto se corto dique aplitico y a los 107.14 m. falla con alteracion propilitica y filica moderado.
- DDH 03; 212417.180E 9142379.605N cota 2684.764 Azimut 265° inclinacion -46° distancia 176 m. se perforo con direccion a veta Lola cortando veta a los 107.77 m.

hasta 107.99 m. veta de cuarzo gris con presencia de sulfuros (py, gn) 3%, en roca diorita con alteración filica y propilitica leve.

- DDH 04; 212416.910E 9142380.920N cota 2683.410 Azimut 292° inclinación -35° distancia 180 m. Se perforo con dirección a veta Lola cortando dos tramos de veta. Primero a los 65.76 m. hasta 65.89 m. veta de cuarzo masivo con sulfuros 1%. Segundo a los 164.18 m. hasta 164.45 m. veta de cuarzo masivo con presencia de sulfuros (py, gn)1%. En roca diorita con alteración filica leve.
- DDH 05; 212416.984E 9142381.588N cota 2685.728 Azimut 295° inclinación -24° distancia 223 m. se perforo con dirección a veta Lola cortando veta a los 152.36 m. hasta 152.73 veta de cuarzo lechoso masivo con presencia de sulfuros 3%, en roca diorita con alteración filica leve a moderado.
- DDH 06; 212420.790E 9142376.430N cota 2684.960 Azimut 182° inclinación -58° distancia 260.80 m. se perforo con dirección a la veta Lola cortando veta a los 249.59 m. hasta 250.70 m. (2171.47) veta de cuarzo lechoso brechado con presencia de sulfuros (gn, sph, py) 7%, en roca diorita con xenolitos de granodiorita.
- DDH 07; 212419.893E 9142377.043N cota 2685.014 Azimut 187° inclinación -64° distancia 272.45m. se perforo con dirección a la veta Lola cortando dos lazos de veta, lazo techo a los 210.39 m. hasta 211.78 m. (2493.30) veta de cuarzo brechado con presencia de sulfuros (py) 3% , lazo piso a los 237.68 m. hasta 239.44 m. veta de cuarzo lechoso brechado con presencia de sulfuros (py) 2% en roca diorita con alteración filica leve.
- DDH 08; 212418.988E 9142377.275N cota 2684.699 Azimut 226° inclinación -33° distancia 161.21 m. se perforo con dirección a la veta Lola cortando falla a los 120.00 m. hasta 121.10 m falla con roca molida y gouge. Alteración filica fuerte. En roca diorita con tramos de roca metavolcanico.
- DDH 09; 212417.740E 9142377.960N cota 2684.550 Azimut 251° inclinación -56° distancia 307.0 m. se perforo hacia veta Lola cortando veta a los 142.35 m. hasta 142.85 m. veta de cuarzo lechoso brechado con presencia de sulfuro (Py. Gn. Sph) 4%, en roca diorita con alteración filica moderado.

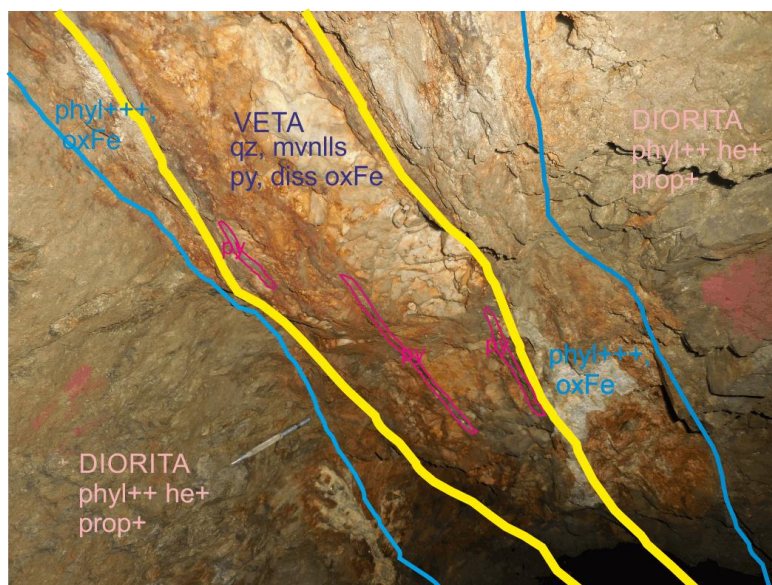
#### 4.2.2. Segunda Etapa de Perforaciones Diamantinas Nivel 2400 CR E2.

- DDH 10; 212411.2400E 9142424.3000N cota 2398.4200 Azimut 273° inclinación -30° distancia 275.15 m. se perforo hacia veta Lola cortando veta a los 110.95 m. hasta 111.20 m. (2343.7 m. Pot. 0.17 m.) veta de cuarzo lechoso brechado con sulfuros (gn, py)1% en roca granodiorita, dique aplítico.

- DDH 11; 212413.3600E 9142422.7300N cota 2397.9700 Azimut 237° inclinación -56 distancia 226.35 m. se perforo hacia veta Lola cortando veta a los 105.12 m. hasta 105.28 m. (2311.59 m. – Pot. 0.13 m.) veta de cuarzo lechoso con parches de py 1% en roca granodiorita desde 0 m. hasta los 193.75 m. y en roca diorita desde 193.75 m. hasta 226.35 m.
- DDH 12; 212413.5100E 9142420.7100N cota 2398.8000 Azimut 240° inclinación -18.5° distancia 149.65 m. se corto veta a los 121.35 m. hasta 122.06 m. (2361.21 m. – Pot. 0.64 m.) veta de cuarzo brechado con presencia de py 2% en roca diorita con alteración filica leve.
- DDH 13; 212415.4900E 9142421.5900N cota 2398.6100 Azimut 210° inclinación -40° distancia 182.6 m. se corto veta a los 184.20 m. hasta 184.77 m. (2284.94 m. Pot. 0.27 m.) veta de cuarzo lechoso con parches aislados de pirita 1% en roca granodiorita con alteración filica leve.

#### **4.3. COMPORTAMIENTO DE LA VETA LOLA EN LOS DIFERENTES NIVELES.**

- Nv. 2805 dirección de la veta N322° con buzamiento 58° al NE distancia explorada en galerías 400 metros en horizontal al N y S y 30 metros en vertical delimitada por labores artesanales por lo cual no se ha continuado con las exploraciones (hasta superficie 250 m. en plano de veta). Generalmente veta de cuarzo craquelado oqueroso en forma de geodas con algunos tramos de cuarzo gris masivo con una potencia de veta que varía desde 0.10 metros hasta 0.70 metros con una ley de oro promedio sin diluir 41.3 grAu/TM., presencia de sulfuros (py 12%, gn 4%, sph 1%) en forma de parches y microvenillas, hacia superficie y en todo el nivel fuerte presencia de oxidos de Fe en forma de microvenillas y pátinas. Afectado por una falla longitudinal y un sistema de fallas inversas N307°/76°SW que lo desplazan 4 metros al techo (CH 2230). Presenta alteración filica moderada a fuerte, roca encajonante diorita.



**Figura 25:** Nv. 2805 GL N, veta de cuarzo (qz) oqueroso con microvenillas de pirita (py), oxFe (CMPSA 2015).

- Nv. 2730 dirección de la veta N237° con buzamiento 60° al NE distancia explorada en galerías 470 metros en horizontal al N y S chimeneas que comunican al Nv. 2805 en plano de veta. Generalmente veta de cuarzo oqueroso en forma de geodas con algunos tramos de cuarzo gris – azul masivo con una potencia de veta que varía desde 0.20 metros hasta 1.50 metros con una ley de oro sin diluir promedio 49.8 grAu/TM., presencia de sulfuros (py 25%, gn 8%, sph 4%) en forma de parches y alineamiento en forma de bandas, ligero presencia de óxidos de Fe en forma de patinas. Afectado por fallas longitudinales y sistemas de fallas inversas y normales que lo desplazan ligero al techo. Presenta alteración filica a fuerte, roca encajonante diorita alterada (phyl++). (Ver Mapa 06).
- Nv. 2675 dirección de la veta N331° con buzamiento 62° al NE distancia explorada en galerías 320 metros en horizontal, chimeneas que comunican al Nv. 2730 en plano de veta. Presenta veta de cuarzo lechoso-gris masivo con una potencia de veta que varía desde 0.10 metros hasta 1.50 metros, presenta sulfuros (py 16%, gn 5%, sph 2% apy Tz) en forma de parches y microvenillas. Afectado por sistema de fallas inversas NW-SE y un sistema de fallas normales NE-SW que buzan al NW que lo desplaza a la veta 12 metros. Presenta alteración filica leve a moderada, roca encajonante diorita alterada (phyl+ prop+). (Ver Mapa 07).
- Nv. 2600 dirección de la veta N325° con buzamiento 70° al NE distancia explorada en galerías 400 metros en horizontal, chimeneas que comunican al Nv. 2675 en plano de veta. Presenta veta de cuarzo lechoso, gris-azul craquelado y masivo con una potencia

de veta que varía desde 0.15 metros hasta 3 metros puntualmente por efecto de fallas con una ley de oro promedio 51.4 grAu/TM., presenta sulfuros (py 28%, gn 10%, sph 5% apy 1%) en forma de parches, microvenillas y bandas. Afectado por sistema de fallas longitudinales inversas que desplazan de 1 m. hasta 10 m. que buzanan al SW, fallas con dirección de falla San Juan que se comportan como senextral y dextral generando movimientos de desplazamiento 0.50 m. hasta 12 m. un reacomodamiento estructural tardío con sistema de fallas normales de bajo ángulo (20°) con dirección NE-SW que desplazan de 2 cm. Hasta 1 m. que buzanan al SW. Presenta fuerte alteración filica con halos de alteración propilitica moderado, roca encajonante diorita alterada (phyl+prop++).

En este nivel al sur la mineralización es delimitada por una falla sinextral con dirección N61° con buzamiento 85° al NW, pegado a esta falla se aprecia 3 lazos importantes de veta, de los cuales dos lasos son económicamente rentables para la explotación, sin embargo el laso techo1 tiene leyes altas (2 oz.) pero la potencia de veta (0.15m.) no lo hace rentable. Entre estos lasos se evidencia reactivaciones de veta – venillas de cuarzo con parches de py 4%, gn1% y apy Tz; los halos de alteración filica son leves. (*Ver Mapa 08*).

#### 4.4. MINERALIZACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS.

La mineralización está compuesta por cuarzo (de 60% a 100%) y sulfuros de metales base (hasta 25%) como principales componentes de relleno mineral. La pirita es el principal sulfuro del relleno mineral y llegan al 60% – 80 % del volumen total de sulfuros. Presenta textura masiva o de grano fino con cristales de tamaño mm, como venillas o venas irregulares, en algunos casos bandeada por depositación regular por mecanismos sucesivos de crack-seal o movimientos de reactivación post-mineral de la veta (*Dana E. 1976*).

La arsenopirita es contemporánea o post-data ligeramente a la pirita, ocurriendo como intercrecimientos y como granos gruesos en los bordes de la pirita. Ambos sulfuros están deformados y craquelados en el caso de deformación frágil hasta morfologías finamente molidas en tramos donde hay intenso cizallamiento. La pirita y la arsenopirita están rellenos por minerales del segundo estadio. Este relleno consiste, en orden decreciente de abundancia, de cuarzo gris – azul microgranular, galena deformada conteniendo pequeñas

inclusiones de freibergita y jamesonita, y una segunda y última generación de pirita cúbica y arsenopirita (*Castroviejo R. 2007*).

El electrum, principalmente hospedado como inclusiones en pirita fracturada y arsenopirita; el oro nativo precipitó posteriormente, generalmente dentro de la galena o a lo largo de las fracturas dentro de la arsenopirita o adherido a su superficie. El tamaño del oro y del electrum varía normalmente entre 1 y 80 micras.

El mineral de ganga más común es el cuarzo con múltiples generaciones que alcanza más del 60% del relleno de veta. De forma subordinada se encuentran los minerales de carbonatos. Otros constituyentes menores incluyen la clorita.

La veta está caracterizada por un elevado grado de Fe-As-Pb-Zn y por Cd-Bi±W±Sb±Te (ppm) en adición al oro y plata. Los contenidos altamente variables de fierro y arsénico fueron introducidos durante el primer estadio mineral de sulfuros y refleja la cantidad de pirita y arsenopirita. Los otros metales base están ligados al segundo estadio de la paragénesis. Los grados de Pb y Zn varían desde el orden de ppm hasta 10 wt%.. El cadmio como trazas hasta 200ppm, está limitado exclusivamente a la esfalerita como lo indica el alto coeficiente de correlación Cd-Zn ( $r=0.99$ ). La fuente de las bajas concentraciones del Bi (<120ppm) probablemente sea las pequeñas inclusiones de sulfosales en la galena y la esfalerita. El te que ocurre en pequeñas cantidades (de 0.1 a 3.2ppm), puede estar presente en la galena y en telururos auríferos.

Los patrones complejos de mineralización se deben a la ocurrencia del oro y la plata en tres diferentes minerales hospedantes que son el oro nativo y el electrum. Los contenidos de Fe y As, de acuerdo con la secuencia paragenética, no tienen correlación lineal con las concentraciones de oro, pero existe una tendencia paralela en el incremento, presumiblemente gracias a las propiedades químicas y de superficie de la pirita y la arsenopirita lo cual favorecería la precipitación posterior del oro. (*Ubicación de muestras ver Mapa 03*).

**Cuadro N<sup>o</sup> 12: Descripción mineralógica de M1 veta lola.**

Información proporcionada por	CONTROL DE MINERAL	
FECHA	09-ene-15	
Nº MUESTRA	M1-VETA LOLA	
MINA	CONSUELO	
VETA	LOLA	
NIVEL	2805	
LABOR	GL NW	
SECTOR	Galería	
UBICACIÓN	N	9 142 307.12
	E	212 232.70
	COTA	2802.088
CÓDIGO DE MUESTRA	M1-VETA LOLA	
POTENCIA DE VETA (m)	0.70	
LEY SD (Au/TM)	17.46	
ANALIZADO POR	CONTROL DE MINERAL	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA	Cuarzo	80%
	Pirita	5%
	Galena	1%
	Ox.	8%
	Otros	6%
DESCRIPCIÓN MINERALÓGICA	Veta de cuarzo oqueroso cubierto de oxidos de Fe en oquedades y pátinas, con parches y microvenillas de py fina, galena puntual. Caja piso y techo bien definidos.	
TEXTURA	Pirita fina en parches con sobreimpresion de oxidos	
ESTRUCTURA	veta cuarzo con parches de sulfuros y precencia de oxidos	
TENACIDAD	Alta	
	Media	x
	Baja	
ROCA CAJA	Diorita	
TIPO DE CONTACTO	definido	
GRADO DE FRACTURAMIENTO	Alta	
	Media	x
	Baja	
ALTERACION	Filica +++, propilitica +	
PRESENCIA DE PANIZO %	5%	
OBSERVACIONES	Muestra de veta	



**Figura 26: Cuarzo oqueroso**



**Cuadro N° 13: Descripción mineralógica de M3 veta lola.**

<b>Información proporcionada por</b>	CONTROL DE MINERAL	
<b>FECHA</b>	15-mar-15	
<b>N° MUESTRA</b>	M3-VETA LOLA	
<b>MINA</b>	CONSUELO	
<b>VETA</b>	LOLA	
<b>NIVEL</b>	2730	
<b>LABOR</b>	SN 2210 S1	
<b>SECTOR</b>	Subnivel	
<b>UBICACIÓN</b>	N	9 142 198.04
	E	212 330.67
	COTA	2772.36
<b>LOTE</b>		
<b>CÓDIGO DE MUESTRA</b>	M3-VETA LOLA	
<b>POTENCIA DE VETA (m)</b>	0.63	
<b>LEY SD (Au/TM)</b>	44.72	
<b>ANALIZADO POR</b>	CONTROL DE MINERAL	
<b>COMPOSICIÓN MINERALÓGICA</b>	Cuarzo	65%
	Pirita	20%
	Galena	3%
	Esfalerita	1%
	Arsenopirita	3%
	Otros	8%
<b>DESCRIPCIÓN MINERALÓGICA</b>	Veta de cuarzo gris masivo con parches de pirita masiva, galena cristalizada, esfalerita en diseminados, arsenopirita cristalizado en microvenillas, trazas de clorita.	
<b>TEXTURA</b>	Pirita masiva en parches con ligero alineamiento en bandas.	
<b>ESTRUCTURA</b>	Veta de cuarzo con parches de sulfuros y microvenillas.	
<b>TENACIDAD</b>	Alta	
	Media	x
	Baja	
<b>ROCA CAJA</b>	Diorita	
<b>TIPO DE CONTACTO</b>	Fallado con gouge hacia la caja techo	
<b>GRADO DE FRACTURAMIENTO</b>	Alta	
	Media	x
	Baja	
<b>ALTERACION</b>	Filica +++, propilitica +	
<b>PRESENCIA DE PANIZO %</b>	4%	
<b>OBSERVACIONES</b>	Muestra de veta	



**Figura 27: Cuarzo cris masivo con parches de sulfuros.**

**Cuadro N° 14: Descripción mineralógica de M4 veta lola.**

Información proporcionada por	CONTROL DE MINERAL	
FECHA	15-mar-15	
N° MUESTRA	M4-VETA LOLA	
MINA	CONSUELO	
VETA	LOLA	
NIVEL	2730	
LABOR	TJ 2235 - 1	
SECTOR	Tajo	
UBICACIÓN	N	9 142 207.03
	E	212 317.39
	COTA	2786.50
LOTE		
CÓDIGO DE MUESTRA	M4-VETA LOLA	
POTENCIA DE VETA (m)	0.82	
LEY SD (Au/TM)	104.86	
ANALIZADO POR	CONTROL DE MINERAL	
COMPOSICIÓN MINERALÓGICA	Cuarzo	51%
	Pirita	24%
	Galena	8%
	Esfalerita	12%
	Arsenopirita	3%
	Otros	2%
DESCRIPCIÓN MINERALÓGICA	Veta de cuarzo gris con sulfuro masivo en parches y bandas	
TEXTURA	Sulfuro masiva en parches y bandas	
ESTRUCTURA	Veta de cuarzo con parches de sulfuros y microvenillas.	
TENACIDAD	Alta	
	Media	x
	Baja	
ROCA CAJA	Diorita	
TIPO DE CONTACTO	Fallado con gouge hacia la caja techo y piso	
GRADO DE FRACTURAMIENTO	Alta	
	Media	
	Baja	x
ALTERACION	Filica +++, propilitica ++	
PRESENCIA DE PANIZO %	4%	
OBSERVACIONES	Muestra de veta	



**Figura 28:** Cuarzo gris con sulfuro masivo.

**Cuadro N<sup>ro</sup> 15: Descripción mineralógica de M10 veta lola.**

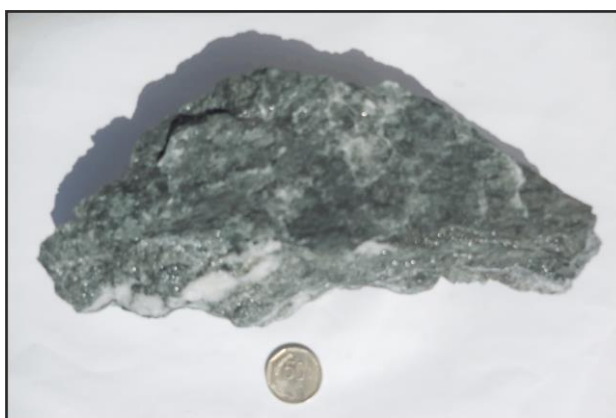
Información proporcionada por	CONTROL DE MINERAL	
<b>FECHA</b>	05-oct-16	
<b>N° MUESTRA</b>	M10-VETA LOLA	
<b>MINA</b>	CONSUELO	
<b>VETA</b>	LOLA	
<b>NIVEL</b>	2470	
<b>LABOR</b>	GL SE	
<b>SECTOR</b>	Galería	
<b>UBICACIÓN</b>	N	9 142 417.88
	E	212 312.63
	COTA	2476.357
<b>LOTE</b>		
<b>CÓDIGO DE MUESTRA</b>	M10-VETA LOLA	
<b>POTENCIA DE VETA (m)</b>	0.43	
<b>LEY SD (Au/TM)</b>	19.33	
<b>ANALIZADO POR</b>	CONTROL DE MINERAL	
<b>COMPOSICIÓN MINERALÓGICA</b>	Cuarzo	70%
	Pirita	16%
	Galena	1%
	Esfalerita	2%
	Arsenopirita	2%
	Otros	9%
<b>DESCRIPCIÓN MINERALÓGICA</b>	Veta de cuarzo con parches de pirita masiva y cristalizada ligeramente bandeado, galena cristalizada, esfalerita en parches.	
<b>TEXTURA</b>	Pirita masiva en parches y microvenillas	
<b>ESTRUCTURA</b>	veta de cuarzo con parches de sulfuros	
<b>TENACIDAD</b>	Alta	
	Media	x
	Baja	
<b>ROCA CAJA</b>	Diorita	
<b>TIPO DE CONTACTO</b>	Definido	
<b>GRADO DE FRACTURAMIENTO</b>	Alta	
	Media	x
	Baja	
<b>ALTERACION</b>	Filica ++, propilitica +	
<b>PRESENCIA DE PANIZO %</b>	1%	
<b>OBSERVACIONES</b>	Muestra de veta	



**Figura 29:** Cuarzo lechoso con sulfuros bien cristalizados.

**Cuadro N<sup>ro</sup> 16: Descripción mineralógica de M11 veta lola.**

Información proporcionada por	CONTROL DE MINERAL	
<b>FECHA</b>	28-oct-16	
<b>N° MUESTRA</b>	M11-VETA LOLA	
<b>MINA</b>	CONSUELO	
<b>VETA</b>	LOLA	
<b>NIVEL</b>	2470	
<b>LABOR</b>	GL SE	
<b>SECTOR</b>	Galería	
<b>UBICACIÓN</b>	N	9 142 391.21
	E	212 335.81
	COTA	2474.7438
<b>LOTE</b>		
<b>CÓDIGO DE MUESTRA</b>	M11-VETA LOLA	
<b>POTENCIA DE VETA (m)</b>	1.25	
<b>LEY SD (Au/TM)</b>	5.46	
<b>ANALIZADO POR</b>	CONTROL DE MINERAL	
<b>COMPOSICIÓN MINERALÓGICA</b>	Cuarzo	50%
	Pirita	12%
	Galena	1%
	Arsenopirita	1%
	Otros	36%
<b>DESCRIPCIÓN MINERALÓGICA</b>	Estructura con franjas de cuarzo lechoso, con parches y microvenillas de py, galena puntual	
<b>TEXTURA</b>	Pirita masiva en parches y microvenillas	
<b>ESTRUCTURA</b>	Veta de cuarzo con parches de sulfuros y microvenillas.	
<b>TENACIDAD</b>	Alta	
	Media	x
	Baja	
<b>ROCA CAJA</b>	Diorita	
<b>TIPO DE CONTACTO</b>	Fallado con gouge hacia la caja techo y piso	
<b>GRADO DE FRACTURAMIENTO</b>	Alta	x
	Media	
	Baja	
<b>ALTERACION</b>	Filica +++, propilitica +	
<b>PRESENCIA DE PANIZO %</b>	8%	
<b>OBSERVACIONES</b>	Muestra de veta	



**Figura 30:** St. Con franjas de cuarzo y diss de py.

#### 4.5. INCLUSIONES FLUIDAS VETA LOLA.

##### 4.5.1. Muestra N° 30472.

##### 4.5.1.1. Descripción Macroscópica.

La muestra es una estructura de relleno formada por abundante cuarzo y carbonatos. Presenta minerales sulfurados relleno de cavidades y diseminados en la muestra.

##### 4.5.1.2. Descripción Microscópica.

El **cuarzo I (cz I)** se presenta como cristales subhedrales de forma prismática con tamaños milimétricos. Se observa remplazada por cuarzo II. Se encuentra inclusiones de fluidos (IF) bifásicas primarias de tipo L (moderada salinidad) ubicadas en planos de crecimientos del cristal, las inclusiones fluidas presentan tamaños menores a 6  $\mu\text{m}$ , de formas ovaladas y tabulares con grado de relleno de 0.90 de líquido.

El **cuarzo II (cz II)** se observa como cristales anhedrales con formas redondeadas y microcristalinas con tamaños menores a 0.2mm. Remplaza al cuarzo I (cz I) a través de cavidades por toda la muestra. Se encuentra acompañado de sericita.

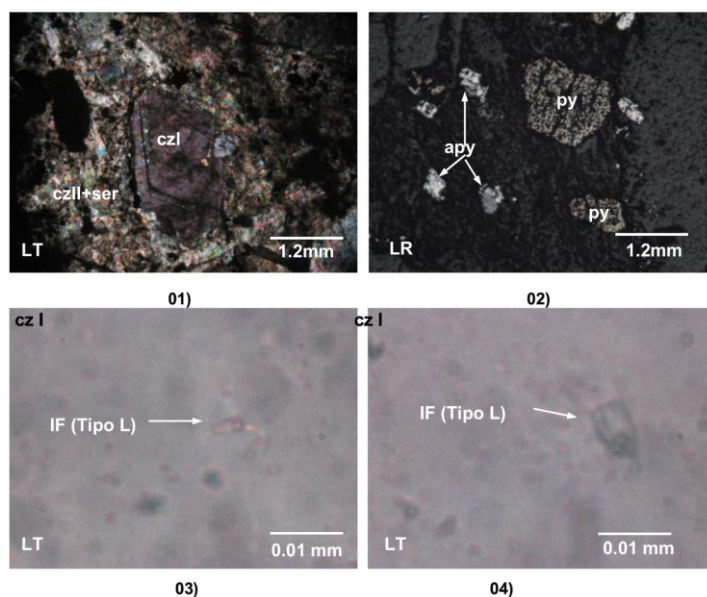
La **sericita** se muestra como cristales micro a criptocristalinos, y agregados escamosos. Se encuentra asociado al cuarzo II (cz II).

Los **carbonatos** se observa como cristales anhedrales con formas irregulares de tamaños milimétricos. Se encuentran relleno de cavidades asociadas al cuarzo I.

La **pirita** ocurre como cristales anhedrales con formas irregulares con tamaños menores a 1.2mm. Se muestra relleno de cavidades y diseminado en la lámina.

La **arsenopirita** se muestra como cristales anhedrales a subhedrales de formas tabulares e irregulares con tamaños menores a 1mm. Esta relleno de cavidades y diseminado en la lámina.

La **hematita** se presenta como cristales anhedrales de formas irregulares con tamaños menores a 0.2mm. Se encuentra distribuido en toda la lámina.



**Figura 31:** Cuarzo II (cz II) asociado a la sericita (ser) se encuentra reemplazando al cuarzo I (cz I). (LT; Obj. 2.5x); (02) Pirita (py) y arsenopirita (apy) se encuentra relleno de cavidades y diseminado en la muestra. (LT; Obj. 2.5x); y (03 y 04) Inclusión fluida (IF) bifásica de tipo L (moderada salinidad) con tamaños menores a 6  $\mu\text{m}$ . de forma ovalada ubicados en los planos de crecimiento del cuarzo (cz). (LT; Obj. 50x). LR: Luz Reflejada. LT: Luz Transmitida (CMPSA 2015).

#### 4.5.2. Muestra N° 30476.

##### 4.5.2.1. Descripción Macroscópica.

La muestra es una estructura de relleno formada por abundante cuarzo acompañado en menores cantidades de sericita y carbonatos. Presenta minerales sulfurados como la pirita y arsenopirita relleno de cavidades y diseminada en la muestra.

##### 4.5.2.2. Descripción Microscópica.

Presenta dos tipos de generaciones de cuarzo:

El **cuarzo I (cz I)** se presenta como cristales anhedrales de formas irregulares con tamaños milimétricos. Se observa reemplazada por cuarzo II. Presenta inclusiones fluidas (IF) bifásicas de tipo L (moderada salinidad) con tamaños menores a 8  $\mu\text{m}$  de formas ovaladas y tabulares con grado de relleno de 0.9 de líquido. Se encuentra acompañada de abundantes IF monofásicas líquidas e IF menores a 2  $\mu\text{m}$ .

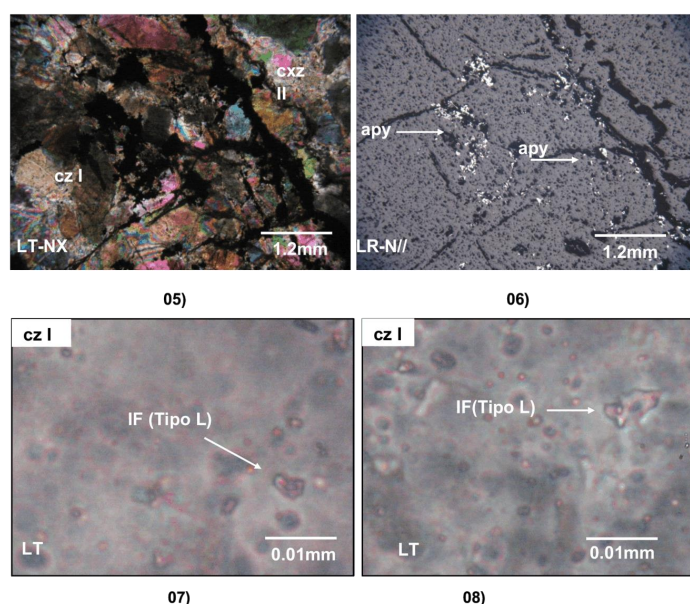
El **cuarzo II (cz II)** se observa como cristales anhedrales, con formas microcristalinas con tamaños menores a 0.3mm. Reemplaza al cuarzo I (cz I) a través de cavidades por toda la muestra. Se encuentra acompañado de sericita. Presentan inclusiones fluidas (IF) menores a 2  $\mu\text{m}$ .

La **sericita** se muestra como cristales micro a criptocristalinos, y agregados escamosos. Se encuentra asociado al cuarzo II (cz II).

Los **carbonatos** se observa como cristales anhedrales con formas irregulares de tamaños milimétricos. Se encuentran relleno cavidades asociadas al cuarzo I y cuarzo II.

La **pirita** ocurre como cristales anhedrales con formas irregulares con tamaños menores a 2.8mm. Se muestra relleno cavidades en la lámina.

La **arsenopirita** se muestra como cristales anhedrales de formas irregulares con tamaños menores a 0.8mm. Esta relleno microfracturas y diseminado en la lámina.



**Figura 32:** Arsenopirita (apy) se encuentra asociada al cuarzo I (cz I) y al cuarzo II (cz II). (LR; Obj. 2.5x); (07 y 08) Inclusión fluida (IF) bifásica de tipo L (moderada salinidad) con tamaños menores a  $8\mu\text{m}$ . de forma ovalada con grado de relleno de 0.90 de líquido ubicados en los cuarzos (cz). (LT; Obj. 50x). LR: Luz Reflejada. LT: Luz Transmitida. NX: Nícoles Cruzados. N//: Nícoles Paralelos (CMPSA 2015).

#### 4.5.3. Muestra N° 30481.

##### 4.5.3.1. Descripción Macroscópica.

La muestra es una estructura de relleno formada por abundante cuarzo. Presenta minerales sulfurados relleno cavidades y venillas en la roca.

##### 4.5.3.2. Descripción Microscópica

Presenta dos tipos de generaciones de cuarzo:

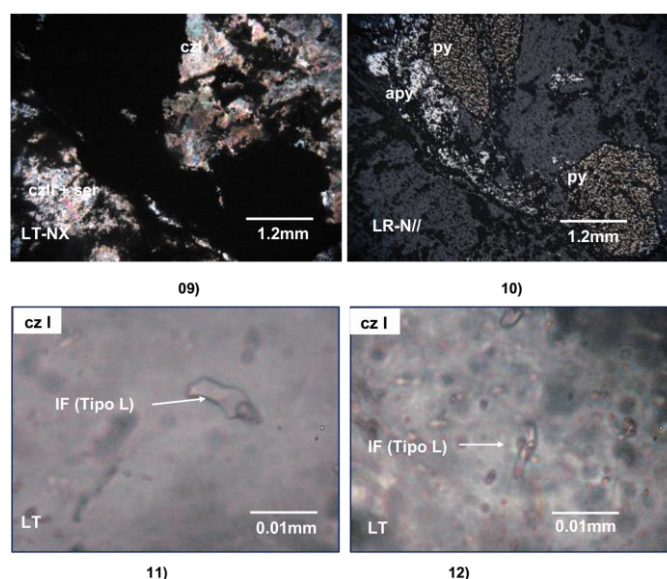
El **cuarzo I (cz I)** se presenta como cristales anhedrales a subhedrales de forma prismática e irregular con tamaños milimétricos. Se observa remplazada por cuarzo II. Presenta Inclusiones fluidas (IF) bifásicas de tipo L (moderada salinidad) con tamaños menores a  $8\mu\text{m}$ , con grado de relleno de 0.90 en líquido. Se halla acompañado de abundantes IF menores a  $2\mu\text{m}$ .

El **cuarzo II (cz II)** se observa como cristales anhedrales, con formas microcristalinas con tamaños menores a 0.16mm. Remplaza al cuarzo I (cz I) a través de cavidades y microfracturas por toda la muestra. Se encuentra acompañado de sericita.

La **sericita** se muestra como cristales micro a criptocristalinos, y agregados escamosos. Se encuentra asociado al cuarzo II (cz II).

La **pirita** ocurre como cristales anhedrales a subhedrales en formas irregulares y hábitos cúbicos con tamaños menores a 1.3mm. Se muestra relleno de cavidades en la lámina.

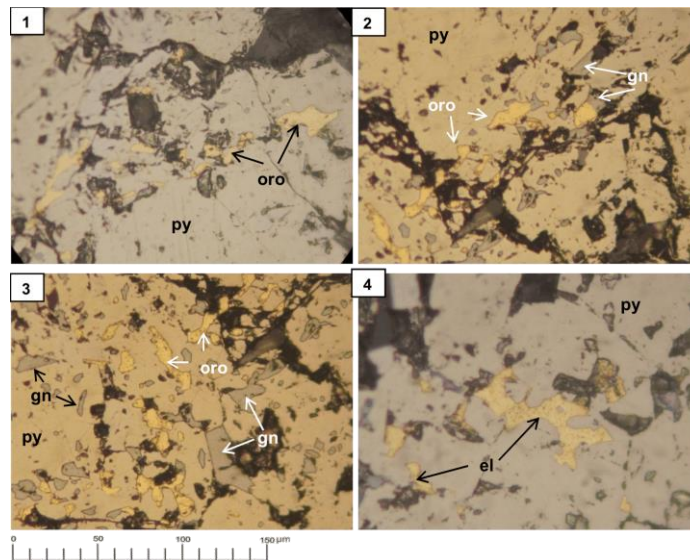
La **arsenopirita** se muestra como cristales anhedrales de formas irregulares con tamaños menores a 2.2mm. Esta relleno de microfracturas, cavidades y diseminado en la muestra.



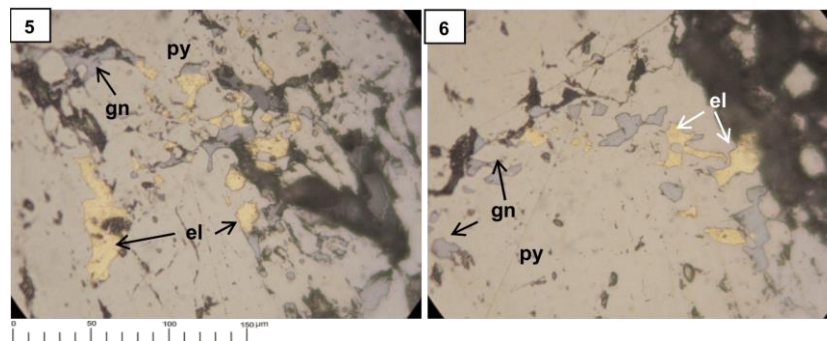
**Figura 33:** Pirita (py) y arsenopirita (apy) se encuentran relleno de cavidades asociados al cuarzo I (cz I) y cuarzo II (cz II). (LT-NX; LR-N//; Obj. 2.5x); y (11 y 12) Inclusiones fluidas (IF) bifásicas con tamaños menores a  $8\mu\text{m}$ , de forma alargadas con grado de relleno de 0.90 de líquido ubicados en los cuarzos (cz). (LT; Obj. 50x). LR: Luz Reflejada. LT: Luz Transmitida. NX: Nícoles Cruzados. N//: Nícoles Paralelos (CMPSA 2015).



#### 4.5.4. Mineralogía y Asociación de la Veta Lola.



**Figura 34:** (N°1). Granos de electrum relleno microfracturas en la pirita (py). N° 2 y 3), granos de oro nativo y galena (gn) en porosidades relacionadas a microfracturas en la pirita. Son dos lugares contiguos de la misma zona. N°4), granos de electrum relleno porosidades relacionadas a microfracturas en la pirita. La escala sirve para todas las fotos (CMPSA 2015).



**Figura 35:** Granos de electrum asociados a la galena (gn) y juntos rellenan porosidades relacionadas a microfracturas en la pirita. N°6), granos de electrum y de galena relleno porosidades. El electrum reemplaza a la galena. La escala es para las dos fotos (CMPSA 2015).

#### 4.6. PROFUNDIZACION DE LA VETA LOLA.

En la primera etapa de perforaciones diamantinas a partir del nivel 2675, dos taladros diamantinos DDH 06 y DDH 07 cortan veta Lola bien definida con valores de oro importantes, el primero corta en el nivel 2471 veta de cuarzo lechoso brechado con presencia de sulfuros (gn, sph, py) 7%, con potencia de veta 0.80 metros y una ley de 21 grAu/TM. y el segundo corta veta en el nivel 2468, veta de cuarzo brechado con presencia de sulfuros (py) 3% con potencia de veta 1.40 metro y una ley de 2 grAu/TM. en roca diorita con alteración filica leve.

Con la información diamantina obtenida se reinterpreta en el nivel 2540, realizando una cortada de 20 metros, cortando veta de cuarzo lechoso con parches de pirita 4%, potencia 0.20 m. y ley 12 grAu/TM. controlada por una falla inversa de alto angulo y desarrollando galería de exploración en veta al NW

- Nv. 2540 dirección de la veta N330° con buzamiento 76° al NE distancia explorada en galerías 238 metros en horizontal, chimeneas que comunican al Nv. 2600 en plano de veta. Presenta veta de cuarzo masivo, blanco a gris con una potencia de veta que varía desde 0.20 metros hasta 0.62 metros con una ley de oro promedio 24.1 grAu/TM., presenta sulfuros (py 11%, gn 4%, sph 2% apy 1%) en forma de parches y bandas. Gran parte de la galería es afectado por sistema de fallas longitudinales inversas que desplazan de hasta 20 metros que buzan al SW, Presenta fuerte alteración filica con halos de alteración propilitica leve, roca encajonante diorita con alteración filica moderada.

A la altura de la chimenea 2255 la veta Lola es afectada fuertemente por fallas inversas de sistema NW – SE con buzamiento 75°NE. En toda esa área la veta tiene un azimut N332° y un buzamiento 54°NE. También es afectada por sistemas de fallas transversales a la veta que lo desplazan hasta 7 metros, generando estructuras con venillas de cuarzo lechoso y diseminado de pirita como reactivaciones.

A partir de información de los taladros DDH 06 y DDH 07 se decide hacer una cortada E2 en el nivel 2400, cortando veta a los 291.0 metros, veta de cuarzo lechoso con microvenillas de pirita 7% y parches de galena 2%, potencia de veta 1.10 metros y ley 12.2 grAu/TM. alteración filica moderada en las cajas, roca diorita. Se inicia a desarrollar las galerías en veta como exploración al NW y al SE.

En simultaneo se desarrolla la continuacion de la cortada E2 como labor de posicionamiento, realizando una cámara de diamantina al tope de la labor para la segunda campaña de perforación diamantina.

- Nv. 2400 dirección de la veta N328° con buzamiento 84° al NE distancia explorada en galerías 292 metros en horizontal. Presenta veta de cuarzo masivo craquelado con una potencia de veta que varía desde 0.10 metros hasta 0.82 metros con una ley de oro promedio 32.5 grAu/TM., presenta sulfuros (py 9%, gn 3%, sph 1% apy 1%) en forma de parches y microvenillas, afectado por sistema de fallas inversas que desplazan a la veta hasta 26 metros que buzan al SW, también es afectada por una falla transversal a

la veta que lo desplazan hasta 18 metros. Presenta fuerte alteración filica con halos de alteración propilitica leve, roca encajonante diorita con alteración filica leve.

Con la información obtenida en el nivel 2400, nivel 2540 y las perforaciones diamantinas de la primera etapa se decide realizar una rampa positiva 2650 de 232 metros a partir de la cortada SE nivel 2450 para desarrollar una labor intermedio entre los niveles 2400 y 2540. Cortando veta de cuarzo brechado con parches de pirita 4% potencia de veta 0.30 metros y una ley 8 grAu/TM. Desarrollando galería al NW.

- Nv. 2470 dirección de la veta N333° con buzamiento 82° al NE distancia explorada en galerías 308 metros en horizontal. Presenta veta de cuarzo masivo lechoso a gris con una potencia de veta que varía desde 0.25 metros hasta 1.42 metros con una ley de oro promedio 62.3 grAu/TM., presenta sulfuros (py 26%, gn 7%, sph 5% apy 2%) en forma de venillas y parches, afectado por sistema de fallas inversas que desplazan de hasta 4 metros que buzando al SW, también es afectada por una falla transversal a la veta que lo desplazan hasta 14 metros. Presenta fuerte alteración filica con halos de alteración propilitica moderada, roca encajonante diorita con alteración filica moderada.

En simultaneo se realiza la segunda etapa de perforaciones diamantinas a partir del nivel 2400 con taladros negativos y objetivo de cortar veta a cotas inferiores al nivel 2400, los resultados de estas perforaciones diamantinas no fueron buenas, cortando estructura con franjas de cuarzo y diseminación de pirita, en los niveles: nivel 2343 potencia de veta 0.20 metros ley 3 grAu/TM., nivel 2311 potencia de veta 0.13 metros ley 1 grAu/TM., nivel 2361 potencia de veta 0.65 metros ley 1 grAu/TM. Y nivel 2284 potencia 0.30 metros ley menor a 1 grAu/TM.

La segunda etapa de perforaciones diamantinas se realizó al norte de la veta Lola en el nivel 2400. Para explorar al sur se debe desarrollando una cortada de 150 metros al E, del tope de la galería SE nivel 2400 como labor de posicionamiento y realizar la tercera etapa de perforación diamantina con objetivo de cortar veta a niveles inferiores al 2400 a su vez con objetivo de perforar después de la falla 2600 para verificar la continuidad de la veta Lola al sur.

## CONCLUSIONES.

- Estructuralmente la veta Lola está controlado por dos sistemas de fallas que delimitan la mineralización, al norte la falla San Juan de sistema NW-SE de tipo sinextral y al sur la falla 2600 de sistema NE-SW de tipo sinextral. También es afectada por sistemas de fallas inversas de alto ángulo, generando un desplazamiento de centímetros hasta 20 metros y fallas normales de bajo ángulo que lo desplazan de centímetros hasta 1.50 metros aproximadamente. La veta Lola es de tipo rosario, la mineralización es continua desde el Nv. 2805 que presenta veta de cuarzo craquelado con una potencia de 0.60 m. promedio, la continuidad de la veta reconocida es hasta el Nv. 2400.
- La roca caja es diorita, en tramos presenta xenolitos de roca granodiorita y diques aplíticos. Esta roca es favorable para la mineralización, acompañado de halos de alteraciones filica y propilitica de leve a moderada.
- Las perforaciones diamantinas realizadas desde el Nv. 2675 cortada NE2, se obtuvo buenos resultados cortando veta de cuarzo con ley de oro 21 grAu/TM. Y desde el Nv. 2400 cortada E2 como segunda etapa de perforación diamantina no se tuvo buenos resultados, cortando estructura con disseminaciones de pirita con bajos valores en ley de oro (menor a 3 grAu/TM). Toda la información diamantina evidencian la continuidad de la veta Lola hasta el nivel 2300 hacia el norte con potencias reducidas de 0.20 m. promedio. Se tiene buenas perspectivas hacia el sur para realizar una tercera etapa de perforación diamantina.

**RECOMENDACIONES.**

- A partir del tope de la GL SE del Nv. 2400 se recomienda realizar un labor (cortada) como labor de posicionamiento con dirección W-E de 150 m. para una cámara diamantina y explorar hacia el sur a niveles inferiores al 2400.
- Se recomienda realizar una cortada SE en el Nv. 2300 (Consuelo) desde la galería S, con dirección N97° distancia 210 m. para cortar veta Lola según información de los taladros diamantinos.
- A partir de la cortada SE en el Nv. 2300 (Consuelo), se recomienda realizar una cortada de 150 m. con dirección N110° como labor de posicionamiento, al tope se debe realizar una cámara diamantina, para ejecutar perforaciones diamantinas a niveles inferiores al Nv. 2300.
- A partir de la cortada SE del Nv. 2300 (Consuelo), una vez cortando veta Lola se recomienda realizar galerías y chimeneas de exploración al sur y norte.

**BIBLIOGRAFIA.**

1. Alldrick, D. (1996). Quartz veins 101. Selected British Columbia Mineral Deposit Profiles, Volumen 2 Metallic Deposits (Editors, British Columbia Ministry of Employment and Investment) Open File 1996-13, Pág. 53-56.
2. Afther, C. (1985). Paragénesis y Zonación.
3. Bateman, A. (1982). Yacimientos minerales de Rendimiento Económico, Editorial Omega, Barcelona, España 5º edición, 987 pág.
4. Belousov, V. (1974). Geología Estructural. Editorial MIR. Moscú. 305 pág.
5. Benavides, V., 1956, Cretaceous System in Northern Peru: American Museum of Natural History Bulletin, v. 108, pág. 352-494.
6. Cavanagh, J. and Groves et al., 1998, M. Las Minas del Perú. The Peru Report's Mines and Miners in Perú. Perú Reporting Servicios Editoriales S.R.L. Lima.
7. Castroviejo R. (2007) “introducción al estudio de los recursos minerales”.
8. Chávez, J. (1990). Estudio geológico de la veta La Lima en el segmento Norte del Batolito de Pataz, Mineralogía aurífera asociada: Lima, U.N.M.S.M. Tesis para obtener el grado de ingeniero: pág. 124
9. Corbett, G. y Leach, T. (1998). Southwest Pacific Rim Gold-Copper Systems: Structure, Alteration, and Mineralization. Society of Economic Geologist, Special Publication Number 6, 237 pág.
10. Cueva, F. (1987). Geología General y Económica del Distrito de Pataz – La Libertad; Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú.
11. Dana E. (1976). Tratado de Mineralogía. Editorial Continental. S.A.
12. Daigneault, R., Guha, J., Trembley, E., Lavoie, J. (2003). Estudio Estructural de las Vetas Mercedes y Consuelo, Université du Québec à Chicoutimi, Canadá.
13. Dávila B. (2006). Diccionario Geológico. Talleres Gráficos Full Graphic. Lima.
14. Geology Economic, Alteration and  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  Geochronology; Vol. 99, pp. 73-112
15. Haeberlin, Y. (2001). Marco estructural de los depósitos orogénicos de oro: Reporte no publicado de Cia. Minera Poderosa, v. 1, pág. 17.

16. Haeberlin, Y. (2002). Geological and Structural Setting, Age, and Geochemistry of the Orogenic Gold Deposits at the Pataz Province, Eastern Andean Cordillera, Peru; Section des Sciences de la Terre, Université de Genève, Suisse.
17. Haeberlin, Y., Moritz, R., Fontbotè, L., Cosca, M. (2004). Carboniferous Orogenic Gold Deposits at Pataz, Eastern Cordillera, Perú: Geological and structural Framework, Paragenesis.
18. Huang, W. (1991). Petrología. Editorial UTEHA. México. 1ra. Edición en español. 567 pág.
19. INGEMMET, Geología de los cuadrángulos de Pataz, INGEMMET, Boletín N° A9.
20. INGEMMET, (1995). Geología del Perú, INGEMMET, Boletín N° 55.
21. INGEMMET, (2003), Compendio de Yacimientos Minerales del Perú, INGEMMET. Lima-Perú, pág. 437 – 340.
22. Krumbein-Sloss (1969). Estratigrafía y Sedimentación. Editorial UTEHA. 1ra. Edición en español. México. 778 pág.
23. Macfarlane, A.W., Tosdal, R. M., Vidal, C. E., Paredes, J. (1999). Geologic and Isotopic Constraints on the Age and Origin of Auriferous Quartz Veins in the Parcoy Mining district, Pataz, Peru, Cap. 8; Section des Sciences de la Terre, Université de Genève, Suisse.
24. Miranda, C., (1983). Informe geológico Cia. Minera Poderosa, Informe Privado de Cia. Minera Poderosa: Lima, pág. 75.
25. Ore C. (2006). Caracterización y rol de las fallas (E-W) secantes en la mineralización aurífera filoneana del batolito de Pataz, Perú.
26. Paredes J. (2000). Las Mineralizaciones de oro mesotermal en el Greenstone Belt Cordillera Oriental de los Andes Nor.-Orientales del Perú, resultado de un dispositivo de convergencia de tectónica tardi-paleozoica, X Congreso Peruano de Geología, publicación Nro. 2: 86.
27. Sibson, R.; Robert, F.; Poulsen, K. (1988). High-angle reverse faults, fluid-pressure cycling and mesothermal gold-quartz deposits. *Geology*, Vol. 16, 551-555.
28. Steinmuller, K. (2000). Depósitos metálicos en el Perú, su metalogenia, sus modelos, su exploración y el medio ambiente. Editado por INGEMMET. LIMA. 123 pág.

29. Schreiber, D.W. (1989). Las Vetas Auríferas de Pataz y su Génesis en el Marco de la Evolución Geológica de la Cordillera Oriental del Norte del Perú; Mineralogisch – Petrographisches Institut, Heidelberg, Alemania.
30. Valera J. (1987). Geología de los Depósitos de Minerales Metálicos, pág. 382-446.
31. Zhang Y., Hobbs B.E., Ord A., Barnicoat A., Zhao C., Walshe J.L. and Lin G. (2003). The influence of faulting on host-rock permeability, fluid flow and ore genesis of gold deposits.
32. Wilson, J. J. y Reyes, L. (1964): geología del cuadrángulo de Pataz. Bol. INGEMMET, 9, Lima, 88p.
33. Villanes C. (2006). Informe geológico de CMPSA. Informe privado de CMPSA.

#### **WEBGRAFÍA.**

1. [www.perforacionesdiamantinas.com](http://www.perforacionesdiamantinas.com).



# ANEXO

## Mapas

- 01: Mapa Geológico Regional de Pataz.
- 02: Mapa Geológico Estructural RegionalL.
- 03: Mapa Ubicación de Muestras.
- 04: Mapa Estructural Local.
- 05: Mapa Estructural Local – Oreshoot.
- 06: Mapa Geologico CH 2400 Nv. 2730. Sistema de Fallas Inversas.
- 07: Mapa Geologico Nv. 2675 CH 2370. Sistema de Fallas Normales.
- 08: Mapa geologico Nv. 2600. 3 Lazos de Veta Afectado por una Falla Inversa.
- 09: Mapa geologico local Sección NE-SW 01.
- 10: Mapa geologico local Sección NE-SW 02.