

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



**MODELO GEOMÉTRICO Y CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES
DEL SISTEMA DE VETAS DE ALTO ÁNGULO AL NORTE DEL
BATOLITO DE PATAZ MINA PODEROSA, LA LIBERTAD - PERÚ.**

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

Presentado por:

Bach. Roy Edinson Coba Terán

Asesor:

Dr. Ing. Alejandro Claudio Lagos Manrique

Cajamarca 2017

AGRADECIMIENTO

Mi especial agradecimiento a mi asesor de tesis el Ing. Alejandro Lagos Manrique por su paciencia, disposición y apoyo incondicional en mi formación y superación personal, de igual forma a todos los docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geológica de mi alma Mater Universidad Nacional de Cajamarca por los años invertidos en mi formación profesional.

Agradezco a Compañía Minera Poderosa S. A. en nombre del Ing. Marcelo Santillana Salas, Gerente General, Ing. Fausto Cueva Superintendente de Geología, que me dieron la oportunidad de desempeñar mi labor como Geólogo y poder desarrollarme profesionalmente, así como permitir realizar mi tesis de grado producto de los resultados obtenidos en estos 3 años y medio.

Al Doctor Carlos Oré Sánchez jefe de Geología, por sus enseñanzas profesionales, disposición personal y apoyo inmensurable en la realización de este estudio.

DEDICATORIA

A mi difunto padre (Adolfo), mil gracias papá por ser mi héroe, motivación y orgullo, a mis dos amadas madres (María y Rocío) y a mi adorada Esposa (Chris) por su apoyo incondicional, finalmente dedico este trabajo muy especialmente a mi mejor yacimiento encontrado (Reichell) mi hija amada.

RESUMEN

El Batolito de Pataz es un cuerpo intrusivo de forma alargada (>20 km) y está compuesto de granodiorita, diorita y monzogranito emplazado en la Cordillera Nororiental de los Andes peruanos. De acuerdo con la literatura, varios eventos magmáticos han afectado a la región desde el Paleozoico hasta el Cenozoico. Sin embargo, la edad de la mineralización es restringida al seccionamiento que sufren las vetas por los numerosos diques de edades post - carboníferos. El origen de la mineralización permanece en debate entre un modelo orogénico y de afiliación intrusiva. El objetivo principal de esta tesis es establecer un modelo Geométrico, mineralización y características estructurales de vetas de alto y bajo ángulo. La mayoría de las vetas muestran una dirección NO-SE con un buzamiento al NE. Sin embargo, en esta Tesis se muestra otras vetas que tienen orientaciones cercanas a O-E con inclinaciones hacia el norte y son económicamente rentables. A nivel de distrito, el espesor de las vetas varía desde unos pocos centímetros hasta más de 6 m. Las porciones más voluminosas y ricas en Au se consideran como los « ore shoots ». Las vetas han registrado hasta cuatro generaciones de cuarzo con sulfuros, y la proporción de sulfuros varía de menor a 1% (trazas) hasta un 80%. La pirita es el sulfuro dominante con menores cantidades de esfalerita, galena y arsenopirita. Fueron individualizados dos tipos de piritas: pirita de grano fino (cristales menores a un milímetro) que su presencia se limita a los vectores mineralizados y pirita de grano gruesa (cristales mayores a un milímetro) que corresponde a la primera fase. Otros minerales como la calcopirita y sulfosales de cobre como calcantita, están presentes en trazas. El oro visible es común a partir de 1 milímetro y esta presenta como eléctrum con 80% Oro y 20% Plata.

PALABRAS CLAVES

Sistema de Vetas, Mineralización, Características Estructurales, Modelo Geométrico.

ABSTRACT

The Batolito de Pataz is an intrusive body with an elongated shape (> 20 km) and is composed of granodiorite, diorite and monzogranite located in the northeastern Cordillera of the Peruvian Andes. According to the literature, several magmatic events have affected the region from the Paleozoic to the Cenozoic. However, the age of the mineralization is restricted to the sectioning suffered by the veins by the numerous dams of post - carboniferous ages. The origin of the mineralization remains in debate between an orogenic model and intrusive affiliation. The main objective of this thesis is to establish a Geometric model, mineralization and structural features of high and low Angle veins. Most veins show a NW-SE direction with a NE-dip. However, this thesis shows other veins that have orientations close to W-E with inclinations towards the north and are economically profitable. At the district level, the thickness of the veins ranges from a few centimeters to more than 6 m. The larger and richer portions of Au are considered as the "ore shoots". Veins have recorded up to four generations of quartz with sulphides, and the proportion of sulphides varies from less than 1% (traces) to 80%. Pyrite is the dominant sulfide with lower amounts of sphalerite, galena and arsenopyrite. Two types of pyrite were identified: fine pyrite whose presence is limited to the mineralized vectors and coarse pyrite corresponding to the first phase. Other minerals such as chalcopyrite and sulfosalt with Calcantita are present in trace amounts. Visible gold is common also 1 millimeter and is also presented as electrum with 80% Oro and 20% Silver.

KEY WORDS

System of Veins, Mineralization, Structural Characteristics, Geometric Model.

ÍNDICE

	Pág.
AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
RESUMEN	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABLAS E ILUSTRACIONES	xvii

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
DELIMITACIÓN	2
JUSTIFICACIÓN	3
OBJETIVOS	3
General	
Específicos	
CONTENIDO DE LOS CAPÍTULOS	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.- ANTECEDENTES

A.- GEOLOGÍA REGIONAL	4
------------------------------------	----------

• Precámbrico	5	
Complejo del Marañon		
• Paleozoico inferior	5	
Formación Contaya		
• Paleozoico superior	6	
Grupo Ambo		
Volcánicos		
Grupo Mitu		
• Triásico – Jurásico	7	
Grupo Pucará		
• Cretáceo	8	
Grupo Goyllarisquizga		
Formación Crisnejas		
Formación Chota		
		Pág.
• Depósitos Cuaternarios		8

2.2.- BASES TEÓRICAS

2.2.1.- Geología de la Mineralización y El Batolito de Pataz como Roca Huésped..... 10

A.- Geología de la Mineralización.....	10
A. Teorías existentes relativas al problema de investigación.....	10
B.- El Batolito de Pataz como Roca Huésped.....	12
C.- Caracterización Petrográfica Y Geoquímica.....	14
B. Rocas Intrusivas	14
D.- Características Estructurales.....	17
E.- Alteración Hidrotermal.....	17
2.3.- DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	21

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.- ASPECTOS FISIOGRAFICOS.....	25
3.1.1.- Ubicación del área de Investigación.....	25
3.1.2.- Accesibilidad	25
3.1.3.- Clima	27
3.1.4.- Geomorfología	27
3.1.5.- Recursos Naturales	29
3.2.- MÉTODOLOGIA DE LA INVESTIGACION - SISTEMA DE VETAS EN LA ZONA SUR - MINERA PODEROSA	30
3.2.1.- Análisis Geológico De La Franja Estructural Oeste.....	30
3.2.2.- Yacimiento Mineral En Minera Poderosa, Pataz-Peru.....	31
P	
ág.	
3.3.- MINERA PODEROSA	34
3.3.1.- GENERALIDADES	34
A. Dimensiones	34
B. Operación Mina	36
3.3.2.- EXPLORACIONES	36
A.- Objetivo	36
3.3.3.- EXPLORACIÓN EN LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN - MARÍA.....	SANTA 39

3.4.- ESTRUCTURAS MINERALIZADAS - UEA STA MARÍA.....	41
3.4.1.- Generalidades	41
3.4.2.- VETAS QUE CONFORMAN EL SISTEMA.....	44
A.- VETA SAN FRANCISCO.....	44
B.- VETA CRISTINA	46
C.- VETA JULIE	48
D.- VETA GUADALUPE.....	50
E.- VETA BRIANA	52
F.- VETA VIRGINIA.....	54
G.- VETA SAMY	56
3.5.- CONTROLES DE MINERALIZACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS MINERALIZADAS	58

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

SISTEMA DE VETAS DE ALTO Y BAJO ÁNGULO EN MINERA PODEROSA

4.1.- SISTEMA DE VETAS DE ALTO ÁNGULO GUADALUPE.....	Pág. 59
4.1.1.- Generalidades	59
4.1.2.- Controles de Mineralización.....	61
A.- Control Estructural	61
B.- Control Litológico	63

C.- Control Mineralógico	63
4.1.3.- Síntesis	65
4.2.- SISTEMA DE VETAS DE BAJO ÁNGULO SAMY.....	71
4.2.1.- Generalidades	71
4.2.2.- Controles de Mineralización.....	74
A.- Control Estructural	74
B.- Control Litológico	76
C.- Control Mineralógico	76
4.2.3.-Síntesis	78
4.3.- CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DEL SISTEMA DE VETAS DE ALTO Y BAJO ÁNGULO EN COMPAÑÍA DE MINAS PODEROSA.....	83
4.3.1.- Sistema de fallas NNO-SSE (ANDINO)	
4.3.2.- Sistema de fallas NO – SE (Pre Mineralización de bajo Ángulo)	
4.3.3.- Sistema de fallas NO-SE (Alto Ángulo)	
4.3.4.- Sistema de fallas NE – SO	
4.3.5.- Sistema de fallas E – O	
Pág.	
4.4.- MODELO GEOMÉTRICO	86
4.4.1.- Vetas Tabulares	86
4.4.2.- Superposición de vetas	88
4.4.3.- Huso Estructural	90
4.5.- ANÁLISIS MINERALÓGICO.....	92
4.5.1.- Ocurrencia del Oro en las vetas estudiadas	
4.6.- PARAGÉNESIS GENERALIZADA.....	101

4.7.- ANÁLISIS INTEGRAL E INTERPRETACIÓN FINAL.....	106
4.8.- CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	107

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.- CONCLUSIONES	108
5.2.- RECOMENDACIONES	109
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110
ANEXOS.....	114

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Fig.2.1.- Mapa Geológico regional de la zona de Pataz, mostrando las principales unidades litológicas y asientos mineros (Oré 2006).....	4
Fig.2.2.- Leyenda de la Fig. 2.1, donde se puede apreciar las diferentes unidades geológicas(Oré 2006).....	4

Fig.2.3.- Columna Lito-Estratigrafica de la Region Pataz , (fuente: Cuadrangulo de Pataz – Ingemmet, modificado por H. alvarez – 2010).....	9
Fig.2.4.- Diagrama de clasificación Streckeisen.....	16
Fig. 2.5.- Ubicación del análisis de muestras según el diagrama de Streickeisen para el Batolito de Pataz.....	16
Fig 3.1.- Mapa de Ubicación y accesibilidad – CIA PODEROSA.....	26
Fig.3.2.- Plano Geomorfologico donde se muestra la única unidad geomorfológica dominante en la zona (Valles Escarpados). (C. Ore 2006_pag 31).....	28
Fig. 3.2.a .- A.- Vista aérea en google Earth de la zona de estudio, donde se puede apreciar el detalle de los valles escarpados. B.- Imagen 3D de pendientes.....	28
Fig.3.3.- Ubicación Regional Unidades Organizativas con fines administrativos de acuerdo a la ubicación y acceso que incluyen las propiedades de exploración y prospección.....	35
	Pág.
Fig 3.4.- Proyectos de Exploración para el 2015 Unidad de Producción Santa María (Plan anual 2016).....	42
Fig 3.5.- Imagen aérea Google Earth, en la cual se puede apreciar la Ubicación de la zona de estudio al margen Derecho del Rio Marañón, en la Unidad Economica Administrativa SANTA MARIA – MINERA PODEROSA.	43

Fig 3.5.a.- Plano topográfico de la Unidad Económica Administrativa SANTA MARIA - MINA PODEROSA, con el detalle de las diferentes vetas que aquí se exploran y explotan.....	43
Fig 3.6.- Veta San Francisco, A.- Ubicación de Veta San Francisco en el Nv 2120 al SW del Sistema de vetas en Santa María; B.- Detalle Geológico de La GL SE 1 Nv 2120 Veta San Francisco, C.- Fotografía de muestra de mano Veta San Francisco.....	45
Fig 3.7.- Veta CRISTINA, A.- Ubicación de Veta Cristina en el Nv 2260 al SW del Sistema de vetas en Santa María; B.- Detalle Geológico de La GL SE Nv 2260 Veta Cristina, C.- Fotografía de muestra de mano Veta Cristina.....	47
Fig 3.8.- Veta JULIE, A.- Ubicación de Veta Julie en el Nv 2410 al NE del Sistema de vetas en Santa María; B.- Detalle Geológico de La GL NW Nv 2410 Veta Julie, C.- Fotografía de muestra de mano Veta Julie.....	49
Fig 3.9.- Veta GUADALUPE A.- Ubicación de Veta Guadalupe en el Nv 2520 al NE del Sistema de vetas en Santa María; B.- Detalle Geológico de La GL E-2 y GL W-5 en el Nv 2520 Veta Guadalupe, C.- Fotografía de muestra de mano Veta Guadalupe.....	51
	Pág.
Fig 3.10.- Veta BRIANA, A.- Ubicación de Veta Briana en el Nv 2410 al NNE del Sistema de vetas en Santa María; B.- Detalle Geológico de La GL SE Nv 2410 Veta Briana, C.- Fotografía de muestra de mano Veta Briana.....	53
Fig 3.11.- Veta VIRGINIA A.- Ubicación de Veta Virginia en el Nv 2520 al centro del Sistema de vetas en Santa María; B.- Detalle Geológico de La GL NW – 3 en el Nv 2520 Veta Virginia.....	55

Fig 3.12.- Veta SAMY, A.- Ubicación de Veta Samy en el Nv 2670 al NE del Sistema de vetas en Santa María; B.- Detalle Geológico de La GL NW 1 Nv 2670 Veta Samy, C.- Fotografía de muestra de mano Veta Samy.....	57
Fig 4.1.- Veta GUADALUPE, localizada en el sector NE del sistema de Vetas en UEA Sta. María, 7050 metros de longitud explorada, desarrollada y actualmente en operación. Reconocida desde el nivel 2400 hasta el Nivel 2800.....	60
Fig 4.2.- Veta GUADALUPE: A.- Control Estructural que afecta a GUADALUPE, al Este al Oeste y al Sur con fallas trasversales y longitudinales respectivamente. B.- Mapeo detallado sector Falla Este (Falla Guadalupe) de comportamiento trasversal e Inverso.....	62
	Pág.
Fig 4.3.- Fotografías de Veta Guadalupe; A.- Veta Guadalupe en Nv 2520 Labor Galería Oeste 5 (GL_W5), se aprecia una Veta de Cuarzo (Qz) de textura bandeada o lineal con bandas y venillas de Sulfuros como Pirita (Py), Esfalerita (Ef) y Galena (Gn) puntualmente, Alteración gradacional al Piso Cuarzo Sericita Pirita (Qz-Serc Py), Alteración Filica (Fil) y alteración Propilítica (Prop) respectivamente, marcada al Techo con alteración Propilitica en una roca Caja Diorita, y B.- Muestra de mano para estudios microscópicos al igual que in situ se observa el venilleo o lineamiento de los sulfuros e incluso el Cuarzo y puntualmente pequeños Parches de sulfuros. C.- Granos de oro nativo en fracturas de la Pirita (py), esfalerita (ef), en porosidad de la arsenopirita (apy) y en contacto con la esfalerita, Galena (gn) así como en el borde de la esfalerita y en contacto con la ganga (1, 2, 3, 4, 5, 6).....	64

Fig 4.4.- Detalle del Muestreo sistemático que se realiza en las labores subterráneas en interior mina, Galerías, Chimeneas, subniveles y Tajos, de las cuales, se determina su ley y potencia para poder realizar el Ore Control y estimación del Yacimiento..... 67

Fig 4.5.- En el grafico se muestra que la mayor cubicación está relacionado a las fallas transversales. Guadalupe a la fecha tiene una reserva estimada 117 123 Oz Au, en una área de 36 047 m² con una LEY_SD = 41.31 gr Au/TM; una POT_DIL = 1.36 m y un TON_DIL = 136 680 TMS..... 68

Fig 4.6.- En la imagen de Estimación se puede apreciar la relación de Ore Shots a las fallas transversales alojándose mayor concentración de mineral en zonas de debilidad o fracturamiento, trampas estructurales..... 69

Pág.

Fig 4.7.- Veta GUADALUPE: Sección Trasversal con vista al Oeste de Veta Guadalupe, en la cual se observa una veta angosta entre 1.5 y 0.5 metros y con un Angulo de buzamiento que varía levemente entre 55° - 60° NE. En el detalle podemos observar

que existen zonas de bonanza donde el contenido de sulfuros llega hasta 65 %..... 70

Fig 4.8.- Veta GUADALUPE, localizada en el sector NE del sistema de Vetas en UEA Sta. María, 7050 metros de longitud explorada, desarrollada y actualmente en operación. Reconocida desde el nivel 2400 hasta el Nivel 2800..... 73

Fig 4.9.- Veta SAMY: A.- Control Estructural que afecta a SAMY, al Este al Oeste y al Sur con fallas transversales y longitudinales respectivamente. B.- Mapeo detallado sector Falla Este (Falla Guadalupe) de comportamiento transversal e Inverso..... 75

Fig 4.10.- Fotografías de Veta SAMY; **A.-** Veta SAMY en Nv 2670 Labor Galería Sur Este (GL_SE), se aprecia una Veta de Cuarzo (Qz) de textura Brechada con bandas y parches de Sulfuros como Pirita (Py), Galena (Gn) y puntualmente Esfalerita (Ef), Alteración gradacional al Piso Cuarzo Sericita Pirita (Qz-Serc Py), Alteración Filica (Fil) y alteración Propilítica (Prop) respectivamente, marcada al Techo con alteración Propilitica en una roca Caja Diorita, **B.-** Muestra de mano para estudios microscópicos al igual que in situ se observa bandas de sulfuros Py, Pachs de Gn y Sph, cuarzo brechado e incluso. **C.-** Granos de oro nativo en fracturas de la Pirita (py), esfalerita (ef), en porosidad de la arsenopirita (apy) y en contacto con la esfalerita, Galena (gn) así como en el borde de la esfalerita y en contacto con la ganga (1, 2, 3, 4, 5, 6)..... 77

Pág.

Fig 4.11.- En el grafico se muestra la Cubicación a la fecha desde los niveles 2410 hasta el Nivel 2820 obtenido en la veta Samy. Samy a la fecha tiene una reserva estimada 213 483.00 Oz Au, en una área de 60 703.00 m² con una LEY_SD = 31.48 gr

Au/TM; una POT_DIL = 1.90 m y un TON_DIL = 318 663.00
TMS..... 80

Fig 4.12.- En la imagen de Estimación se puede apreciar la relación de Ore Shots a las fallas transversales alojándose mayor concentración de mineral en zonas de debilidad o fracturamiento, o las llamadas trampas estructurales..... 81

Fig 4.13.- Sección transversal Veta SAMY con vista al Oeste en la cual se observa una veta angosta que varia entre 1.00 m y 4.5m en zonas de superposición, con ángulo de buzamiento menor a 35° NE, en la sección se puede apreciar dos fallas una normal al SUR y una inversa al NORTE, ambas de despazamiento menor a 50 metros..... 82

Fig 4.14.- En este grafico podemos observar la evolución estructural que ha tenido el Batolito de Pataz a travez de su historia. **A.-** La cordillera de los andes ha sido sometido a esfuerzos comprensionales originando fallas Inversa de rumbo andino NNW. **B.-** El batolito de Pataz se intruye aprovechando la dinámica tectónica del momento, **C.-** Una vez intruido el Batolito es sometido a esfuerzo originales de tectónica y queda fracturado. **D.-** dinámica de fluidos en la migración de mineral aprovechando las fallas y fracturas pre mineral, se puede observar que existen zonas de acumulación de mineral u Ore Shot, que normalmente están relacionados a la intercepción de falla E_W (1)..... 85

- Fig 4.15.-** Fotografía que muestra a una veta tabular controlada por falla al piso y el techo de la estructura, el relleno de Veta está compuesto por Cuarzo (Qz), Sílice gris (SGs) y Pirita (Py), la mineralización es de tipo comprensional de textura lineal o venillas debido al poco espacio para desarrollarse, pero con buen contenido de ley de Oro saturado en ese espacio reducido, por ello se observa una fuerte alteración filica en los contactos. **B.-** Se puede apreciar una veta delgada y continua más o menos 0.5 m de potencia de veta con ley promedio de 20 gr Au/TM, se observa contenido de sulfuros de hasta 25% 87
- Fig 4.16.-** Veta Guadalupe que se muestra tipo veta tabular controlada por fallas al piso y al techo se puede observar localmente alguna superposición pero en su mayor trayectoria es geoméricamente tabular..... 87
- Fig 4.17.- A.-**Fotografía que muestra a una veta tabular (GUADALUPE), Afectada por falla longitudinal Inversa que superpone a la veta original formando una geometría tipo superposición de veta.. **B.-** En esta fotografía también se observa la superposición por reactivación de falla longitudinal originando que una misma veta esté superpuesta y genere una potencia mayor, también se aprecia que la falla original se soldo quedando remanentes de planos de falla dentro de la estructura. **C.-** en este grafico se observa a las Vetas Samy y Guadalupe cerca a la falla Trasversal Guadalupe y es allí donde existe un fuerte craquelamiento y/o Actividad estrutural originando mayor emplazamiento de sulfuros y Ley de Oro. Se puede apreciar una veta que llega hasta los 4.5 m de potencia y con ley promedio de 35 gr Au/TM, se observa contenido de sulfuros de hasta 55%..... 89

Fig 4.18.- Fotografía que muestra a una veta de bajo Angulo y desarrollada en un espacio extensional, se puede observar venillas tipo stok work, brechas y Parches de Sulfuro masivo **B.-** En esta fotografía también se observa Samy en una zona donde abunda las bandas de sulfuros masivo llegando hasta el 85%, se observa la textura brechada y una geometría tipo huso estructural. **C.-** En este grafico se observa a la Veta Samy en una zona muy disturbada estructuralmente y de bajo ángulo, es aquí donde la veta tiene todo el espacio para desarrollarse y forma una Geometría tipo HUSO ESTRUTURAL y además SUPERPOSICIÓN; la Potencia está compuesta por lazos que varía entre 2 - 3.5 m y en zonas tabulares el promedio es de 1.50m, la ley fluctua entre 20 – 250 gr Au/ TM . **D, E.-** En la foto D se aprecia las venillas al piso de alteración Cuarzo – Sericita (Qz Serc Py) y la textura brechada de inyección de Esfalerita rubia rellenando espacios de Pirita Py **(E)**.....

91

Fig 4.19.- Granos de oro nativo en fracturas de la esfalerita (ef). **N°2**), Grano de oro en porosidad de la arsenopirita (apy) y en contacto con la esfalerita (ef). **N°3**), Grano de oro asociado a la galena (gn) y en fractura de la arsenopirita (apy). **N°4**), Grano de oro asociado a la esfalerita en el contacto de la arsenopirita y ganga (GGs). **N°5**), Grano de oro asociado a la galena, a la cual remplaza, en el contacto entre la ganga y la arsenopirita. **N°6**), Grano de oro en el borde de la esfalerita y en contacto con la ganga. La escala es para todas las fotos.(Ing. Alberto Aranda_2016).....

99

Fig 4.20.- En la foto podemos apreciar dos granos mixtos compuestos por calcopirita (cp) galena (gn) y oro y el otro solo por calcopirita y galena, ambos en porosidades de la esfalerita (ef). **N°8**), Grano mixto de galena, esfalerita y cobres grises (CGRs). La galena remplaza al cobre gris y la esfalerita es remplazada por el cobre gris. **N° 9**). Fractura en la arsenopirita y pirita rellena por galena. **N°10**), Oro en porosidades de la pirita (py). Las porosidades están relacionadas a microfracturas en la pirita. La escala es para todas las fotos...

100

Fig 4.21.- Schreiber, D. W.; Fontbote, L. y Lochmann, D. (1990) plantean una paragénesis en su estudio basada en 2 escenarios una face Post sulfuros y una de oxidación al final. Escenario 1.- Fuerte fracturamiento, Pirita y Arsenopirita al final. Ecenacio 2.- inyección de sulfuros base como Galena, Esfalerita, Menor Calcopirita y Oro nativo e eletrum, depositadas en pequeñas fracturas de la Pirita. Fase 3.- Post sulfuros con inyección de carbonatos y el Cuarto y último evento basado en la Oxidación de todo el sistema y presencia de limonita.....

101

Fig 4.22.- Heberlin (2004) plantea una paragénesis un poco más detalla que sus predecesores incluyendo más minerales, el muestra 3 Escenarios una fase temprana y una supergena al final. En la face temprana incluye la depositacion de Cuarzo Blanco o lechoso y wolframio, el Escenario 1 y 2 al igual que la paragénesis de Scheirber (1990) muestra una inyección de Pirita y Arsenopirita al inicio y luego sulfuros como galena esfalerita y oro al final, en el tercer escenario incluido acá el sistema es inyectado por Carbonatos y un Cuarzo blanco, al final de todo el sistema sierra con la oxidación y más carbonatos.....

102

	Pág.
Fig 4.23.- Witt (2015) muestra la misma paragénesis que Haeberlin(2004) pero con gráficos más explicativos.....	103
Fig 4.24.- F. Voute (2015) muestra la misma paragénesis que Haeberlin(2004) e incluye el Oro desde el Escenario 1, pero como mineral asociado a la estructura atómica.....	104
Fig 4.25. Voute (2015) a través de ensayos microscópicos en la Universidad de Australia muestra que el Oro está presente desde el primer escenario y va incrementando hasta el segundo escenario, también se observa que en el escenario 1 la pirita es rica en Zinc y al final del primer escenario es rico en Arsenio y se convierte en una arsenopirita.....	105

ÍNDICE DE TABLAS E ILUSTRACIONES

	Pág.
Tabla 3.1.- Objetivos de Exploración 2016 (Plan anual 2016).....	36
Tabla 3.2.- Objetivos de Exploración por UP 2016 (Plan anual 2016).....	37
Tabla 3.3.- Programa de Labores de Desarrollo y Posición (Plan anual 2016).....	39
Tabla 3.4.- Programa de Labores de Desarrollo y Posición (Plan anual 2016).....	40
Ilustración 3.1.- Evolución de Recursos Minerales por certeza y Año (Plan anual 2016).....	37
Ilustración 3.2 Esquema del Programa de Exploraciones Consolidado (UP Maraón y UP Santa María) (Plan anual 2016).....	38
Ilustración 3.3.- Esquema del Programa de Exploraciones Unidad de producción Santa María (Plan anual 2016).....	40
Ilustración 4.1.- Se muestra la distribución del Oro en porosidades, considerando todas las estructuras. El Oro menor a 20 micras representa el 47.7% areal. Hay mucho grano de oro fino, mayormente como relleno de porosidades. De este porcentaje un 10% está debajo de las 10 micras.....	94

	Pág.
Ilustración 4.2.- En este gráfico se muestra el total del Oro por tamaños como relleno de las fracturas. Se puede apreciar que predomina el oro menor a 20 micras con el 68.41% areal. Este oro no es problema ya que por estar en fracturas es fácil de liberarse.....	94
Ilustración 4.3.- El Oro asociado a sulfuros depositados en fracturas de la pirita, ocurre mayormente en tamaños mayores a 80 micras, lo que representa el 77.61% areal.....	95
Ilustración 4.4.- El Oro diseminado en la ganga, ocurre mayormente como Oro grueso, con tamaños mayores a 80 micras (58.44% areal). El oro menor a 20 micras solo representa el 9.34% areal.....	95
Ilustración 4.5.- La distribución del Oro – Electrum, por tamaños, considerando todas las estructuras, predomina en tamaños mayores a 80 micras, con un 71.85% areal. Observar que el oro menor a 20 micras solo representa el 6.57% areal.....	96
Ilustración 4.6.- En este gráfico se puede ver que el Oro – Electrum – Sulfuros , asociados a fracturas en la pirita representan el 84.96% del total de Oro-Electrum en las estructuras. También es importante observar que el Oro – Electrum en porosidades de la pirita representa solamente el 4.19% areal.....	96

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El proyecto de tesis plantea el estudio del Modelo Geométrico, Mineralización y Características Estructurales del sistema de Vetas de alto ángulo al norte del Batolito de Pataz-Mina Poderosa con la finalidad de establecer guías de exploración en la búsqueda de nuevas estructuras mineralizadas, mejorar la estimación de recursos minerales y determinar el mejor método de minado.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Batolito de Pataz comprende más de 90 km de intrusión calcoalcalina que se extiende a lo largo de la Cordillera Oriental y el cual sirve como roca huésped principal de las vetas de oro.

Las vetas auríferas presentes en el Batolito de Pataz parece estar controlada por muchos factores como el campo de los esfuerzos regionales, la reología de las unidades, la anisotropía de sus fracturas, las fallas, diques, los contactos litológicos y los planos de estratificación para el caso de las rocas metamórficas.

Como resultado, la mineralización presenta Geometría, Extensión, Potencias y valores diferentes.

Heberlin (2000) propone sectores potenciales para la mineralización como son en zonas de cizallamiento de orientación N-S, en venas de extensión, en venas concordantes con la estratificación y en fallas regionales E-W.

Ore (2006) hace mención que los Ore shoots, clavos mineralizados en las vetas de orientación NNW - SSE se encuentran controlados por las anisotropías desarrolladas por las estructuras secantes; además estas estructuras favorecen la migración de fluidos mineralizantes, convirtiéndose en grandes zonas de debilidad donde la presión de fluidos puede expresarse con mayor facilidad.

Estas estructuras secantes que controlan la mineralización de las vetas hasta ahora conocidas en el Batolito de Pataz, también podrían ser o constituir un sistema principal de vetas económicas si se dan las condiciones necesarias.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Las estructuras mineralizadas de alto ángulo, secantes a la mineralización hasta ahora conocidas, pertenecen a un sistema principal de vetas económicas?

JUSTIFICACIÓN

Las vetas presentes en el Batolito de Pataz presentan una orientación preferente NNW las vetas en el yacimiento de Poderosa no se excluyen de este sistema, se tiene investigaciones de cada una de las vetas NNW, sus controles de mineralización, su geometría y su relación con la reología de la zona, pero aún no se cuenta con un estudio detallado del sistema mineralizado de vetas secantes y de alto ángulo que cortan todo el batolito y en el yacimiento de poderosa a la fecha se vienen explorando y explotando.

OBJETIVOS

General

Desarrollar el modelo geométrico y Características estructurales del sistema de Vetas de alto ángulo al norte del Batolito de Pataz Mina Poderosa, La Libertad – Perú

Específicos

- Proponer un control Estructural en el sistema de vetas de alto ángulo.
- Establecer las características geométricas de mineralización en el tipo de vetas de alto ángulo relacionadas a relleno de fallas.
- Caracterizar la forma y distribución de la mineralización (ore Shoot) en el sistema de vetas de alto ángulo.
- Proponer el control Geológico para este sistema de vetas.

- Cumplir el requisito para Obtener el Título de Ingeniero Geólogo.

CONTENIDO DE LOS CAPÍTULOS.

Capítulo II.- Se refiere al Marco Teórico y describe los antecedentes de investigación anterior y bases Teóricas.

Capítulo III.- Materiales y métodos aquí se describe la ubicación geográfica, metodología de la Investigación el sistema de vetas en Minera Poderosa, controles de mineralización.

Capítulo IV.- Análisis y discusión de resultados, sistema de vetas de alto y bajo ángulo, características estructurales, modelo geométrico, análisis mineralógico, paragénesis, análisis integral e interpretación final.

Capítulo V.- Conclusiones, recomendaciones y bibliografía.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1.- ANTECEDENTES

A. GEOLOGÍA 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 por los Geólogos de Compañía Minera Poderosa S.A. y los estudios de Wilson y Reyes (1964).

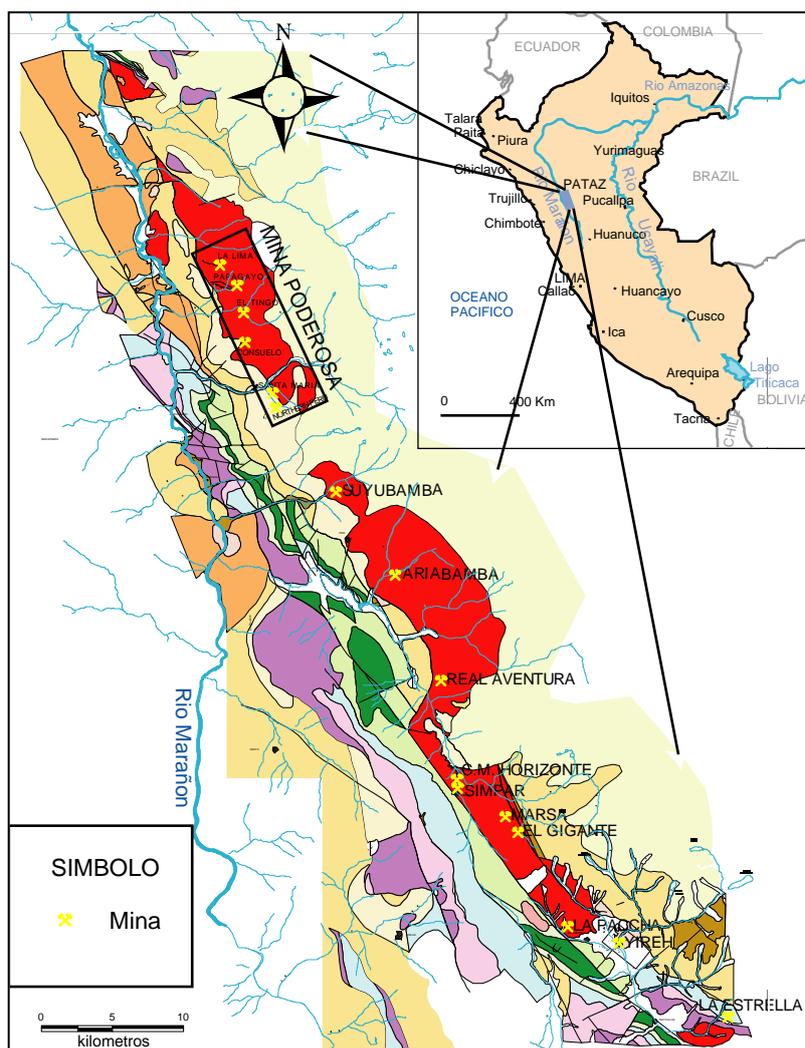


Fig.2.1.- Mapa Geológico de la región de Pataz, mostrando las principales unidades litológicas y asientos mineros (Oré 2006)

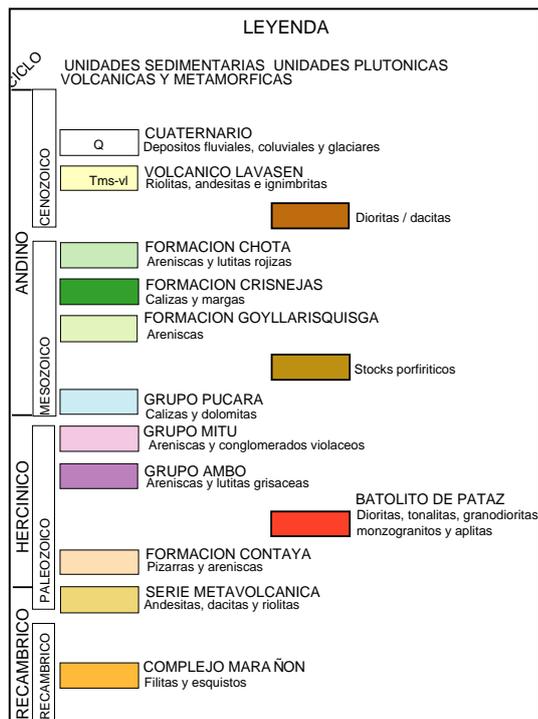


Fig.2.2.- Leyenda de la Fig. 2.1 mostrando las diferentes unidades Geológicas. (Oré 2006)

- **Precámbrico**

- **El Complejo del Marañón (Pe-cm)**

Está presente a lo largo del Valle del Río Marañón así como en la margen derecha del Río Llacuabamba – Parcoy. 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.

Mica esquistos, que yacen en el fondo del Complejo

Meta volcánicos.

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 KAr 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 metamorizadas durante la Orogenia Pampeana.

Asimismo, distintos análisis comparativos podrían determinar que el Complejo del Marañón constituye un “Greenstone belt” por las características petrológicas y de metamorfismo regional con unidades inferiores de material ultramáfico provenientes de zonas de obducción durante la separación del continente Pangea (Paredes J. 2000, la mineralización de oro mesotermal en el greenstone belt de los Andes Nor Orientales del Perú).

- **Paleozoico inferior**

- Formación Contaya (O-c)**

- De edad Ordovícica, 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, se pudo determinar una sucesión de cuarcitas masivas, areniscas oscuras, lutitas y en menor proporción calizas, la presencia de graptolites en la secuencia media y superior del Contaya indicaría una sedimentación profunda en la zona de estudio, las formaciones del paleozoico inferior están caracterizadas por un bajo grado de metamorfismo regional, aflora en la margen derecha de la quebrada Castillas. No se ha determinado en la región períodos de tiempo geológico para el Silúrico y el Devónico.

- **Paleozoico superior**

- Grupo Ambo (Ci-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 en la parte sur de la Mina de Parcoy (zona Mishito) con apariencia de “roof pendant” o “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. La distensión y la subsidencia al final del periodo generaron un volcanismo efusivo que se prolonga hasta el Pensylvaniano.

Volcánicos (CsP-v)

Presenta amplia distribución en las partes altas del área de estudio, al Este del Batolito se ven los afloramientos de los piroclastos y derrames volcánicos de composición riolítico a andesítico, de edad Carbonífero-Pérmico.

Grupo Mitu (Ps-m)

En el Pérmico superior se produce una intensa erosión de las áreas levantadas durante la Fase Tardihercínica, produciéndose el relleno de zonas negativas con secuencias de molasas rojas los cuales fueron transportados por agentes fluviales Este grupo se presenta como remanentes volcánicos compuestos principalmente por tufos y aglomerados riolíticos de edad Pérmico superior.

Aflora en la zona de Pilacones, Pampa Espino (Potacas), el color predominante es el rojo ladrillo. Este fracturamiento y vulcanismo caracteriza un régimen de distensión en todo el planeta a fines del Paleozoico y comienzos del Mesozoico.

- **Triásico – Jurásico**

Grupo Pucará (TrJi-p)

Producto de una sedimentación marina, está conformada por secuencias de calizas grises y carbonosas, con presencia de nódulos de chert, calizas intercaladas con lutitas, dolomitas, margas y areniscas calcáreas. Está conformado por 3 formaciones:

Formación Chambará (Tr-ch)

Es la secuencia inferior del Grupo Pucará, está conformada de calizas de color gris a gris oscura intercalada con calizas bituminosas, y calizas dolomíticas.

Formación Aramachay y Condorsinga (Ji-ar-c)

Estas secuencias se caracterizan por la presencia de niveles de Chert en la parte superior de las formaciones. En la zona de Patáz estas formaciones han sido motivo de intensas exploraciones en la búsqueda de Pórfidos o cuerpos de reemplazamientos obteniendo resultados satisfactorios en una primera etapa, sobre todo en la zona de Chilia, está claro que es un blanco anómalo aún por explorar.

- **Cretáceo**

Grupo Goyllarisquizga (Ki-g)

El Cretáceo en el Perú está bien desarrollado, muestra secuencias completas en el norte y centro del territorio, sin embargo en la zona de estudio los afloramientos no están bien reconocidos en todas sus formaciones, sus ejes de plegamiento se enrumban en un sistema común al sistema Andino. Se constituye de 4 formaciones diferenciadas en su litología y secuencia deposicional, Chimú, Santa, Carhuaz y Farrat

Formación Crisnejas (Ki – cr)

Litológicamente consiste de una secuencia de calizas, areniscas calcáreas y margas. El contacto inferior y superior están en discordancia erosional a las areniscas del Grupo Goyllarisquizga y sedimentos clásticos de la Formación Chota respectivamente. Se le asigna una edad de Albiano medio, aflora ampliamente en la zona Pampa Espino, en el cerro Piletas, al NE y SW de la zona de estudio.

Formación Chota (KsP – ch)

Está formado por una serie de cobertura de ambiente continental que aflora en el sector Este de la zona de estudio, como capas rojas compuestas por conglomerados, areniscas, lutitas y limolitas de color rojo intenso, yace en discordancia erosional a la Formación Crisnejas. Se le asigna una edad de Albiano medio, aflora ampliamente en la zona Pampa Espino, en el cerro Piletas, al NE y SW de la zona de estudio.

depósitos Cuaternarios (Qr – al)

Los depósitos acumulados en el Cuaternario son principalmente eluviales-coluviales y aluviales. Los depósitos eluviales y coluviales que están presentes en la zona, son productos de la descomposición de las rocas in-situ (principalmente las rocas de la Formación Chota).

Los depósitos aluviales están localizados en las quebradas y faldas de los cerros.

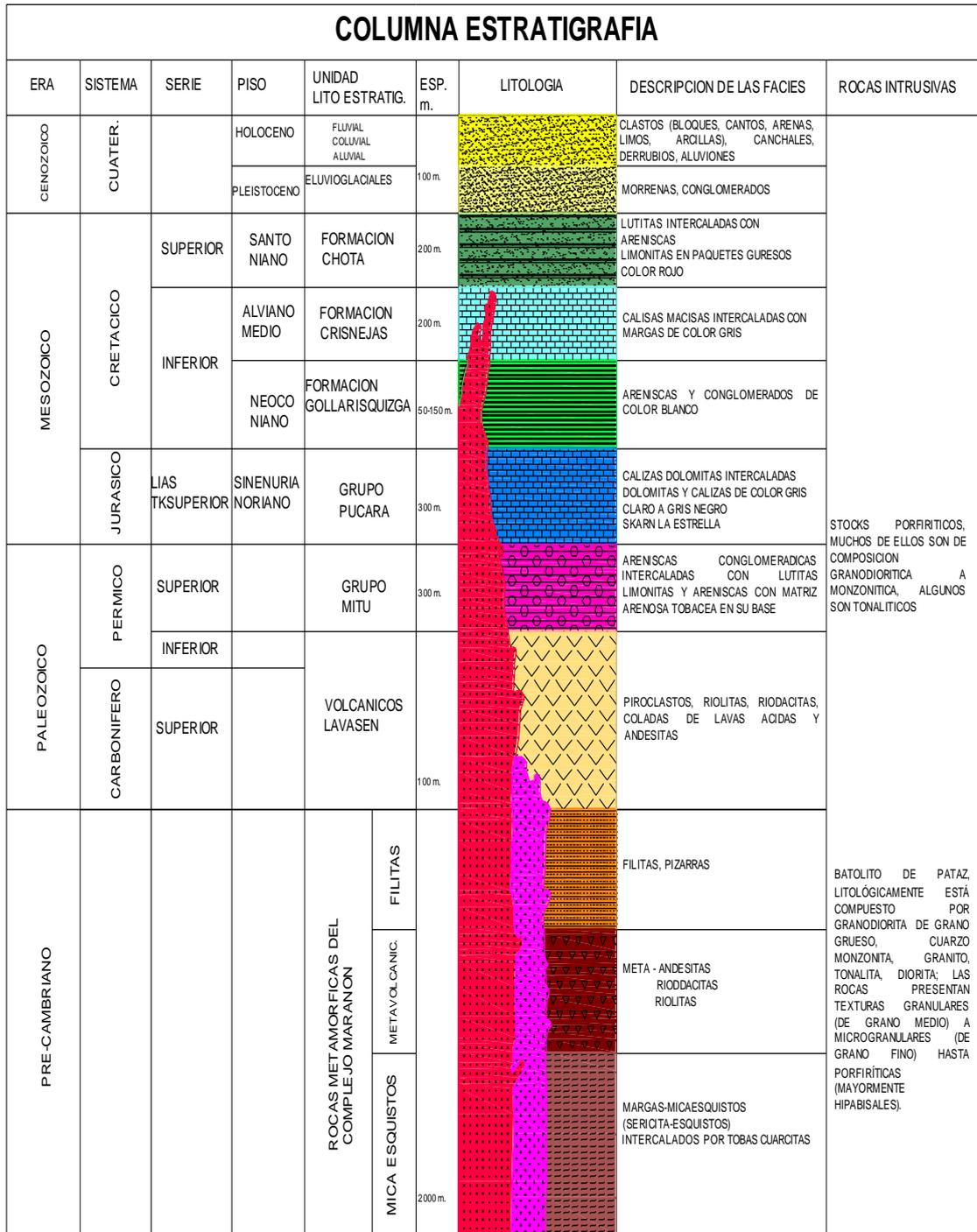


Fig.2.3.- Columna Lito-Estratigráfica de la Región de Pataz, (Fuente: Cuadrángulo de Pataz - Ingemmet modificado por H Alvarez - 2010)

2.2.- BASES TEÓRICAS

2.2.1.- Geología de la Mineralización y el Batolito de Pataz como Roca Huésped

En este capítulo se presentará una revisión de toda problemática concerniente a vetas auríferas ligadas, o encajadas en cuerpos intrusivos, así como la problemática específica en la zona de estudio: los objetivos, la metodología, el cuadro geológico regional y la mineralización reconocidas hasta el inicio del presente trabajo.

A.- Geología de la Mineralización

- **Teorías existentes relativas al problema de investigación**

Groves et al., (1998) propusieron un modelo unificado de diferentes contextos de mineralización aurífera, teniendo en cuenta dos variables muy importantes como: el ambiente tectónico y la profundidad crustal. Por consiguiente, se define que la mineralización se forma en contextos de extensión, en formación de arcos magmáticos y en contexto convergente de acreción de arcos los que son reagrupados bajo el nombre de “orogénico”.

Bien que esos parámetros permiten una clasificación genética de los tipos de mineralización, esta se encuentra como una clase típica que se puede reconocer en los dos grandes tipos de ambientes y a todas las profundidades de la corteza, sean estos yacimientos vetiformes encajados en intrusivos. Pero uno de los puntos aún en debate a la actualidad es; el papel de los intrusivos en la formación de “vetas auríferas hospedadas en intrusivos”, ¿es que la intrusión es solamente un receptáculo favorable? O ¿si la mineralización es producto de fluidos magmáticos relacionados a la intrusión? El Modelo del tipo “intrusion related” fue introducido para con la finalidad de aislar en un tipo de yacimiento asociado a los fluidos hidrotermales de origen magmático (Lang y Baker, 2001) por consiguiente, existen dos modelos que designan la mineralización aurífera relacionadas a intrusivos sea el modelo orogénico, o el modelo de “intrusión related”.

En el modelo “orogénico” reportado para la mineralización aurífera en intrusivos de Australia muestra las siguientes características (Cassidy et al., 1998):

- Un control estructural a diferentes escalas (venas localizadas sobre todo dentro de estructuras de segundo y tercer orden)
- Una alteración en SiO₂, K₂O, +- Na₂O, S y contenido de CO₂
- Las asociaciones metálicas comprenden: Au, Ag, As, Bi, Te, W y Mo.
- Bajas concentraciones de Cu, Pb y Zn
- Una salinidad de fluidos de moderada a baja
- La edad de la mineralización es más tardía con respecto al emplazamiento de la mineralización
- Dentro del modelo “Intrusion Related” (Lang y Baker, 2001) la mineralización al interior de los intrusivos se caracteriza por:
 - Una mineralización controlada por fracturas
 - Mineralización en forma de “sheeted” y localmente en stockwork
 - Un ensamble de Au – Bi+- Te +-As, Pb +-Mo +-W
 - Alteración feldespática, sericitica, sílica penetrante localmente
 - Temperaturas de 250 a 500 °C
 - Una fuerte correlación entre el oro y bismuto
 - Valores bajos pero significativos de telurio
 - Correlación variable entre As, Mo, Ag y Pb
 - Una asociación espacial entre el tungsteno pero sin correlación de abundancia

Un remaque especial merecen las observaciones hechas por McLaren et al., (1999) el cual puede estar involucrado dentro de los dos modelos predecesores o involucrar los dos en uno, como “Deposito de oro de aureola termal” en la cual, los fluidos pueden ser tempraneros o tardíos. En el primer caso, los fluidos se emplazan inmediatamente después de la intrusión y se produce por una advección del calor del plutón. Lo segundo se produce por la desintegración radiogenética del granito que tiene la capacidad de mantener la fuente de calor y activar los fluidos en ocasiones sobre los 300 Ma. y producir la circulación de fluidos que pueden extenderse hasta 10 kilómetros de la margen del intrusivo. Ejemplos, como el de Pine Creek Inlier, donde la mineralización (sulfuros) se emplaza en 20 millones de años

posterior a la intrusión y el evento aurífero se produce 40 Ma. más tarde. Otro ejemplo es el yacimiento de cobre de Mount Isa Fault (McLaren et al., 1999) datado en 1523 m.a. mientras que la intrusión del batolito de Sybella fue datado en 1670 Ma.

El problema que se adiciona a esta observación es la validez y exactitud de las dataciones, por ejemplo, Selby et al., (2002) constatan para los yacimientos de Pogo en Canadá, que las dataciones por Re-Os y U-Pb se correlacionan bien, mientras que Re-Os y Ar/Ar pueden presentar diferencias de hasta en 12 Ma. Por consiguiente, el buen empleo de los métodos y técnicas de las dataciones influyen en las interpretaciones.

Independiente de los modelos, muchos factores pueden controlar la mineralización aurífera filoniana en general y en particular dentro de intrusivos, de las cuales se reconocen los siguientes:

- Origen y naturaleza de los fluidos
- Dinámica de los fluidos
- Los intercambios físico-químicos con las rocas
- Mecanismos de precipitación del oro
- Entrampamiento estructural

B.- El Batolito de Pataz como Roca Huésped

El Batolito de Pataz es considerado el más grande de la región norte del Perú, se le considera de edad Paleozoica de acuerdo al análisis de K\Ar el cual reportó 321 millones de años (Miranda C.,1997) correspondiendo al Missisipiano superior del Carbonífero inferior; se le ha podido reconocer desde el Noreste de Pataz hasta el sureste de Tayabamba es decir unos 150 Km. y tiene una forma lenticular al sur como al norte, esta geometría es observada en superficie estando limitada por la vegetación y la inaccesibilidad de algunos afloramientos, aún falta por reconocer lo que está cubierto por el Complejo Marañón.

Asimismo este batolito se encuentra seccionado por grandes fallas de rumbo N70°W con tendencia al E-W que genera en su mayoría desplazamientos sinestrales y en menor proporción desplazamientos dextrales, dando la apariencia de apretamientos y aperturas del macizo hasta alcanzar 8 Km. como sucede en la zona de cerro el Gigante y zona de Potacas.

En un análisis regional este batolito debería de corresponder a una secuencia de emplazamiento de batolitos tanto al sur como al norte, así pues, se tiene el batolito de Oxapampa en el departamento de Cerro de Pasco que posee casi las mismas características litológicas, y por el norte hasta el Ecuador, en ambos casos falta por realizar mayores estudios litológicos y cronológicos.

Asimismo, se determina que la gran falla o fractura que dio origen a las pulsaciones magmáticas fue de tipo normal formado durante el periodo de distensión de la fase final de la tectónica Eohercínica, esto generó grandes fallas de carácter regional los cuales habrían servido de conducto para el emplazamiento del batolito, esta falla tendría una orientación N-S hacia N-NW siendo rellenada por material de naturaleza calco alcalina como la granodiorita, la cual es la roca predominante en este batolito y al mismo tiempo es gran huésped de mineralización.

El interés económico se plasma en estructuras tipo vetas, rellenas de cuarzo, pirita aurífera, y sulfuros de metales bases como la galena y la esfalerita en menor grado.

Estas vetas obedecen a un sistema complejo de formación estructural siendo el "lazo cimoiide múltiple" a escala distrital la que predomina en el yacimiento y las formas geométricas "tipo rosario" a una escala menor, producto de la intensidad en el cizallamiento de las vetas y sus posteriores emplazamientos de mineral.

C.- Caracterización Petrográfica y Geoquímica

Con el objetivo de comprender la interrelación de las rocas con el paso de los fluidos mineralizantes, es necesario describir y determinar las características macroscópicas y microscópicas de la litología presente en la zona de estudio, esto conllevará conocer mejor el desarrollo de las alteraciones hidrotermales; así mismo, una clasificación geoquímica del intrusivo permitirá entender la secuencia magmática, su evolución y relación dentro de un cuadro tectónico.

- **Rocas Intrusivas**

Las rocas intrusivas presentes pertenecen a la intrusión del Batolito de Pataz que es un cuerpo alargado con dirección NNW-SSE paralelo al lineamiento andino, superficialmente cubren un área mayor a los 200 Km². y se constituyen de: granodioritas, monzogranitos (adamelitas), diques aplíticos y pegmatíticos corresponden a la serie ácida, mientras que: tonalitas, dioritas (dioritas hornblendicas a hornblenditas), microdioritas, pertenecen a una serie intermedia con expresiones tardías de diques lamprofiros y de diabasa.

La formación de este intrusivo, tuvo lugar en el carbonífero según dataciones reportadas en Macfarlane et al. (1999) por U-Pb en zircón en 329± 1 Ma. para las granodioritas en el área de Parcoy (al sur de la mina Poderosa), para los monzogranitos por 40Ar/39Ar en 321± 1 Y 305±8 Ma. en biotitas y hornblendas respectivamente; así mismo Haeblerlin (2004) en el área de Pataz dató biotitas de granodioritas y dioritas por 40Ar-39Ar en 329.2 ±1.4 y 328.1 ±1.2 Ma.

El modo del emplazamiento del Batolito de Pataz deja dos hipótesis abiertas: una primera que se trataría de un cuerpo tabular controlado por fracturas que afectaron el basamento y se emplazan en forma de diques de diferente pulso de dirección longitudinal NNW-SSE, e inclinadas al Este, coincidiendo con la orientación general de los filones como se observa en la figura 2 1. (a y b)

La segunda hipótesis, se trataría de un cuerpo intrusivo de geometría tabular que se emplaza en concordancia con la estratificación (seudo-estrados) de las pizarras, las evidencias para esta sugerencia es la presencia de fracturas de enfriamiento de los intrusivos paralelos a la estratificación de las pizarras.

La posición actual sería el resultado de basculamientos posteriores de la región (no hay evidencias concluyentes para esta segunda hipótesis).

De la litología observada, la clasificación mineralógica según el diagrama de Q-P-F (Streckeisen, 1976), figura 2.2 muestra que la familia de rocas ácidas se componen de granodioritas y monzogranitos que pueden gradar a sienogranitos sin embargo esta última no es representativa, En las rocas intermedias lo dominan dioritas y monzodioritas.

Petrografía.

Las granodioritas son de color gris claro algunas veces con tinte rosáceo debido al incremento de la ortosa, la textura dominante es la de granular xenomórfica presenta como minerales esenciales: la plagioclasa de la serie albita, feldespato potásico (ortoclasa) y cuarzo; como accesorios.

El porcentaje de plagioclasas dentro de los minerales esenciales varía entre 35 a 45%. La ortosa generalmente anhedral, algunas veces se puede observar cristales euhedrales, la abundancia de este mineral es de 15 a 35 % que define su variación o gradación al granito.

El cuarzo de 30 a 45 % es de habito anhedral confundándose muchas veces con la ortosa, cuando ésta última permanece limpia. La biotita fresca son anhedrales a subhedrales de color marrón; en otras se observa cloritas verdes a azulinas que son producto de la alteración de la biotita. La horblenda es poco observada (sólo en una lámina, muestra 108480) como cristales ehedrales, corroídas y de menor talla comparado al conjunto de los minerales esenciales; al parecer estas fueron alteradas a cloritas, las cuales conservan la estructura primigenia.

El monzogranito, de colores gris claros con tintes rosáceos de textura granular xenomórfica, porfirídica a hipifiomórfica, con cristales son relativamente inferiores a las presentadas por los granitos y las granodioritas; pero en general mayores a los 0.5 mm. Los componentes principales lo constituyen de ortosa, cuarzo, y plagioclasas que generalmente son euhedrales; En toda esta secuencia intrusiva se observan fracturas con alteraciones tardías a epidotas, en las muestras más frescas se ha observado

una ligera alteración de las plagioclasas a patinas de sericita, en otros se observa sericita con carbonatos oscuros.

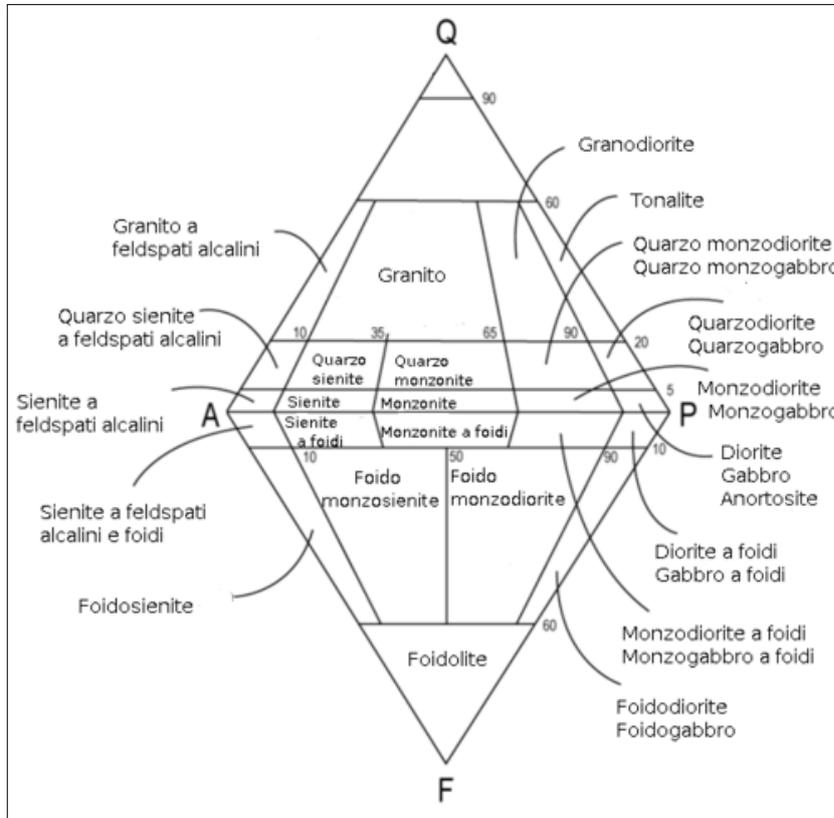


Fig. 2.4. Diagramas de clasificación Streckeisen.

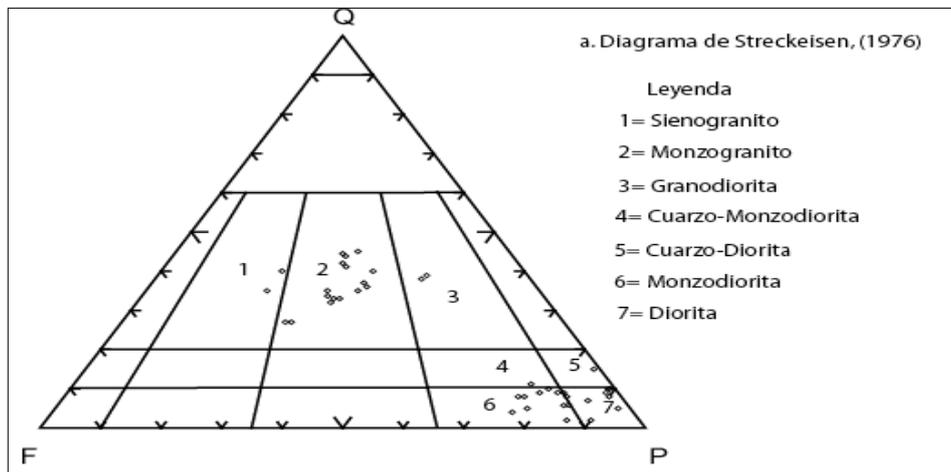


Fig. 2.5. Ubicación del análisis de muestras según el diagrama de Streckeisen para el batolito de Pataz

D.- Características Estructural

El yacimiento Poderosa presenta un fuerte control estructural a nivel regional, distrital y local, con sistemas de fallas y fracturas que se repiten a diferentes escalas y controlaron el emplazamiento del batolito de Pataz y posteriormente la mineralización y ubicación espacial de los ore shoots.

Regionalmente 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.

Las fallas principales son sub-verticales y tienen un rumbo N a NW, además de un juego de fallas transversales de orientación cercana al E-W, las cuales son secantes a las estructuras mineralizadas. A nivel distrital y local se pueden observar estructuras mayores y menores.

E.- Alteración Hidrotermal

Para lograr un entendimiento global del emplazamiento mineral sobre las estructuras predefinidas es básico conocer las alteraciones hidrotermales predominantes que dan lugar a la ubicación del foco mineralizante y que no sólo sirve como un complemento fundamental de interpretación genética sino que sumado al control estructural forma una valiosísima herramienta de exploración.

Alteración tipo Silificación

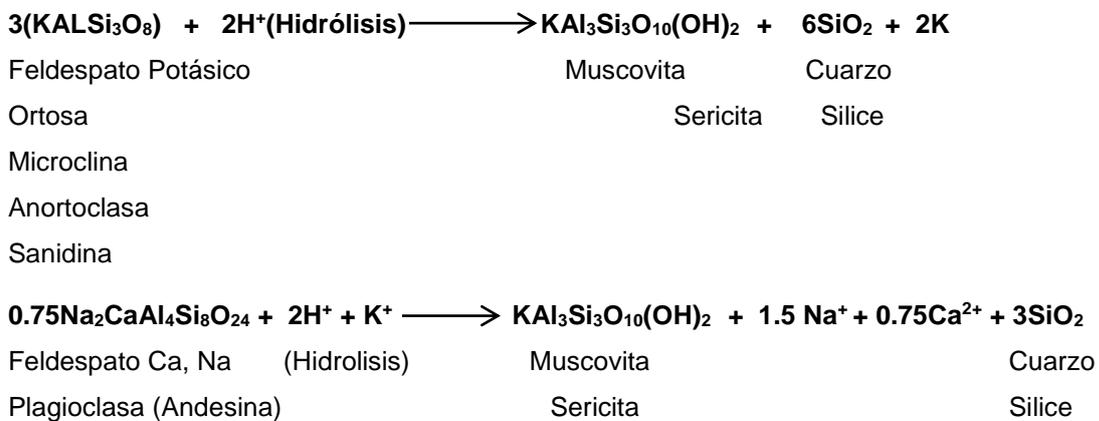
Consiste en el metasomatismo y relleno de microfracturas de sílice o cuarzo (SiO_2) de una roca huésped y se produce a una temperatura comprendidos entre los $300^\circ - 500^\circ \text{C}$ se observa en las cajas y dentro de la veta, se caracteriza por la destrucción total de la mineralogía original, la roca queda convertida en una

masa silíceas la cual representa el mayor grado de hidrólisis posible, asimismo este mineral es uno de los pocos que se mantiene estables en (pH 2), los rellenos hidrotermales en espacios abiertos por cuarzo no representan una silicificación.

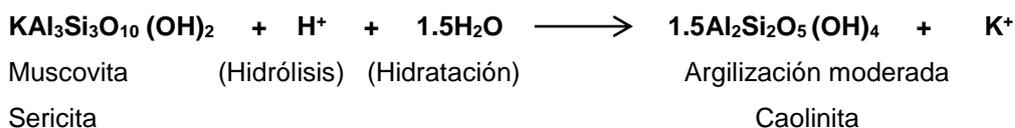
Alteración Tipo fílica

Se llama así a la sericitización en ensamble con la sílice conocido como alteración cuarzosericita, se adiciona también un ligero grado de piritización, la cual se representa como diseminación de piritita cristalizada y cantidades menores de arcilla, como es el caso de las vetas en Poderosa.

Es el resultado de una hidrólisis (adición de H⁺) moderada a fuerte de los feldespatos en su mayoría potásicos en un rango de temperatura entre los 300° a 400° C teniendo como resultado la formación de muscovitas en su variedad más común que es la sericita, en un medio de pH neutro.



La adición de K⁺ no representa una alteración potásica ya que ésta no involucra hidrólisis y está relacionado a temperaturas de 350 a 550°C



Todas estas reacciones implican un empobrecimiento de H⁺ en el fluido hidrotermal consecuentemente un aumento del pH en las soluciones

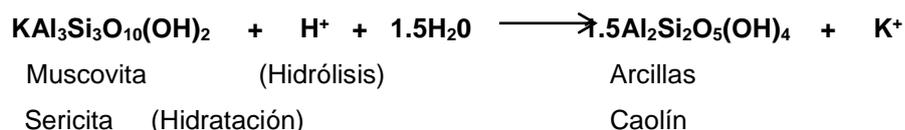
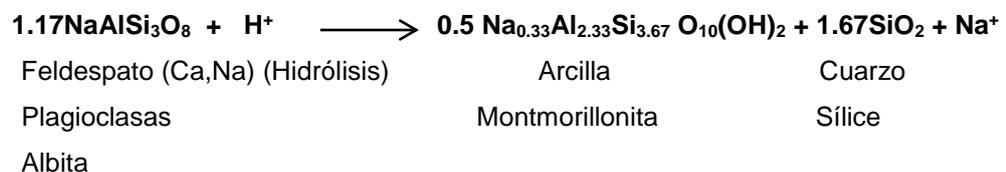
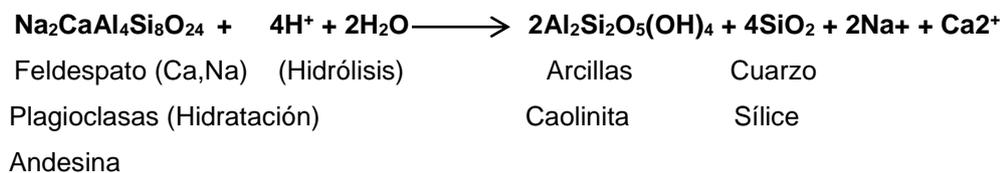
hidrotermales, este fenómeno puede neutralizar fluidos ácidos y la neutralización puede resultar en zonaciones de distintos minerales hidrotermales de pH neutro en torno a los conductos mineralizantes.

La mayoría de las reacciones de hidrólisis producen como subproducto SiO₂, esta es la razón del porque el cuarzo o la sílice está presente en las rocas alteradas.

Alteración tipo argilización

Consiste en que los feldespatos del intrusivo del batolito son atacados por sustancias volátiles de pH moderadamente bajo (pH 4) formando en consecuencia las arcillas del grupo del Caolín que en nuestro yacimiento se representa básicamente por la caolinita y la montmorillonita.

Se puede observar sericitas acompañando a las arcillas, el ligero grado de acidez genera una lixiviación del Na, Ca y Mg de la roca, esta alteración representa un grado mayor de hidrólisis que la alteración propilítica, el caolín se forma en profundidades someras y temperaturas bajas de 150° – 200°C



Alteración tipo propilitización

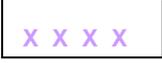
2.3.- DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS:

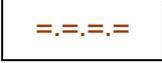
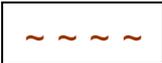
A. TÉRMINOS USADOS EN MINERÍA SUBTERRÁNEA

- **GALERÍA (GL).**- Labor subterránea de exploración siguiendo la dirección de la veta, el estándar según minera poderosa es de 2.5m x 2.5m de Alto y Ancho Respectivamente.
- **CORTADA (CR).**- Labor de exploración subterránea cuyo objetivo es interceptar las diferentes vetas en los diferentes niveles, sus dimensiones según el estándar de minera poderosa es 2.5m x2.5m de largo y ancho respectivamente.
- **CHIMENEA (CH).**- Labor subterránea de exploración y desarrollo vertical, el cual se usa para explorar una veta en vertical es decir cotas superiores y además también para conectar diferentes niveles de exploración. Sus dimensiones según los estándares de minera Poderosa son 2.4m x 1.50m de Ancho y Alto respectivamente.
- **SUBNIVELES (SN).**- Labor de desarrollo y explotación sobre veta el cual permite preparar las zonas donde se va a tajar o extraer mineral, a diferencia de una Galería un Subnivel es de menores dimensiones; 1.80m x 1.20m de alto y ancho respectivamente.
- **NIVEL (NV).**- Se denomina Nivel en minería subterránea al desarrollo de labores subterráneas en una sola cota vertical con referencia al nivel del mar, en minera poderosa existe varios niveles de exploración como son el nivel más bajo Nivel 2120 y el Nivel más alto es el Nivel 3200.
- **TAJO (TJ).**- Los Tajos en minería subterránea se les denomina a las zonas de explotación de mineral, es decir a las zonas preparadas por labores como chimeneas y subniveles en las cuales se va a extraer una cierta cantidad de mineral con diferentes métodos de minado como por ejemplo en minera Poderosa se usa el corte y relleno ascendente.

- **MINERAL.-** Mineral es el material extraído de la veta con contenido de Oro no menor a 4 gramos de Oro por tonelada, es decir el catoff; en Minera Poderosa el Catoff es 4 gr Au/TM.
 - **DESMONTE.-** Se le denomina desmonte al material extraído de mina sin contenidos significativos de Mineral o de Oro, es decir aquel material que no llega a la ley mínima explotable o catoff de 4 gr Au/TM.
 - **POTENCIA DE VETA SIN DILUIR (POT_SD).-** La potencia de veta sin diluir es la potencia real de la veta medida en campo tomando una línea perpendicular de la base de la veta al techo de la misma.
 - **POTENCIA DE VETA DILUIDA (POT_DIL).-** La potencia de la veta Diluida es la potencia que se considera tomando en cuenta la Dilución de la veta, es decir el valor que se le asume para así poder ver si es económicamente rentable o no.
 - **LEY SIN DILUIR (LEY_SD).-** La ley sin diluir es la ley de la Veta muestreada sin tomar en cuenta la dilución de las roca encajonante.
 - **LEY DILUIDA (LEY_DIL).-** La ley diluida es la ley de la veta tomando en cuenta el factor de dilución , asumiendo una mezcla de veta con desmonte considerando la ley de la veta ley sin diluir y el valor para el desmonte de 0 gramos.

TÉRMINOS Y ABREVIATURAS USADOS EN PLANOS GEOLÓGICOS SEGÚN ESTÁNDARES DE MINERA PODEROSA.

<u>ROCA</u>	<u>ABREVIATURA</u>	<u>SIMBOLOGÍA</u>
Hornblendita	Hbt	
Diorita-tonalita-	Dr/to-mdr	
Granodiorita	Gd	
Monzogranito-Adamelita	Mnz/Adm	

<u>ROCA</u>	<u>ABREVIATURA</u>	<u>SIMBOLOGÍA</u>
Pizarras.	sl	
Hornfels.	hfs	
Filita-Esquistos	phy-sch	
Metavolcánicos	mtv	

GRADO DE ALTERACIONES

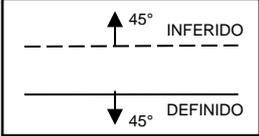
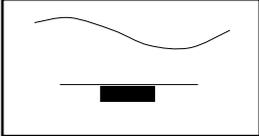
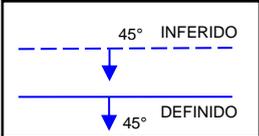
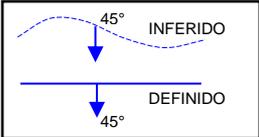
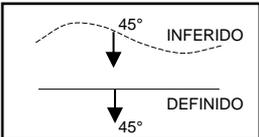
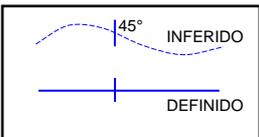
Poco +  Regular ++  Intenso +++ 

RELLENO DE VETA

Cuarzo : Color Amarillo 

Sulfuros : Color Rojo 

REPRESENTACIÓN DE ESTRUCTURAS Y BUZAMIENTOS

<u>ESTRUCTURA</u>	<u>GEOMETRÍA</u>	<u>COLOR</u>
1.- Contacto Litológico		Negro
2.- Diaclasa		Negro
3.- Fallas		Azul
4.- Contacto veta-caja		Azul
5.- Diques		Negro
6.- Fallas sub-verticales >80°		Azul

45°

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.- ASPECTOS FISIOGRÁFICOS

3.1.1.- Ubicación del área de Investigación

Compañía Minera Poderosa S. A. se ubica en el margen derecho del río Marañón en la Provincia de Pataz, Departamento de la Libertad – Perú, cuya altitud varía entre los **1467 m.s.n.m.** a **3180 m.s.n.m.**

Cuenta con dos unidades económicamente administrativas: UEA Marañón y UEA Sta. María.

Este trabajo de investigación se centra específicamente en un cuadrante de influencia ubicado en la UEA Santa María, cuyas coordenadas UTM (PSAD 56) del punto inferior izquierda y superior derecha del cuadrante son:

Norte: 9139260 y **Este:** 213710 en el flanco izquierdo inferior y hasta

Norte: 9141639 y **Este:** 217461 en la esquina superior derecha del cuadrante referencial.

Zona 18. banda M; correspondiente al cuadrángulo de Pataz. (Ver gráfico adjunto detalle Mina Sta. María – Mina Poderosa)

3.1.2.- Accesibilidad

A la Empresa minera se accede a través de dos medios: el **Primero en ómnibus**; la Distancia de la Ciudad de Trujillo a Mina Poderosa es de 360 Km; 15 horas cuenta con una carretera asfaltada hasta el cruce Huamachuco Cajamarca y el resto carretera afirmada. **Segundo en Avioneta**; desde la ciudad de Trujillo hasta el aeródromo de CHAGUAL, ubicado en la margen derecha del río marañón cerca de la ciudad de Vijus.



Fig 3.1.- Mapa de Ubicación de la zona de estudio COMPAÑÍA MINERA PODEROSA, Pataz, La Libertad - Perú

3.1.3.- Clima

La zona se ubica entre las cotas 1467 y 3500 m.s.n.m. con un clima que varía de cálido en la zona del valle en el margen del río marañón con temperatura media de 27° C a templado en la zona Sur a una altura promedio de 2500 msnm cuya temperatura promedio es de 20° C y frío un poco más al Sur en la zona de Suyubamba a más de 3000 m. s. n. m. donde la temperatura promedio es de 12° C, la vegetación de esta zona es abundante y variada dando la apariencia de ceja de selva, esto se debe a que llueve por espacio de 8 meses, presentando dos estaciones bien marcadas, una estación de invierno que va desde septiembre hasta fines de abril aproximadamente, y otra de verano, desde mayo hasta fines de agosto de tal forma que su vegetación se mantiene verde durante todo el año.

La temperatura promedio en la zona de estudio es de 13.9° C la precipitación es de 856 mm al año, siendo la más baja en julio con 13 mm y la más alta en marzo con un promedio de 149 mm. (fuente Medio Ambiente Minera Poderosa)

3.1.4.- Geomorfología

Este yacimiento se encuentra en el flanco Occidental de la cordillera Oriental, Fisiográficamente la zona de estudio se presenta muy accidentada debido a la diversidad de rocas emplazadas y depositadas, tal como sucede con la margen izquierda del río Marañón (falla regional) cuya roca predominante es la granodiorita hasta el Río Mishito que también es otra falla regional, debido a la erosión, este tipo de roca (granodiorita, monzogranito) presenta un drenaje dendrítico con quebradas muy profundas generando escarpas hasta con pendientes de 90°, y en las nacientes de estas quebradas se puede notar un drenaje anastomosado debido básicamente a que las unidades litológicas sedimentarias se encuentran sobreyaciendo al intrusivo (batolito), también se puede observar algunas mesetas producto del gran y variado tectonismo regional que ha sufrido esta zona.

La Unidad Geomorfológica predominante en la zona de estudio según Wilson (1964) son los valles escarpados.

Valles Escarpados.- se puede observar valles agudos y profundos que se han formado según el curso de las corrientes principales, los agentes modeladores

preponderantes de la zona son: la erosión glacial y fluvial; el drenaje es hacia el Noroeste, principalmente, al río Marañón, el que finalmente llega al río Amazonas desembocando al Océano Atlántico.

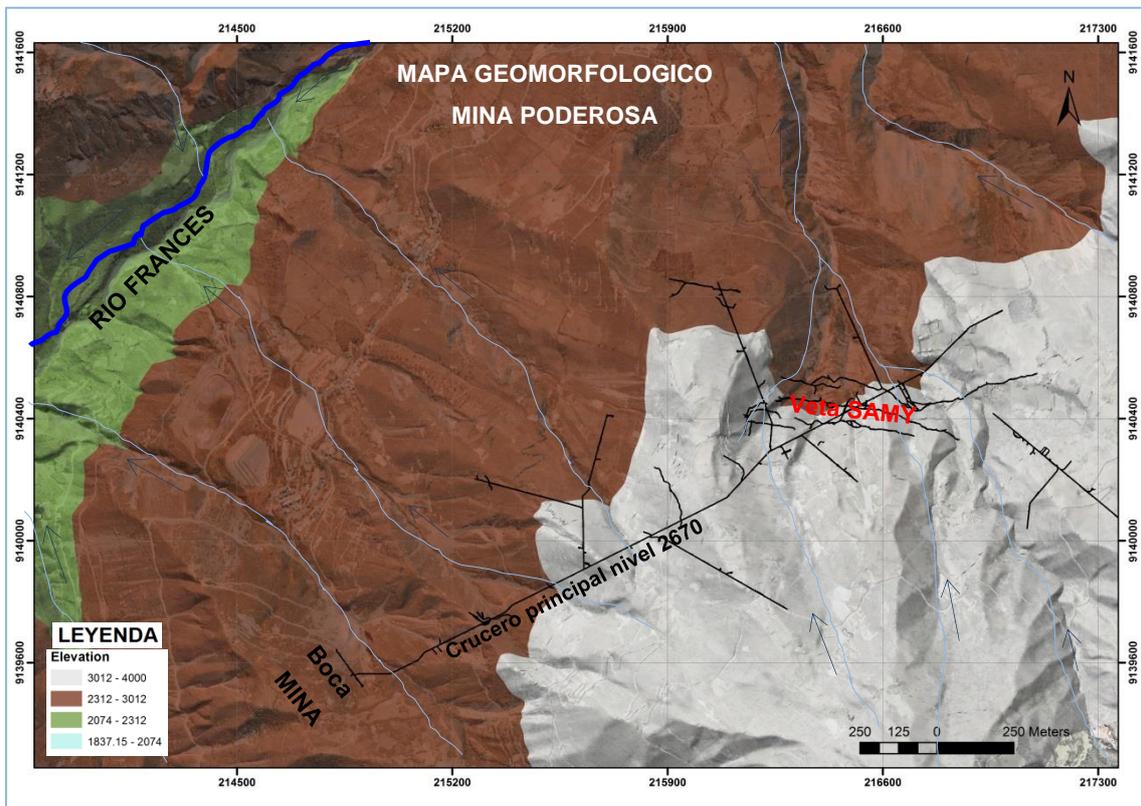


Fig 3.2.- Plano Geomorfológico donde se muestra la única unidad geomorfológica dominante en la zona (Valles Escarpados).



Fig 3.2.a.- A.- Vista aérea en google Earth de la zona de estudio, donde se puede apreciar el detalle de los valles escarpados. B.- Imagen 3D de pendientes.

3.1.5.- Recursos Naturales

Hidrológico: los diversos ríos y la topografía abrupta generan caudales de agua que pueden y son utilizados para la generación de energía eléctrica y como recurso hídrico para la actividad minera, agrícola y ganadera.

Forestal Agrícola: Se usa la vegetación natural para la crianza de ganado, la región cuenta con bosques de eucaliptos del cual se provee la mina haciendo uso sostenido de este recurso en épocas de verano.

Minero: Este recurso ha permitido desarrollar la actividad económica en la región al grado que ha permitido llevar desarrollo cultural gracias a los colegios e institutos con el apoyo de las compañías mineras del entorno generando puestos de trabajo.

3.2.- MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION - SISTEMA DE VETAS EN LA ZONA ZUR - MINERA PODEROSA

3.2.1.- Análisis Geológico de la Franja Estructural Oeste

El sistema de vetas del yacimiento está emplazado a lo largo del margen occidental del batolito de Pataz, en estructuras de segundo y tercer orden con una orientación principal N-NW y buzamiento entre 20° y 60° hacia el E – NE, se tratan básicamente de vetas extensionales de mediano a alto ángulo (steeply-veins) y vetas de bajo ángulo (flat-veins) compuestas por cuarzo y sulfuros (pirita, esfalerita, galena y arsenopirita) con oro nativo o electrum. Los valores de Au son variables, con promedios entre los 10 gr Au/t y 25 gr Au/t, y valores menos comunes que sobrepasan los 500 gr Au/t. (C. Villanes 2006)

Todos los estudios a la fecha confirman un emplazamiento de mineralización relacionada con la franja estructural Oeste, limitada al Oeste por el contacto sedimentario de edad Triásico (Pucara) que yace en discordancia con el grupo Mitu, el Intrusivo granítico se posicionaría por debajo de esta secuencia, y si se observa ahora aflorando a nivel del sedimentario sería producto de la falla Inversa buzando al E. (Río Marañón).

La nucleación y distribución espacial de los ore shoots está controlada por el sistema de fallas y fracturas desarrolladas a lo largo del margen occidental del Batolito de Pataz, formando un corredor estructural de 6 km de ancho con rumbo andino. Una serie de fases de deformación compresivas post-intrusión generaron el fracturamiento del Batolito, donde sistemas o familias de fallas y fracturas de segundo y tercer orden se desarrollaron dentro de estas etapas, siendo importantes durante el estadio inicial de mineralización las fallas secantes a los planos de veta, las cuales muestran una fuerte relación espacial con el desarrollo de ore shoots (Daigneault, 2003; Oré, 2006). Los controles estructurales del yacimiento son observados desde la escala regional hasta la escala local, siendo posible identificar estructuras mayores y menores. Regionalmente las vetas ocupan estructuras de segundo y tercer orden hacia la caja techo de un complejo set de fallas de rumbo N-NW que son la superficie de expresión de un lineamiento mayor de primer orden (Haeberlin, 2001). El fuerte

control estructural que ejerce la conjunción de fallas transversales y planos de veta en la posición espacial de los ore shoots constituye uno de los principales parámetros de exploración.

3.2.2.- Yacimiento Mineral en Minera Poderosa, Pataz, La Libertad – Perú.

El yacimiento de Poderosa es un Sistema de Vetas de Qz auríferas mesotermiales que probablemente pertenezca a los depósitos de tipo Orogénico, está ubicado en el margen occidental del Batolito de Pataz (datación de la intrusión: 329 Ma, 40Ar/39Ar) y menos comúnmente dentro de rocas metasedimentarias pertenecientes a una secuencia desde el Proterozoico Superior al Ordovícico.

Las principales características típicas incluyen:

A.- A escala regional:

- Localización de la mineralización en estructuras de orden inferior siguiendo un lineamiento 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.

B.- A escala de la mina:

- Fuerte control reológico y litológico sobre el estilo de las vetas.
- Los “lodes” o MENA ocurren 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.

C.- Rumbo constante:

Las vetas, en particular dentro del batolito, donde más del 80% de las vetas hidrotermales están emplazadas en un rumbo N – NW, con buzamiento hacia el E, zonas de deformación frágiles-dúctiles abiertas como fallas destrales inversas durante un evento más o menos compresional.

D.- Asociación de metales:

Consistente Au, Ag, As, Pb, Zn, \pm Cu, \pm Sb, \pm (Bi-Te-W) y dos estadios de secuencias minerales ricas en sulfuros:

- **Estadio I:** compuesta por cuarzo lechoso, pirita, arsenopirita y ankerita
- **Estadio II:** luego de un evento fracturamiento, compuesto por cuarzo gris-azul microgranular, galena, escalerita, calcopirita, sulfosales de Sb, electrum y oro nativo.
- **Estadio III:** venillas transversales de calcita-dolomita-cuarzo post-minerales

E.- Alteración hidrotermal:

La roca caja de las vetas consistente en sericitización pervasiva con menor cloritización, carbonitización y piritización aunada a un fuerte "bleaching" en las rocas plutónicas, y una sericitización y cloritización débil y casi invisible en las rocas sedimentarias.

F.- Homogeneidad a la escala de provincia:

Corroborando la uniformidad en el estilo estructural, secuencia mineral, alteración y asociación de metales, las vetas de Pataz presentan una homogeneidad a la escala de provincia que estaría de acuerdo para un flujo de fluido regional a escala de varias decenas de kilómetros. En términos de la fuente de fluidos, las composiciones del isótopo calculado del fluido formador del mineral (Estadios I y II: $D f = -25 \pm 10 \text{ ‰}$, $\delta^{18}O f = 7 \pm 2 \text{ ‰}$, $\delta^{13}C \Sigma c = -3 \pm 1 \text{ ‰}$, $\delta^{34}S \Sigma s = 2 \pm 2 \text{ ‰}$) no son diagnósticos, y refleja fluido-roca que tienen lugar a lo largo de los "pathways" con valores resultantes de una mezcla de las litologías interceptadas (Batolito de Pataz, las propias rocas-raíces de profundidad y el basamento metamórfico Precambiano).

G.- Los isótopos radiogénicos:

Apuntan a que parte substancial de los metales son externos al plutón hospedante y remotos respecto al ambiente de depositación ($^{206}Pb/^{204}Pb = 18.35-18.46$, $^{207}Pb/^{204}Pb = 15.62-15.69$, $^{208}Pb/^{204}Pb = 38.26-38.50$) revelan una mezcla de plomo de las rocas plutónicas calco-alcalinas inmediatas y reservorios situados a profundidad tales como las raíces del plutón u otras rocas corticales inferiores.

H.- La Edad:

La combinación de las edades isotópicas disponibles sugiere que la mineralización de oro (≥ 314 - 312 Ma) post-data por 4 a 17 Ma el emplazamiento de su principal roca hospedante, el batolito de Pataz (329Ma). El intrusito hospedante y los débiles corredores a lo largo de sus márgenes solo ofrecieron a los lodos epigenéticos una trampa estructural de buenas condiciones con las adecuadas propiedades mecánicas.

3.3.- MINERA PODEROSA

3.3.1.- GENERALIDADES

Minera Poderosa comprende dos unidades económicas administrativas (U.E.A. Marañón y UEA Sta MARÍA), las cuales por ubicación espacial se las denomina Zona Norte y Zona SUR respectivamente, la Zona Norte comprende todos los denuncios de propiedad de CMP teniendo como límite SUR el RIO francés, a partir del cual empieza la zona SUR que comprende la zona de estudio.

A.- Dimensiones

Compañía Minera PODEROSA, inició actividades de exploración en el Batolito de Pataz desde 1980 y las operaciones mineras en 1982. Actualmente Compañía Minera PODEROSA divide sus operaciones en siete unidades organizativas con fines administrativos, de acuerdo a la ubicación y el acceso que incluyen las propiedades de exploración de prospección para avanzar en los proyectos:

- Marañón OU
- Santa María I OU
- Palca OU
- Condomarca OU
- Bolívar OU
- Ariabamba OU
- Montañitas OU.

Otros objetivos regionales

Las dos primeras unidades organizativas (Marañón y Santa María I) incluyen la minería y plantas de procesamiento metalúrgico, mientras Palca incluye la producción de mineralización de oro por los buscadores bajo acuerdos de compra de CMP.

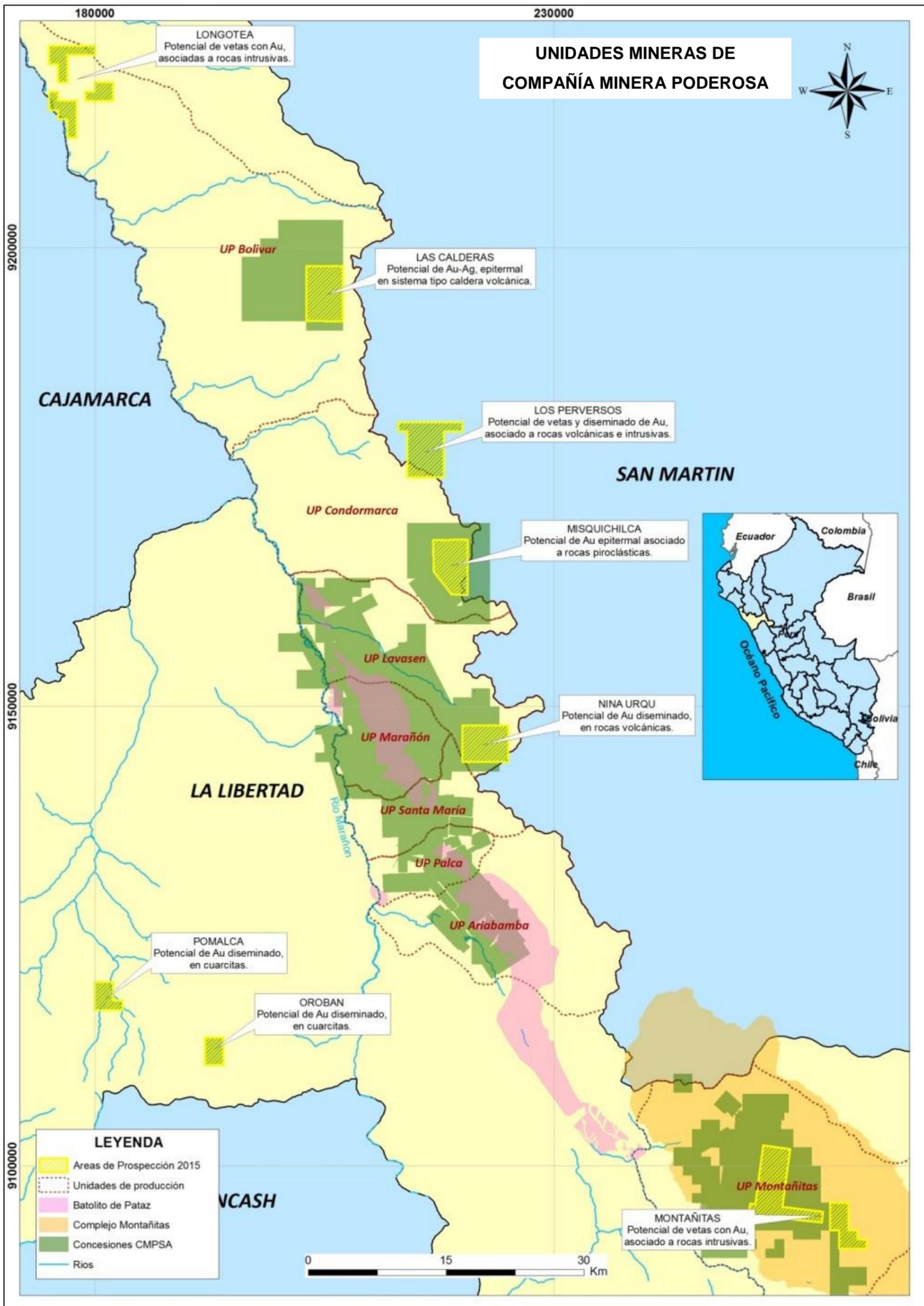


Fig. N° 3.3.- Ubicación Regional Unidades Organizativas con fines administrativos, de acuerdo a la ubicación y el acceso que incluyen las propiedades de exploración y prospección.

B.- Operación Mina

En compañía minera Poderosa, la producción en 2013 era un promedio de 674 toneladas / día en la U E A Marañón y 267 toneladas / día En la U E A Santa María.

El aumento de la capacidad de la planta a ver estos números aumentan. Con el nuevo sistema de arrastre y los años de experiencia, la compañía ha incrementado a la fecha su producción 700 toneladas / día en la U E A Marañón y 550 toneladas / día En la U E A Santa María

Las proyecciones para el 2017 son 700 toneladas / día en la U E A Marañón y 700 toneladas / día En la U E A Santa María.

3.3.2.- EXPLORACIONES

A.- Objetivo

El programa de exploraciones en las UEA Marañón y Santa María permitirá obtener 583,652 onzas de oro en recursos minerales a fines del 2016, logrando reponer 185,528 onzas de oro.

ITEM	UP	POT_SD	LEY_SD	TON_SD	POT_DIL	LEY_DIL	TON_DIL	OZ_AU
Recursos a Diciembre 2015	Marañón	0.71	20.11	387,272	1.30	11.18	696,854	250,409
	Santa Maria	0.85	37.96	261,517	1.37	24.06	412,486	319,134
	Palca	0.27	32.45	1,939	0.27	32.45	1,939	2,023
Total Recursos a Diciembre 2015		0.75	27.32	650,728	1.32	16.00	1,111,279	571,566
Producción Mina + Acopio (LA) 2016	Marañón	0.71	22.75	-104,539	1.30	12.65	-188,107	-76,475
	Santa Maria	0.85	22.19	-135,926	1.37	14.07	-214,393	-96,967
	Palca	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0
Total Producción Mina + Acopio (LA) 2016		0.78	22.43	-240,465	1.34	13.40	-402,500	-173,442
Ganancia de Recursos 2016	Marañón	1.29	15.12	138,475	1.71	11.59	180,545	67,299
	Santa Maria	0.74	21.32	170,814	1.09	14.67	248,155	117,072
	Palca	0.40	25.00	1,440	0.40	25.00	1,440	1,157
Total Ganancia de Recursos 2016		0.91	18.57	310,729	1.27	13.42	430,139	185,528
Total Recursos a Diciembre 2016		0.80	25.18	720,992	1.29	15.94	1,138,918	583,652

Tabla 3.1.- Objetivos de Exploración 2016 (Plan anual 2016)

UP	ITEM	POT_SD	LEY_SD	TON_SD	POT_DIL	LEY_DIL	TON_DIL	OZ_AU
Marañon	Recursos a Diciembre 2015	0.71	20.11	387,272	1.30	11.18	696,854	250,409
	Producción Mina + Acopio (LA) 2016	0.71	22.75	-104,539	1.30	12.65	-188,107	-76,475
	Ganancia de Recursos 2016	1.29	15.12	138,475	1.71	11.59	180,545	67,299
Total Marañon		0.83	17.81	421,208	1.39	10.89	689,292	241,233
Santa María	Recursos a Diciembre 2015	0.85	37.96	261,517	1.37	24.06	412,486	319,134
	Producción Mina + Acopio (LA) 2016	0.85	22.19	-135,926	1.37	14.07	-214,393	-96,967
	Ganancia de Recursos 2016	0.74	21.32	170,814	1.09	14.67	248,155	117,072
Total Santa María		0.78	35.60	296,405	1.20	23.64	446,247	339,239
Palca	Recursos a Diciembre 2015	0.27	32.45	1,939	0.27	32.45	1,939	2,023
	Producción Mina + Acopio (LA) 2016	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0
	Ganancia de Recursos 2016	0.40	25.00	1,440	0.40	25.00	1,440	1,157
Total Palca		0.31	29.28	3,379	0.31	29.28	3,379	3,180
Total Recursos a Diciembre 2016		0.80	25.18	720,992	1.29	15.94	1,138,918	583,652

Tabla 3.2.- Objetivos de Exploración por UP 2016 (Plan anual 2016)



Ilustración 3.1.- Evolución de Recursos Minerales por certeza y Año (Plan anual 2016)

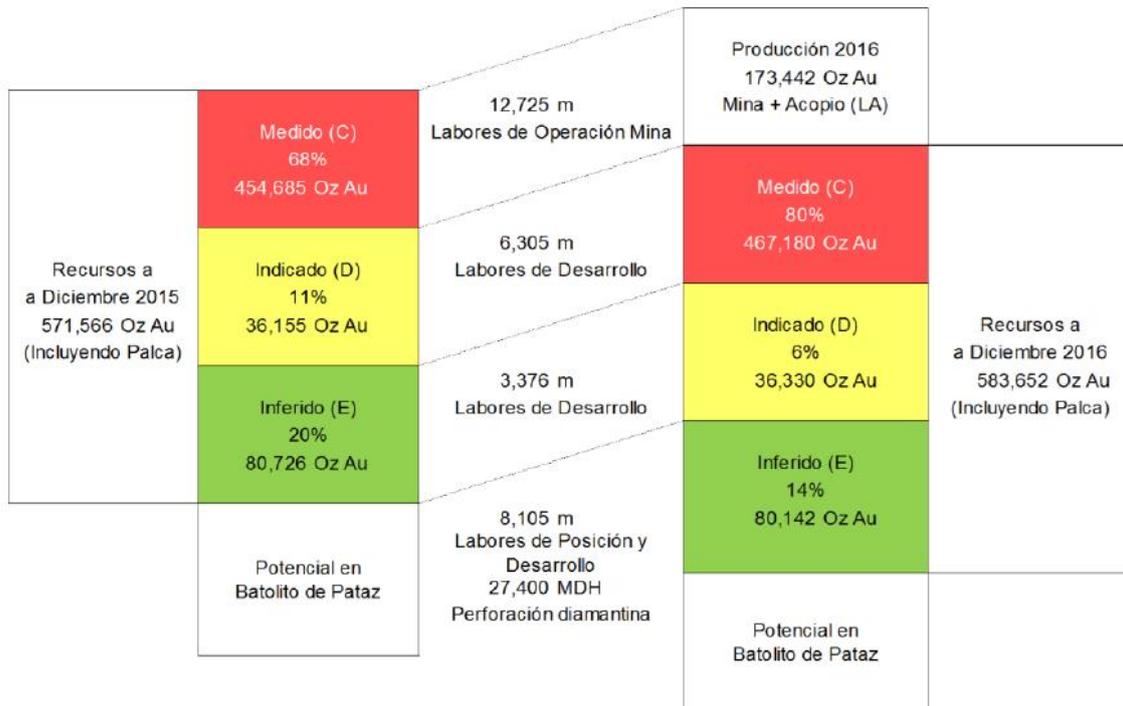


Ilustración 3.2.-Esquema del programa de Exploraciones Consolidado (UP Maraón y UP Santa María) (Plan Anual 2016)

3.3.3.- EXPLORACIÓN EN LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN - SANTA MARÍA

A.- Objetivo

El objetivo en UP Santa María es reemplazar las reservas que serán extraídas durante el año, incrementar los recursos minerales y determinar nuevos cuerpos minerales mediante la ejecución de labores mineras y perforación diamantina, la meta para el 2016 es finalizar el año con 339,239 onzas de oro en recursos minerales.

B.- Estrategias de Exploración

Para alcanzar la meta propuesta, se plantea las siguientes estrategias:

- Ejecutar labores de posición y labores de desarrollo para seguir extendiendo los actuales cuerpos mineralizados y evidenciar otros

Meta: 2,078 m en labores de Posición y 7,338 m en labores de Desarrollo.

Indicador: Labores Realizadas / Labores Programadas.

- Ejecutar perforación diamantina en las diferentes vetas en interior mina.

Meta: 11,800 m de perforación diamantina.

Indicador: Metros de perforación diamantina realizados / Metros de perforación diamantina programados.

C.- Programa de Exploración

Unidad de Producción	Veta	Inversión Normal		Inversión Crecimiento		Total General
		Desarrollo (m)	Posición (m)	Desarrollo (m)	Posición (m)	
Santa María	CRIS	360				360
	GUAD	1,750	50			1,800
	SFRA	800			80	880
	SVIC				380	380
	VIRG		898			898
	BRIA	750		280		1,030
	JLIE	555		30		585
	PORF	210	50			260
	SAMY	2,393				2,393
	MANZ	210				210
	SISA				620	620
Total General		7,028	998	310	1,080	9,415

Tabla 3.3.- Programa de Labores de Desarrollo y Posición (Plan anual 2016)

Unidad de Producción	Veta	Inversión Normal	Inversión Crecimiento	Total General
Santa María	CRIS	1700		1,700
	GUAD	3000		3,000
	SVIC		3,000	3,000
	SAMY	2600		2,600
	SISA		1,500	1,500
Total General		7300	4500	11800

Tabla 3.4.- Programa de Labores de Desarrollo y Posición (Plan anual 2016)

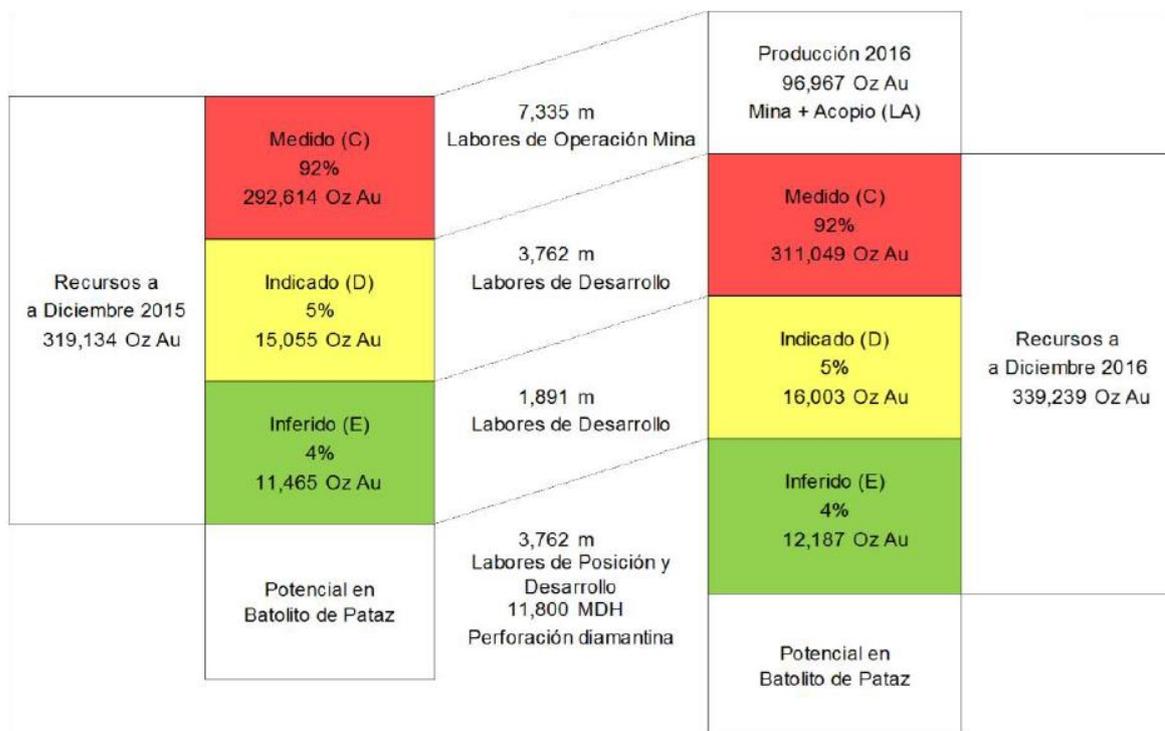


Ilustración 3.3.- Esquema del Programa de Exploraciones Unidad de producción Santa María (Plan anual 2016)

3.4. ESTRUCTURAS MINERALIZADAS - UEA SANTA MARÍA

3.4.1.- Generalidades

A. Dimensiones

El sistema de vetas abarca 31000 metros de longitud explorada, desarrollada y actualmente en operación desde el año 2012.

En proyección vertical se ha definido 680 metros desde el 2800 hasta el NV 2120.

El ancho de Veta Promedios del Sistema es de 0.91m y abarca sectores con potencias que van de 0.20 m hasta 4.10m.

B. Operación Mina

Las Estructuras Mineralizadas corresponden a la zona sur de Operaciones de COMPAÑÍA MINERA PODEROSA, su aporte a la producción es de 600 TM/Día de Mineral con ley de 17.5 grAu/TM, el cual corresponde el 70% de producción de MINERA PODEROSA (2016).

La Extracción de mineral se desarrolla en 4 Niveles principales, el Nivel 2120, Nivel 2410, Nivel 2520 y Nivel 2670.

El Método de Minado es de tipo Mixto (Corte y relleno ascendente, Cámaras y Pilares, Bresting) y el desarrollo de labores mineras es semimecanizado.

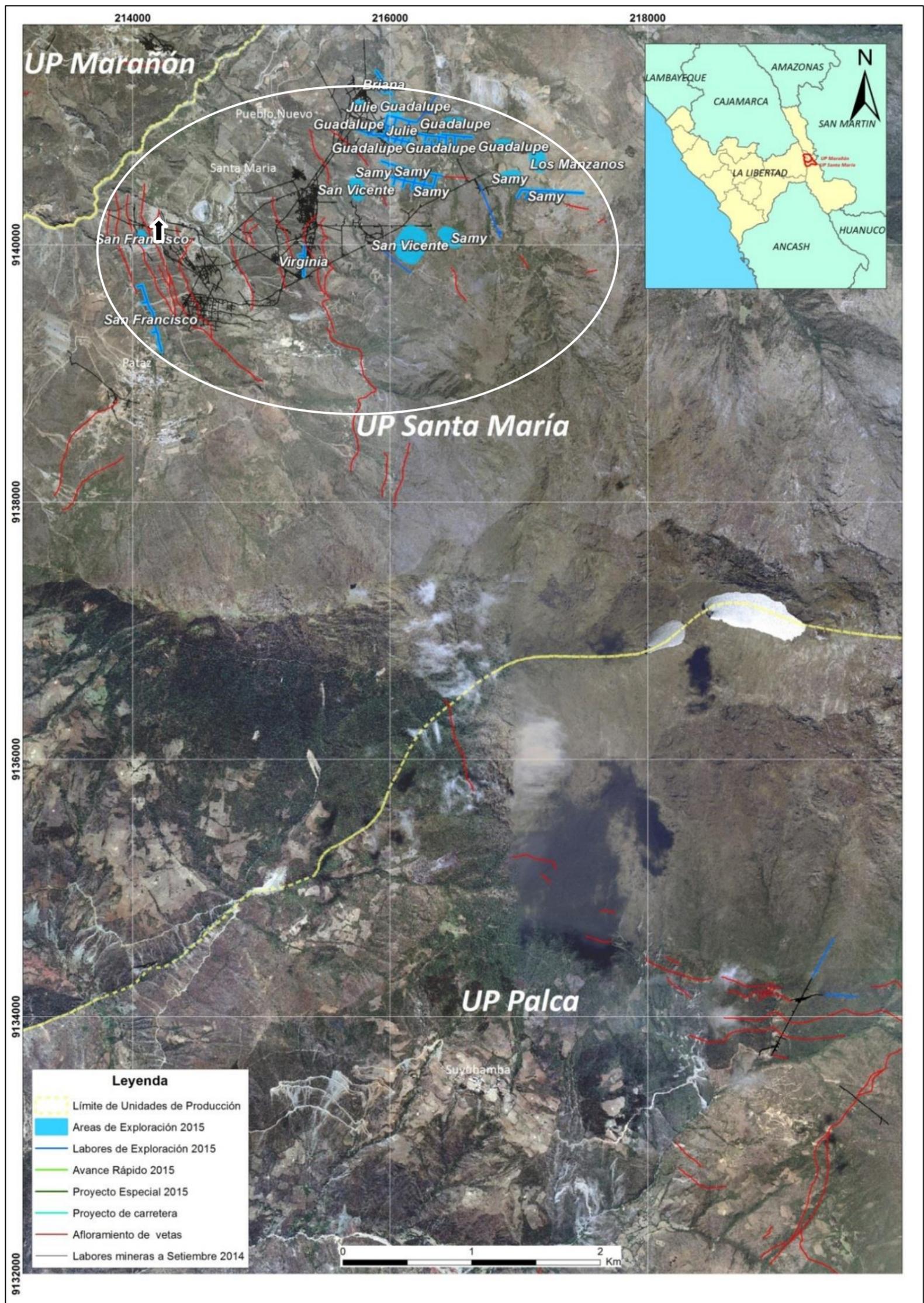


Fig 3.4.- Proyectos de Exploración para el 2015 Unidad de Producción Santa María

(Plan anual 2016)

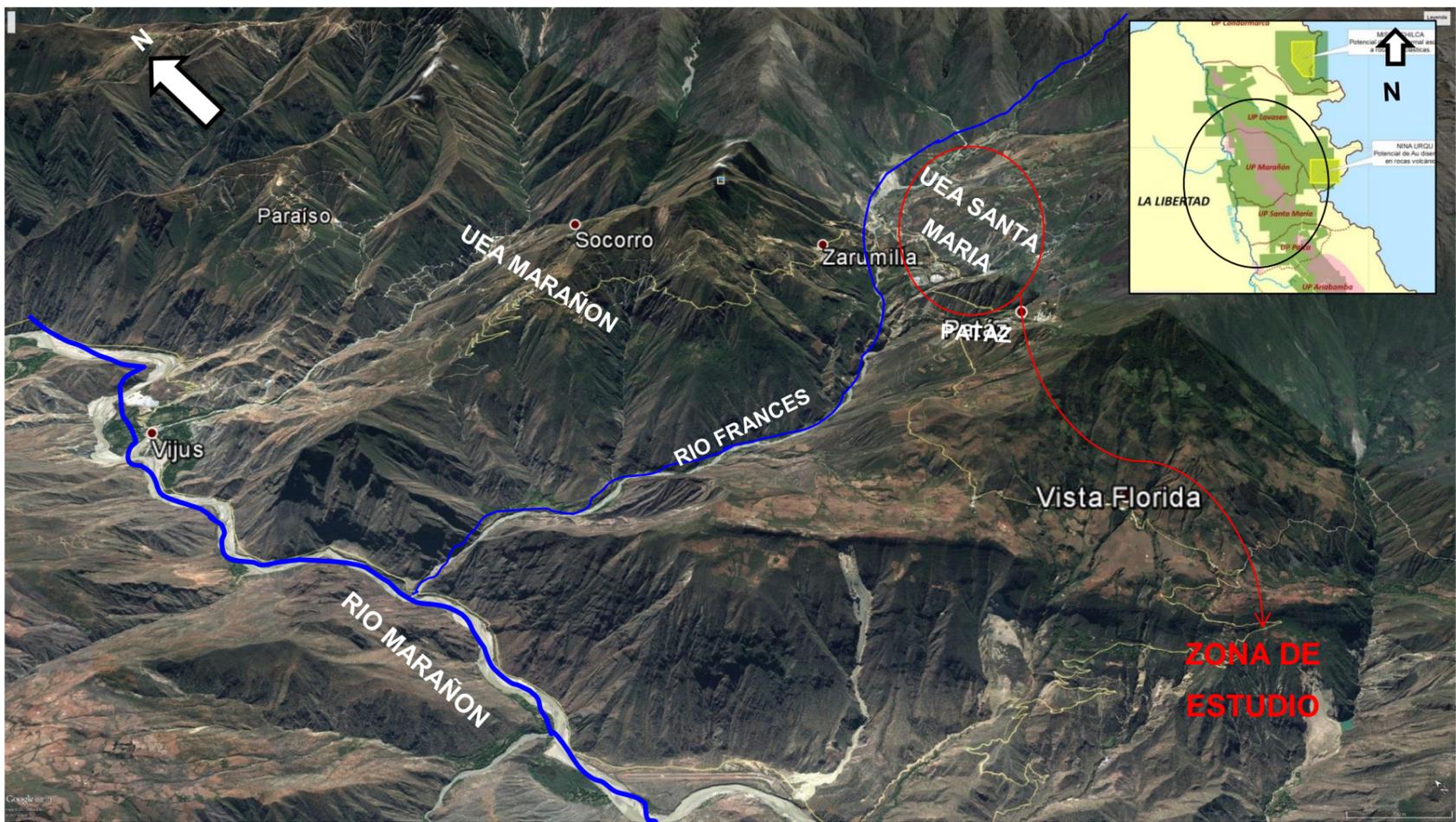
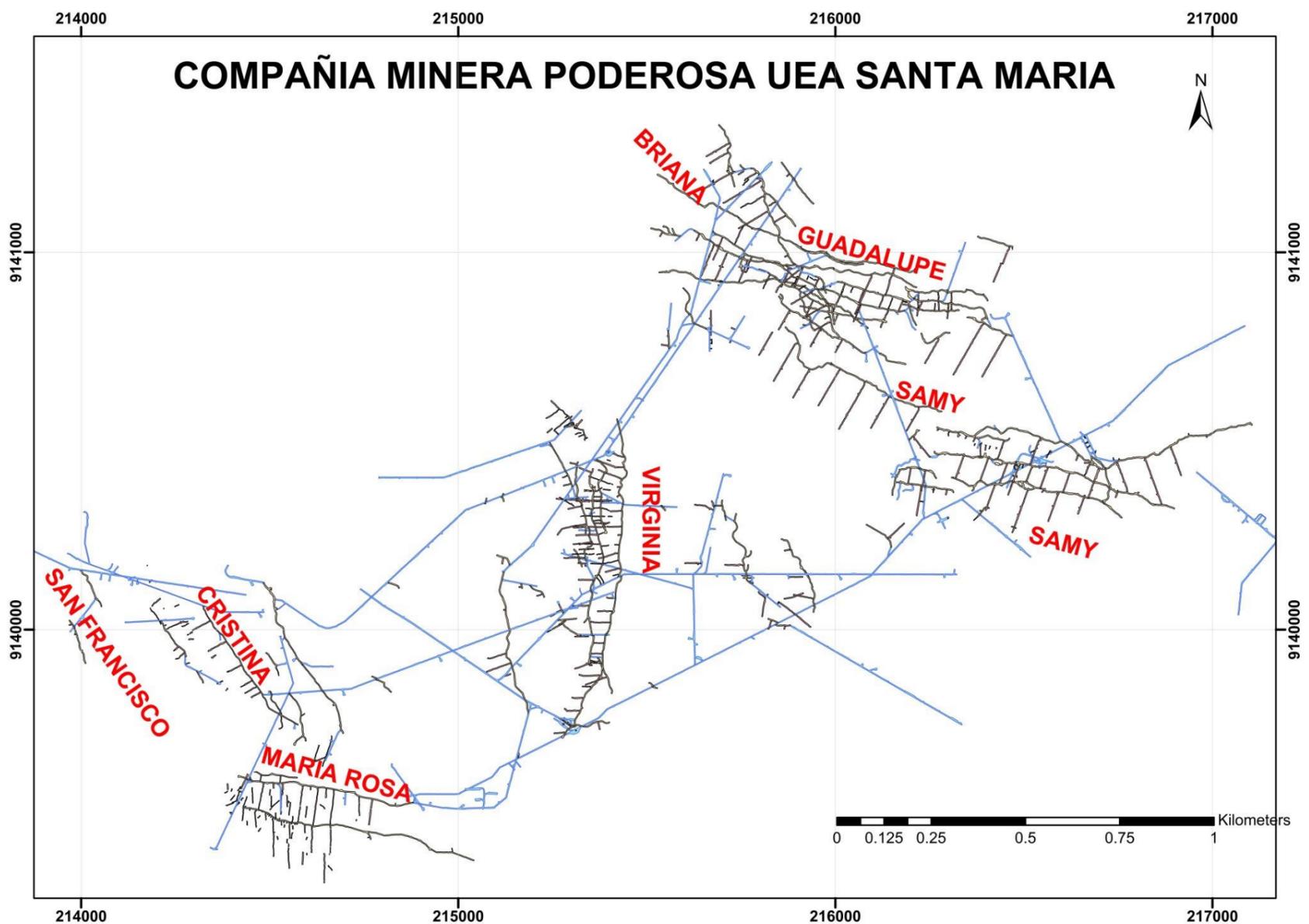


Fig 3.5- Imagen aérea Google Earth, en la cual se puede apreciar la Ubicación de la zona de estudio al margen Derecho del Rio Marañon, en la Unidad Economica Administrativa SANTA MARIA – MINERA PODEROSA.



Plano 3.5.a.- Plano topográfico de la Unidad Economica Administrativa SANTA MARIA - MINA PODEROSA, con el detalle de las diferentes vetas que aquí se exploran y explotan.

3.4.2.- VETAS QUE CONFORMAN EL SISTEMA

A.- VETA SAN FRANCISCO.

La veta San Francisco se ubica en la parte SW del sistema con rumbo N340°, y buzamiento 58° – 60° Este; se viene desarrollando recientemente en el NV 2120, el nivel más bajo, es una veta relativamente nueva y con el mismo sistema NW de todas las vetas conocidas en Poderosa; es la de menor desarrollo y explotación actualmente.

Esta estructura se viene desarrollando en el Nv 2120 a pesar que recién se está desarrollando con labores subterráneas por problemas de accesibilidad hacia este nivel, es una de las vetas de las cuales se tenía información antigua de unos taladros Diamantina desde superficie, estos taladros han definido una continuidad de veta de 700 metros longitudinales y 300 metros Verticales desde superficie hasta la cota tal reconocida.

En el nivel desarrollado Nv 2120 la Veta ha logrado alcanzar una Potencia de 2.50 m como máximo y un Promedio de 1.00 m, y leyes muy variables desde 1.00 gr/Au TM hasta 150.00 gr Au/TM, en Promedio la Ley de San francisco a la Fecha es de 21.54 gr Au/TM.

La Veta está conformada por Cuarzo Blanco 75%, inyecciones de sílice Gris con bandas y parches de Sulfuros (Py+++, Gn++ Esf+), teniendo relación directa la mayor Ley con el contenido de sulfuros, su textura es de tipo brechada con clastos de roca caja alterada en Matriz.

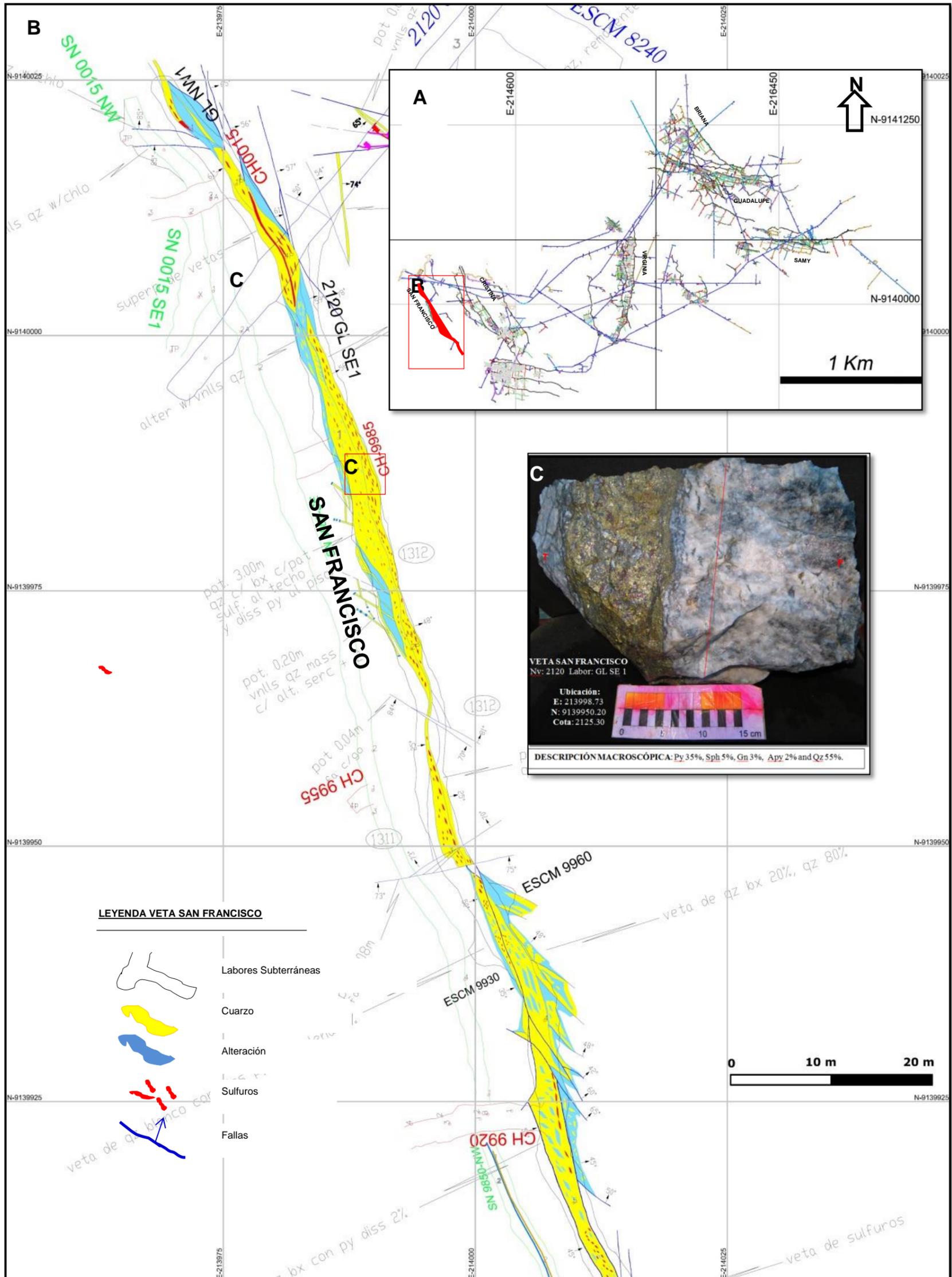


Fig 3.6.- Veta San Francisco, **A.-** Ubicación de Veta San Francisco en el Nv 2120 al SW del Sistema de vetas en Santa María; **B.-** Detalle Geológico de La GL SE 1 Nv 2120 Veta San Francisco, **C.-** Fotografía de muestra de mano Veta San Francisco

B.- VETA CRISTINA

La veta Cristina se ubica en la parte SW del sistema con rumbo N330°, y buzamiento 50°- 55° Este; se desarrolló en el Nv 2260 y se cortó la proyección en el NV 2120, el nivel más bajo, es una sistema NW de todas las vetas conocidas en Poderosa; su mayor desarrollo y explotación es en el Nivel 2260.

En el nivel desarrollado Nv 2260 se desarrolló 300 metros de continuidad horizontal o longitudinal y 100 en plano de Veta Vertical, el tope de la veta al Sur es afectada por falla longitudinal, se desarrolló taladros diamantina con la final de ver la continuidad vertical y se pudo determinar que continua pero como estructura con fuerte alteración fílica y leyes menores a 10 gr Au/TM. teniendo como base estos taladros se desarrolló cortada para interceptar esta veta en el Nv 2120 y recientemente se cortó Veta Potente de baja Ley; se viene desarrollando.

La Veta en el Nv 2260 ha logrado alcanzar una Potencia de 1.80 m como máximo y un valor Promedio de 0.63m, y leyes variables desde 1.00 gr/Au TM hasta 130.00 gr Au/TM, en Promedio la Ley de San francisco a la Fecha es de 6.60 gr Au/TM.

La Veta está conformada por Cuarzo Blanco 85%, inyecciones de sílice Gris con bandas y parches de Sulfuros (Pirita - Py), su textura es de tipo brechada hidrotermal con clastos sub angulosos de roca caja alterada en Matriz.

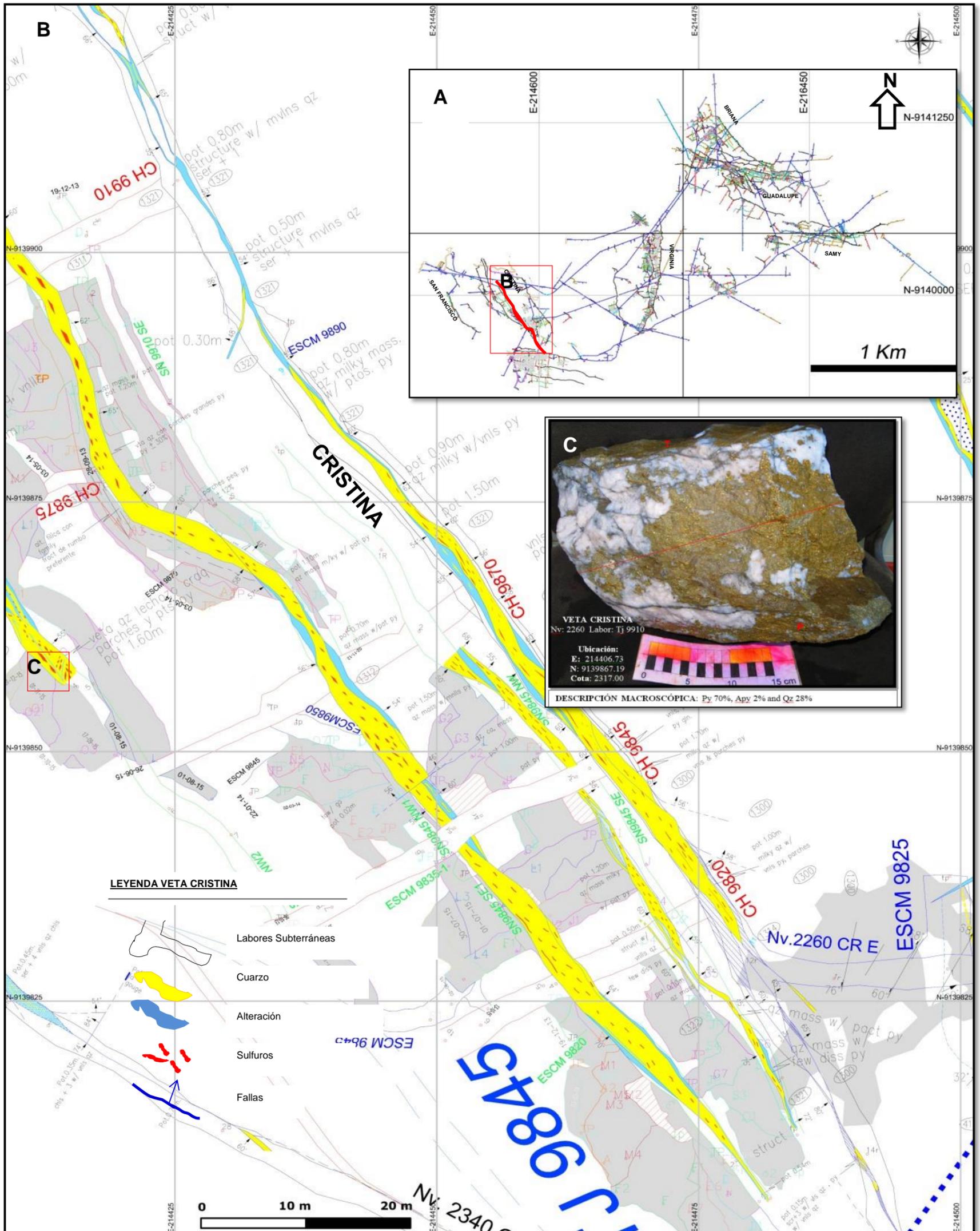


Fig 3.7.- Veta CRISTINA, **A.-** Ubicación de Veta Cristina en el Nv 2260 al SW del Sistema de vetas en Santa María; **B.-** Detalle Geológico de La GL SE Nv 2260 Veta Cristina, **C.-** Fotografía de muestra de mano Veta Cristina.

C.- VETA JULIE

Veta Julie se encuentra en la parte NE del sistema, con rumbo 280° - 290° N; y buzamiento 35° - 40° NE, su mayor desarrollo tiene en el NV 2410 con 600 m de continuidad en galería en dicho nivel, se viene desarrollando chimeneas verticales y un nivel Intermedio llamado 2475, en el cual ya se ha desarrollado 200 m,

Esta estructura está limitada al Oeste y al Este por dos fallas transversales al Oeste se pudo determinar el salto de 42m, al Este aún se viene evaluando el desplazamiento, cabe resaltar que la mayor mineralización Ore shots se encuentra cerca a estas Fallas.

En el Nv 2410 la veta presenta una potencia significativa de hasta 3.00 m en la GL NW del Nv 2410, esta potencia es producto de la superposición de la veta en el mismo nivel, su potencia promedio es de 0.80m con una ley promedio de 34.35 gr Au/TM en la GL NW y 8.60 gr Au/TM en la GL SE, esto se debe a la influencia o aproximamiento a las Fallas transversales que afectan la veta.

La mineralogía de la Veta está conformada por Cuarzo Blanco 55%, inyecciones de sílice Gris con bandas y parches de Sulfuros (Py⁺⁺⁺, Gn⁺⁺ Esf⁺), teniendo relación directa la mayor Ley con el contenido de sulfuros, su textura es de tipo brechada con clastos sub angulosos de roca caja alterada en Matriz.

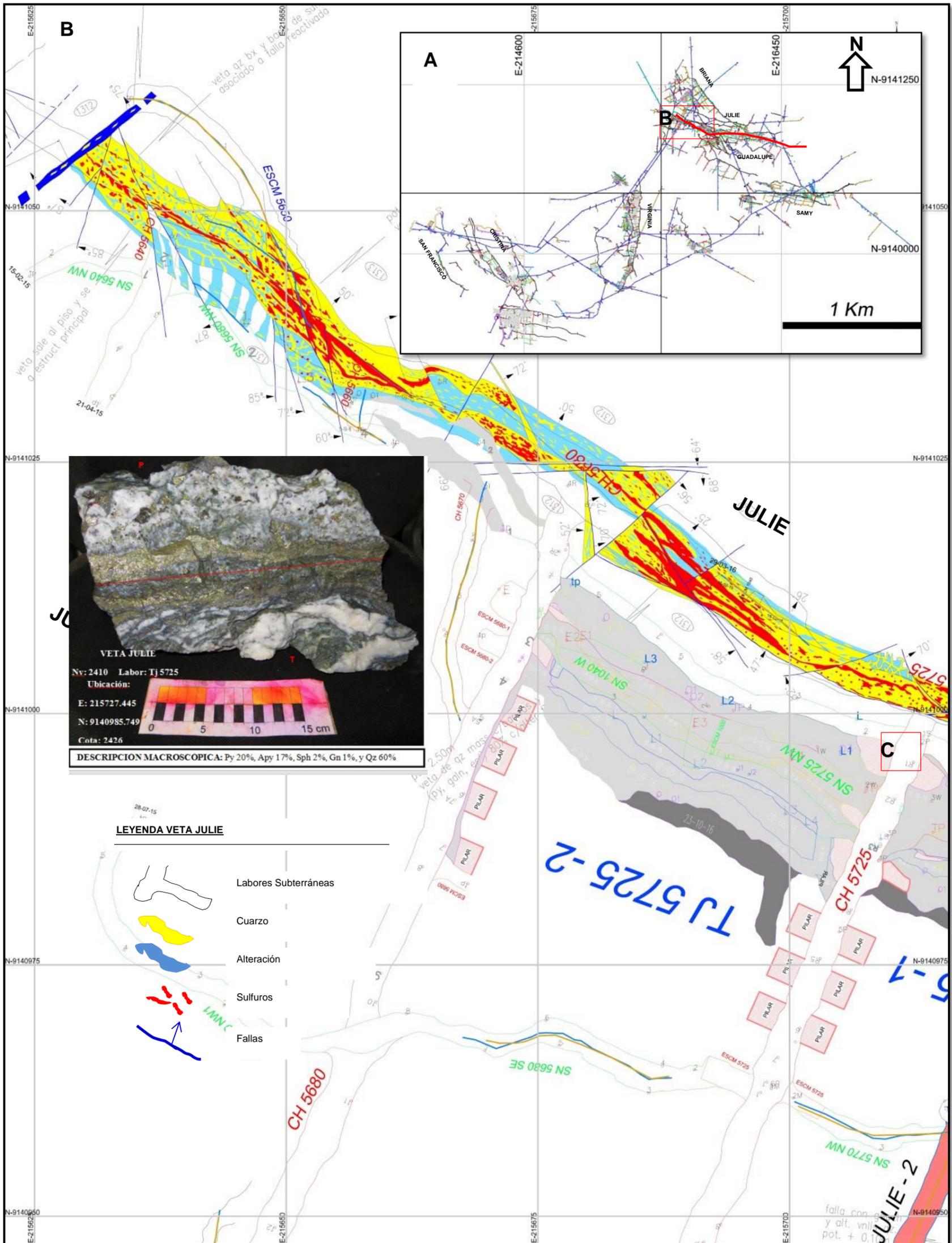


Fig 3.8.- Veta JULIE, **A.-** Ubicación de Veta Julie en el Nv 2410 al NE del Sistema de vetas en Santa María; **B.-** Detalle Geológico de La GL NW Nv 2410 Veta Julie, **C.-** Fotografía de muestra de mano Veta Julie.

D.- VETA GUADALUPE

Veta Guadalupe es la Veta más explorada y desarrollada en la parte NE del sistema, al techo de Julie, con rumbo 280° - 290° N; y buzamiento 60° - 65° NE.

Su exploración y desarrollo se tiene en el Nv 2410, Nv 2520, Nv 2590 y Nv 2670, siendo el mayor desarrollo en el NV 2520 con 650 m de continuidad en galería en dicho nivel, al igual que Julie esta Veta está limitada al Oeste y al Este por dos fallas transversales, cabe resaltar que la mayor mineralización Ore shots se encuentra cerca a la Falla al Este.

En el Nv 2520 la veta presenta dos zonas marcadas antes de la Falla Este (GL - E2) y después de la falla Este (GL - W5), las cuales se verán al detalle en el siguiente capítulo, los promedios en potencia y leyes en la zona de la GL - E2 son Potencia promedio 1.47 m con 18.03 gr Au/TM de ley y en la zona de la GL - W5 el promedio en potencia es de 1.61 m con una ley promedio de 68.96 gr Au/TM. se obtuvo una potencia considerable máxima en la GL - W5 de 3.50 m producto de la superposición de vetas por fallas reactivadas longitudinales y transversales, con Chimeneas se descartó esa potencia.

La mineralogía de la Veta está conformada por Cuarzo Blanco 45%, inyecciones de sílice Gris con bandas y parches de Sulfuros (Py+++, Gn++ Esf+), teniendo relación directa la mayor Ley con el contenido de sulfuros, su textura es de tipo brechada con clastos sub angulosos de roca caja alterada en Matriz.

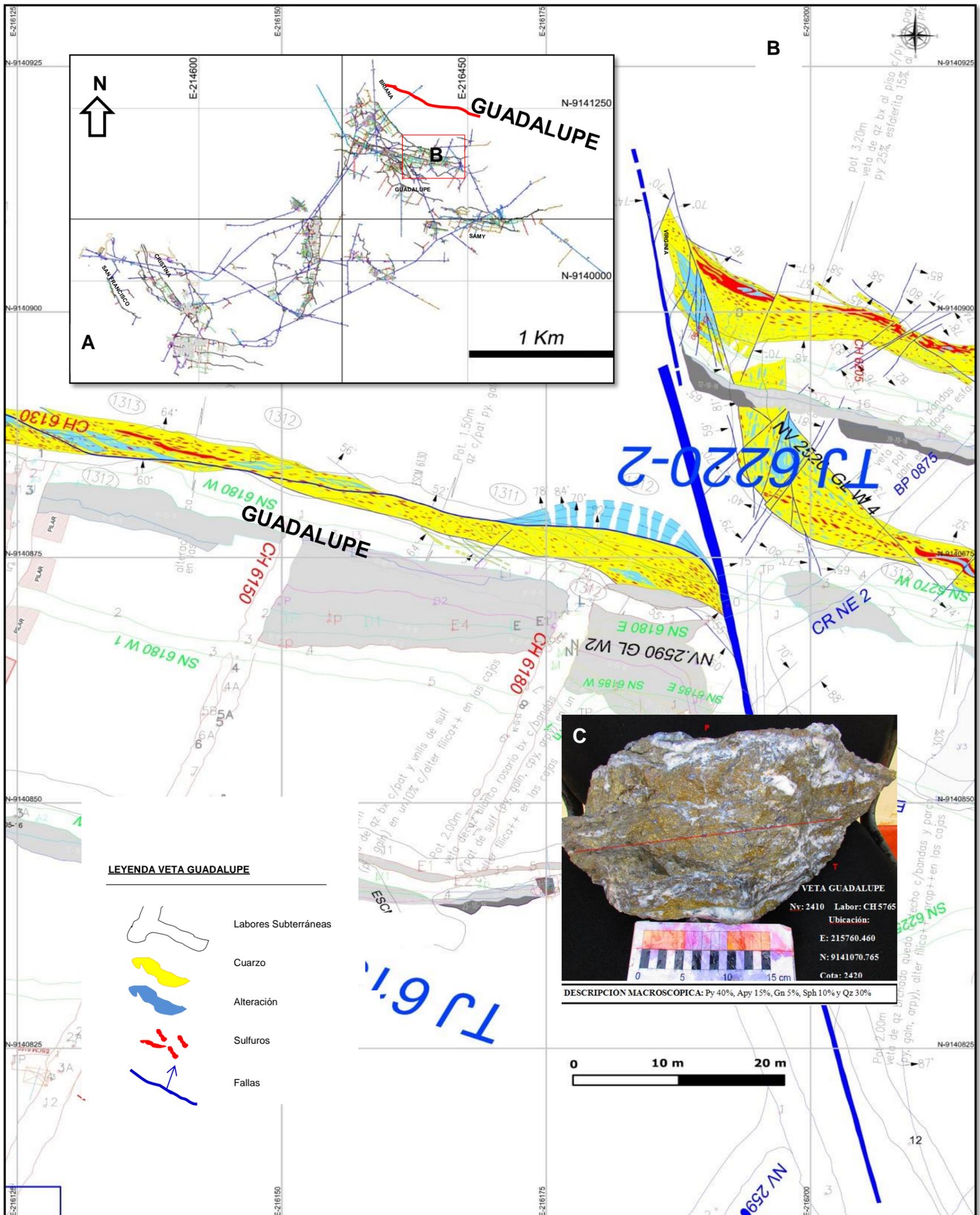


Fig 3.9.- Veta GUADALUPE **A.-** Ubicación de Veta Guadalupe en el Nv 2520 al NE del Sistema de vetas en Santa María; **B.-** Detalle Geológico de La GL E-2 y GL W-5 en el Nv 2520 Veta Guadalupe, **C.-** Fotografía de muestra de mano Veta Guadalupe.

E.- VETA BRIANA

Veta Briana es una veta subhorizontal en el Nv 2520 y sub vertical en nivel inferior Nv 2410, se ubica en la zona NNE del Sistema al Techo de Julie y Guadalupe, su orientación es N 320° con buzamiento variable desde 8° hasta 75° E.

En el Nv 2520 está veta se encuentra con buzamiento subhorizontal y con valores promedio de 0.40 m de potencia de veta y ley de 30.00 gr Au/TM, las mejores leyes están relacionadas a la Falla Oeste que la desplaza 68.00m tanto antes como después de esta falla tiene una influencia de 100.00 m a cada extremo con valores considerables en un promedio de 40.42 gr Au/TM, generando un Ore Shot considerable.

En el Nv 2410 la veta presenta buzamiento subvertical con Potencia promedio 0.50m con 25 gr Au/TM de ley, se ha explorado desde la falla Oeste hasta su intercepción con Guadalupe, donde se puede apreciar que es desplazada por Guadalupe se viene explorando.

La mineralogía de la Veta está conformada por Cuarzo Blanco 35%, inyecciones de sílice Gris con bandas y parches de Sulfuros (Py+++, Esf++, Gn+), teniendo relación directa la mayor Ley con el contenido de sulfuros, su textura es de tipo brechada con clastos sub angulosos de roca caja alterada en Matriz en la zona subhorizontal, se puede apreciar un ambiente extensional o de relleno y textura bandeada en la zona subvertical típico ambiente de comprensión.

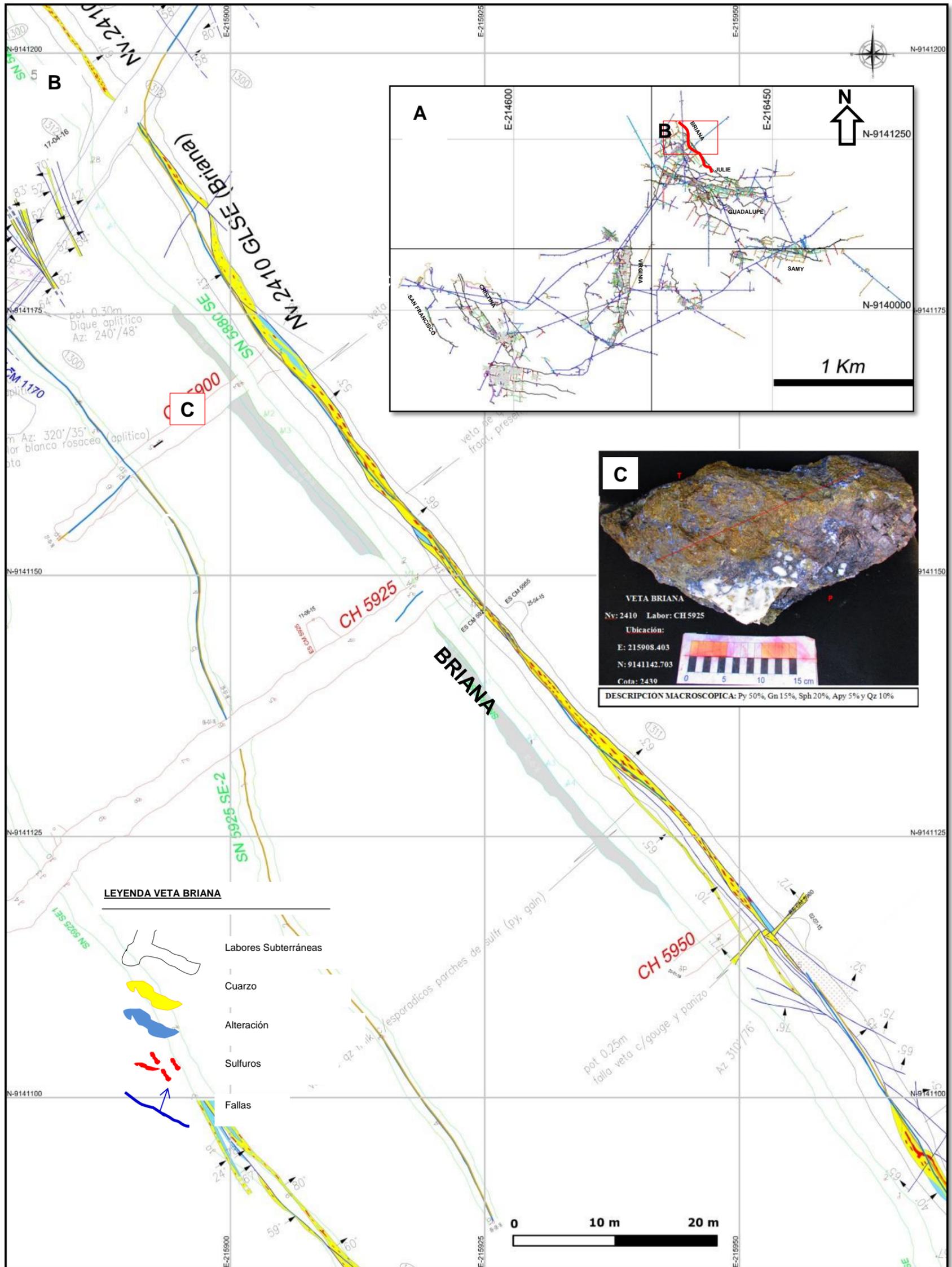


Fig 3.10.- Veta BRIANA, A.- Ubicación de Veta Briana en el Nv 2410 al NNE del Sistema de vetas en Santa María; B.- Detalle Geológico de La GL SE Nv 2410 Veta Briana, C.- Fotografía de muestra de mano Veta Briana.

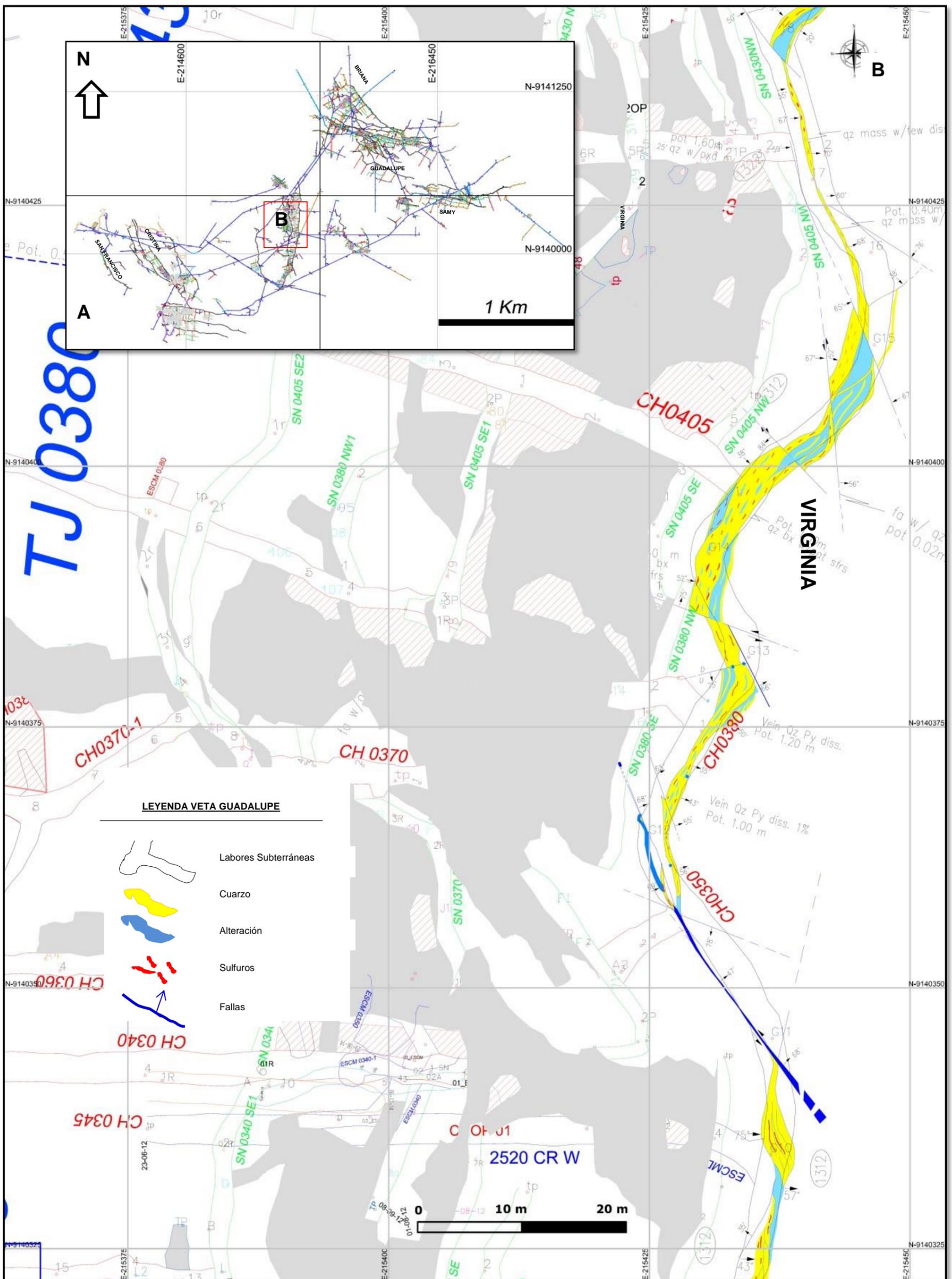
F.- VETA VIRGINIA

Veta Virginia es la segunda Veta más desarrollada después de Guadalupe se ubica en la parte central del sistema, su orientación es N - S con buzamiento desde 45° hasta 52° E.

En el Nv 2520 esta veta fue una de las más exploradas y desarrolladas, conforme se fue subiendo de nivel se tenía la continuidad pero también la proximidad a superficie y por ende la roca caja y veta estaba muy intemperizada, haciendo difícil su minado y exploración, hacia la parte inferior no se le encontró la continuidad en el Nv 2410, al parecer llega a una veta de bajo ángulo aun explorándose.

En el Nv 2520 y 2590 se desarrollaron Galerías con continuidad de 750.00 m en ambos Niveles teniendo un promedio de potencia de veta de 0.61m y ley promedio de 10.25 gr Au/TM en el Nivel 2520, pero conforme se va acercando a superficie se tiene mejores valores y se mantiene la potencia promedio, la ley promedio en el Nv 2590 es de 65.03 gr Au/TM.

La mineralogía de la Veta está conformada por Cuarzo Blanco 65%, inyecciones de sílice Gris con bandas y parches de Sulfuros (Py+++, Gn+), teniendo relación directa la mayor Ley con el contenido de sulfuros, su textura es de tipo brechada con clastos sub angulosos de roca caja alterada en Matriz, en cotas superiores se observa fuerte intemperismo oxidando los sulfuros.



G.- VETA SAMY

Veta SAMY se encuentra en la parte ESTE del sistema, con rumbo 280° - 290° N; y buzamiento 35° 40° NE, su mayor desarrollo tiene en el NV 2670 con 500 m de continuidad en galería en dicho nivel, y 800 metros de continuidad según sondajes diamantina se viene desarrollando chimeneas verticales y un nivel Intermedio llamado 2727, en el cual ya se ha desarrollado 100 m.

Esta estructura está limitada al Oeste por una falla transversal la cual desplaza a Julie y Guadalupe también, al Este aún se viene explorando al igual que su continuidad en cotas inferiores, cabe resaltar que samy ha tenido las mejores leyes y potencia hasta ahora y es una de las labores prioridad de exploración y desarrollo.

En el Nv 2670 la veta presenta una potencia significativa de hasta 3.00 m en la GL NW del Nv 2670, esta potencia es producto de la superposición de la veta, su potencia promedio es de 0.80m con una ley promedio de 40.35 gr Au/TM

En el Nv Nuevo y más superior hasta ahora Nivel 2727 se tiene una potencia promedio de 1.94m con una Ley de 37.88 gr Au/TM.

La mineralogía de la Veta está conformada por Cuarzo Blanco 25%, inyecciones de sílice Gris con bandas y parches de Sulfuros (Py+++, Gn++ Esf+), su textura es de tipo brechada con clastos sub angulosos de roca caja alterada en Matriz.

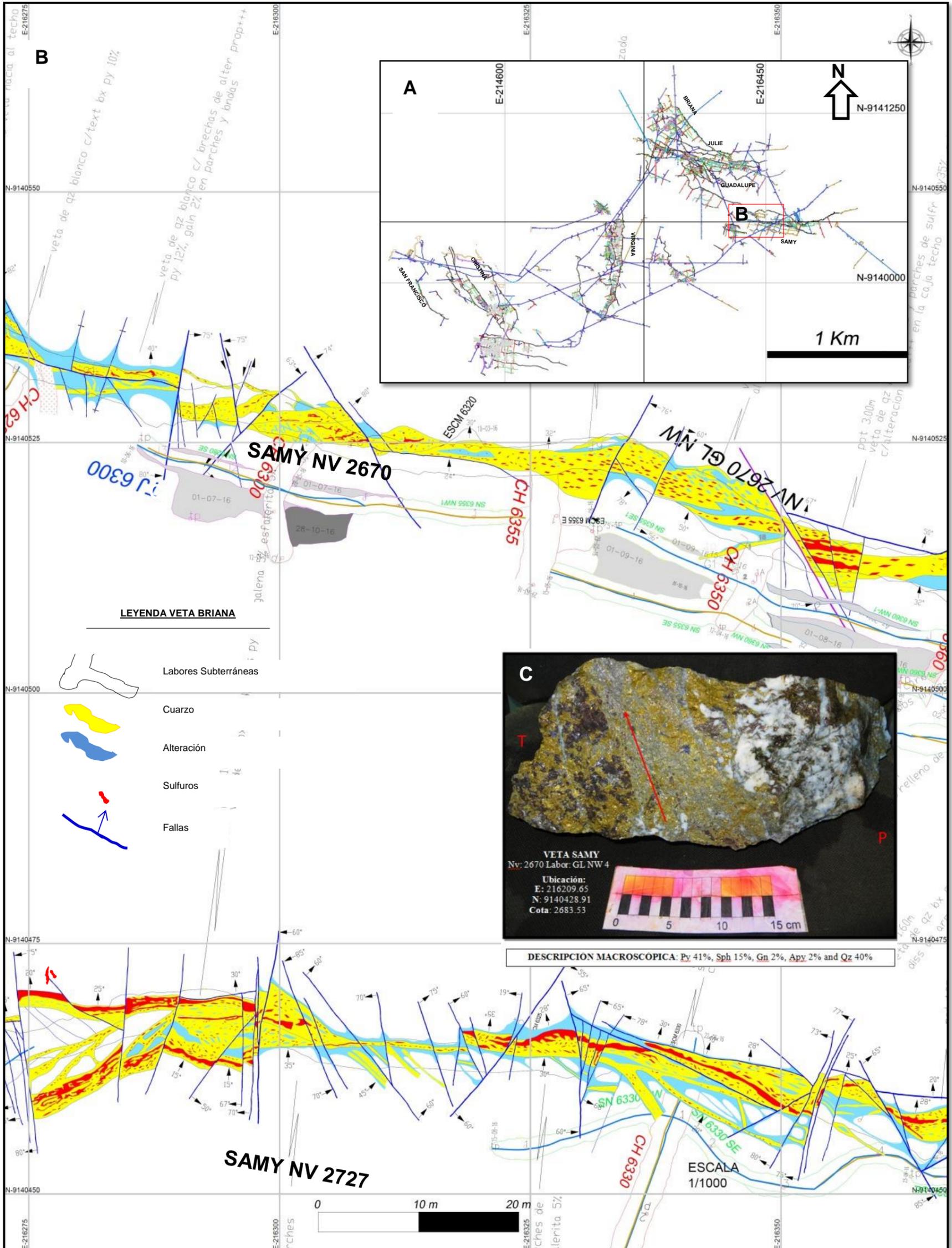


Fig 3.12.- Veta SAMY, A.- Ubicación de Veta Samy en el Nv 2670 al NE del Sistema de vetas en Santa María; B.- Detalle Geológico de La GL NW 1 Nv 2670 Veta Samy, C.- Fotografía de muestra de mano Veta Samy.

3.5.- CONTROLES DE MINERALIZACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS MINERALIZADAS

A. Control Estructural

El control estructural en las vetas del Batolito de Pataz es el que predomina y ejerce la mayor condición en el emplazamiento de la mineralización, está determinada por un conjunto de fallas de origen inicialmente inverso, la cual ha generado aperturas en las zonas de menor ángulo de buzamiento, luego ya en la etapa de relajación se genera un sistema de aperturas por esfuerzos tensionales los cuales producen en el sistema los “Splits o ramales” de las vetas, al final las reactivaciones longitudinales reacomodan todo el sistema generando superposición de vetas y una geometría tipo rosario.

B. Control Litológico

Básicamente la roca granodiorita es el que presenta las condiciones fisicoquímicas para la reacción con los fluidos mineralizantes y su posterior deposición en trampas estructurales.

Existen sectores de composición más básica de tipo hornfels las cuales alojan vetas pero las condiciones vuelven una Veta pobre y ramaleada.

C. Control Mineralógico

El Cuarzo blanco a gris y la pirita de textura fina deleznable representan el principal control de la zona económica, adicionalmente se tiene zonas de bonanza al encontrar sulfuros masivos como galena y esfalerita, pertenecientes al último y más rico evento de mineralización, también se observa pirita cristalizada en la caja y parte de la veta, producto de alteración y anteriores a evento de bonanza.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS SISTEMA DE VETAS DE ALTO Y BAJO A ÁNGULO EN MINERA PODEROSA

4.1 .- SISTEMA DE VETAS DE ALTO ÁNGULO GUADALUPE

4.1.1.- Generalidades

El sistema de Vetas Guadalupe se localiza en el sector NE del sistema de Vetas en UEA Sta Maria, el sistema en su conjunto se ubica desde las coordenadas UTM N: 9140828 E: 215529 hasta N: 9140959 E: 216500.

A. Dimensiones

El sistema abarca 7050 metros de longitud explorada, desarrollada y actualmente en operación. En Proyección vertical se ha definido 400 metros y en plano de veta 560 metros desde el nivel 2400 hasta el Nivel 2800.

El ancho de veta promedio es de 1.47 m con 21.16 gr Au/TM, se puede observar zonas puntuales de hasta 3.50 m y valores anómalos de hasta 400 gr Au/TM.

B. Operación Mina

Guadalupe es una Veta de alto Angulo, su preparación y explotación se realiza de forma convencional, preparando block de 35m de largo por 25m de alto, aplicando método de minado de corte y relleno detrítico ascendente y también en breasting, la explotación de veta samy por tener vetas de ángulos $>35^\circ$, se realiza de forma convencional, preparando block de 35m de largo por 25m de alto con método de minado long wall (sostenimiento puntales línea y Works pack (cribing))

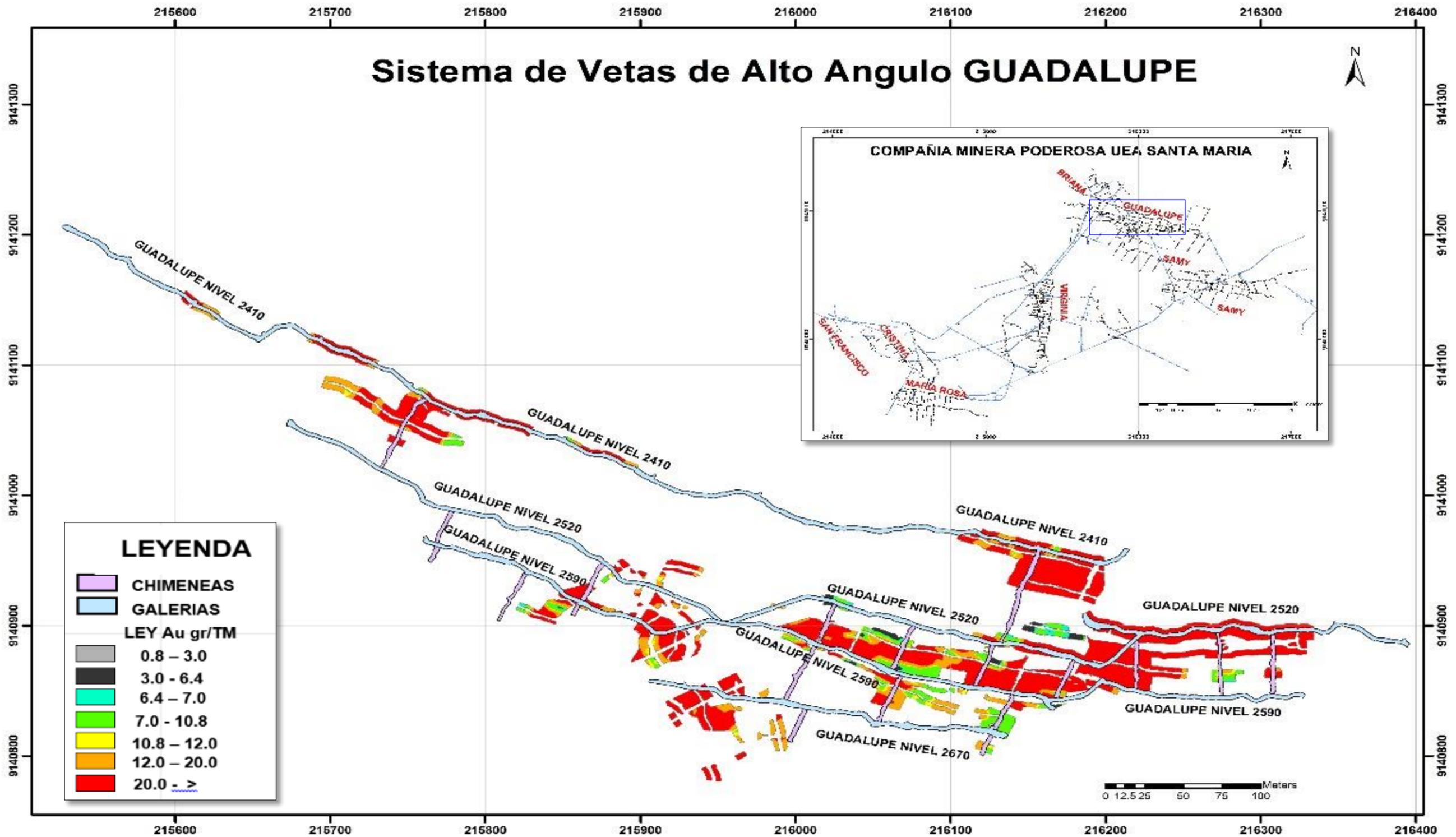


Fig 4.1.- Veta GUADALUPE, localizada en el sector NE del sistema de Vetas en UEA Sta. María, 7050 metros de longitud explorada, desarrollada y actualmente en operación. Reconocida desde el nivel 2400 hasta el Nivel 2800.

4.1.2.- Controles de Mineralización

A. Control Estructural

En la tesis de Maestría del Dr. Carlos Ore se cita la relación de los “Ore shot” o clavos mineralizados a fallas secantes a la mineralización NNW, estas fallas secantes tenían alto ángulo y su orientación oscilaba entre los 270° con buzamiento al NE, este tipo de estructuras por no tener la orientación principal de las vetas NNW, no fueron muy exploradas.

Guadalupe tiene la orientación de una falla secante a la mineralización predominante en el batolito de Pataz; esta Veta de alto ángulo Guadalupe presenta un control estructural marcado el cual define la Geometría de la veta, este control está definido por fallas longitudinales reactivadas de alto ángulo que superpusieron a la veta formando estructuras tipo rosario vistas en sección transversal y en planta y fallas secundarias trasversales que desplazaron esta falla junto a su arrastre de Veta.

Las Fallas Longitudinales y Secantes determinaron la Geometría de la Veta y las fallas Trasversales la desplazaron determinando su continuidad.

Existe una falla Longitudinal de buzamiento contrario de orientación N 104° y Buzamiento 65 SE, la cual recorre en forma longitudinal y es de tipo Inverso y desplaza la veta a partir del Nivel 2520.

También existe una falla principal de orientación N 340 y Buzamiento 75 NE, el cual afecta de forma transversal a la veta y la desplaza al techo de la misma pero además influye mucho con la mineralización es por ello que el clavo mineralizado está relacionado a la cercanía de esta falla.

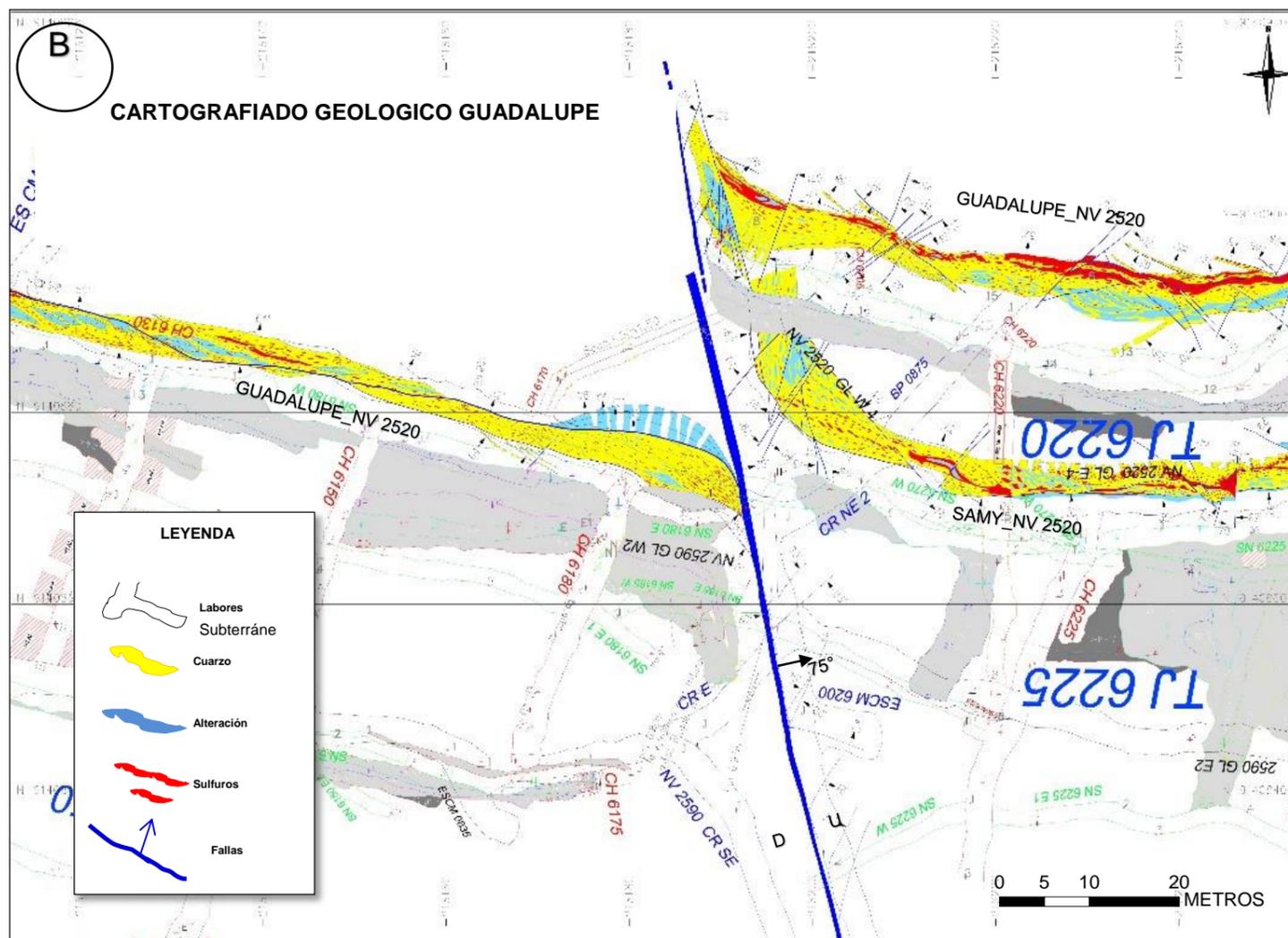
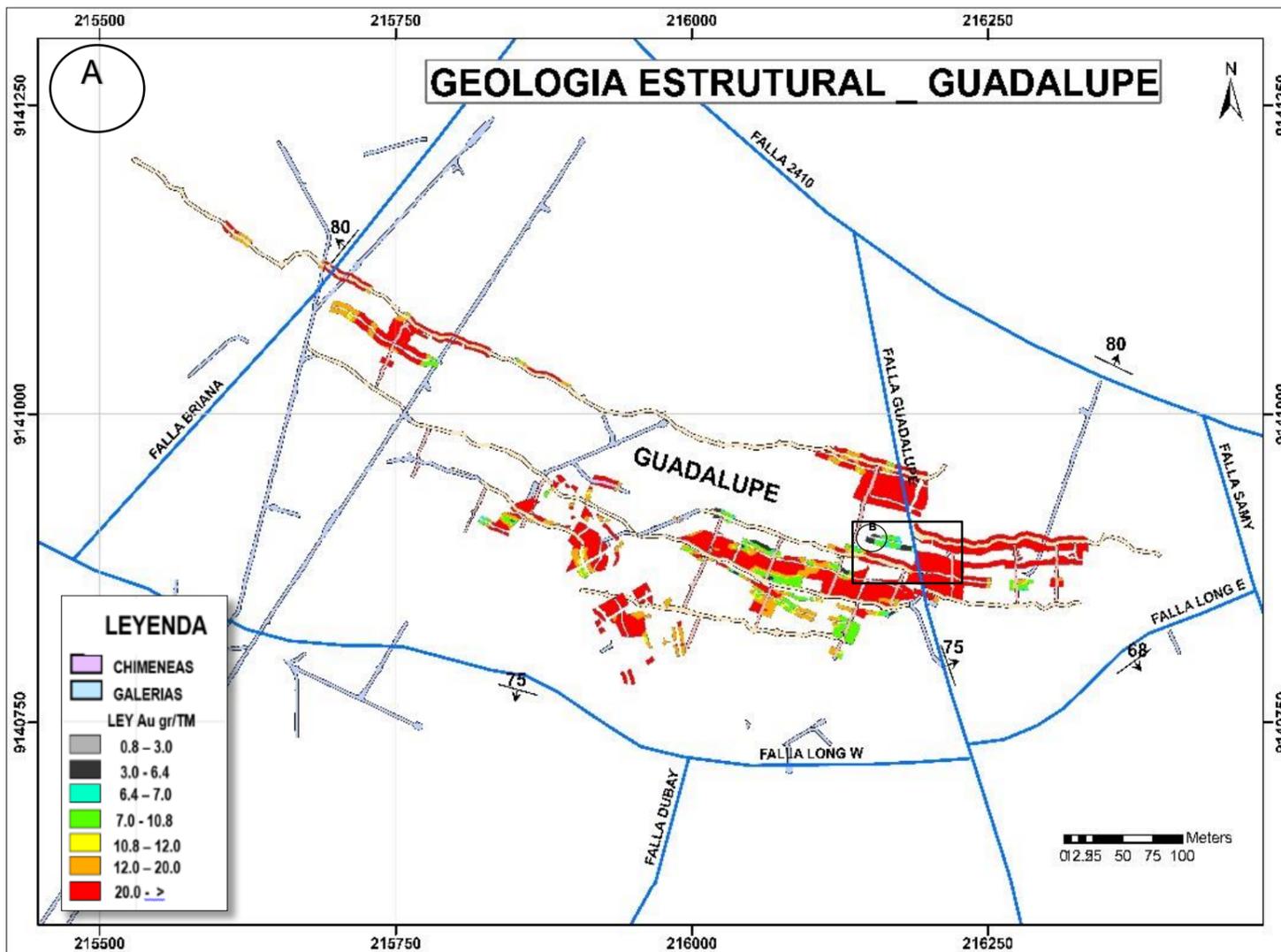


Fig 4.2.- Veta GUADALUPE: A.- Control Estructural que afecta a GUADALUPE, al Este al Oeste y al Sur con fallas transversales y longitudinales respectivamente. B.- Mapeo detallado sector Falla Este (Falla Guadalupe) de comportamiento transversal e Inverso.

B. Control Litológico

Básicamente la roca granodiorita es la roca que presenta las condiciones fisicoquímicas para la reacción con los fluidos mineralizantes y su posterior deposición.

Existe zonas en el batolito con Hornfels, pero por su textura fisible o foliación de este tipo de roca, hace que el mineral se distribuya de forma ramaleada y disturbada, además por ser de composición más básica la ley de Au no es económicamente rentable.

También se puede observar en contacto con la Veta Diques de composición acida (Aplita) mineralizados y/o alterados al contacto con la Veta y frescos en la roca Caja.

C. Control Mineralógico

Guadalupe presenta todos los estadios de mineralización desde el Cuarzo blanco o lechoso, pirita, arsenopirita y ankerita en menor proporción, el segundo Estadio con Cuarzo gris, galena, esfalerita, calcopirita, sulfosales de Sb, electrum y oro nativo y el ultimo post-mineralización consistente de cuarzo blanco, calcita y dolomita en venillas transversales a la veta.

La veta presenta una asociación de metales compuestos por Au, Ag, As, Fe, Pb, Zn, +-(Cu, Sb, Bi, Te; W)

La Veta tiene textura brechada con clastos de roca caja sub angulosos, la mineralización es en bandas y venillas en la mayor parte de su trayecto pero además se puede apreciar sulfuros en forma masiva y parches sobre todo en las zonas de bonanza llegando hasta el 90% de sulfuros.

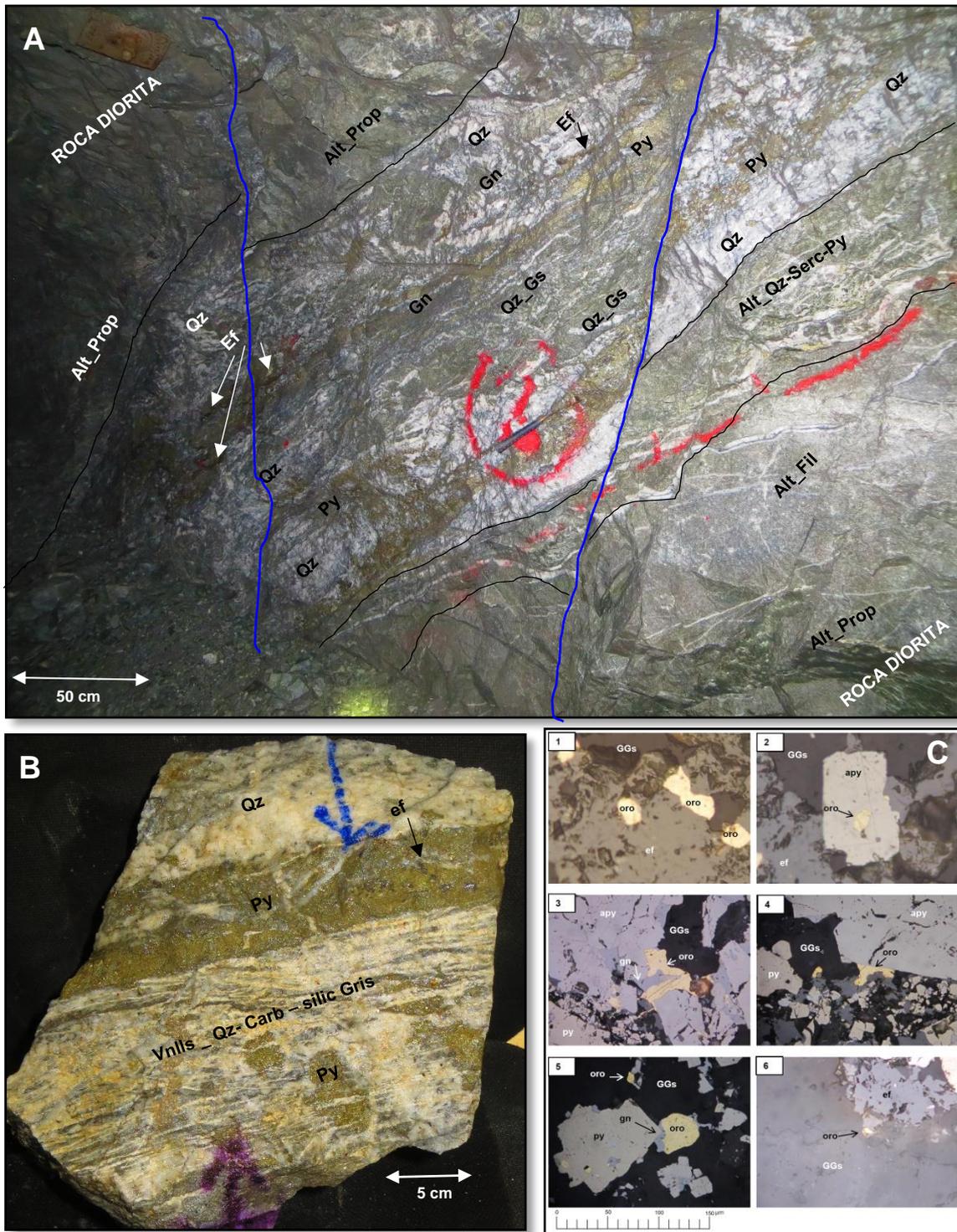


Fig 4.3.- Fotografías de Veta Guadalupe; **A.-** Veta Guadalupe en Nv 2520 Labor Galería Oeste 5 (GL_W5), se aprecia una Veta de Cuarzo (Qz) de textura bandeada o lineal con bandas y venillas de Sulfuros como Pirita (Py), Esfalerita (Ef) y Galena (Gn) puntualmente, Alteración gradacional al Piso Cuarzo Sericita Pirita (Qz-Serc Py), Alteracion Filica (Fil) y alteración Propilítica (Prop) respectivamente, marcada al Techo con alteración Propilítica en una roca Caja Diorita, y **B.-** Muestra de mano para estudios microscópicos al igual que in situ se observa el venilleo o lineamiento de los sulfuros e incluso el Cuarzo y puntualmente pequeños Parches de sulfuros. **C.-** Granos de oro nativo en fracturas de la Pirita (py), esfalerita (ef), en porosidad de la arsenopirita (apy) y en contacto con la esfalerita, Galena (gn) así como en el borde de la esfalerita y en contacto con la ganga (1, 2, 3, 4, 5, 6).

4.1.3.- Síntesis

Veta Guadalupe es la Veta más explorada y desarrollada en la parte NE del sistema, al techo de Julie, con rumbo 270° - 280° N; y buzamiento 55° - 60° NE.

Su exploración y desarrollo se realizó en el Nv 2410, Nv 2520, Nv 2590 y Nv 2670, siendo el mayor desarrollo en el NV 2520 con más de 650 m de continuidad en galería en dicho nivel.

Guadalupe está afectada al Este por una falla transversal que desplaza la Veta he influye en la mineralización desarrollando “Ore shots” adyacente a dicha falla, sobre todo en el Nv 2520 y Nv 2590.

Esta Falla transversal en Guadalupe afectada con desplazamiento Inverso hacia el techo o al Norte del Sistema en un desplazamiento de más o menos 35 m. al Oeste o piso de la Falla Guadalupe se desarrolló como GL E2 y al Techo o al Este se desarrolló como GL W5,

GL E2; Veta de cuarzo de textura brechada, sulfuros en venillas y puntuales parches típica estructura compresional; conforme se acerca a la Falla transversal el porcentaje de sulfuros se incrementa hasta en un 90%, se obtuvo promedios en potencia y ley de 1.47 m con 18.03 gr Au/TM.

GL W5; esta labor representa la continuidad desplazada de la GL E2, al lado Este de la falla transversal, al igual que en la GL E2 el porcentaje de sulfuros se incrementa cerca a la falla llegando hasta un 80% de sulfuros, el promedio en potencia es de 1.61 m con una ley promedio de 68.96 gr Au/TM.

Cabe resaltar que se obtuvo una potencia considerable máxima en la GL – W5 de 3.50 m producto de la superposición de vetas por fallas reactivadas longitudinales y transversales tensionales producto del movimiento frágil de la Veta.

Existe una diferencia bien marcada con respecto a ambas galerías, y es la forma de precipitación de los minerales, en la GI E2 se observa textura tipo venillas y lineamiento de sulfuros masivos típico de estructuras compresionales, sin

embargo en la GL W5 se observa mayor brechamiento estructuras tipo stok work, parches masivos y reemplazamiento de clastos por sulfuros, típica estructura extensional.

Esta diferencia entre la textura del mineral, corresponde a la cercanía de Guadalupe en la GL W5 a la veta de bajo ángulo SAMY desarrollada en la GL E4 a solo 15 m al piso.

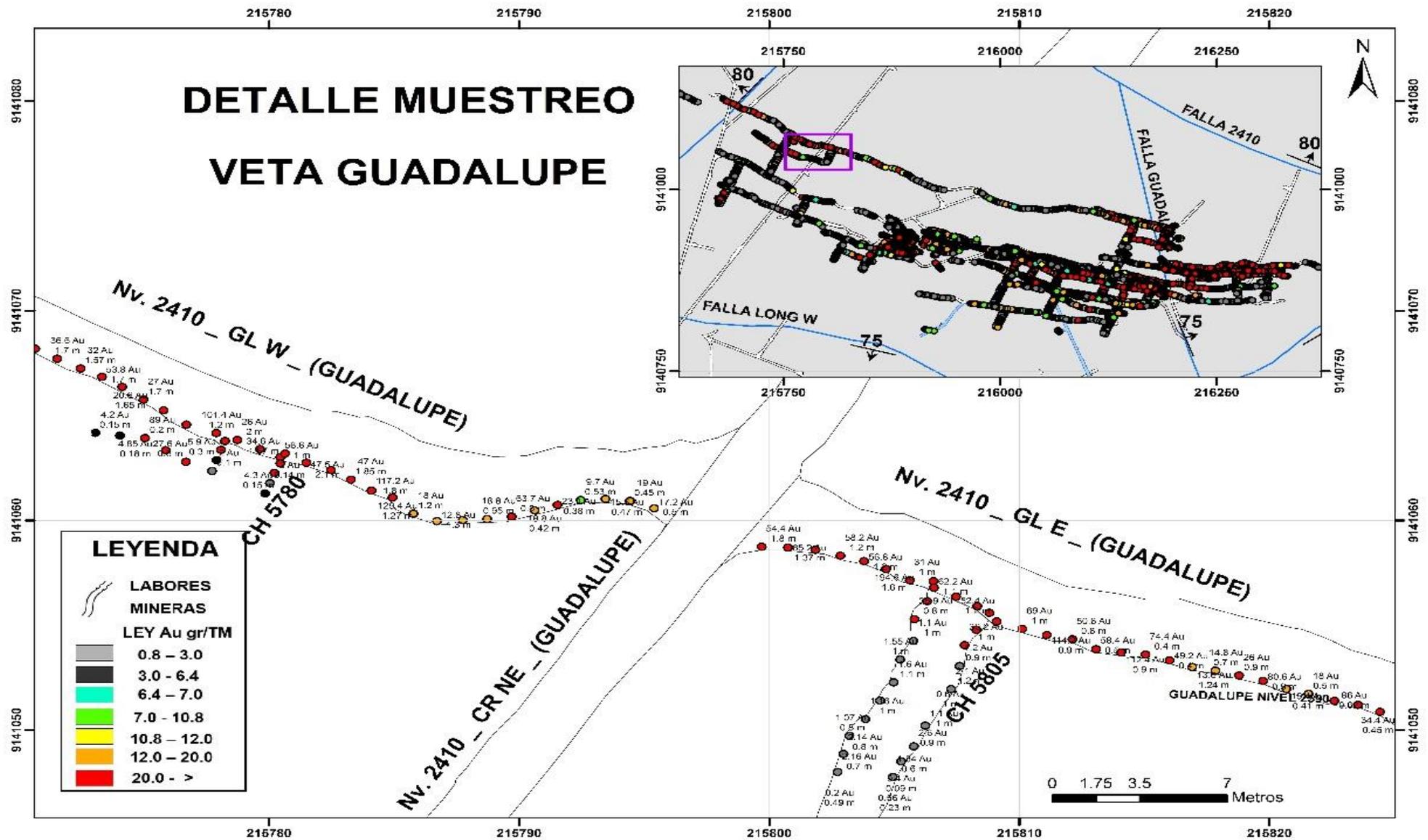


Fig 4.4.- Detalle del Muestreo sistemático que se realiza en las labores subterráneas en interior mina, Galerías, Chimeneas, subniveles y Tajos, de las cuales, se determina su ley y potencia para poder realizar el Ore Control y estimación del Yacimiento.

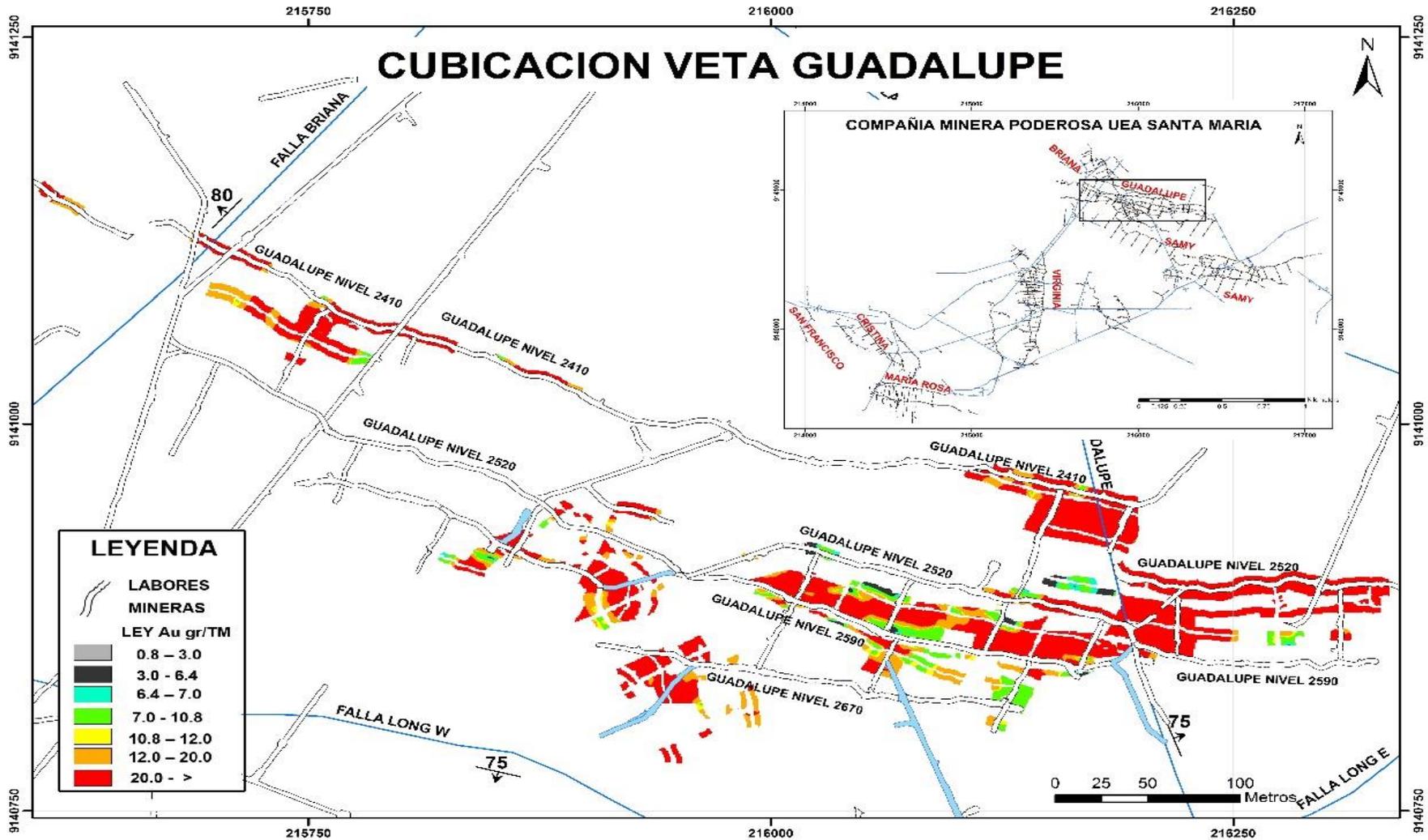


Fig 4.5.- En el grafico se muestra que la mayor cubicación está relacionado a las fallas transversales. Guadalupe a la fecha tiene una reserva estimada 117 123.00 Oz Au, en una área de 36 047.00 m² con una LEY_{SD} = 41.31 gr Au/TM; una POT_{DIL} = 1.36 m y un TON_{DIL} = 136 680 TMS.

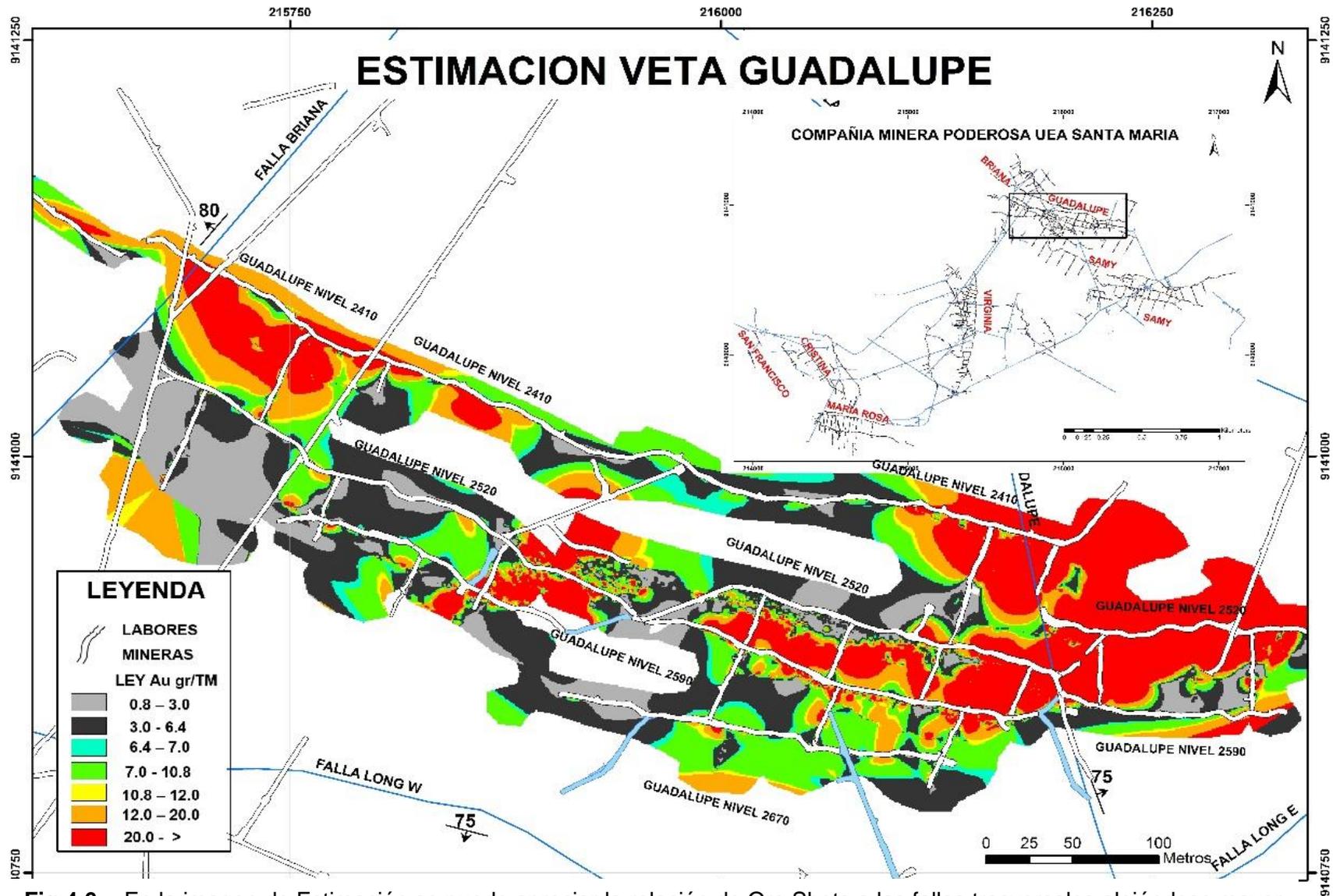


Fig 4.6.- En la imagen de Estimación se puede apreciar la relación de Ore Shots a las fallas transversales alojándose mayor concentración de mineral en zonas de debilidad o fracturamiento, trampas estructurales.

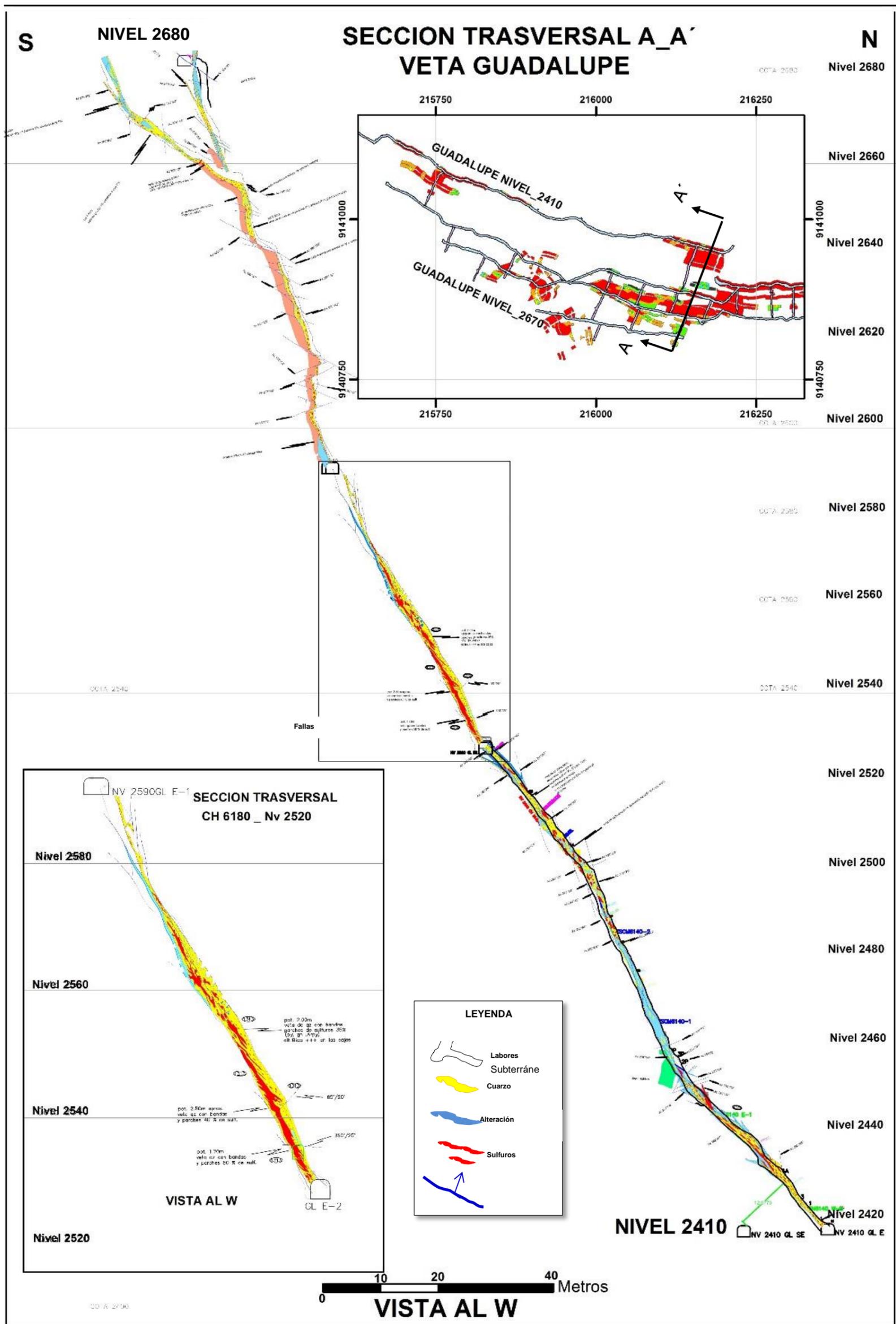


Fig 4.7.- Veta GUADALUPE: Sección Transversal con vista al Oeste de Veta Guadalupe, en la cual se observa una veta angosta entre 1.5 y 0.5 metros y con un Angulo de buzamiento que varía levemente entre 55° - 60° NE. En el detalle podemos observar que existen zonas de bonanza donde el contenido de sulfuros llega hasta 65 %.

4.2.- SISTEMA DE VETAS DE BAJO ÁNGULO SAMY

4.2.1.- Generalidades

El sistema de vetas SAMY se localiza en el sector NE al piso de Guadalupe en las coordenadas UTM N: 9141091 E: 215613 hasta N: 9140360 E: 217004

A. Dimensiones

El sistema abarca 8205 metros de longitud explorada, desarrollada y actualmente en operación. En Proyección vertical se ha definido 540 metros y en plano de veta 1400 metros desde el nivel 2260 hasta el Nivel 2800.

SAMY se encuentra en la parte ESTE del sistema, con rumbo 280° - 290° N; y buzamiento 35° 40° NE, su mayor desarrollo tiene en el NV 2670 con 500 m de continuidad en galería en dicho nivel, y 800 metros de continuidad según sondajes diamantina se viene desarrollando chimeneas verticales y niveles superiores llamado 2727, 2760 en el cual ya se ha desarrollado más de 2000 m aproximadamente de exploración Continua y resultados Positivos.

Samy aparece como July en el 2011, se descubre los primeros taladros de una veta potente 2.20 m promedio y Ley 43 gr Au/TM, debajo del Nivel 2410, es donde se empieza a direccionar una Cortada para interceptar la proyección de dicha Veta en el Nivel 2410, a partir de allí se exploró casi 3000 m de labores en lo que ahora llamamos Julie, a finales del 2014 e inicios del 2015 se intercepta una nueva Veta en el Nivel 2670, con características similares a Julie en Rumbo y buzamiento, pero mucho más al Este casi 1 Km alejado al Este de Julie, la cual se nombra como Veta Samy. A partir de allí se empieza a perforar y tratar de correlacionar la relación que existía entre Samy y Julie, tomando en cuenta las diferentes fallas longitudinales, trasversales y cambios de buzamiento para que a inicios del 2016 se termine de definir a Samy o Julie como una misma Veta, hasta ahora se han desarrollado 8205 metros de exploración en los diferentes Niveles de la veta Samy dando continuidad en los diferentes Niveles donde se viene explorando.

En el Nv 2670, 2727 y 2760 la veta presenta una potencia significativa de hasta 3.00 m en las diferentes Galerías, esta potencia es producto de la superposición de la veta, su potencia promedio es de 0.80m con una ley promedio de 40.35 gr Au/TM.

En el Nivel Nuevo y más superior Nivel reconocido con labor hasta ahora, Nivel 2760 se tiene una potencia promedio de 1.94m con una Ley de 37.88 gr Au/TM.

Esta estructura está limitada al Oeste por una falla transversal la cual desplaza a Samy y Guadalupe también, al Este aún se viene explorando al igual que su continuidad en cotas inferiores, cabe resaltar que SAMY ha tenido las mejores leyes y potencia hasta ahora y es una de las labores de prioridad en exploración y desarrollo.

B. Operación Mina

Samy es una Veta de Bajo Angulo, su preparación y explotación se realiza de forma convencional, preparando block de 35m de largo por 25m de alto, con método de minado long wall (sostenimiento puntales línea y Works pack(cribing))

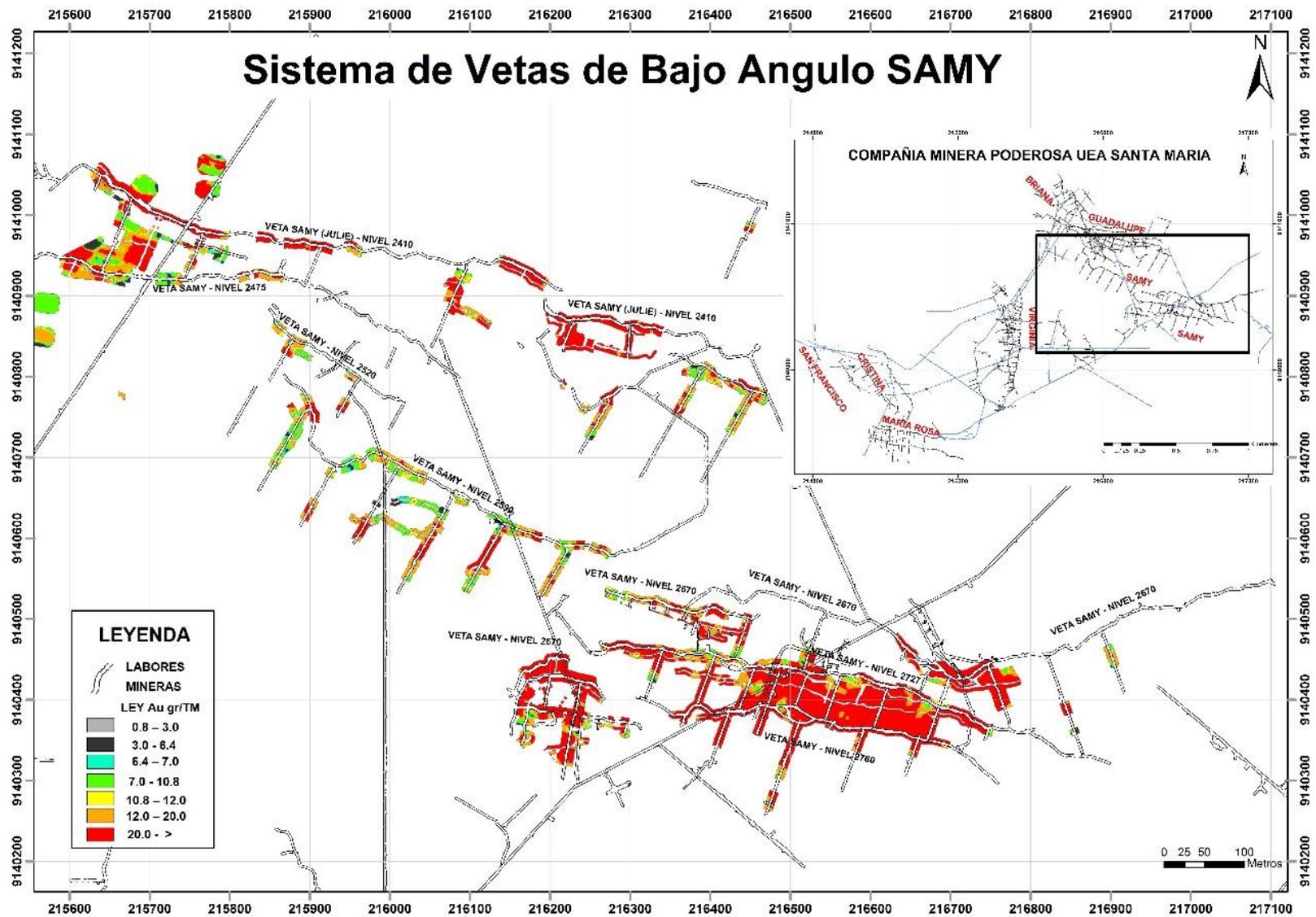


Fig 4.8.- Veta GUADALUPE, localizada en el sector NE del sistema de Vetas en UEA Sta. María, 7050 metros de longitud explorada, desarrollada y actualmente en operación. Reconocida desde el nivel 2400 hasta el Nivel 2800.

4.2.2.- Controles de Mineralización

A. Control Estructural

Al Igual que Guadalupe, Samy es una Veta de orientación E-W, muy diferente a la mineralización preferente en todo el Batolito de Pataz.

También al Igual que Guadalupe está afectado por un control Estructural el cual determina su geometría de la veta, su mineralización y su continuidad.

La falla por la cual migro Samy tuvo que haber sido de bajo ángulo, de tipo Inversa, generando apertura en las zonas de menor buzamiento, esto determino que en estas zonas la veta se desarrolle más he incluso se bifurqué formando lazos sigmoides, brechas y estructuras tipo “Huso Estructural”, sin embargo por las zonas de mayor ángulo el fluido migro brechando la roca caja de forma más definida y continua.

El segundo factor estructural deben ser las fallas trasversales menores que desplazaron pocos metros a la Veta, en su mayoría de tipo normal por reacomodo o gravitacional, hay un evento posterior y determinante en la Geometría de la Veta que es la reactivación de las fallas iniciales que originaron un reacomodo, superponiendo a la veta longitudinal y verticalmente.

Al final de todo el sistema tenemos Fallas regionales que desplazan a la veta algunos metros más, relacionadas a fallas de rumbo andino sub verticales y de movimiento compuesto.

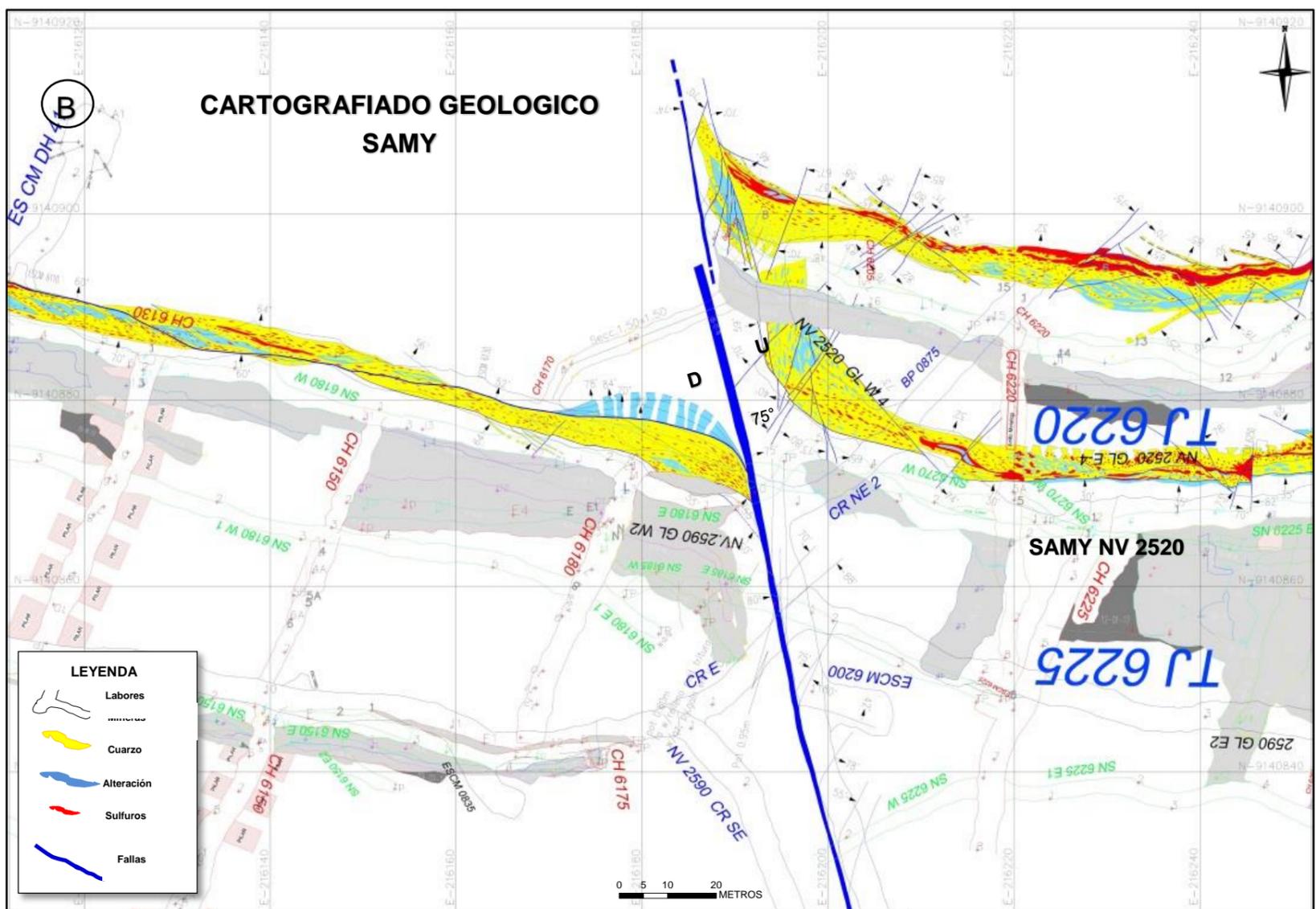
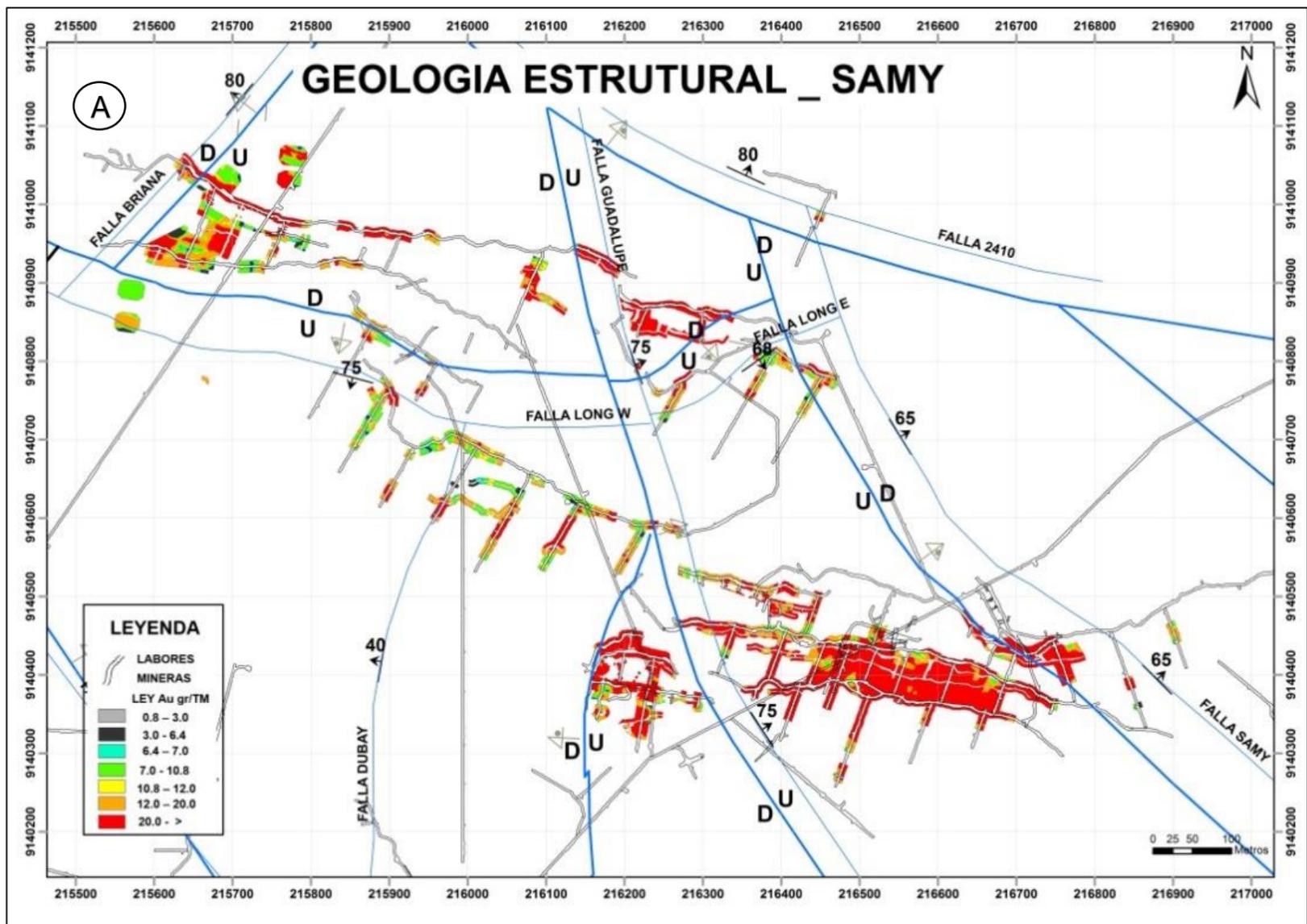


Fig 4.9.- Veta SAMY: A.- Control Estructural que afecta a SAMY, al Este al Oeste y al Sur con fallas trasversales y longitudinales respectivamente. B.- Mapeo detallado sector Falla Este (Falla Guadalupe) de comportamiento trasversal e Inverso.

B. Control Litológico

Como todo el Batolito, la roca granodiorita es la roca que presenta las condiciones fisicoquímicas para la reacción con los fluidos mineralizantes y su posterior deposición.

Existe zonas en el batolito con Hornfels, pero por su textura fisible o foliación de este tipo de roca, hace que el mineral se distribuya de forma ramaleada y disturbada, además por ser de composición más básica la ley de Au no es económicamente rentable.

También se puede observar en contacto con la Veta Diques de composición acida (Aplita) mineralizados y/o alterados al contacto con la Veta y frescos o sin alteración en la roca Caja.

C. Control Mineralógico

Samy presenta todos los estadios de mineralización desde el Cuarzo blanco o lechoso, pirita, arsenopirita y ankerita en menor proporción, el segundo Estadio con Cuarzo gris, galena, esfalerita, calcopirita, sulfosales de Sb, electrum y oro nativo y el ultimo post-mineralización consistente de cuarzo blanco, calcita y dolomita en venillas transversales a la veta.

La veta presenta una asociación de metales compuestos por Au, Ag, As, Fe, Pb, Zn, +-(Cu, Sb, Bi, Te; W)

La Veta tiene textura brechada con clastos de roca caja sub angulosos, la mineralización es en bandas y venillas en la mayor parte de su trayecto pero además se puede apreciar sulfuros en forma masiva y parches, algunos parches reemplazan a los clastos de roca, en las zonas de bonanza se llega a tener hasta el 90% de sulfuros.

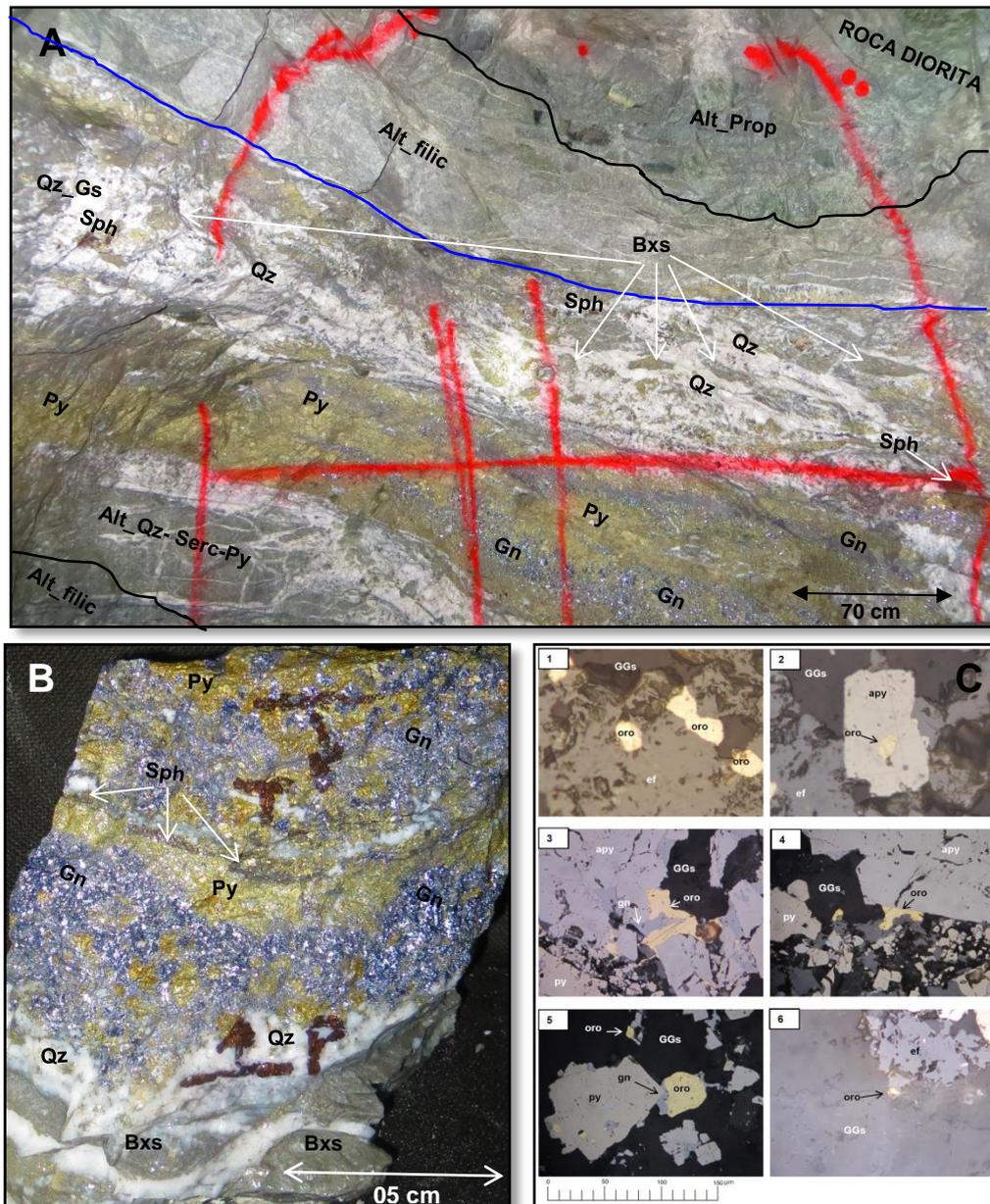


Fig 4.10.- Fotografías de Veta SAMY; **A.-** Veta SAMY en Nv 2670 Labor Galería Sur Este (GL_SE), se aprecia una Veta de Cuarzo (Qz) de textura Brechada con bandas y parches de Sulfuros como Pirita (Py), Galena (Gn) y puntualmente Esfalerita (Ef), Alteración gradacional al Piso Cuarzo Sericita Pirita (Qz-Serc Py), Alteración Filica (Fil) y alteración Propilítica (Prop) respectivamente, marcada al Techo con alteración Propilítica en una roca Caja Diorita, **B.-** Muestra de mano para estudios microscópicos al igual que in situ se observa bandas de sulfuros Py, Pachs de Gn y Sph, cuarzo brechado e incluso. **C.-** Granos de oro nativo en fracturas de la Pirita (py), esfalerita (ef), en porosidad de la arsenopirita (apy) y en contacto con la esfalerita, Galena (gn) así como en el borde de la esfalerita y en contacto con la ganga (1, 2, 3, 4, 5, 6).

4.2.3.- Síntesis.

Veta SAMY es hoy en día la Veta más explorada y desarrollada en la parte Este del sistema, con rumbo 280° - 290° N; y buzamiento 35° - 40° NE

Su exploración y desarrollo se realizó en los Niveles 2410, 2520, 2590, 2670, 2727 y 2760, siendo el mayor desarrollo por ahora en los Niveles 2670 y 2727 con más de 2500 m de continuidad en galería y Chimeneas en dichos niveles.

Samy al igual que Guadalupe fue afectada al Este por una falla transversal que desplaza la Veta e influye en la mineralización desarrollando "Ore shots" adyacente a dicha falla, en casi todos los Niveles.

Esta Falla transversal afectada con desplazamiento Inverso hacia el techo o al Norte del Sistema en un desplazamiento de más o menos 135 m, medido en el Nivel 2670, al Oeste o piso de la Falla se desarrolló como GL SE4 y al Techo o al Este se desarrolló como GL NW, ambos en el Mismo Nivel.

GL SE4 - GL NW4 (Nv 2670); Veta de cuarzo de textura brechada, sulfuros en bandas y parches típica estructura extensional de bajo ángulo; conforme se acerca a la Falla transversal el porcentaje de sulfuros se incrementa hasta en un 90%, se obtuvo promedios en potencia y ley de 2.20 m con 45.00 gr Au/TM respectivamente, una de las características marcadas en esta zona es el bajo buzamiento de hasta 0° y en promedio 8° , este Buzamiento permitió el desarrollo y mineralización tipo extensional formando lazos, husos y venillas tipo stock work mineralizados.

GL NW1 (Nv 2670); esta labor representa la continuidad desplazada de la GL SE4, al lado Este de la falla transversal, al igual que en la GL SE4, el porcentaje de sulfuros se incrementa cerca a la falla llegando hasta un 80% de sulfuros, el promedio en potencia es de 1.61 m con una ley promedio de 25.00 gr Au/TM.

La GL NW1 (Nv 2670) a diferencia de la GI SE 4 (Nv 2670) es el Buzamiento, estamos en un Buzamiento 32° promedio y el cual disminuye en el Nivel 2727 llegando a 8° ; es aquí donde se observa o se puede concluir que el plano de

Veta en la GL SE4 del Nivel 2670, se encuentra ahora en el Nv 2727, un desplazamiento Inverso vertical de 60 metros.

Cuando la Veta Samy tiene más de 30°, su potencia y mineralización es más definida, controlada por falla reactivada que pasa del techo al piso definiendo la geometría de la Veta. Si la falla reactiva se encuentra en el piso de la Veta el contacto es definido (Cuarzo - Roca Fresca) y el techo tiene una alteración Gradacional (Cuarzo - Cuarzo sericita – Filica – Propilitica _ Roca Fresca) y si la Falla reactivada esta al Techo de la Veta el contacto es definido (Cuarzo - Roca Fresca) y el piso tiene una alteración Gradacional (Cuarzo - Cuarzo sericita – Filica – Propilitica _ Roca Fresca).

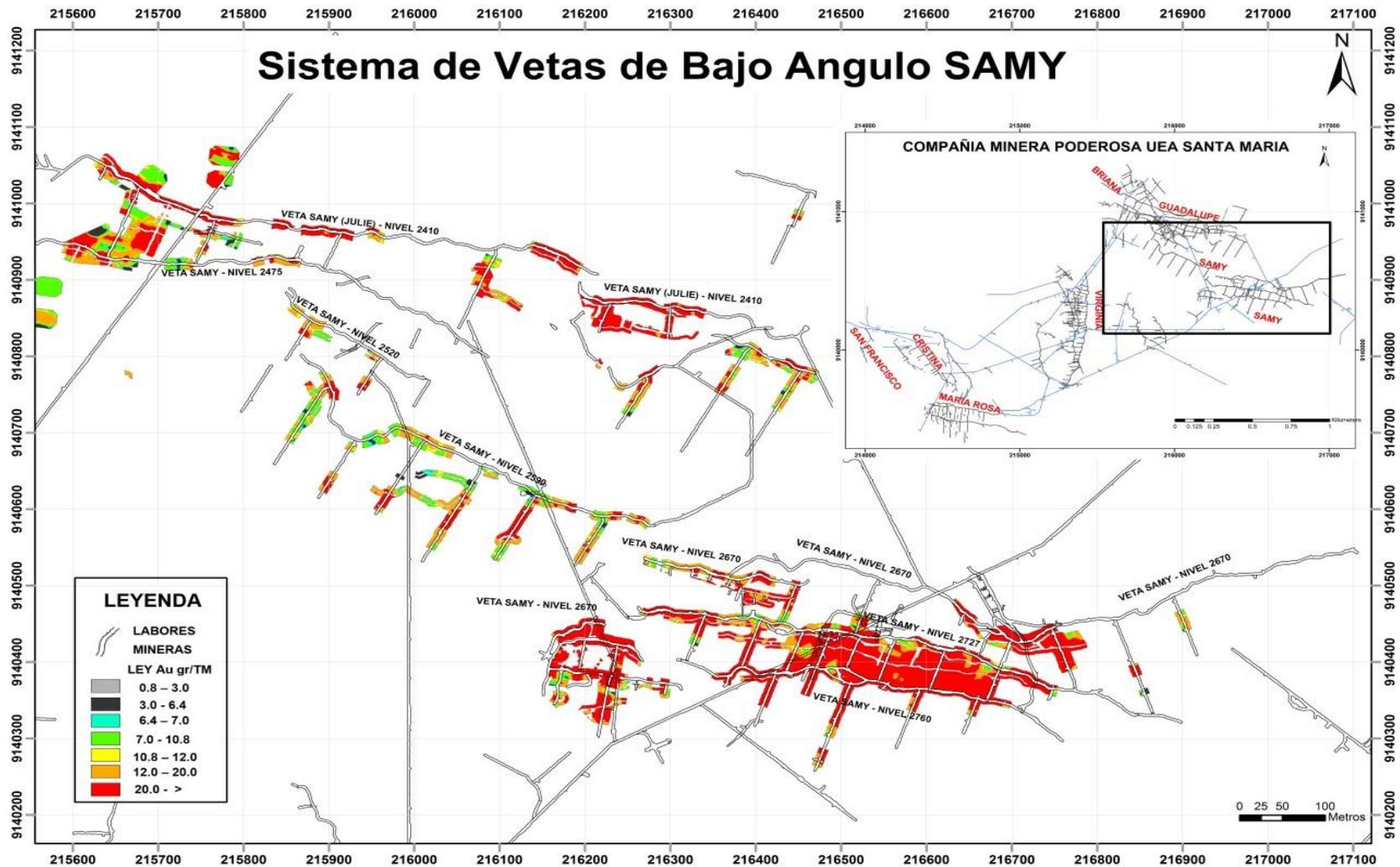


Fig 4.11.- En el grafico se muestra la Cubicación a la fecha desde los niveles 2410 hasta el Nivel 2820 obtenido en la veta Samy. Samy a la fecha tiene una reserva estimada 213 483.00 Oz Au, en una área de 60 703.00 m² con una LEY_SD = 31.48 gr Au/TM; una POT_DIL = 1.90 m y un TON_DIL = 318 663.00 TMS.

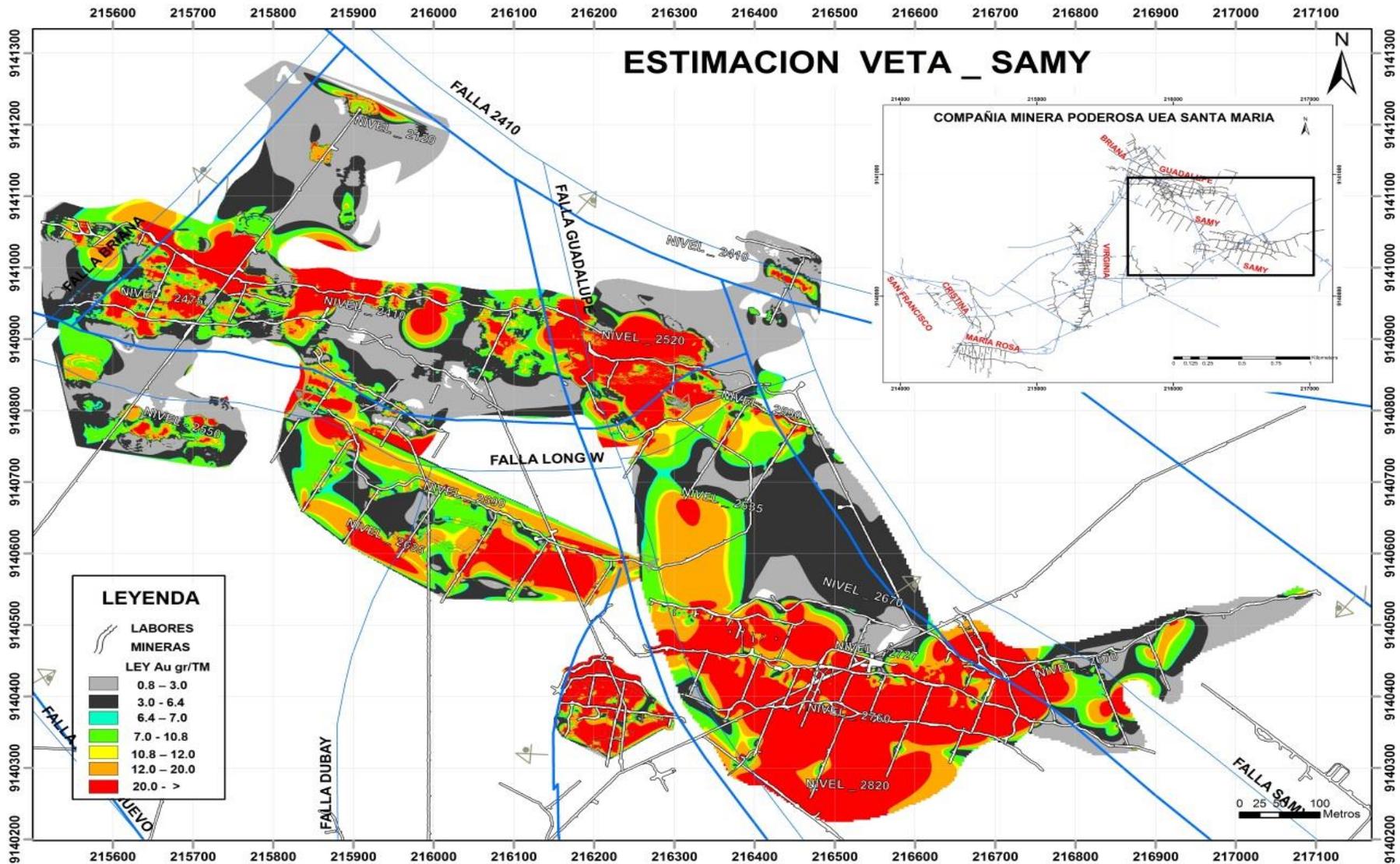


Fig 4.12.- En la imagen de Estimación se puede apreciar la relación de Ore Shots a las fallas trasversales alojándose mayor concentración de mineral en zonas de debilidad o fracturamiento, o las llamadas trampas estructurales.

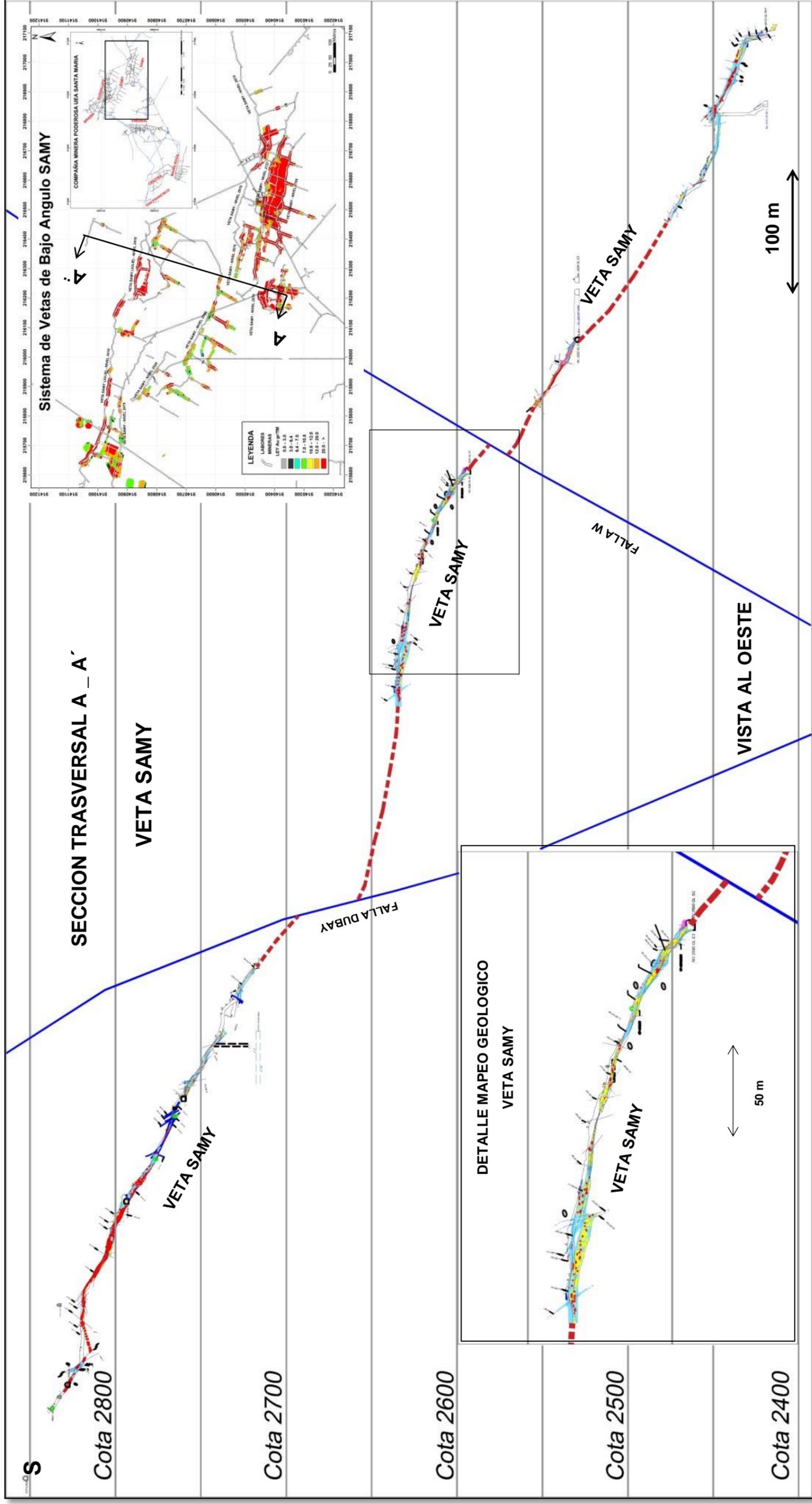


Fig 4.13.- Sección transversal Veta SAMY con vista al Oeste en la cual se observa una veta angosta que varía entre 1.00 m y 4.5m en zonas de superposición, con ángulo de buzamiento menor a 35° NE, en la sección se puede apreciar dos fallas una normal al SUR y una inversa al NORTE, ambas de desplazamiento menor a 50 metros.

4.3.- Características Estructurales del sistema de vetas de alto y bajo ángulo en Compañía de Minas Poderosa.

Se ha analizado los dos tipos principales de vetas que existen en la Unidad Sta Maria de minera Poderosa, desarrolladas actualmente y que constituyen la mayor producción de mineral hoy en día, Como se puede apreciar cada una de estas estructuras tienen su particularidad a una escala pequeña pero que en general a una escala del yacimiento pertenecen a un mismo sistema de emplazamiento, esfuerzo y dinámica. Como resultado genero vetas, fallas que afectaron a las vetas, reactivación de fallas las cuales determinaron la geometría caprichosa de las vetas.

4.3.1.- Sistema de fallas NNW-SSE (ANDINO).

Son fallas regionales de alto angulo con buzamiento al NE de tipo inversa pre mineral los cuales fueron determinantes para la inclusión del batolito de pataz, una de ellas debió formar el rio marañón.

4.3.2.- Sistema de fallas NW – SE (Pre Mineralización de bajo Angulo)

Este sistema de fallas debe existir según la bibliografía sobre la mineralización del batolito de Pataz, debieron ser pre mineral de bajo angulo buzando al NE siendo las receptoras de la Mineralización.

La peculiaridad es que aún no se han encontrado en esta zona de minera Poderosa fallas o vetas con la orientación preferente de mineralización, pero si existen al Norte y sur del yacimiento y las cuales formaron vetas potentes y económicas estudiadas y explotadas hasta la actualidad.

4.3.3.- Sistema de fallas NW-SE (Alto Angulo)

Fallas de rumbo NW - SE de alto ángulo (mayores a 75°) buzando ligeramente al NE de cinemática inversa o dextral son fallas de gran actividad pre y post mineral, se reactivaron en varias ocasiones, en algún momento pre mineral funcionaron como trampas estructurales, convirtiendo a las estructuras existentes Este Oeste en estructuras de extensión y favorables para formar Ore Shots.

Posteriormente se reactivan y comporta como fallas inversas de desplazamiento moderado 20m a 500m, formado sistema volcado hacia el Sur Oeste.

Algunas de estas fallas son Sta Maria, Naranjal, Pueblo Nuevo Guadalupe, Samy.

La más representativa y estudiada es la Falla Guadalupe de orientación N 340 y Buzamiento 75 NE, el cual afecta de forma transversal e inversa a la veta y la desplaza al techo de la misma pero además influye mucho con la mineralización definiendo el ore shots o clavo mineralizado su cercanía a esta falla.

4.3.4.- Sistema de fallas NE – SW

Este sistema de vetas pertenece a una orientación NE con buzamiento al SE y/o al NW de alto ángulo, estas fallas determinan localmente el desplazamiento de la veta menor a 20 metros, netamente de tipo gravitacional o normal.

4.3.5.- Sistema de fallas E – W

Son las fallas que determinan la geometría de la veta al reactivarse y superponer o estrangular a las vetas, estas fallas pertenecen a una familia que sirvieron como conducto mineralizante y luego se reactivaron; son secantes al rumbo andino de tipo normal por gravedad o relajación.

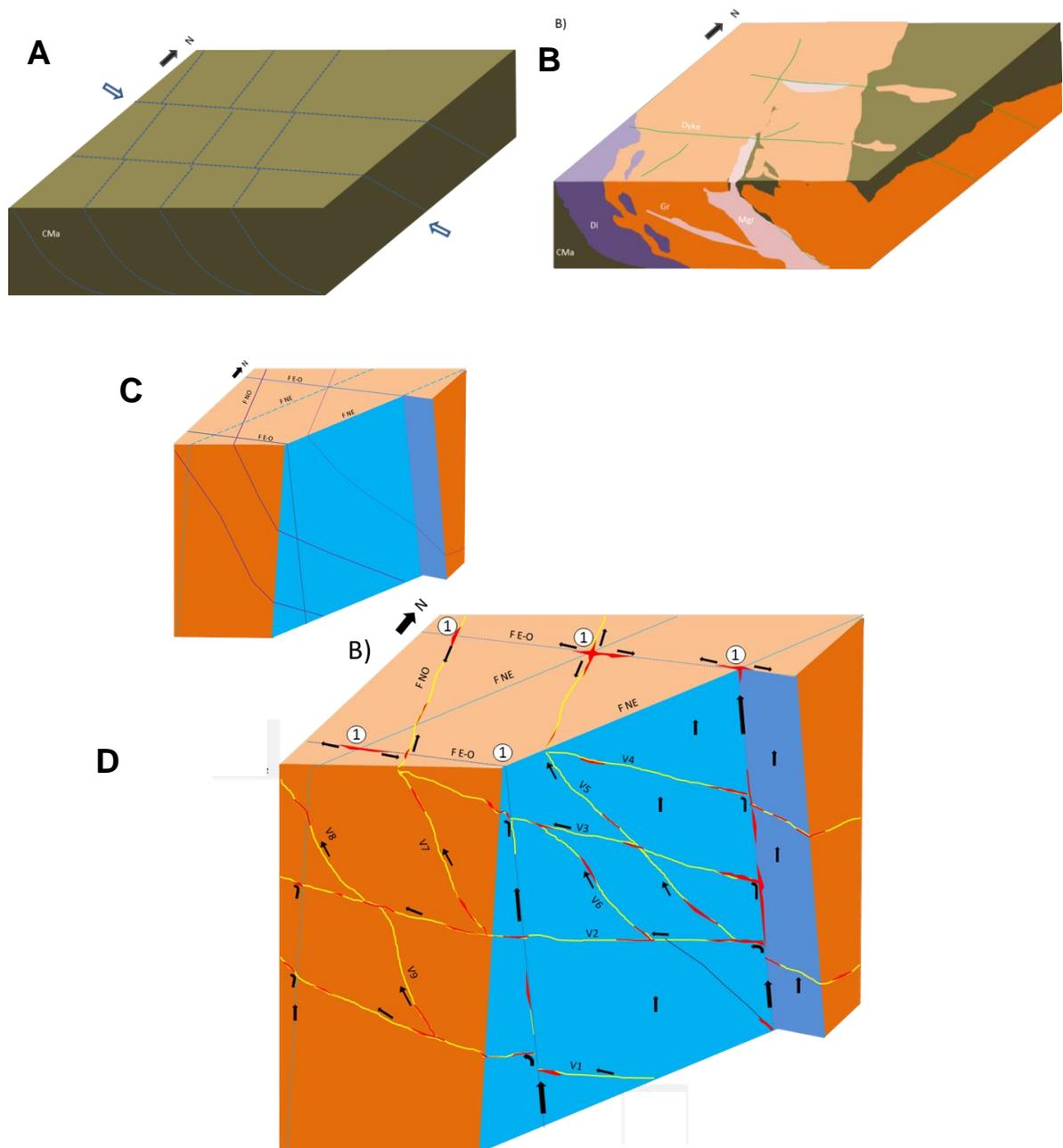


Fig 4.14.- En este grafico podemos observar la evolución estructural que ha tenido el Batolito de Patate a través de su historia. **A.-** La cordillera de los andes ha sido sometido a esfuerzos compresionales originando fallas Inversa de rumbo andino NNW. **B.-** El batolito de Patate se intruye aprovechando la dinámica tectónica del momento, **C.-** Una vez intruido el Batolito es sometido a esfuerzo originales de tectónica y queda fracturado. **D.-** dinámica de fluidos en la migración de mineral aprovechando las fallas y fracturas pre mineral, se puede observar que existen zonas de acumulación de mineral u Ore Shot, que normalmente están relacionados a la intercepción de falla E_W (1)

Fuente: Tesis Doctoral Carlos Ore 2017.

4.4.- MODELO GEOMÉTRICO

Todas las estructuras relacionadas a vetas en Minera Poderosa Unidad Santa María estuvieron sometidas a esfuerzos comprensivos, extensionales, reactivación y relajamiento.

Desde que se instruyeron su geometría la determino el factor estructural y litológico y hoy en día encontramos complejas formas geométricas producto de la dinámica estructural pre y posterior a su mineralización.

4.4.1.- Vetas Tabulares

Esta Geometría está determinada por vetas delgadas bien definidas, limitadas al piso y techo por fallas y contacto de roca diorita - granodiorita, se puede apreciar que la veta se rellenó en una zona bastante definida litológicamente y estructuralmente comprensional sin mayor implicancia o influencia de fallas transversales que desplacen a la veta, a lo mucho se puede apreciar craquelamiento de bloques de veta reacomodados o ligeramente desplazados, pero siempre conservando el techo y piso de la veta con sus halos de alteración bien marcados como son silificación en matriz, alteración filica en los halos y propilítica en las roca encajonante.

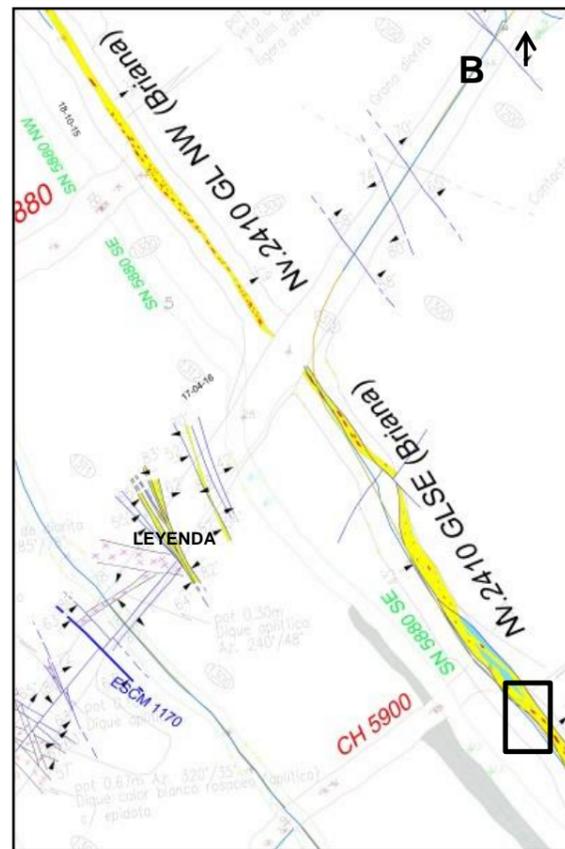
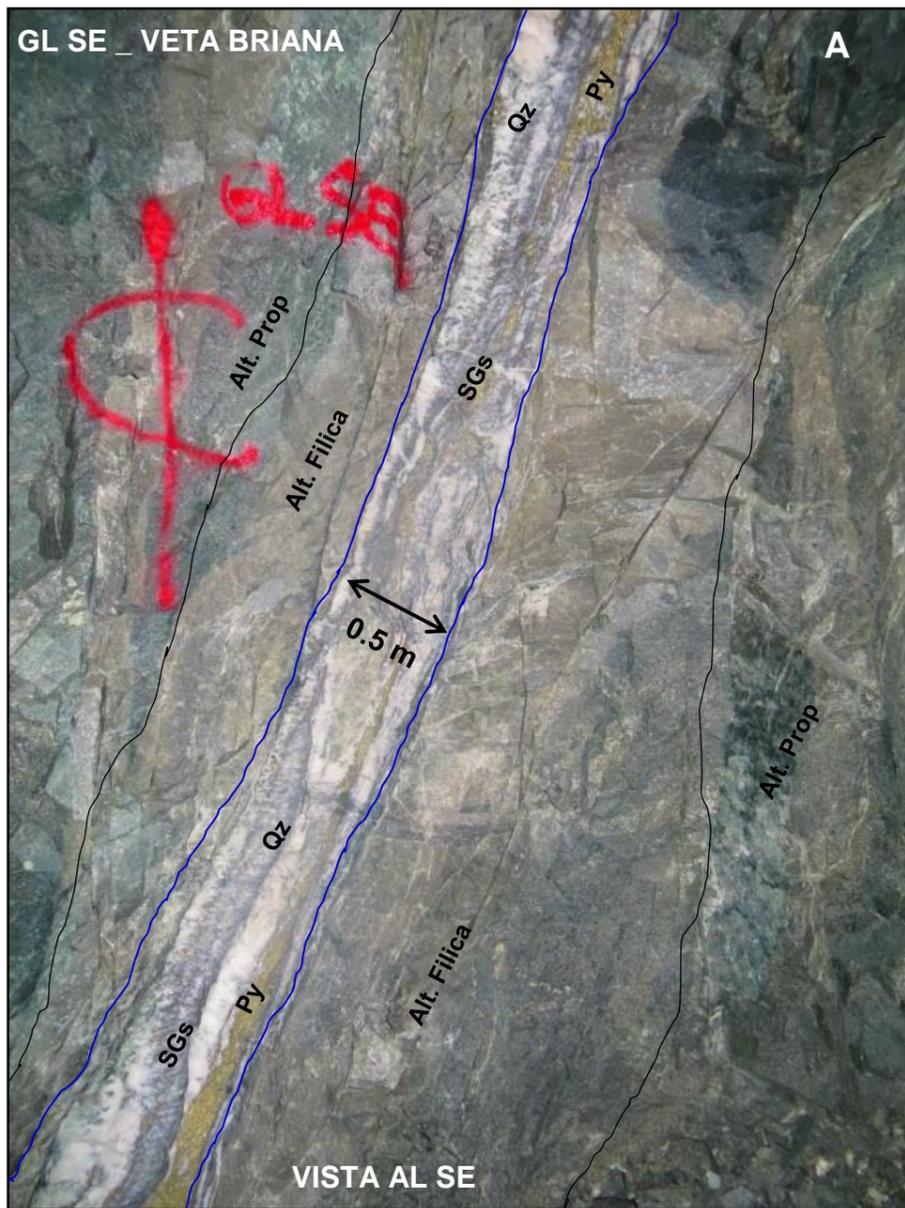


Fig 4.15.- Fotografía que muestra a una veta tabular controlada por falla al piso y el techo de la estructura, el relleno de Veta está compuesto por Cuarzo (Qz), Sílice gris (SGs) y Pirita (Py), la mineralización es de tipo compresional de textura lineal o venillas debido al poco espacio para desarrollarse, pero con buen contenido de ley de Oro saturado en ese espacio reducido, por ello se observa una fuerte alteración filica en los contactos. **B.-** Se puede apreciar una veta delgada y continua más o menos 0.5 m de potencia de veta con ley promedio de 20 gr Au/TM, se observa contenido de sulfuros de hasta 25%.



Fig 4.16.- Veta Guadalupe que se muestra tipo veta tabular controlada por fallas al piso y al techo se puede observar localmente alguna superposición pero en su mayor trayectoria es geoméricamente tabular.

4.4.2.- Superposición de vetas

La geometría que determina este tipo de vetas se debe a la reactivación de fallas originales que desplazan a fallas secundarias, convirtiéndose esta originales en las ultimas en desplazar o influir en la geometría de la veta, llegando a superponer en algunos casos o en desaparecerla en algún tramo.

La superposición se basa netamente en vetas potentes que podrían llegar a medir hasta 4 o 5 metros localmente o en tramos cortos menores a 50 metros, producto de la superposición de la misma veta que en promedio solo fue originalmente de 1.5 metros.

Esta superposición se dio en el último evento de la reología regional, el momento de relajación y reacomodo de todo el macizo rocoso producto de la gravedad originando y reactivando fallas en su mayoría de tipo normal.

Dando como resultado que las fallas originales iniciales o primarias desplacen a las ultimas en formarse.

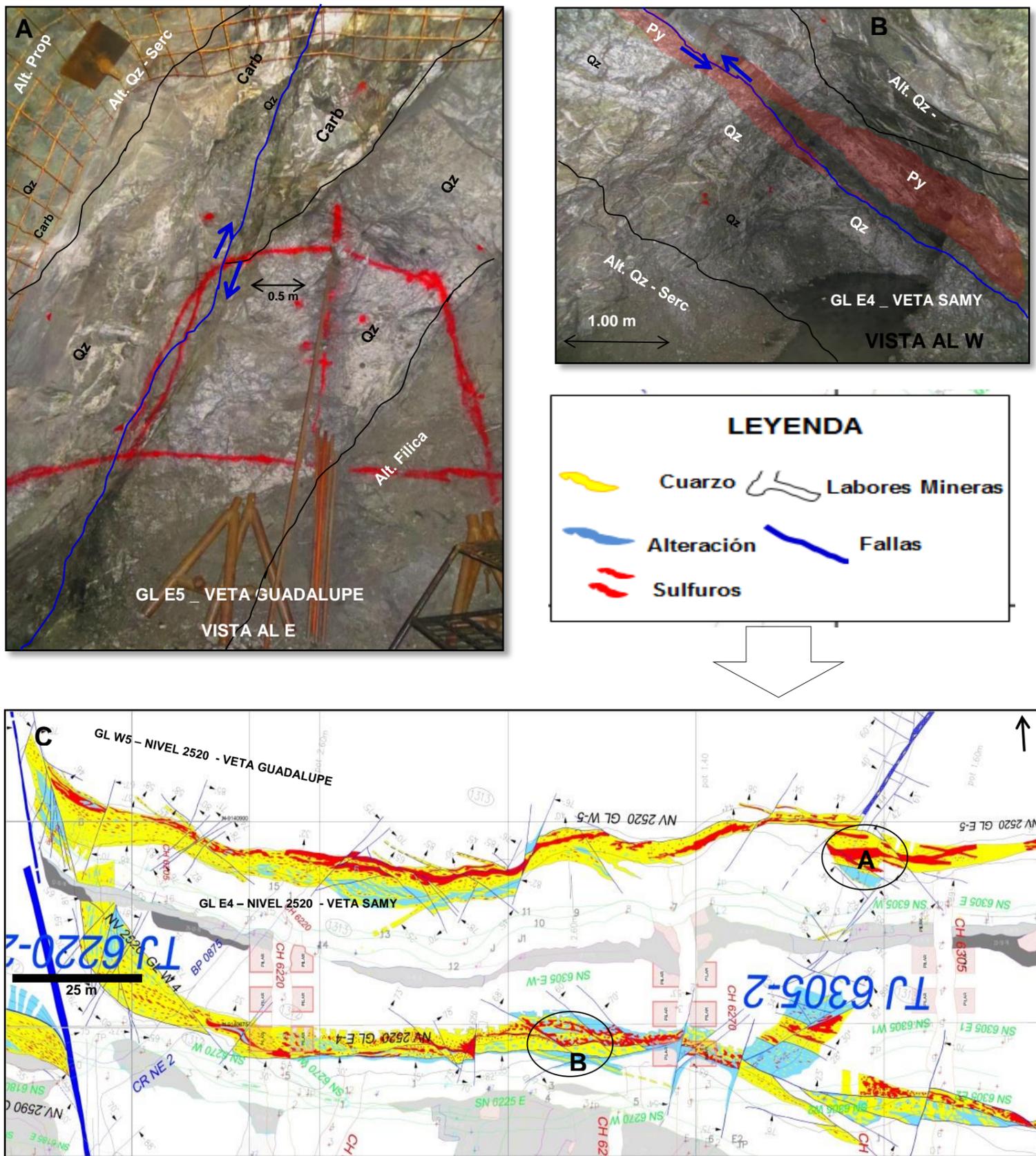


Fig 4.17.- A.-Fotografía que muestra a una veta tabular (GUADALUPE), Afectada por falla longitudinal Inversa que superpone a la veta original formando una geometría tipo superposición de veta.. B.- En esta fotografía también se observa la superposición por reactivación de falla longitudinal originando que una misma veta esté superpuesta y genere una potencia mayor, también se aprecia que la falla original se soldo quedando remanentes de planos de falla dentro de la estructura. C.- en este grafico se observa a las Vetas Samy y Guadalupe cerca a la falla Trasversal Guadalupe y es allí donde existe un fuerte craquelamiento y/o Actividad estrutural originando mayor emplazamiento de sulfuros y Ley de Oro. Se puede apreciar una veta que llega hasta los 4.5 m de potencia y con ley promedio de 35 gr Au/TM, se observa contenido de sulfuros de hasta 55%.

4.4.3.- Huso Estructural

Esta geometría es típica de zonas de extensión donde el factor estructural juega el papel principal en el alojamiento de la mineralización al encontrar una zona bastante disturbada estructuralmente.

La veta desarrolla una silificación como matriz principal, con halos de alteración bien definidos gradacionalmente desde alteración Cuarzo sericita Pirita a alteración filica y por último propilitica.

Esta geometría determina vetas potentes de textura brechada con fuerte halo de alteración o venillas tipo stock work tratando de migrar por las fracturas que existieron inicialmente producto de la mecánica de los fluidos en la roca encajonante.

Existen algunos casos particulares como son en la intercepción de dos Vetas o ramales aquí nos encontramos ante una zona que originalmente fue bien disturbada por ende se encuentra craquelada, fracturada y fallada, es allí donde al actuar la dinámica de fluidos ambos lazos de vetas tratan de unirse aprovechando las fallas y fracturas formado lazos sigmoides, zonas de intenso stock work y fuerte alteración cuarzo sericita filica.

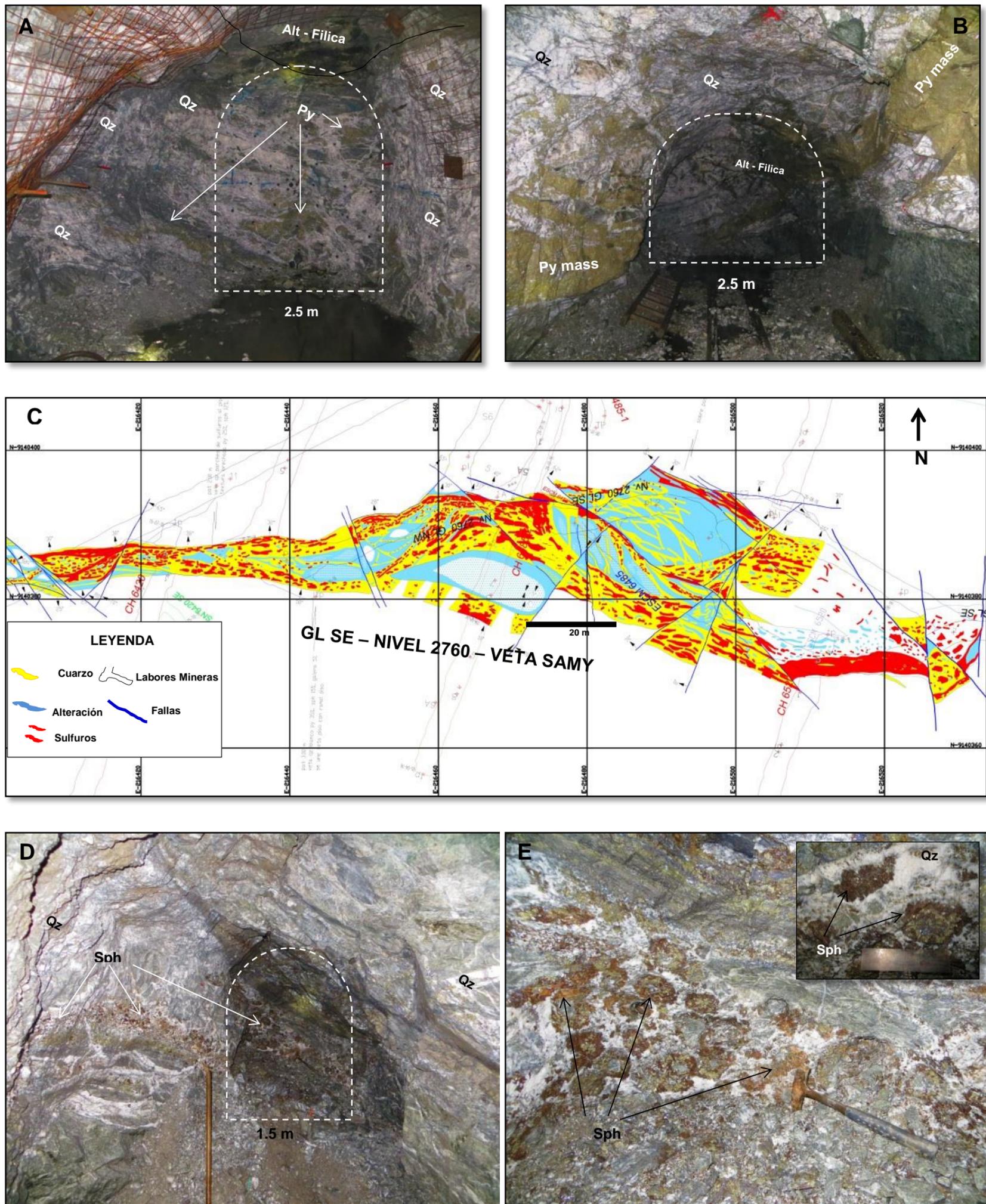


Fig 4.18.- Fotografía que muestra a una veta de bajo Angulo y desarrollada en un espacio extensional, se puede observar venillas tipo stok work, brechas y Parches de Sulfuro masivo **B.-** En esta fotografía también se observa Samy en una zona donde abunda las bandas de sulfuros masivo llegando hasta el 85%, se observa la textura brechada y una geometría tipo huso estructural. **C.-** En este grafico se observa a la Veta Samy en una zona muy disturbada estructuralmente y de bajo ángulo, es aquí donde la veta tiene todo el espacio para desarrollarse y forma una Geometría tipo HUSO ESTRUTURAL y además SUPERPOSICIÓN; la Potencia está compuesta por lazos que varía entre 2 - 3.5 m y en zonas tabulares el promedio es de 1.50m, la ley fluctua entre 20 – 250 gr Au/ TM . **D, E.-** En la foto D se aprecia las venillas al piso de alteración Cuarzo – Sericita (Qz Serc Py) y la textura brechada de inyección de Esfalerita rubia relleno de Piritas Py (**E**).

4.5.- ANÁLISIS MINERALÓGICO

4.5.1.- Ocurrencia del Oro en las vetas estudiadas

De acuerdo con la Observación macroscópica en campo de las vetas estudiadas, el análisis desarrollado por (Ing Aranda 2013) y la bibliografía extensa que existe sobre la Ocurrencia del Oro en las vetas alojadas en el batolito de Pataz, se puede definir que el Oro se presenta en distintos niveles y grados de ocurrencia.

Existen tres etapas En base a lo observado con el microscopio óptico, microscopio electrónico y los resultados de los estudios de inclusiones fluidas, se puede decir que en la Unidad de Producción Santa maría existen tres etapas o poblaciones de fluidos, siendo una primera población de temperatura de homogeneización entre 200 a 350°C, y salinidades entre 8 a 15% eq. Peso de NaCl y viene a ser la Población (F2), la siguiente tiene temperaturas entre 150 a 250°C, y salinidad entre 10 a 20% eq. Peso de NaCl, siendo denominada Población (F3). La última secuencia de fluidos tiene temperaturas entre 100 a 250°C, y salinidad entre 2 a 10% eq. Peso de NaCl, la que se ha llamado Población (F4). Las tres etapas presentan mineralización en diferentes porcentajes y estas se mencionan en las conclusiones.

El fracturamiento ha sido muy intenso a través del tiempo y han existido varias etapas, teniendo cada una diferente intensidad. Esto ha permitido que los fluidos mineralizantes encuentren caminos por donde discurrir y depositarse en las zonas más apropiadas. Algunas estructuras han estado abiertas permitiendo que los fluidos descarguen los minerales que han transportado.

De la información obtenida de todos los estudios realizados se puede decir lo siguiente:

Población	Th(°C)	NaCl (wt%)
F2	200 - 350°C	8 a 15%
F3	150 a 250°C	10 a 20%
F4	100 a 250°C	2 a 10%

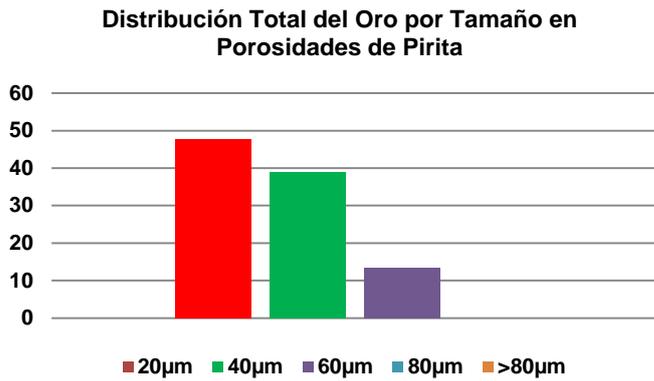
En base a los observado en las secciones pulidas y los resultados de la microscopía electrónica se han considerado las siguientes cinco secuencias paragenéticas relacionadas con las temperaturas y salinidades obtenidas mediante el estudio de las inclusiones fluidas (un total de 1,022 mediciones de temperaturas de homogeneización y salinidades).

F2	Cuarzo-Pirita II, Arsenopirita II, Esfalerita, Oro (-) Solución sólida de oro en : pirita 2 - 4%; arsenopirita 1 - 2.5%; esfalerita 1 - 3%; oro 8 - 11% de plata
F3	Esfalerita II-Calcopirita I, Cobres grises, Wittichenite, Oro con 15 a 18% de plata; electrum 22 a 32% de plata
F4	Galena, Electrum Electrum con 40 a 52% de plata

El oro y el electrum se encuentran asociados a la pirita y arsenopirita mayormente como relleno de fracturas, siendo escasa la presencia de oro como relleno de porosidades.

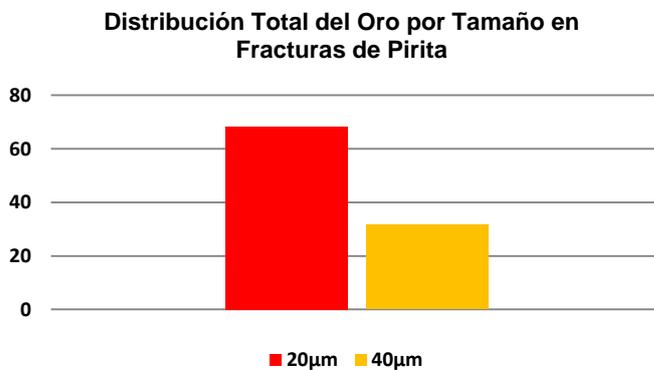
Se han encontrado muchos tipos de asociaciones mineralógicas, pero las más frecuentes e importantes son:

- Oro/Porosidades/Pirita
- Oro/Fracturas/Pirita
- Oro-sulfuros/Fracturas/Pirita
- Oro-sulfuros/Fracturas/Arsenopirita
- Oro/Diseminado/Gangas
- Oro-sulfuros/Diseminado/Gangas



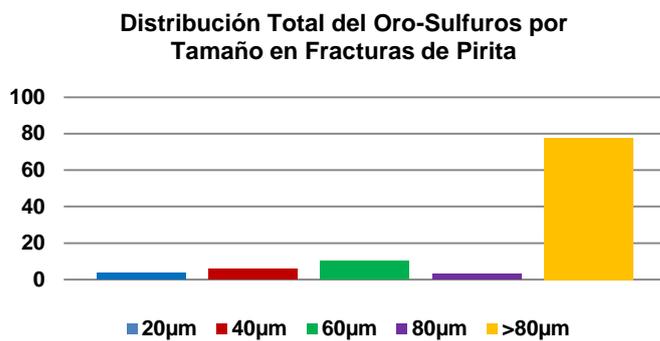
ORO/POROSIDADES/PIRITA	
20µm	47.7
40µm	38.9
60µm	13.4
80µm	
>80µm	

Ilustración 4.1.- Se muestra la distribución del Oro en porosidades, considerando todas las estructuras. El Oro menor a 20 micras representa el 47.7% areal. Hay mucho grano de oro fino, mayormente como relleno de porosidades. De este porcentaje un 10% está debajo de las 10 micras.



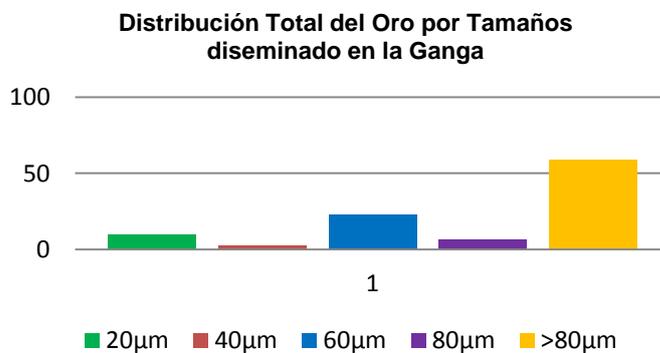
ORO/FRACTURAS/PIRITA	
20µm	68.41
40µm	31.59
60µm	
80µm	
>80µm	

Ilustración 4.2.- En este gráfico se muestra el total del Oro por tamaños como relleno de las fracturas. Se puede apreciar que predomina el oro menor a 20 micras con el 68.41% areal. Este oro no es problema ya que por estar en fracturas es fácil de liberarse.



ORO-SULFUROS/FRACTURAS/PIRITA	
20µm	3.67
40µm	5.66
60µm	10
80µm	3.05
>80µm	77.61

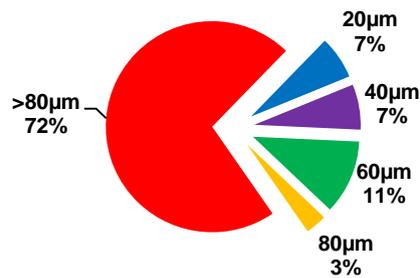
Ilustración 4.3.- El Oro asociado a sulfuros depositados en fracturas de la pirita, ocurre mayormente en tamaños mayores a 80 micras, lo que representa el 77.61% areal.



ORO/DISEMINADO/GANGAS	
20µm	9.34
40µm	2.64
60µm	23.09
80µm	6.48
>80µm	58.44

Ilustración 4.4.- El Oro diseminado en la ganga, ocurre mayormente como Oro grueso, con tamaños mayores a 80 micras (58.44% areal). El oro menor a 20 micras solo representa el 9.34% areal.

Distribución Total del Oro por Tamaños



TOTAL ORO POR TAMAÑOS	
20µm	6.57
40µm	6.94
60µm	11.39
80µm	3.25
>80µm	71.85

Ilustración 4.5.- La distribución del Oro – Electrum, por tamaños, considerando todas las estructuras, predomina en tamaños mayores a 80 micras, con un 71.85% areal. Observar que el oro menor a 20 micras solo representa el 6.57% areal.

DISTRIBUCIÓN DEL ORO POR ASOCIACIÓN	% AREAL
Oro/Porosidades/Pirita	4.19
Oro/Fracturas/Pirita	0.73
Oro-Sulfuros/Fracturas/Pirita	84.96
Oro/Diseminado/Gangas	10.12

Distribución Total del Oro por Asociaciones

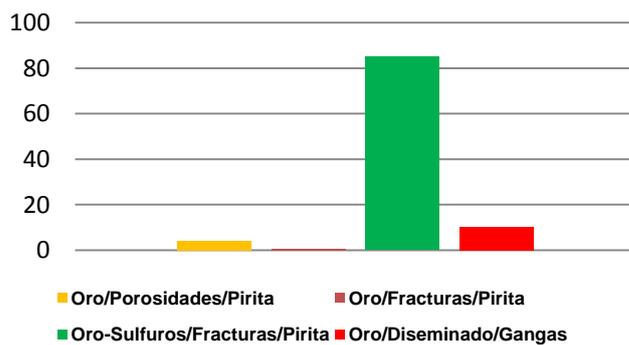


Ilustración 4.6.- En este gráfico se puede ver que el Oro – Electrum – Sulfuros, asociados a fracturas en la pirita representan el 84.96% del total de Oro-Electrum en las estructuras. También es importante observar que el Oro – Electrum en porosidades de la pirita representa solamente el 4.19% areal.

Entre los sulfuros asociados al oro, la esfalerita y la galena son los más frecuentes, siendo la calcopirita más escasa.

Si bien el oro en porosidades de pirita representa el 25.52% areal, cuando se considera el total de granos de oro, el porcentaje disminuye al 6.36% areal y de este porcentaje, un tercio tiene tamaños menores a 10 micras, que viene a ser generalmente el oro que se encuentra encapsulado.

Hay que tener presente que parte del oro del relave se va a encontrar como oro encapsulado y otra parte va a estar como oro en solución sólida con la pirita, arsenopirita y esfalerita.

Los resultados obtenidos en el presente informe coinciden en gran parte las conclusiones de los estudios realizados por Haerberlin et al 2002 y 2004, donde indica un evento de deposición de cuarzo lechoso con pirita y arsenopirita con escasa de oro, seguida de una etapa de fracturamiento intenso, con la posterior deposición de sulfuros como pirita II, arsenopirita II, esfalerita, calcopirita, con oro y electrum. Finalmente una etapa de fracturamiento con relleno de calcita, dolomita cuarzo y escasos sulfuros. En los estudios realizados hemos encontrado hasta tres etapas de microfracturamiento.

Es muy posible que las poblaciones F3 y F4, tengan mezcla con aguas meteóricas, lo cual contribuyó a un enfriamiento más rápido de las soluciones hidrotermales.

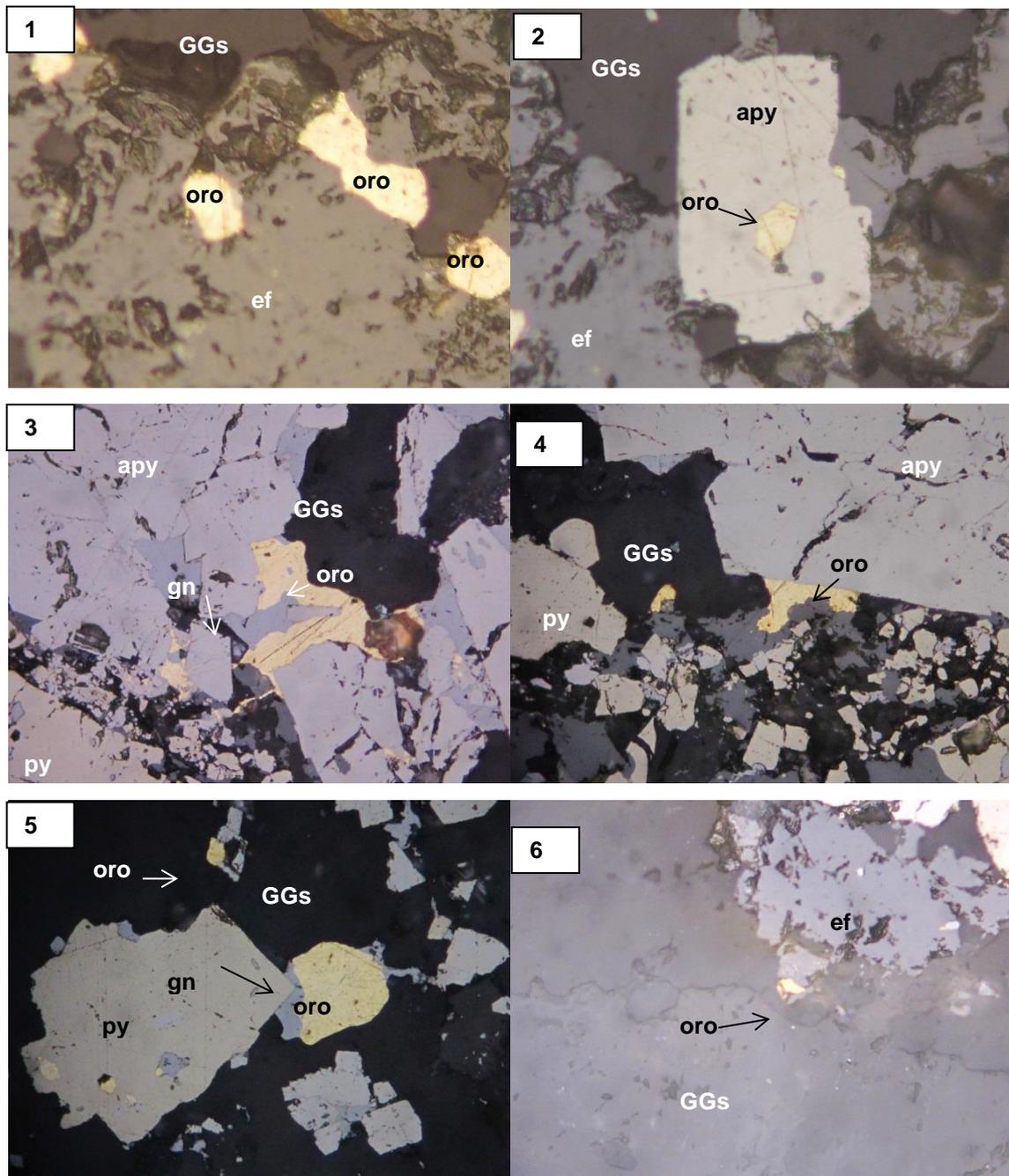
En lo referente a las alteraciones hidrotermales, es indudable que la sericitización es la alteración principal y más abundante, siendo además pervasiva. La cloritización es menos frecuente y escasa en relación a la sericita.

Las rocas están muy fracturadas, y deformadas, notándose en todas las muestras la deformación óptica en el cuarzo, así como lamelas de deformación.

También es posible apreciar en algunas muestras deformación en las maclas de las plagioclasas y algunas muscovitas están deformadas (flexionadas).

Es común encontrar fracturas rellenas por carbonatos cortadas por otras fracturas también rellenas por carbonatos o carbonatos-cuarzo. Menor frecuente es observar fracturas de carbonatos-cuarzo-minerales metálicos.

Existe una asociación metálica de Au, Ag, Fe, As, Zn, Cu, Pb, Sb, W, Bi, justificada por la presencia de Oro nativo, Electrum, pirita, arsenopirita, esfalerita, calcopirita, galena, cobres grises (tetraedrita), scheelita y la wittichenita (Sulfosal de Cu y Bi). Estos tres últimos minerales son muy escasos.



0 50 100 150 μm

Fig 4.19.- Granos de oro nativo en fracturas de la esfalerita (ef). **N°2),** Grano de oro en porosidad de la arsenopirita (apy) y en contacto con la esfalerita (ef). **N°3),** Grano de oro asociado a la galena (gn) y en fractura de la arsenopirita (apy). **N°4),** Grano de oro asociado a la esfalerita en el contacto de la arsenopirita y ganga (GGs). **N°5),** Grano de oro asociado a la galena, a la cual reemplaza, en el contacto entre la ganga y la arsenopirita. **N°6),** Grano de oro en el borde de la esfalerita y en contacto con la ganga. La escala es para todas las fotos.(Ing. Alberto Aranda_2016)

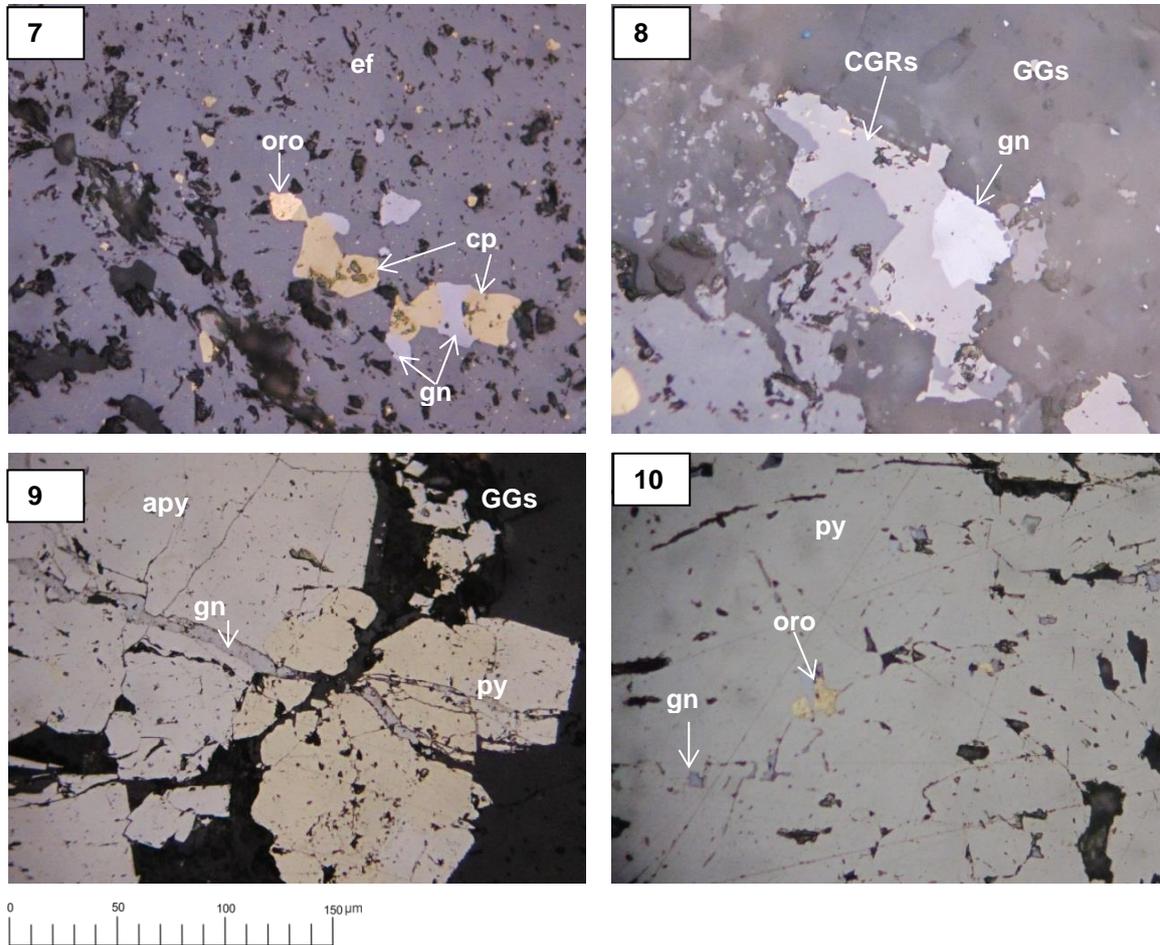


Fig 4.20.- En la foto podemos apreciar dos granos mixtos compuestos por calcopirita (cp) galena (gn) y oro y el otro solo por calcopirita y galena, ambos en porosidades de la esfalerita (ef). **N°8**), Grano mixto de galena, esfalerita y cobres grises (CGRs). La galena reemplaza al cobre gris y la esfalerita es reemplazada por el cobre gris. **N° 9**). Fractura en la arsenopirita y pirita rellena por galena. **N°10**), Oro en porosidades de la pirita (py). Las porosidades están relacionadas a microfracturas en la pirita. La escala es para todas las fotos.

4.6.- PARAGÉNESIS GENERALIZADA

Mediante los estudios de microscopía, los estudios anteriores, mapeo en detalle, observación de campo e interpretación se puede discutir las secuencia paragenética.

A continuación se puede apreciar diferentes puntos de vista a través del tiempo de diferentes autores con respecto a la Paragénesis del Yacimiento.

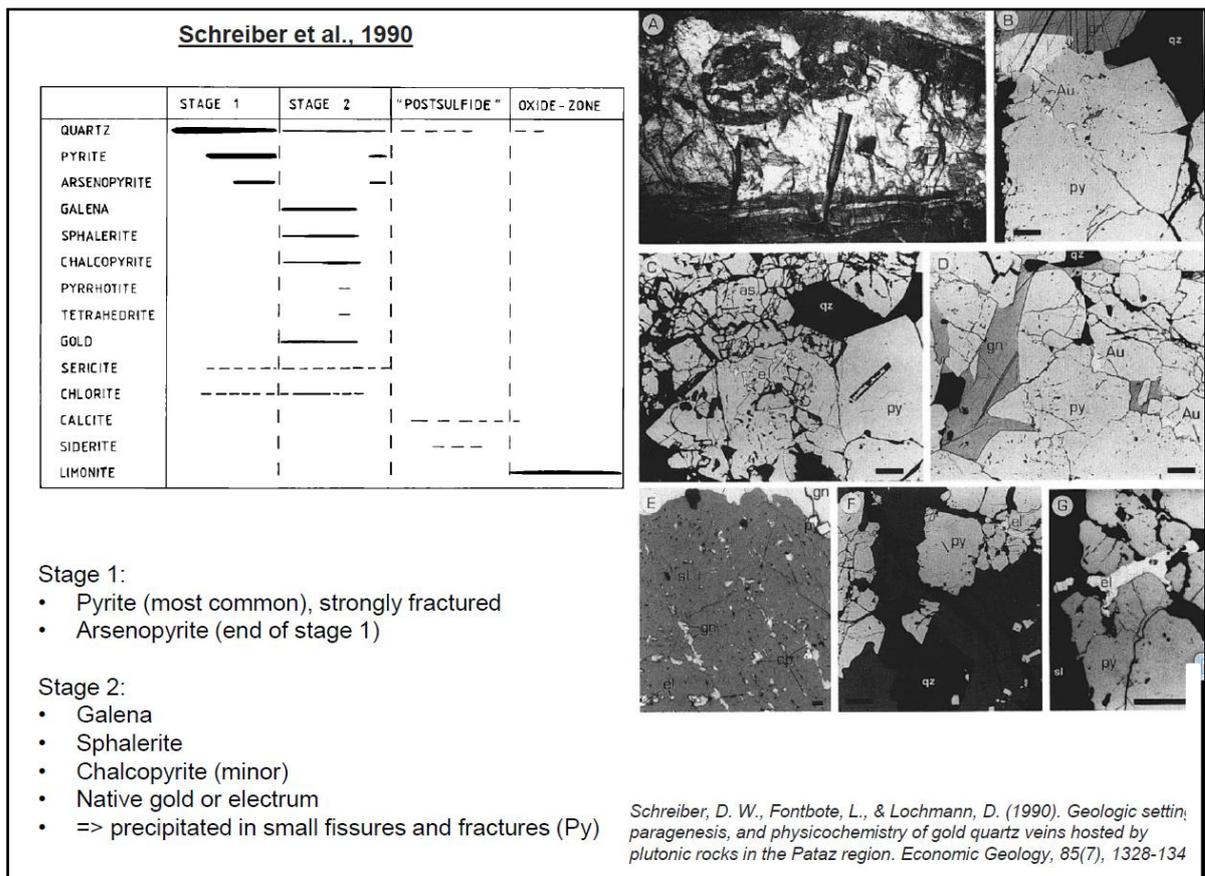


Fig 4.21.- Schreiber, D. W.; Fontbote, L. y Lochmann, D. (1990) plantean una paragénesis en su estudio basada en 2 escenarios una fase Post sulfuros y una de oxidación al final. Escenario 1.- Fuerte fracturamiento, Pirita y Arsenopirita al final. Escenario 2.- inyección de sulfuros base como Galena, Esfalerita, Menor Calcopirita y Oro nativo e eletrum, depositadas en pequeñas fracturas de la Pirita. Fase 3.- Post sulfuros con inyección de carbonatos y el Cuarto y último evento basado en la Oxidación de todo el sistema y presencia de limonita

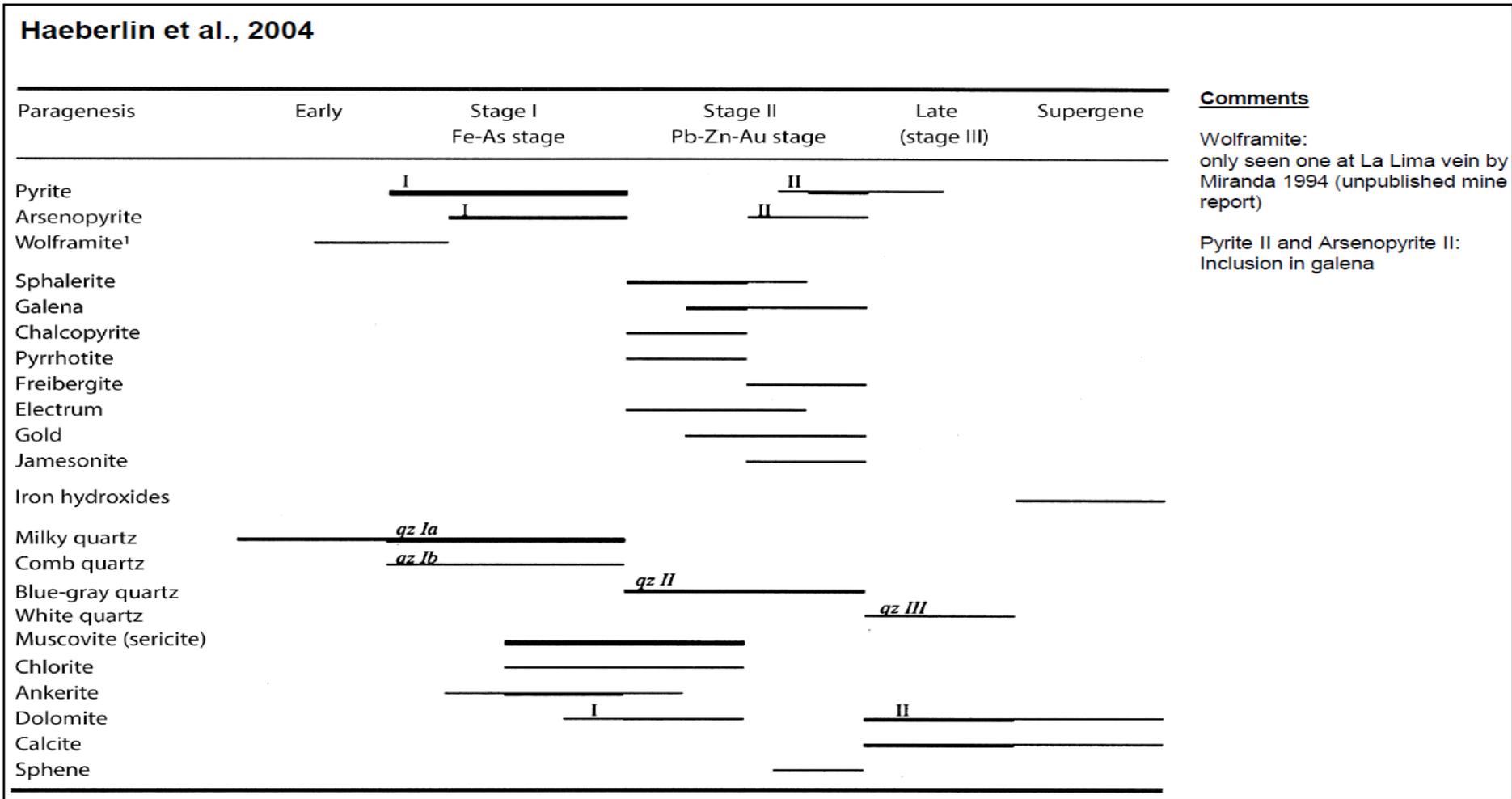


Fig 4.22.- Heberlin (2004) plantea una paragénesis un poco más detallada que sus predecesores incluyendo más minerales, el muestra 3 Escenarios una fase temprana y una supergena al final. En la fase temprana incluye la depositación de Cuarzo Blanco o lechoso y wolframio, el Escenario 1 y 2 al igual que la paragénesis de Scheirber (1990) muestra una inyección de Pirita y Arsenopirita al inicio y luego sulfuros como galena esfalerita y oro al final, en el tercer escenario incluido acá el sistema es inyectado por Carbonatos y un Cuarzo blanco, al final de todo el sistema sierra con la oxidación y más carbonatos.

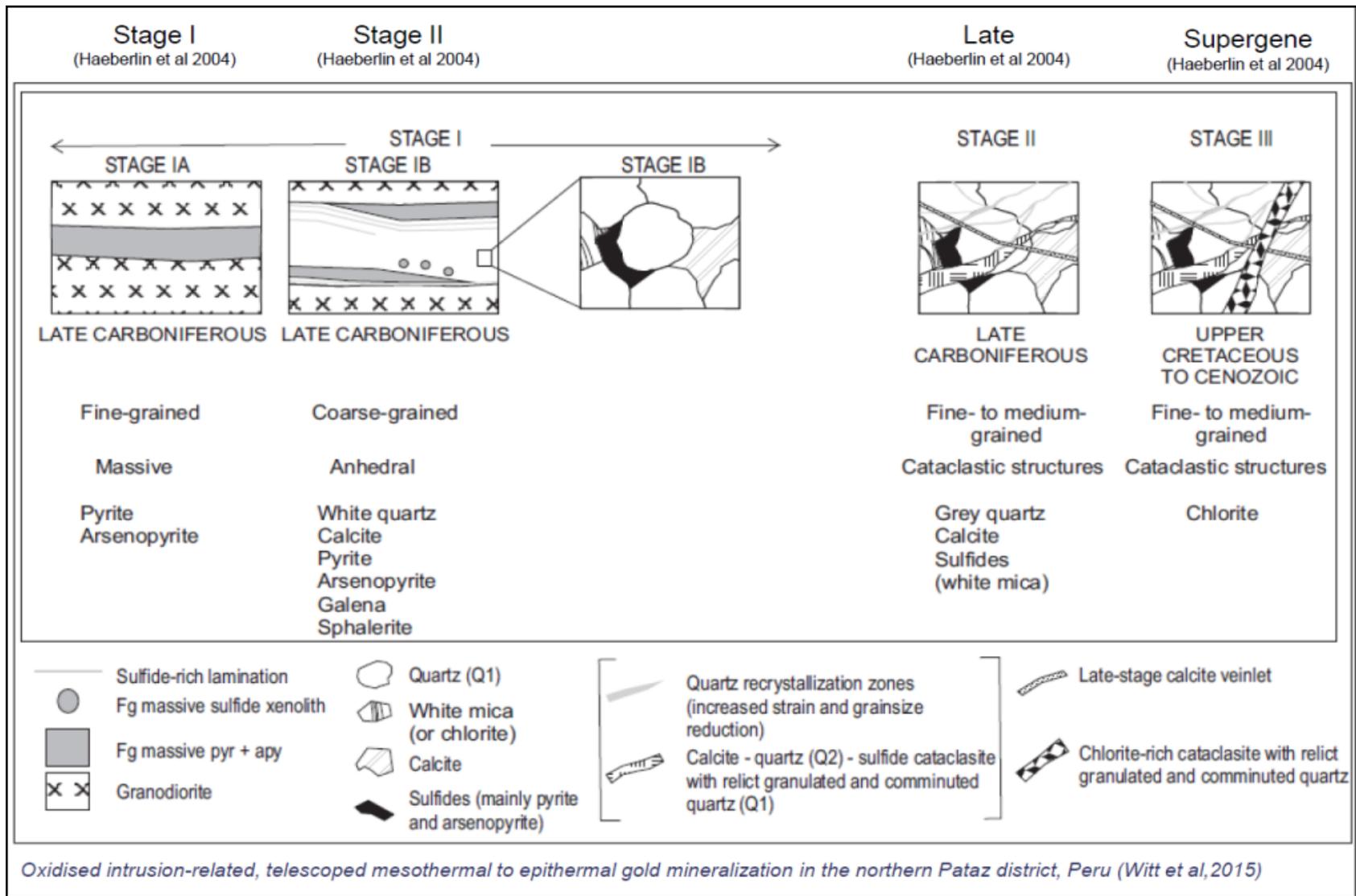


Fig 4.23.- Witt (2015) muestra la misma paragénesis que Haerberlin(2004) pero con gráficos más explicativos.

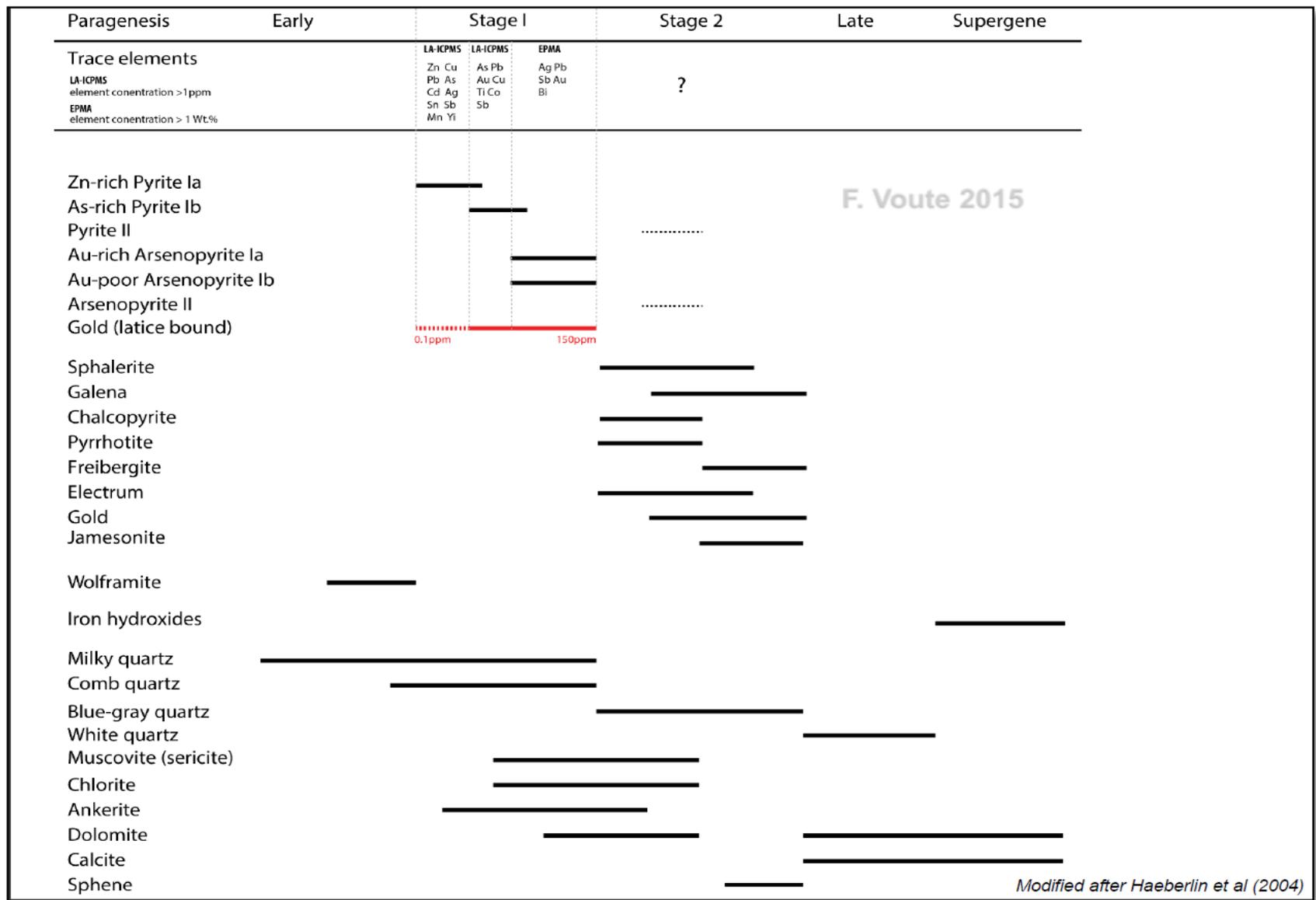


Fig 4.24.- F. Voute (2015) muestra la misma paragénesis que Haerberlin(2004) e incluye el Oro desde el Escenario 1, pero como mineral asociado a la estructura atómica.

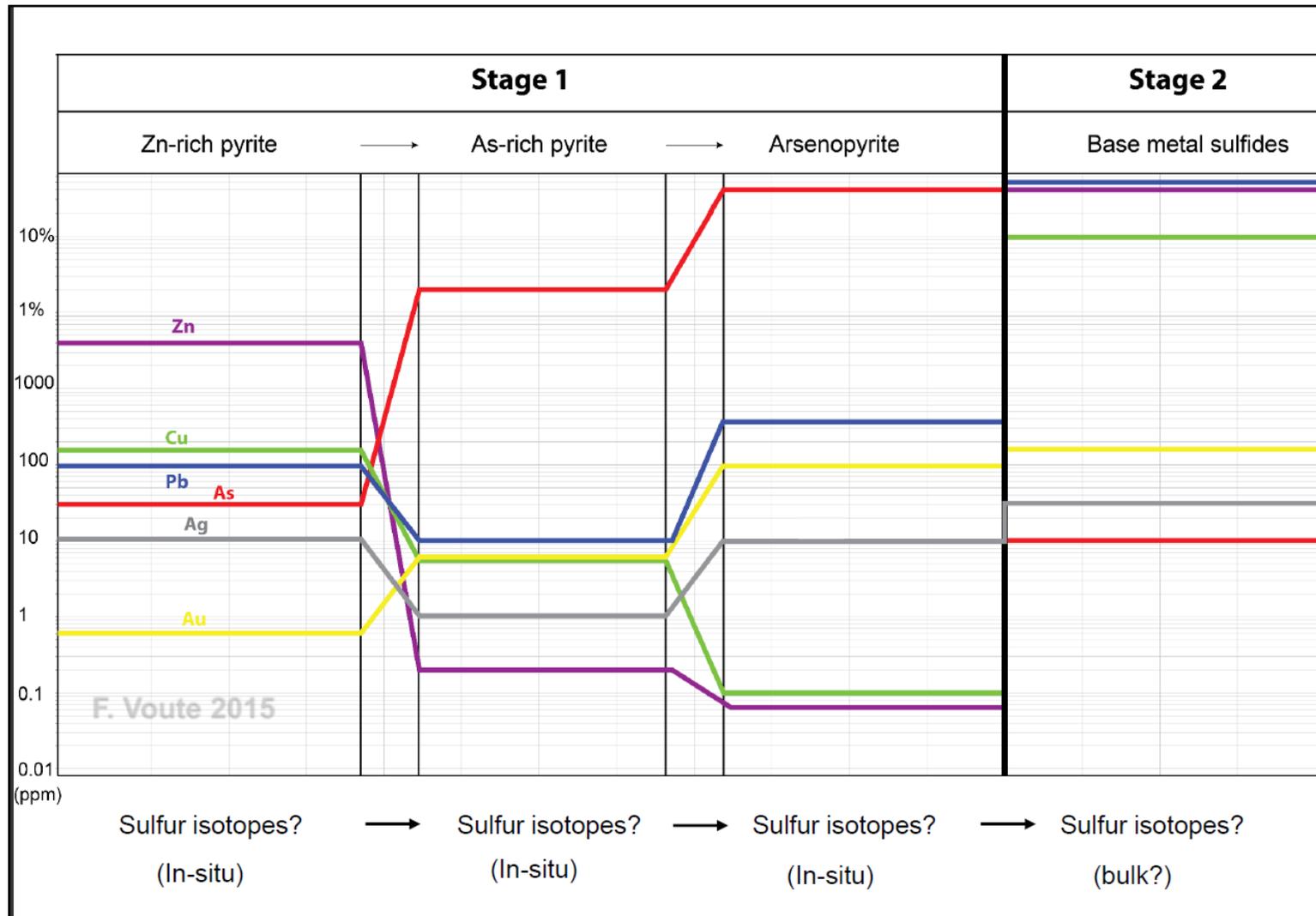


Fig 4.25.- Voute (2015) a través de ensayos microscópicos en la Universidad de Australia muestra que el Oro está presente desde el primer escenario y va incrementando hasta el segundo escenario, también se observa que en el escenario 1 la pirita es rica en Zinc y al final del primer escenario es rico en Arsenio y se convierte en una arsenopirita.

4.7.- ANÁLISIS INTEGRAL E INTERPRETACIÓN FINAL

El yacimiento mineral de Minera Poderosa en la Unidad Económicamente Administrativa Santa María, es una unidad relativamente nueva en exploración, desde hace aproximadamente 5 años ha cambiado radicalmente su exploración y producción convirtiéndose en la Unidad con mayor aporte de Onzas de Oro mensual.

El aporte de esta Investigación se basa netamente en el método de inducción científica, mediante la observación y experimentación, a lo largo de 5 años.

Se ha analizado cada una de las vetas hasta ahora existentes en el yacimiento de Minera Poderosa Unidad Santa María y se tomó dos Vetas con particularidades diferentes localmente pero a escala de yacimiento presentan el mismo sistema de emplazamiento, los mismos esfuerzo de dinámica de compresión - distensión y como resultado se obtuvo entrampamientos, conductos mineralizantes, vetas, fallas con desplazamiento longitudinal y transversal, representando así reactivación de las vetas principales que dieron origen a geometrías caprichosas pero todas ellas con explicación desde el punto de vista estructural.

Veta Guadalupe, veta de Angulo mayor a 45° y mineralización típica compresional, Guadalupe viene a ser una tensional entre Samy y Otra veta con las mismas características de Samy, se ve evidencias de esta nueva veta en niveles superiores trabajado por artesanos, su mayor desarrollo se encuentra al estar cerca de Samy tanto en el Nv 2520 como en el Nv 2410 al encontrarse en una zona de debilidad y entrampamiento estructural.

Veta Samy; al empezar la investigación se tenía evidencia de una veta de bajo ángulo pero del sistema de Guadalupe es decir Este Oeste, llamada Julie (2011), en niveles inferiores al Nv 2520, poco después (2014) se encontró otra veta en niveles superior al Nivel 2670 la cual se nombró Samy y conforme esta se fue desarrollando a través del tiempo y después de analizar estructuralmente ahora se puede determinar que Julie es Samy o Samy es Julie (2016), esta veta a la fecha se tiene proyectada en niveles superiores hasta llegar el nuevo Nivel más alto confirmado Nv 2820 y el más bajo confirmado con taladro Nv 2260; más de 1 km de plano de Veta por explorar.

Samy es una veta de bajo ángulo menor a 35° de tipo Extensional es la veta principal en la Unidad Sta Maria, de Compañía Minera Poderosa diferente a todo el control mineralógico del batolito de Pataz, al ser una veta Este Oeste la cual puede ser una tensional a una veta mayor Norte Sur aun no encontrada o simplemente podría ser un sistema principal Norte sur Volcado al Oeste debido a su bajo ángulo.

4.8.- CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

El objetivo principal de esta investigación fue demostrar que existía un sistema de vetas de alto ángulo económicas en el batolito de Pataz, secantes a la mineralización principal NNW hasta ahora estudiadas y explotadas; pero a través del tiempo 5 años para ser exactos esto no solo se comprobó con la veta Guadalupe una veta económicamente rentable que a la fecha viene produciendo sino que también abrió paso a nuevos descubrimientos de vetas del mismo sistema pero con menor ángulo las cuales controlan el sistema de las vetas de alto ángulo.

Con esto se contrasta la hipótesis al dar respuesta a la formulación del problema del primer capítulo de este trabajo de investigación con el cual se concluye que existe estructuras mineralizadas de alto ángulo, secantes a la mineralización hasta ahora conocidas y pertenecen a un sistema principal de vetas económicas

Además existe un sistema de estructuras mineralizadas o vetas E-W, secantes a la mineralización hasta ahora estudiadas en el batolito de pataz N-S, económicamente rentables, no solo de alto ángulo como en el caso de la veta Guadalupe, sino también de bajo ángulo como la Veta Samy.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.- CONCLUSIONES

Las características texturales, tipo relleno de fracturas y brechas, en una matriz de cuarzo blanco y gris, con ensamble mineralógico de metales base producto de una paragénesis de reemplazamiento como la esfalerita y galena, la mineralización de Au, las características estructurales propias de un Batolito de edad Carbonífera, así como el origen de los fluidos hidrotermales provienen de zonas hipotermas relacionadas a las jóvenes pulsaciones que dieron origen a diques post batolito, todas estas características determinan un yacimiento de clasificación MESOTERMAL del tipo relleno de fracturas vetiformes.

El modelo estructural juega un papel importante además de determinante en las proyecciones y exploración del yacimiento, así también en la mineralización pues los clavos mineralizados u “ore shorts” están relacionados al comportamiento estructural.

Entender que el modelo estructural que origino, controló y afecto al yacimiento está relacionado a un esfuerzo extensional, producto de la reactivación de estructuras con orientación principal originando vetas de textura brechada, alteración gradacional y mineralización en parches y bandas de sulfuros.

La Geometría de la veta está determinada por el comportamiento estructural, es decir la reactivación de la fallas a lo largo del desarrollo evolutivo que afecto al Batolito de Pataz, dio como resultado vetas potentes producto de la superposición y vetas angosta producto de la reactivación de fallas longitudinales.

La ley del yacimiento o la mayor concentración de oro está relacionado a zonas afectadas estructuralmente, que posteriormente se reactivaron por ser zonas de debilidad, factores fisicoquímicos modificados en los fluidos hidrotermales producto de la petrología y el grado de microfracturamiento de los sulfuros en el cual pudo albergarse.

5.2.- RECOMENDACIONES.

Compañía minera Poderosa debe intensificar la perforación diamantina en niveles superiores al 2820, a partir de una cortada en el Nivel superior 3100, para poder definir la continuidad en altura de la Veta Samy y otras pertenecientes al mismo sistema.

El área de Geología a través de la contrata de perforación diamantina debe posicionarse a partir del Nivel 2260 para definir mediante perforación diamantina la continuidad de Samy y corroborar que Guadalupe no tiene continuidad en niveles inferiores después que es interceptada por Samy.

Según el modelo estructural nos encontramos en un yacimiento desarrollado y afectada de forma extensional, relajación o gravedad el cual origino en su mayoría vetas normales, Minera Poderosa debe orientar la exploración al Nor Este buscando siempre el block desplazado por alguna falla Normal.

El departamento de Geología, debe realizar los programas de exploración pensando en buscar una veta paralela con las mismas características de Samy mucho más al techo (300 m Aproximadamente).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Angeles, C., 1994**, Geología del Prospecto Misquichilca (Provincia de Bolivar departamento de La Libertad). Informe Privado de Cia. Minera Poderosa: Lima, 20 p.
- Arehart, G.B., Chryssoulis, S.L., et Kesler, S.E., 1993**, Gold and arsenic in iron sulfides from sediment-hosted disseminated gold deposits; implications for depositional processes. *Economic Geology* 88: 171-185.
- Argüelles, V., et Vidal, C.E., 1982**, Geología de las zonas de Gigante y Alaska, I.1. Lima - Perú, Cia. Buenaventura Ingenieros, 12 p.
- Baker, T., 2002**, Emplacement depth and carbon dioxide-rich fluid inclusion in Intrusion-Related gold deposits, *Economic Geology* 97: 1111-1117.
- Benavides-Caceres, V., 1999**, Orogenic evolution of the Peruvian Andes, the Andean Cycle, Special Publication (Society of Economic Geologists (U.S)), 7: 61-107.
- Bierlein, F.P., et Crowe, D.E., 2000**, Phanerozoic orogenic lode gold deposits. *Economic Geology* 13: 103-139.
- Camprubi, A., Gonzales-Partida, E., Levresse, G., Tritlla, J., et Carrillo Chavez, A., 2003**, Depósitos epitermales de alta y baja sulfuración: una tabla comparativa. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, Tomo LVI: 10-18.
- CIA Poderosa, 2016**, Plan Anual 2016 Presentacion. Lima, 169 p.
- Daigneault, R., Tremblay, E., Lavoie, J., et Guha, J., 2003**, Informe proyecto Poderosa-UQAC 2003. 44 p.

Dalmayrac, B., Laubacher, B., et Marocco, R., 1988, Caracteres generales de la evolución geológica de los Andes Peruanos. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Boletín. 12, 313 p.

F. Voute Oct 2015, Paragenetic Sequence and results of mineral chemistry analyses CIA Minera Poderosa – Sta Maria 38p

Haeberlin, Y., Moritz, R., Fonbote, L., et Cosca, M., 2004, Carboniferous Orogenic Gold deposits at Pataz, Eastern Andean Cordillera, Peru: Geological and Structural Framework, Paragenesis, Alteration, and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ Geochronology. *Economic Geology* 99: 73-112.

Haeberlin, Y., 2002, Geological and structural setting, age, and geochemistry of orogenic gold deposits at the Pataz province, Eastern Andean cordillera, Peru: Thèse de Doctorat. Université de Genève, Département de mineralogie 36: 186 p.

Haeberlin, Y., Moritz, R., et Fonboté, L., 2002, Paleozoic orogenic gold deposits in the eastern Central Andes and its foreland, South America. *Ore Geology Reviews* 22: 41-59.

McClay, K.R., et Ellis, P.G., 1984, Deformation of pyrite: *Economic Geology* 79: 400-403.

Miranda, C., 1983, Informe geológico Cia. Minera Poderosa, Informe Privado de Cia. Minera Poderosa: Lima, 75 p.

—, **1987**. Alteración y petrología de la veta Mercedes: Informe privado de Cia. Minera Poderosa S.A. N° 1, 15 p.

—, **1994**. Alteración, litología y petrología en las vetas Mercedes y Papagayo (Maria) en el segmento norte del Batolito de Pataz (Area de Papagayo): Lima-Peru. Cia Minera Poderosa, Rapport no publie, 15 p.

Oré Sánchez, C., 2006, Caractérisation et rôle des failles (E-W) sécantes dans le contrôle de la minéralisation aurifère à la mine Poderosa, Pataz, Pérou [Mémoire de Maîtrise]: Québec, UQAC, 197 p.

Oré Sánchez, C., 2017, Gisement de poderosa (pérou) un type de minéralisation orogénique épizonale ou de filiation intrusive : Québec, UQAC, 228 p. (No Publicado Aun)

Ponzoni, S.E., 1980, Metalogenia del Perú. INGEMMET. Lima, 68 p.

Rivera, A. L., 1992, Estudio estructural del yacimiento aurífero en el sector Norte del distrito de Pataz: Lima -Perú, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 146 p.

Sánchez, A., 1995, Geología de los cuadrángulos de Bagua Grande, Jumbilla, Lonya Grande . Chachapoyas, Rioja, Bamba y Bolivar. Boulletin INGEMMET, serie À, n° 56, 285 p.

Sillitoe, R.H., 2008, Special Paper: Major Gold Deposits and Belts of the North and South American Cordillera: Distribution, Tectonomagmatic Settings, and Metallogenic Considerations. Economic Geology 103: 663-687.

Sillitoe, R.H., et Thompson, F.H., 1998, Intrusion-Related vein gold deposits: Types tectono-magmatic settings and difficulties of distinction from orogenic gold deposits: (Resource Geology) Economic Geology 48: 237-250.

Tarnawiecki, M.C, 1929, La región aurífera de Pataz: Boletín de la Sociedad Geológica del Perú, 3: 15-50.

Tumialan, P.H., 2003, Compendio de yacimientos de minerales metálicos del Perú. Lima, INGEMMET, 619 p.

Vidal, C., Paredes, J., MacFarlane, A., et Tosdal, R., 1995, Geología y metalogénia del distrito minero Parcoy, provincia aurífera de Pataz, La Libertad. Sociedad Geológica del Peru, volumen jubilar Alberto Benavides: 351-377.

Wilson, J., et Reyes, L., 1964, Geología del cuadrángulo de Pataz: Boletín del Servicio de Geología y Minería 9: 91 p.

Witt, W.K., Hagemann, S.G., Villanes, C., et Zeng, Q., 2013, New geochronological results and structural evolution of the Pataz gold mining district: Implications for the timing and origin of the batholith-hosted veins. Ore Geology Reviews 50: 143-170.

ANEXOS

1.- Plano Geologico Regional del Batolito de Pataz.

2.- Ubicación de Yacimientos Mineros en el Batolito de Pataz.

3.- Plano Topografico Unidad Economica Administrativa Santa Maria – Poderosa

4.- Plano Topográfico de las Vetas Guadalupe y Samy Estudiadas en este Trabajo de Investigación.

5.- Plano Geologico de las vetas Guadalupe y Samy Estudiadas en este Trabajo de Investigación.

6.- Plano Geológico Detallado de la Veta Guadalupe.

7.- Plano Geologico Detallado de la Veta Samy

8.- Gráfico de Cubicación Veta Guadalupe.

9.- Gráfico de Estimación Veta Guadalupe

10.- Gráfico de Cubicación Veta Samy

11.- Gráfico de Estimación Veta Samy.

