



1859



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables

Carrera de Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial.

**“Caracterización Geológica - Estructural de las labores mineras
subterráneas de la Sociedad “El Mirador”, Distrito Minero
Chinapintza, Provincia de Zamora Chinchipe”.**

Trabajo de Titulación previo,
a la obtención del Título de
Ingeniera en Geología
Ambiental y Ordenamiento
Territorial.

AUTORA:

Lizbeth Aracely Moreno Soto

DIRECTOR:

Ing. Stalin Iván Puglla Arévalo, Mg.Sc

Loja – Ecuador

2024

Certificación

Loja, 05 de marzo de 2024

Ing. Stalin Iván Puglla Arévalo
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **“Caracterización Geológica - Estructural de las labores mineras subterráneas de la Sociedad “El Mirador”, Distrito Minero Chinapintza, Provincia de Zamora Chinchipe”**., previo a la obtención del título de **Ingeniera En Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial**, de autoría de la estudiante **Lizbeth Aracely Moreno Soto** con **cédula de identidad N° 1900867845**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.

Ing. Stalin Iván Puglla Arévalo, Mg.Sc
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Lizbeth Aracely Moreno Soto**, declaro ser autora del presente Trabajo de Titulación y eximo expresarme a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi Trabajo de Titulación en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:

Cedula de Identidad: 1900867845

Fecha: Loja, 05 de marzo de 2024

Correo electrónico: lizbeth.moreno@unl.edu.ec

Teléfono: +593 983643801

Carta de autorización por parte de la autora, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación.

Yo, **Lizbeth Aracely Moreno Soto**, declaro ser la autora del Trabajo de Titulación: **“Caracterización Geológica - Estructural de las labores mineras subterráneas de la Sociedad “El Mirador”, Distrito Minero Chinapintza, Provincia de Zamora Chinchipe”**.; como requisito para optar el título de **Ingeniera en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los cinco días del mes de marzo de dos mil veinticuatro.

Firma:

Autora: Lizbeth Aracely Moreno Soto

Cédula: 190867845

Dirección: Barrio El Minero - Paquisha - Zamora Chinchipe – Ecuador.

Correo Institucional: lizbeth.moreno@unl.edu.ec

Teléfono: +593 983643801

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director del Trabajo de Titulación: Ing. Stalin Iván Puglla Arévalo, Mg. Sc.

Dedicatoria

El presente trabajo de titulación está dedicado a Dios, a todo el esfuerzo de mis padres Víctor Moreno y Julia Soto, a mi hermano Hugo Moreno, a Carmita Soto por siempre brindarme su apoyo incondicional para terminar satisfactoriamente mi etapa universitaria, a mi segunda familia David G, Leonardo C, Cinthya C y Marconi M por el constante soporte que siempre nos brindamos para alcanzar la anhelada meta profesional, amistades excepcionales Anabel C, Diana L, Stefany R, Raquel P, por ser siempre ser el pilar de apoyo moral.

Dedico este trabajo que representa el constante esfuerzo de una niña que años atrás se encontraba en las aulas de la escuela “Héroes del Cenepa” Distrito Minero de Chinapintza, rodeada de contaminación, limitada por las condiciones geográficas, pero ella soñaba con poder ayudar a hacer las actividades mineras de manera técnica. Ahora ese sueño se hace realidad, y anhela poder seguir adquiriendo herramientas que le permitan ayudar con criterios ingenieriles a los mineros, en especial a los mineros artesanales, y al desarrollo de la Industria Minera en todas sus escalas en el Ecuador, motivos por los cuales con mucho orgullo y humildad hoy dedico este trabajo a Lizbeth M, gracias por no rendirte en encontrar lo que realmente te apasiona, gracias por nunca dejarte influenciar por los obstáculos que a diario se te presentaron.

Esta mención especial va dedicada para inspirar a todas las mujeres de Ecuador, hoy les digo se puede realizar una carrera técnica, y de esta manera reducir brechas de genero abriendo nuevos espacios para que más mujeres logren tener oportunidades académicas y laborales.

Lizbeth Aracely Moreno Soto

Agradecimiento

Mi más sincero agradecimiento a mi familia por brindarme las herramientas necesarias para hacer posible este sueño académico, sin duda alguna la educación es y será la mejor arma para combatir la pobreza, la desigualdad y nos da la oportunidad de ser parte de las personas que crean oportunidades para las futuras generaciones. Agradezco también a mi gran equipo de trabajo, David G, Leonardo C, Cinthya C, Marconi M, Fernando Z y Karen M, siempre pude contar con todos ustedes.

Sin duda alguna una casa de estudios bien organizada, con docentes que garanticen la calidad de educación que nos merecemos los ciudadanos del sur del Ecuador no hubiese sido posible sin el liderazgo de Ph.D. Nikolay Aguirre, con el apoyo incondicional de los decanos que unieron esfuerzos en especial estimado Mg.Sc. Michael Valarezo, que sin dudar siempre apoyo las iniciativas estudiantiles, su visión siempre fue vernos volar y tomar las oportunidades que el mundo tiene para los estudiantes y futuros profesionales, de la misma forma mi agradecimiento al Ing. Julio Romero actual decano de la FEIRNNR, a mis estimados docentes que sin escatimar conocimientos brindaron su sabiduría a cada uno de sus alumnos, agradezco a mi tutor Ing. Stalin Puglla, con sus acertados conocimientos guio mi camino para culminar con éxito mi travesía universitaria, de la misma forma mis más profundo agradecimiento al Ing. Hernán Castillo por siempre brindarnos el espacio y el apoyo necesario que impulsó nuestro liderazgo estudiantil.

Es oportuno extender mi más sincero agradecimiento a quienes alentaron las iniciativas estudiantiles, a WIM ECUADOR que impulsa el crecimiento profesional de las mujeres en el Ecuador, al capítulo estudiantil SME UNL, es un honor haber sido fundadora junto a Ing. Pamela Plasencia, Ing. Hernán Castillo, Ing. Diego Castillo, y los 15 primeros estudiantes cofundadores, invito a cada nueva promoción a mantener viva la iniciativa, la innovación que paso a paso crezca la rebeldía estudiantil enfocada y canalizada en mejorar la industria minera del Ecuador, de la misma manera a TU Transformación Universitaria estamento estudiantil.

Lizbeth Aracely Moreno Soto

Índice de Contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de Autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de Contenidos	vii
Índice de tablas:.....	x
Índice de figuras:	xii
Índice de anexos:	xiv
1. Título	1
2. Resumen	2
Abstract	3
3. Introducción	4
4. Marco Teórico	6
4.1. Geología Estructural	6
4.2. Estructuras Geológicas	6
4.2.1. Fallas Geológicas	6
4.2.2. Diaclasas	7
4.2.3. Diatremas	7
4.2.4. Brechas Volcánicas	7
4.2.5. Afloramiento	8
4.3. Análisis Petrográfico	8
4.3.1. Petrología	8
4.3.2. Petrografía	8
4.3.3. Estudio Petrográfico	9
4.4. Análisis Minerográfico	9
4.4.1. Minerales Opacos	9
4.4.2. Minerales Transparentes	9

4.5.	Ensayos de laboratorio	10
4.5.1.	Difracción de Rayos X.	10
4.5.2.	Ensayos al Fuego	10
4.5.3.	Estudio de Láminas Delgadas	11
4.5.4.	Secciones Pulidas.....	11
4.6.	Yacimientos Minerales	11
4.6.1.	Yacimientos Hidrotermales	11
4.7.	Yacimientos Epitermales	12
4.7.1.	Depósitos de Alta Sulfuración	14
4.7.2.	Depósitos de Baja Sulfuración	18
4.8.	Elementos de Yacencia	23
4.8.1.	Rumbo o Dirección	23
4.8.2.	Buzamiento.....	23
4.8.3.	Potencia.....	24
4.9.	Vetas y Vetillas.....	24
4.9.1.	Clasificación Vetillas	25
4.10.	Tipos de Muestreos en Vetas	27
4.11.	Mapa Geológico.....	28
4.11.1.	Levantamiento de información Geológica	29
4.12.	Topografía.....	30
4.12.1.	Topografía Subterránea.....	30
5.	Metodología.....	32
5.1.	Área de Estudio	32
5.1.1.	Ubicación	32
5.1.2.	Acceso.....	33
5.1.3.	Geología Regional	34
5.1.4.	Geología Local	41
5.2.	Métodos y Técnicas	43
5.2.1.	Recopilación de Información	43
5.2.2.	Metodología Primer Objetivo	43
5.2.3.	Metodología Segundo Objetivo.....	53
5.2.4.	Metodología Tercer Objetivo	56
6.	Resultados.....	57
6.1.	Topografía Superficial.....	57
6.2.	Topografía Subterránea.....	57

6.2.1.	Galería Combo	57
6.2.2.	Galería Julia	57
6.3.	Caracterización Geológica – Estructural y de Alteraciones de Superficie	61
6.4.	Caracterización Geológica – Estructural y de Alteraciones Subterránea	63
6.4.1.	Galería Combo	66
6.4.2.	Galería Julia	82
6.5.	Geoquímica y Mineralogía de las Vetas de Interés Económico	89
6.5.1.	Caracterización geoquímica de mena metálica en vetas de la Galería Julia	94
6.5.2.	Descripción de minerales opacos de la veta polimetálica de la Galería Julia	94
6.5.3.	Descripción de minerales opacos de la veta polimetálica de la Galería Combo	100
6.5.4.	Caracterización de la veta oxidada roja, Galería Combo.	104
6.6.	Modelo de Distribución de la Mineralización.....	106
7.	<i>Discusión</i>	111
8.	<i>Conclusiones</i>	116
9.	<i>Recomendaciones</i>	118
10.	<i>Bibliografía</i>	119
11.	<i>Anexos</i>	124

Índice de tablas:

Tabla 1. Tipos de fallas verticales	6
Tabla 2. Clasificación de yacimientos hidrotermales según la temperatura de formación y minerales comunes.....	11
Tabla 3. Características de Depósitos Epitermales de Alta Sulfuración.	16
Tabla 4. Características claves en depósitos de Baja Sulfuración.	19
Tabla 5. Polígono operativo de la sociedad minera “El Mirador” PSAD56 y WGS84	33
Tabla 6. Formaciones y Litología del Cantón Paquisha.....	37
Tabla 7. Sección Estratigráfica proyecto Au- Cu Cóndor.....	40
Tabla 8. Ubicación de afloramientos en superficie.....	61
Tabla 9. Muestras de mano tipo, de la litología predominante en la superficie de la Sociedad El Mirador	62
Tabla 10. Muestras de mano representativas de las galerías de la Sociedad Minera “El Mirador”.....	64
Tabla 11. Análisis de DRX de la falla interno mina P11 al P28, Galería Combo.	66
Tabla 12. Datos estructurales de la sección 1, Galería Combo	67
Tabla 13. Descripción microscópica de la lámina delgada de ganga muestra M12-GC-P38, correspondiente a la litología tipo Riolita localizada en la Galería Combo en el tramo P38.	69
Tabla 14. Análisis mineralógico de DRX de la muestra M12-GC-P38, correspondiente a litología tipo Riolita.	71
Tabla 15. Datos estructurales de las vetas mapeadas en la sección 2, Galería Combo.....	72
Tabla 16. Análisis DRX de la brecha hidrotermal P46 al P57, Galería Combo.	75
Tabla 17. Descripción microscópica de la lámina delgada de ganga muestra M19-GC-P57	76
Tabla 18. Datos estructurales sección 3, Galería Combo	79
Tabla 19. Muestras de mano de riolita tipo de la litología predominante sección 1, Galería Julia.	82
Tabla 20. Datos estructurales de las vetas mineralizadas sección 1, Galería Julia.	84
Tabla 21. Datos estructurales de las vetas mineralizadas sección 1, Galería Julia.	86
Tabla 22. Ley de Au (gr/t) de las vetas de interés económico en la Galería Julia.	89
Tabla 23. Ley de Au (gr/t) de las vetas de interés económico en la Galería Combo.....	91
Tabla 24. Vetas con mayor concentración aurífera de la galería Combo	92
Tabla 25. Caracterización geoquímica de la veta en actual producción, M09-GJ-PW galería Julia.	94
Tabla 26. Descripción Macroscópica de la sección pulida M09-GJ-PW de la Galería Julia.....	94
Tabla 27. Descripción Microscópica de la sección pulida de la Esfalerita en la muestra M09-GJ-PW.	96
Tabla 28. Descripción Microscópica de la sección pulida de la Calcopirita en la muestra M09-GJ-PW ...	96

Tabla 29. Descripción Microscópica de la sección pulida de Pirita en la muestra M09-GJ-PW	97
Tabla 30. Descripción Microscópica de la sección pulida de Oro en la muestra M09-GJ-PW	97
Tabla 31. Descripción Microscópica de la sección pulida de Galena en la muestra M09-GJ-PW	98
Tabla 32. Descripción Microscópica de la sección pulida de la Arsenopirita en la muestra M09-GJ-PW .	98
Tabla 33. Estado de Sulfuración de la veta polimetálica de la Galería Julia (M09-GJ-PW)	99
Tabla 34. Descripción macroscópica de la sección pulida M02-GC-P5, de la Galería Combo.	100
Tabla 35. Descripción Microscópica de la sección pulida de Esfalerita en la muestra M02-GC-P5.....	101
Tabla 36. Descripción Microscópica de la sección pulida de Calcopirita en la muestra M02-GC-P5.....	102
Tabla 37. Descripción Microscópica de la sección pulida de Pirita en la muestra M02-GC-P5	102
Tabla 38. Descripción Microscópica de la sección pulida de Galena en la muestra M02-GC-P5	103
Tabla 39. Estado de Sulfuración de la veta polimetálica de la Galería Julia (M02-GC-P5).....	103
Tabla 40. Análisis DRX de la veta oxidada tono rojo interno mina P37, Galería Combo.	104
Tabla 41. Ensayos al fuego las vetas oxidadas tono rojo interno mina P37, Galería Combo.	105
Tabla 42. Paragénesis de las vetas mineralizadas Sociedad Minera “El Mirador”	106
Tabla 43. Tabla comparativa del yacimiento epitermal de baja sulfuración del que forma parte el sistema de vetas de la Sociedad Minera “El Mirador”	108

Índice de figuras:

Figura 1. Esquema del experimento de Laue, Difracción de rayos X.....	10
Figura 2. Esquema de yacimientos epitermales de BS – AS (Camprubí et al., 2003).	13
Figura 3. “Datos estructurales de una capa rumbo, sentido de buzamiento y ángulo de buzamiento en un afloramiento” (Treagus, 1993, p.176).	24
Figura 4. Cuerpos mineralizados controlados por la permeabilidad litológica de las rocas huésped, estructuras y procesos hidrotermales en depósitos epitermales.....	25
Figura 5. Tipos de vetillas; A) Vetilla Tipo EB, B) Vetilla Tipo EBT, C) Vetilla Tipo A, D) Vetilla Tipo B ...	26
Figura 6. E) Vetilla Tipo D, F) Vetilla Tipo E, G) Vetilla Tipo M	27
Figura 7. Mapa de ubicación de la sociedad minera “El Mirador” código 1909038.	32
Figura 8. Mapa de ubicación del área de estudio Sociedad Minera “El Mirador”	33
Figura 9. Sustrato de la hoja Geológica Zamora 1:100 000	36
Figura 10. Mapa de ubicación del área de estudio, digitalizado de (Castillo et al., 2020).....	38
Figura 11. Mapa de ubicación que muestra los proyectos de exploración regionales.	39
Figura 12. Mapa del área minera subterránea de Chinapintza.....	41
Figura 13. A) Ubicación del punto IGM. B) Marca de puntos de control. C) Puntos de control en bocaminas.	44
Figura 14. A) Vuelo Fotogramétrico B) Posiciones de cámaras y solapamiento de imágenes C) Puntos de control Terrestre D) Modelo digital de elevaciones.	45
Figura 15. A) -B) -C) Preparación de equipos y ubicación de puntos con coordenadas conocidas en la Bocamina. D) Medición de distancias con distanciómetro, proyectando el láser hacia la diana topográfica.	46
Figura 16. Planificación de puntos de afloramientos a describir in situ Datum WGS-84	48
Figura 17. A) Método de canaleta para mapeo geológico B) -C) -D) Recolección y descripción petrográfica de muestras de mano	49
Figura 18. Pasos para realizar “chip sampling”. Modificado de Orche, (1991).....	51
Figura 19. A) Identificación de estructuras vetas, fallas B) -C) -D) Metodología empleada para toma de datos estructurales, rumbo, buzamiento, dirección de buzamiento y potencia.	52
Figura 20. Mapa Topográfico del permiso de operación sociedad “El Mirador”, conformada por 4 ha mineras, delimitada con cotas de 1721 a 1816 msnm, área donde se mantiene las labores subterráneas de explotación de Au y Ag.	58

Figura 21. Mapa topográfico de la Galería Combo, la bocamina se encuentra localizada en la coordenada WGS 84 (Y: 9552796.18, X: 769365.75, Z: 1750.388) cuenta con una longitud total de 266m	59
Figura 22. Mapa topográfico de la Galería Julia. la bocamina se encuentra localizada en la coordenada WGS 84 (Y: 9552819.52, X: 769426,728 Z: 1764.679) cuenta con una longitud de 215.3m	60
Figura 23. Falla mineralizada que condiciona el contacto entre la granodiorita y la riolita.	63
Figura 24. Mapa geológico estructural del área de estudio Sociedad Minera “El Mirador”	65
Figura 25. Difractograma de la muestra M06-GC-P28 correspondiente a la brecha de falla de la Galería Combo, tramo desde el punto 21 al 29.....	66
Figura 26. Estructuras mapeadas en la sección 1, Galería Combo	67
Figura 27. Mapa geológico estructural de la sección 1, Galería Combo	68
Figura 28. Imágenes de microscopio petrográfico con luz transmitida (muestra: M12-GC-P38), correspondiente a la litología tipo Riolita.	70
Figura 29. Difractograma de la muestra M12-GC-P38 correspondiente a litología tipo Riolita.....	71
Figura 30. Estructuras mapeadas en la sección 2, Galería Combo.	73
Figura 31. Mapa Geológico estructural de la sección 2, Galería Combo a escala 1:200.....	74
Figura 32. Difractograma de la muestra M10-GC-P37	75
Figura 33. Imágenes de microscopio petrográfico con luz transmitida (muestras: M19-GC-P57)	77
Figura 34. Vetas Polimetálicas mapeadas en la sección 3 de la Galería Combo.	78
Figura 35. Mapa geológico estructural de la sección 3, Galería Combo.	80
Figura 36. Mapa de Alteraciones de la Galería Combo.....	81
Figura 37. Estructuras identificadas en la sección 1, Galería Julia	83
Figura 38. Mapa Geológico Estructural de la sección 1, Galería Julia.	85
Figura 39. Principales vetas polimetálicas de la sección 2 de la Galería Julia.....	86
Figura 40. Mapa geológico estructural de la sección 2, Galería Julia	87
Figura 41. Mapa de alteraciones hidrotermales, Galería Julia.	88
Figura 42. Mapa de Concentración de Au de la Galería Julia.	90
Figura 43. Mapa de Concentración de Au por ensayos al fuego, Galería Combo	93
Figura 44. Difractograma de la muestra M10-GC-P37	104
Figura 45. Modelo de Distribución de la mineralogía y su correlación con las estructuras.	110
Figura 46. Veta mineralizada proyectada a 40m desde el punto 29 al punto 15 de la Galería Julia	113

Índice de anexos:

Anexo 1. Ficha para levantamiento topográfico de galerías subterráneas	124
Anexo 2. Ficha de Afloramientos Superficiales y Subterráneos	124
Anexo 3. Ficha de descripción macroscópica de muestras de mano	125
Anexo 4. Ficha de codificación de muestras de mano	125
Anexo 5. Afloramiento 1, descripción de la falla de contacto.	126
Anexo 6. Afloramiento 3, caolín.....	127
Anexo 7. Afloramiento 5, caolín.....	128
Anexo 8. Afloramiento 6, caolín.....	129
Anexo 9. Descripción de la Brecha Hidrotermal, interno mina	130
Anexo 10. Descripción de la riolita, interno mina.....	131
Anexo 11. Afloramiento 9, caolín.....	132
Anexo 12. Afloramiento 11, caolín.....	133
Anexo 13. Afloramiento 12, granodiorita	134
Anexo 14. Afloramiento 13, granodiorita	135
Anexo 15. Afloramiento 15, sombrero de oxidación, goethita	136
Anexo 16. Resultados generales de ensayos de difracción de rayos X, elaborados en la UTPL	137
Anexo 17. Difractograma de la muestra M06-GC-P28.	138
Anexo 18. Difractograma de la muestra M10-GC-P37.	138
Anexo 19. Difractograma de la muestra M12-GC-P38.	139
Anexo 20. Difractograma de la muestra M19-GC-P57.	139
Anexo 21. Topografía Superficial de la sociedad minera “El Mirador”	140
Anexo 22. Topografía subterránea de la Galería Combo sociedad minera “El Mirador”	141
Anexo 23. Topografía subterránea de la Galería Julia sociedad minera “El Mirador”	142
Anexo 24. Geología Estructural de la sociedad minera “El Mirador”	143
Anexo 25. Geología Estructural de la sección 1 Galería Combo	144
Anexo 26. Geología Estructural de la sección 2 Galería Combo	145
Anexo 27. Geología Estructural de la sección 3 Galería Combo	146
Anexo 28. Alteraciones Hidrotermales Galería Combo	147
Anexo 29. Geología Estructural de la sección 1 Galería Julia.....	148
Anexo 30. Geología Estructural de la sección 2 Galería Julia.....	149
Anexo 31. Alteraciones Hidrotermales Galería Julia	150
Anexo 32. Concentración de (Au) Galería Julia	151
Anexo 33. Concentración de (Au) Galería Combo	152
Anexo 34. Modelo de Distribución Geológico Estructural de la Sociedad “El Mirador”	153
Anexo 35. Certificado de Traducción de Resumen del proyecto de Titulación	154

1. Título

“Caracterización Geológica - Estructural de las labores mineras subterráneas de la Sociedad “El Mirador”, Distrito Minero Chinapintza, Provincia de Zamora Chinchipe.”

2. Resumen

En la presente investigación se realizó la caracterización geológica estructural y de alteraciones de las labores mineras subterráneas de la Sociedad “El Mirador” código 1909038, Distrito Minero Chinapintza, ubicado en la Cordillera del Cóndor, cantón Paquisha, provincia de Zamora Chinchipe, en la categoría de minería artesanal, con la finalidad de determinar la asociación geoquímica y mineralógica de las vetas de interés económico, y su correlación con las estructuras a través de la representación de un modelo de distribución de la mineralización, sobre la base del control estructural predominante en el área de estudio. El yacimiento se presenta como un sistema vetiforme, caracterizado como un depósito tipo epitermal de baja sulfuración. Los resultados revelan que se trata de un ambiente ígneo intrusivo conformado por granodiorita descrita en el Complejo Intrusivo de Zamora como el basamento de esta zona de edad Jurásica, se describió un evento volcánico post complejo constituido por riolitas y brechas hidrotermales identificadas en la Unidad Congüime. Los minerales de las vetas de interés económico analizados en las secciones pulidas muestran pirita, calcopirita, esfalerita, galena, arsenopirita, oro compenetrado en la calcopirita. La asociación geoquímica evidencia concentraciones auríferas de 0.29 gr/t a 10.98 gr/t, estas estructuras tienen una tendencia de dirección o rumbo de NW – SE, con una mena de Au – Ag – Cu – Pb – Zn – As. Toda la información se representó en un mapa geológico a escala 1:1000, el mapeo geológico subterráneo se realizó a escala 1:500 de dos galerías denominada Combo y Julia respectivamente, que dio como resultado 5 zonas potenciales de enriquecimiento aurífero para apertura de nuevos frentes de explotación.

Palabras Clave: *geología estructural, mena, ganga, calcopirita, esfalerita, sistema de vetas de Chinapintza.*

Abstract

The structural geological characterization and alterations of the underground mining working of the Society "El Mirador" code 1909038, Chinapintza Mining District, located in the Cordillera del Condor, Paquisha canton, province of Zamora Chinchipe, in the category of small-scale mining was carried out in this investigation, to determine the geochemical and mineralogical association of the veins of economic interest, and their correlation with the structures through the representation of a mineralisation distribution model, based on the predominant structural control in the study area. The deposit is presented as a vetiform system, characterised as a low sulphidation epithermal type deposit. The results reveal that it is an igneous intrusive environment formed by granodiorite described in the Zamora Intrusive Complex as the basement of this Jurassic age zone, a post-complex volcanic event was described consisting of rhyolites and hydrothermal breccias identified in the Congüime Unit. The minerals of the veins of economic interest analysed in the polished sections show pyrite, chalcopryrite, sphalerite, galena, arsenopyrite, gold interpenetrated in chalcopryrite. The geochemical association evidences auriferous concentrations from 0.29 gr/t to 10.98 gr/t, these structures have a NW - SE directional trend, with Au - Ag - Cu - Pb - Zn - As ore. All the information was represented in a geological map at 1:1000 scale, the underground geological mapping was done at 1:500 scale of two galleries called Combo and Julia respectively, which resulted in 5 potential gold enrichment zones for opening new mining fronts.

Keywords: *structural geological, ore, gangue, chalcopryrite, sphalerite, Chinapintza vein system.*

3. Introducción

. La presente investigación se concentra en realizar la caracterización Geológica - Estructural sobre la base de la topografía superficial y subterránea de las vetas mineralizadas de interés económico para la sociedad minera “El Mirador”, de tal forma que la investigación represente una guía técnica que permita conocer las zonas de enriquecimiento aurífero, las características mineralógicas de la roca estéril y como estas estructuras se relacionan entre sí.

La caracterización estructural yace su importancia en que permitirá elaborar las galerías con una correcta orientación, sobre la base de las proyecciones estructurales, que guardan relación con la topografía y geología del área de estudio. La caracterización geológica; petrográfica y mineralógica permite la identificación de los minerales existentes en la zona, que sirve de base para la selección de métodos de recuperación de minerales. El proyecto beneficia directamente al titular minero de la Sociedad “El Mirador”, sin embargo, también apunta a ser un referente para los mineros del Distrito de Chinapintza que realicen minería subterránea, considerando que; en el cantón Paquisha el 99,9% correspondiente a 33891,04 ha, son áreas concesionadas y únicamente el 0,06% no recaen bajo esta categoría. La población que se dedica a esta actividad corresponde a 530 de acuerdo con la PEA, (Castillo et al., 2020)

Se han realizado estudios mineralógicos con el fin de establecer metodologías óptimas de recuperación de Au, Ag, Cu, las vetas de Chinapintza forman parte de la cordillera del Cóndor, actualmente se encuentra realizando exploración avanzada en el sector, empresas como Bestminers Ecuador S.A. anteriormente se levantó información geológica por parte del “Proyecto de Oro - Cobre Cóndor”, por la empresa Condormining Coporation S.A. (Allen et al., 2014). La información levantada aportará con datos a mayor detalle de la asociación geoquímica y mineralógica de las vetas presentes en el área de estudio.

El alcance del proyecto es establecer las características estructurales, petrográficas, mineralógicas, mineralúrgicas y geoquímicas del material estéril (ganga) y de la mena, de tal forma que permita establecer un modelo de distribución mineralógica en el que se pueda visualizar la relación que tiene el control estructural con el enriquecimiento aurífero.

Para la ejecución del presente proyecto de trabajo de titulación se plantearon los siguientes objetivos

- Objetivo general

Realizar la caracterización Geológica - Estructural sobre la base de un control geológico – estructural de las vetas mineralizadas de interés económico para la sociedad minera “El Mirador”, distrito minero Chinapintza, provincia de Zamora Chinchipe.

- Objetivos específicos

- Realizar el estudio geológico - estructural y de alteraciones a escala 1.500 sobre la base de la topografía superficial y subterránea.
- Determinar la asociación de geoquímica y mineralógica de las vetas de interés económico y su correlación con las estructuras, geología, mineralizaciones e información secundaria fidedigna.
- Estimar un modelo de distribución de la mineralización con base al control geológico y estructural sobre la base de un software de aplicación técnica.

4. Marco Teórico

4.1. Geología Estructural

Según Tarbuck et al., (2005) establecen que la geología estructural: “Estudia la arquitectura de la corteza terrestre y cómo adquirió este aspecto en la medida en que fue consecuencia la deformación. La geología estructural se basará en determinar estructuras existentes tales como fallas, fracturas, vetas, contactos que se encuentren presentes en la zona de explotación” (p.284).

Mientras que (Belousov, 1979) la define como la rama de la geología que: “Estudia las particularidades de estructura y desarrollo de la corteza terrestre, la relación con los procesos mecánicos, movimientos y deformaciones que en ella tienen lugar. Interpreta y estudia la geometría, la posición en que aparecen en la superficie, la deformación de los materiales en la corteza terrestre, cuyas representaciones más habituales son la formación de pliegues y de fallas” (p.5).

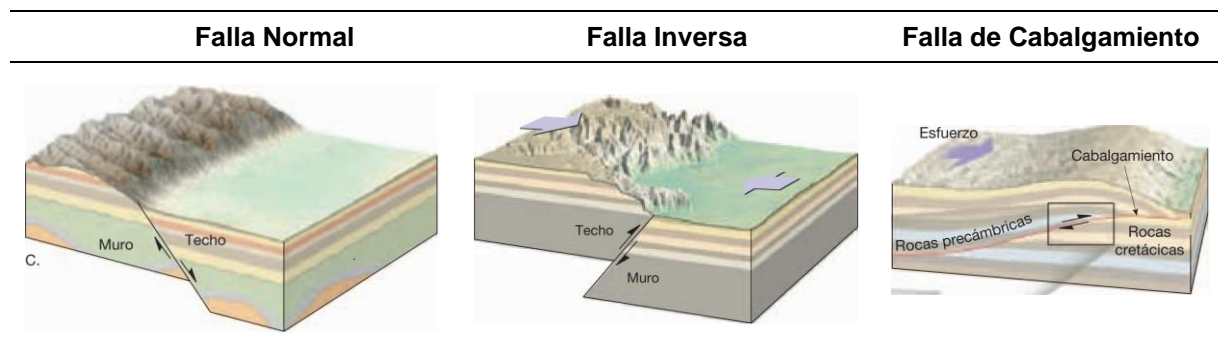
4.2. Estructuras Geológicas

4.2.1. Fallas Geológicas

Según Tarbuck et al., (2005): “Las fallas son fracturas en la corteza a lo largo de las cuales ha tenido lugar un desplazamiento apreciable. Los dos tipos principales de fallas con desplazamiento vertical se denominan fallas normales y fallas inversas” (p.295). Cuando una falla inversa presenta un ángulo de inclinación que es menor de 45 grados, se conoce como cabalgamiento.

Tabla 1. Tipos de fallas verticales

Falla Normal	Falla Inversa	Falla de Cabalgamiento
“El movimiento es de separación (fallas distensivas), se clasifican como fallas normales cuando el bloque de techo se desplaza hacia abajo en relación con el bloque de muro.” ^a	“El bloque de techo se mueve hacia arriba con respecto al bloque de muro tienen buzamientos superiores a 45° y los cabalgamientos tienen buzamientos inferiores a 45°. Las fallas inversas y los cabalgamientos reflejan un acortamiento de la corteza.” ^a	“Es un término utilizado para designar fallas inversas muy tendidas o con poco buzamiento. Algunos autores consideran los 30° como límite para diferenciar ambos accidentes. Frecuentemente el bloque cabalgante aparece plegado.” ^a



Nota: ^a(Tarbuck et al.,2005)

4.2.2. Diaclasas

Según Abad, (2020) menciona que “Una diaclasa se define, en términos generales, como una fractura natural en la roca a lo largo de la cual no hay desplazamiento de cizalla medible (desplazamiento paralelo al plano de fractura)”. Estas pueden formar familias y estas a su vez un sistema de diaclasas de diferentes familias, su importancia radica en que los espacios que forman estas estructuras sirven como conductos que usualmente son rellenos por fluidos ricos en minerales de interés económico como Au, Ag, Cu, Mo, dando lugar a yacimientos minerales.

4.2.3. Diatremas

Alfred Rittmann (1963) señala “Pero en caso de explosiones gaseosas muy fuertes, las pumitas y las cenizas se dispersan sobre amplias extensiones y con débiles espesores, formándose así un volcán reducido a un embudo de explosión o diatrema” (p.90). Conducto magmático o chimenea, toda vez que aquella forma termina en un pozo abierto por la erupción explosiva en forma de cráter de explosión. Schneider (1911) menciona que las diatremas presentan una forma elíptica y penetran las formaciones más antiguas, sin construir conos en superficie. (p. 86)

4.2.4. Brechas Volcánicas

“El término brecha volcánica es más amplio y no solamente se restringe a depósitos formados por la consolidación de bloques, pómez, escorias y bombas (fragmentación magmática, piroclástica y freatomagmática), sino también por otros procesos (autoclásticos, hidroclásticos, epiclásticos)” (Guillermo & Denyer, 2019) (p.111).

“Bajo esta denominación se incluyen acúmulos de material volcánico clástico, constituidos por fragmentos heterométricos, angulosos, de una o varias litologías y tamaño superior a los 3,2 cm, con una cantidad variable de matriz tobácea” (Cueva et al., 1981) (p.9).

4.2.5. Afloramiento

Según Peñaloza, (s. f.) menciona que un afloramiento es “una exposición visible de la roca madre o depósitos superficiales antiguos en la superficie de la Tierra. Los afloramientos permiten la observación directa y la toma de muestras de la roca in situ” (p.1).

“Los afloramientos son exposiciones de las rocas y pueden ser de diferente magnitud. El geólogo debe extraer el máximo de información de cada uno de ellos, como ubicación, ilustraciones, graficación esquemática, registro de elementos geológicos, registro de la disposición espacial de cada una de las litologías observadas” (INIGEMM, 2013) (p.11).

4.3. Análisis Petrográfico

4.3.1. Petrología

“Trata de modo de ocurrencia, la composición, la clasificación y el origen de las rocas, así como de sus relaciones con los procesos e historia geológica, incluye tanto a la petrografía y a la patogénesis, estudia los principios de la física química a los materiales térreos de ocurrencia natural” (Huang, 1991) (p.1).

4.3.2. Petrografía

Donaire y Pascual (2012) afirman lo siguiente:

La Petrografía se enmarca en el campo de la de la Petrología centrándose en el estudio minucioso de las rocas. Las características intrínsecas y extrínsecas de una roca son un factor fundamental para su clasificación e interpretación. Para realizar descripción petrográfica parte del análisis de afloramientos y muestras de mano, sin embargo, para tener un análisis más detallado se deben realizar ensayos empleando el microscopio petrográfico, que permite obtener información de las texturas y las propiedades ópticas de los minerales en lámina delgada, este estudio tiene un valor esencial para interpretar la génesis de estas rocas. (p.188)

4.3.3. Estudio Petrográfico

Según el Servicio Geológico Mexicano, (SGM, 2017):

Un estudio petrográfico requiere del examen físico de la roca que nos brinde información sobre el aspecto, textura, color, dureza, tamaño de grano o granularidad de la roca, sus abundancias, formas, tamaños y relaciones espaciales, complementario a esto se realiza una descripción microscópica consiste en determinar la composición mineralógica y los rasgos texturales, se determina la forma y color de los cristales, así como la matriz o cementante en caso que esté presente.

4.4. Análisis Mineragráfico

La técnica implica examinar minerales utilizando un microscopio reflector sobre superficies pulidas. En caso de que se desee analizar minerales transparentes, se requerirá la preparación de una sección delgada; mientras que para los minerales opacos, se preparará una sección pulida (Chirif Rivera, 2010).

Para examinar minerales translúcidos, se utiliza una fuente de luz situada debajo de la platina, la cual atraviesa la muestra hasta alcanzar el objetivo; este método se conoce como luz transmitida. Preparar una lámina delgada del material a analizar, ya sea una roca, suelo o sedimento, es necesario para este tipo de análisis (Espinoza, 2018).

Por otro lado, los minerales opacos también poseen propiedades ópticas distintivas, pero en este caso, su análisis se lleva a cabo bajo condiciones de luz reflejada. Esto implica el uso de una fuente de luz colocada encima de la platina, de manera que el haz de luz se refleje en la superficie pulida de la muestra. Para la observación de estos minerales, se utilizan superficies pulidas del material a analizar (Klein, 2006).

4.4.1. Minerales Opacos

“Son cuerpos que no dejan pasar luz, presentan absorción alta, índice de refracción por lo general mayor a 2,4 y reflectancia alta, la mayoría ocurre en yacimientos metálicos. La microscopía de polarización con luz reflejada se emplea para el estudio de estos, un mineral opaco es aquél cuando la cantidad de luz absorbida es máxima; y la cantidad de luz transmitida es mínima” (Chirif Rivera, 2010).

4.4.2. Minerales Transparentes

“En mineralogía microscópica se consideran cuerpos transparentes y translúcidos a aquellos que con un espesor de 30 u (micras) dejan pasar la luz. En ellos el coeficiente de

absorción es bajo ($K < 10^{-4}$ en los transparentes y $K = 10^{-4}$ en los traslúcidos), el índice de refracción es bajo (n entre 1,4 y 2,4) y la reflectancia es baja ($< 17\%$) (Aranda, 2014).

4.5. Ensayos de laboratorio

4.5.1. Difracción de Rayos X.

Se basa en la relación establecida por W. L. Bragg entre el ángulo de incidencia de la radiación θ , su longitud de onda λ y la distancia entre planos cristalinos "d". La lectura del difractograma de rayos X de polvo nos ofrece datos sobre la posición, intensidad y forma de los picos en relación con el ángulo 2θ . Con esta información es posible la identificación y cuantificación de fases cristalinas, la determinación del tamaño del cristal y su simetría, de la celda unidad (Instituto de Catálisis y Petroleoquímica [ICP], 2020, p.1).

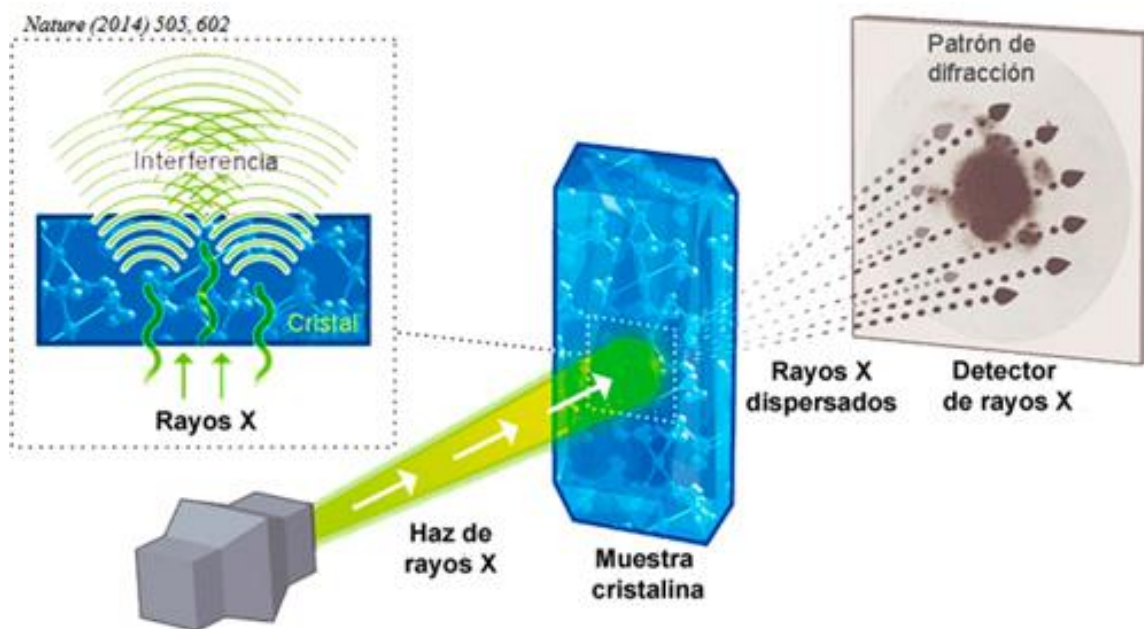


Figura 1. Esquema del experimento de Laue, Difracción de rayos X

Fuente: Martínez (2014)

4.5.2. Ensayos al Fuego

“El ensayo a fuego es considerando que es un análisis químico cuantitativo, por el cual se determina la proporción de un metal en un mineral o producto metalúrgico con ayuda del calor y de reactivos secos. Este método se aplica hoy principalmente a la determinación de oro, plata y metales del grupo del platino” (Londoño et al., 2010, p.191).

4.5.3. Estudio de Láminas Delgadas

El estudio de láminas delgadas nos permite identificar los minerales que forman las rocas, así como sus relaciones cualitativas y cuantitativas (textura). La textura es el resultado de su origen y de las transformaciones que los minerales experimentan al estar sometidos a distintas condiciones ambientales. Las propiedades físicas que describen como se comporta la luz al cruzar un mineral (luz transmitida y luz reflejada) reciben el nombre de propiedades ópticas y se determinan con el microscopio petrográfico (microscopio óptico) (Loaiza et al., 2015, p.2).

4.5.4. Secciones Pulidas

Marcos & Moreiras, (1984) mencionan que:

La obtención de superficies pulidas representa una parte importante de la técnica de microscopía de minerales opacos, y, en especial, de medidas cuantitativas por reflexión. Dado que la reflectancia es una propiedad que varía con la dirección cristalográfica, excepto en los materiales pertenecientes al sistema cúbico y las sustancias amorfas, es necesario disponer de secciones orientadas para poder obtener las reflectancias principales.

4.6. Yacimientos Minerales


4.6.1. Yacimientos Hidrotermales

Verdezoto, (2018) señala que: “Los yacimientos hidrotermales pueden alcanzar temperaturas de 500°C y profundidades de hasta 7 km, es por este motivo que se han dividido desde el más profundo hasta el que se encuentra cerca de la superficie”.

Por otra parte, los procesos metasomáticos y/o hidrotermales tienden a producir una gran cantidad de depósitos minerales, resultado de la influencia de fluidos a altas temperaturas, que en su mayoría provienen de la intrusión de rocas ígneas o están relacionados con la deshidratación durante los procesos de metamorfismo. Los fluidos pueden reemplazar y transformar los minerales en otras formas cristalinas, como magnetita, hematites, calcopirita, galena, grafito, corindón, granates cinabrio, siderita o blenda, así como movilizar elementos en disoluciones iónicas o como compuestos coloidales. El descenso de la temperatura tras el lixiviado de las rocas induce la deposición de minerales de interés económico (GeoQuantics, 2019, p.4).

Tabla 2. Clasificación de yacimientos hidrotermales según la temperatura de formación y minerales comunes.

Yacimiento	Datos de Formación (Temperatura, profundidad y presión)	Minerales Comunes
Yacimientos Teletermales	“50°C Someros Presión muy baja.” ^a	Pirita, cuarzo
Yacimientos Epitermales	“50 – 300°C Profundidad de 1 – 2.7km Presión moderada baja.” ^a	“Baritina, cinabrio, calcita, magnesio, óxidos y carbonatos.” ^a
Yacimientos Mesotermiales	“175 – 300°C Profundidad de 2 – 5 km Presión 140 - 400 atm.” ^a	Cuarzo, blenda, calcita, plata, siderita, oro, oligisto, galena
Yacimientos Hipotermiales	“300 – 500°C Profundidad de 5 a 7km Presión alta.” ^a	“Cuarzo, casiterita pirrotina, molibdeno, sulfuros de cobre wolframita, oro wolframita.” ^a



Nota: Modificado de ^a(Verdezoto, 2018, p.18).

4.7. Yacimientos Epitermales

La mayoría de los depósitos epitermales se encuentran en arcos volcánico-plutónicos dentro de contextos tectónicos relacionados con la subducción, principalmente en los márgenes continentales y en arcos de islas. La concentración más notable de estos depósitos se observa en la región del Circum-Pacífico. Por lo general, se localizan en el lado trasero del arco, pero también pueden encontrarse en grabens formados como estructuras "pull-apart" asociadas con movimientos de rumbo. Estos depósitos no suelen encontrarse en entornos de cuencas submarinas tras-arco, pero pueden estar presentes en campos volcánicos continentales. (PRODEMINCA, 2000b, p.93)

Según Hedenquist, (1986) distingue los dos grupos de depósitos (así como los sistemas activos) por los términos "baja sulfuración BS" y "alta sulfuración AS" donde bajo y alto se refieren al estado de oxidación relativo del azufre en el fluido de mineralización.

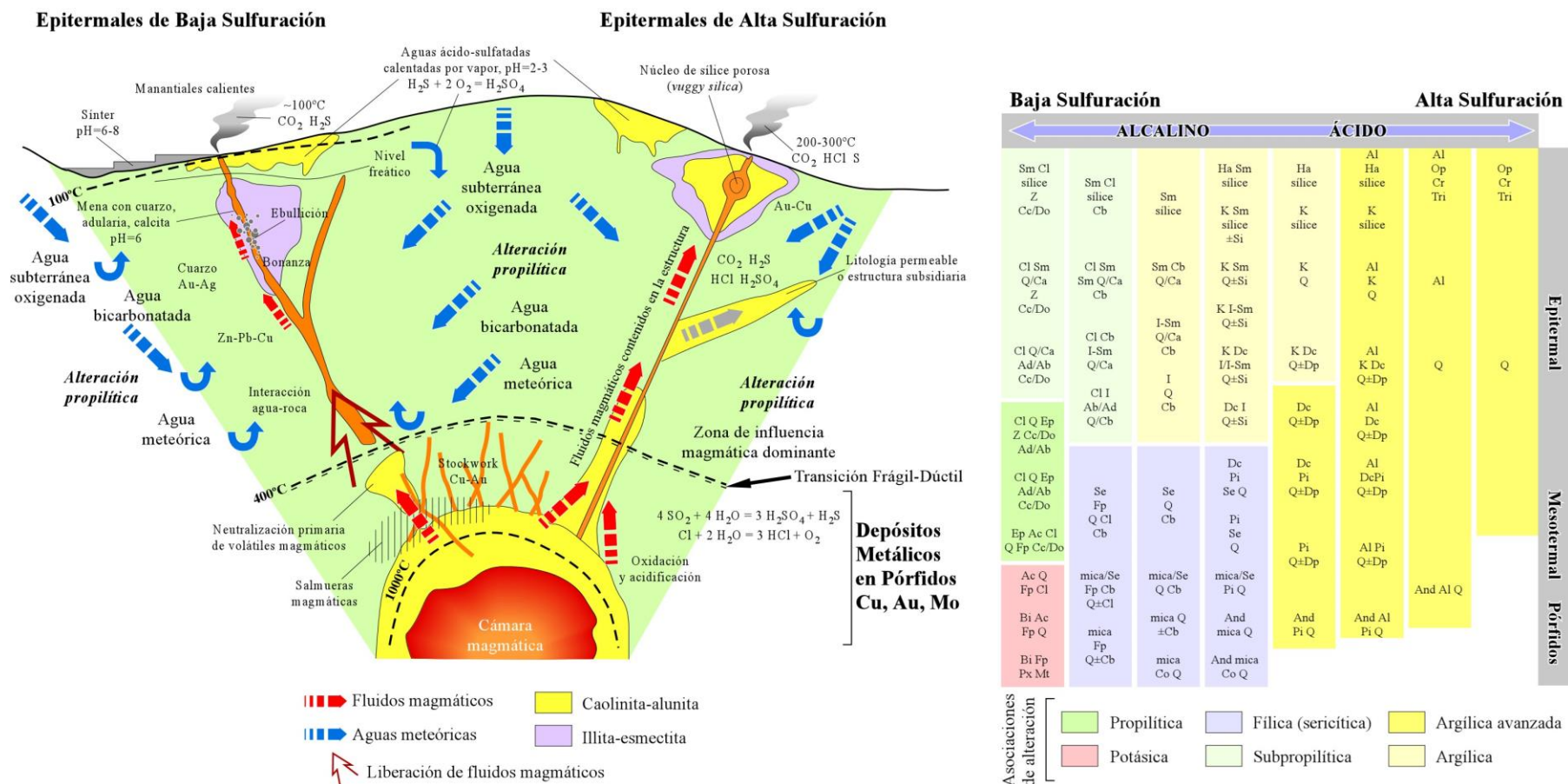


Figura 2. Esquema de yacimientos epitermales de BS – AS (Camprubí et al., 2003).

4.7.1. Depósitos de Alta Sulfuración

Los términos de bajo y alto se refieren al estado de oxidación relativo del azufre en el fluido de mineralización. Según Hedenquist, (1986) menciona que “no hay ninguna inferencia en estos términos en cuanto a la cantidad de azufre total en el fluido, aunque los sistemas de alta sulfuración comúnmente tienen abundantes minerales de sulfuro y sulfato presentes (Sillitoe, 1983, usa el término "sulfuro masivo"), el azufre presente en los sistemas de alta sulfuración tiene un estado de oxidación de hasta +4 (es decir, esencialmente todo SO_2)”.

Según González, (2010) los fluidos de alta sulfuración (AS) se derivan principalmente de “una fuente magmática y depositan metales preciosos cerca de la superficie cuando el fluido se enfría o se diluye mezclándose con aguas meteóricas. Los metales preciosos en solución derivan directamente del magma o pueden ser lixiviados de las rocas volcánicas huéspedes a medida que los fluidos circulan a través de ellas” (p.15).

Las rocas huésped de depósitos de alta sulfuración son lavas y piroclastos de composición andesíticas, dacíticas y riódacíticas. La ocurrencia de mineralización económica de los dos tipos, alta y baja sulfuración en un solo distrito no ha sido bien documentada en muchas áreas. Normalmente un tipo de alteración es dominante y contiene la más importante mineralización. Además, donde los dos están presentes, cada uno está localizado por un juego diferente de estructuras. En general, donde están disponibles datos geocronológicos de alta calidad es común para la mineralización en sistemas de alta sulfuración seguir al magmatismo más estrechamente (comúnmente por menos que 0.5-1 Ma) que en el ambiente de baja sulfuración. Esto es consistente con la conexión directa entre fluidos magmáticos y mineralización en el ambiente de alta sulfuración en contraste con el proceso que involucra fluidos meteóricos profundamente convectivos en el ambiente geotermal de baja sulfuración (PRODEMINCA, 2000).

4.7.1.1. Alteraciones en Depósitos de Alta Sulfuración

Alteración Silíceo

Alteración que se presenta generalmente en la primera etapa de la formación de un sistema de alta sulfuración. Se caracteriza por la interacción de fluidos hidrotermales ácidos, pH 1 -2, con la roca caja, obteniendo como resultado sílice oquerosa o Vuggy

debido a la lixiviación de los componentes primarios de las rocas (feldespatos, fenocristales). La textura "vuggy o cavernosa" que se obtiene finalmente se debe a que la sílice es estable bajo condiciones ácidas. Sílice "vuggy" encontramos en la parte central de estos sistemas y por lo general alberga la mayor parte de mineralización económica. (White & Hedenquist, 1995)

Alteración Argílica Avanzada.

“Se forma alrededor de la alteración sílica, manifiesta ensambles de alunita (K, Ca) / natroalunite + pirofilita + dickita + kaolinita + zunyita + diáspora, el pH en que se forman varía de 1 - 3.5; esta alteración puede ser coetánea con la mineralización” así lo cita (Deyell et al., 2005, p.23).

Alteración Argílica.

“La alteración argílica avanzada, varía en dos rangos de pH de acuerdo a los ensambles que presente, si se presentan los del grupo de la candita (caolinita, dickita, halloysita), el pH varía de 4 - 5; mientras que si están los del grupo de la illita (illita, esmectita, illita + esmectita, montmorillonita), el pH varía de 4.5 a 6” así lo cita (Cárdenas, 2018, p.23).

Alteración Propilítica.

Los ensambles de alteración propilítica, clorita + epídota + carbonatos, se forman en la parte distal del sistema debido a la neutralización gradual de las soluciones ácidas que originaron la alteración sílica al interactuar con la roca caja. El pH en el que se forman estos ensambles varía de 5.5 a 6.5. Es esencial diferenciar entre los términos alteración sílicea y silicificación: el primero resulta de la lixiviación ácida, como se mencionó anteriormente, mientras que el segundo es causado por la introducción de sílice en las rocas; ambos procesos se observan en los depósitos HS. En la mayoría de estos depósitos, la principal etapa de mineralización de oro ocurre durante la parcial o total silicificación de la alteración sílica. (Cárdenas, 2018, p.23)

4.7.1.2. Rocas y Minerales Asociados

Tabla 3. Características de Depósitos Epitermales de Alta Sulfuración.

EPITERMALES DE ALTA SULFURACIÓN	
<i>Rocas volcánicas relacionadas</i>	“Vulcanismo subárea, rocas ácidas a intermedias (esencialmente andesita– riódacita). Encajante de cualquier tipo.” ^a
<i>Controles de emplazamiento</i>	“Fallas a escala regional o intrusiones sub-volcánicas.” ^a
<i>Extensión de la zona de alteración periférica</i>	“Área extensa (comúnmente varios km ²) y visualmente prominente.” ^a
<i>Alteración asociada (Ver Figura 2)</i>	“Extensa alteración propilítica en zonas adyacentes con baja relación agua/roca. Depósitos profundos: intensa alteración pirofillita–mica blanca. Depósitos someros: núcleo de sílice masiva, con un estrecho margen de alunita y caolinita que hacia el exterior es de mica blanca y arcillas interestratificadas. Depósitos subsuperficiales: ingente alteración argílica. Clorita: raramente. Generalización: alt. argílica avanzada argílica (± sericítica).” ^a
<i>Minerales clave de alteración proximal</i>	“Alunita cristalina; en profundidad, pirofillita.” ^a
<i>Geometría del cuerpo mineralizado</i>	“Relativamente pequeño y equidimensional.” ^a
<i>Carácter de la mineralización económica</i>	“Típicamente diseminada, tanto en zona de mica blanca– pirofillita como en sílice masiva. Poco común como relleno de cavidades o porosidad. La mineralización está asociada habitualmente a alteración argílica avanzada, típicamente con abundante pirita.” ^a
<i>Ganga de cuarzo</i>	“De grano fino, masivo, originado principalmente por reemplazamiento; el cuarzo es residual (vuggy). Calcedonia: ausente en la mayoría.” ^a
<i>Otros minerales de la Ganga</i>	“Carbonatos: ausentes. Adularia: ausente. Alunita y pirofillita: pueden ser abundantes. Barita: diseminada con la mena. Azufre nativo: suele estar presente, relleno de cavidades. Caolinita.” ^a

EPITERMALES DE ALTA SULFURACIÓN

<i>Abundancia de sulfuros</i>	<p>“Tienen un 10–90% del volumen total, sobre todo de grano fino, pirita con textura parcialmente laminada. Contenido de azufre total típicamente alto. El contenido en metales base puede ser alto (Cu).”^a</p>
<i>Minerales metálicos clave</i>	<p>“Pirita, enargita–luzonita, calcopirita, calcosita, covellita, bornita, tetraedrita, tenantita, oro (esfalerita, galena, telururos).”^a</p> <p>“Arsenopirita: poco común. Sulfosales de Ag: raramente. Seleniuros: prácticamente ausentes. Bismutinita: ocasionalmente.”^a</p>
<i>Profundidad de formación</i>	<p>“En su mayor parte, entre 500 (?) y 2,000 (?) m bajo la paleosuperficie.”^a</p>
<i>Edad</i>	<p>“Por lo general, Terciaria o más reciente. Ejemplos hasta el Neoproterozoico y el Arqueano.”^a</p>
<i>Rango de temperaturas de formación</i>	<p>“Generalmente, entre 100–320°C (la mayoría entre 170–320°C; en ocasiones, hasta 480°C ⁽⁵⁾).”^a</p>
<i>Metales predominantes</i>	<p>“Cu, Au, As (Ag, Pb) .”^a</p>
<i>Metales presentes localmente</i>	<p>“Bi, Sb, Mo, Sn, Zn, Te (Hg).”^a</p>
<i>Clasificaciones posibles</i>	<p>“Según estilo de mineralización: en diseminaciones (Chinkuashih); en filones (El Indio); en brechas (Wafi River) .”^a</p> <p>“Según contenido de metales base: "rico" (Motomboto); "pobre" (Nalesbitan) .”^a</p> <p>“Según contexto geológico: estratovolcanes andesíticos; vulcanismo tipo Cordillera (Lepanto); islas volcánicas oceánicas.”^a</p>

Nota: ^a(Camprubí et al., 2003)

4.7.1.3. Texturas Depósitos Epitermales de Alta sulfuración

Texturas de Alteración a sílice oquerosa o residual (argílica avanzada): En sistemas epitermales de alta sulfuración, la formación de cuarzo drusico vuggy ocurre debido a la lixiviación ácida con un pH menor a 2, que crea espacios abiertos y residuos de sílice. Estos residuos de sílice se recristalizan para formar cuarzo, al mismo tiempo que se deposita cuarzo adicional desde la solución. Los sinter silíceos nunca se desarrollan en la superficie en entornos ácidos debido a que los procesos cinéticos impiden la precipitación de sílice desde soluciones ácidas. A veces, en el campo, puede resultar difícil distinguir entre estos dos estilos únicamente basándose en las texturas observadas (Ovejero, 2007).

4.7.2. Depósitos de Baja Sulfuración

“Los sistemas de baja sulfuración generalmente tienen una cantidad restringida de sulfuro total depositado en la zona del mineral (Buchanan, 1981). Por lo tanto, el sistema de baja sulfuración tiene fluido con azufre presente en un estado de oxidación de -2 (es decir, como H₂S)” (Hedenquist, 1986).

Los depósitos epitermales son altamente variables en morfología a causa de las condiciones de baja presión en las que se forman y su dependencia en trayectorias de fluidos determinadas por geología y estructuras locales. El control estructural es especialmente común en sistemas de baja sulfuración, con zonas de mena generalmente localizadas en conductos hidrotermales (fallas, fracturas zonas de brecha, etc) que a niveles más profundos pueden ensancharse hacia arriba en dirección a la paleosuperficie. Los estilos más comunes de mineralización son vetas y "stockworks", mientras que menas diseminadas y de reemplazamiento son menos importantes en este ambiente. El sistema de vetas puede extenderse varios depósitos lateralmente dentro de sobre grandes áreas dando lugar a un agrupamiento de varios depósitos.

La mayoría de depósitos de baja sulfuración ocurren en rocas volcánicas calco-alcalinas que varían en composición desde andesita a dacita y riolita. Algunos importantes ejemplos también ocurren en rocas alcalinas a riolíticas sub-alcalinas (shosshoníticas). La alteración en sistemas de baja sulfuración se produce por la interacción de fluidos hipogénicos magmáticos con profundos fluidos meteóricos de

convección lo que produce un fluido casi neutral en el ambiente epidermal. (PRODEMINCA, 2000, p.96).

“Los sistemas de Au-Ag de baja sulfuración, se pueden encontrar en vetas o enjambres de vetillas, las vetas muestran texturas de espacios abiertos (peines, crustiformes y reemplazamiento de carbonato) que son típicas de los sistemas de baja sulfuración” (PRODEMINCA, 2000, p.101).

“Las vetas de baja sulfuración tienen potencial para el descubrimiento de mineralización de bonanza en las vetas alimentadoras con leyes altas situadas en profundidad” (PRODEMINCA, 2000, p.102).

“En estos depósitos la alteración típicamente comprende una zona de silicificación central conteniendo mena, localmente acompañada por adularía y rara vez clorita. Hacia fuera de estas zonas, ocurre alteración propilítica, caracterizada por clorita, albita, epidota, carbonato y piritita, sobre una amplia área” (PRODEMINCA, 2000, p.17).

Tabla 4. Características claves en depósitos de Baja Sulfuración.

EPITERMALES DE BAJA SULFURACIÓN	
<i>Rocas volcánicas relacionadas</i>	“Vulcanismo subaéreo, rocas ácidas a intermedias (andesita–riodacitariolita). Encajante de cualquier tipo.” ^a
<i>Controles de emplazamiento</i>	“Cualesquiera fallas o zonas de fractura estrechamente relacionadas a centros volcánicos.” ^a
<i>Extensión de la zona de alteración periférica</i>	“Generalmente bastante restringida y de visualización muy sutil, aunque puede abarcar áreas relativamente extensas.” ^a
<i>Alteración asociada (Ver Figura 2)</i>	“Extensa alteración propilítica en zonas adyacentes con baja relación agua/roca. Gran cantidad de mica blanca en zonas con alta relación agua/roca. Alteración argílica dominante conforme disminuye la temperatura. Los gases escapados a partir de ebullición pueden originar alteración argílica o argílica avanzada en la periferia, o bien superpuesta a partir de fluidos profundos. Clorita: común. Generalización: alt. sericítica → argílica.” ^a

EPITERMALES DE BAJA SULFURACIÓN

<i>Minerales clave de alteración proximal</i>	“Sericita o illita ± adularia; roscoelita (mica-V) en depósitos asociados a rocas alcalinas; a veces, clorita.” ^a
<i>Geometría del cuerpo mineralizado</i>	“Tamaño variable y morfología tabular.” ^a
<i>Carácter de la mineralización económica</i>	“Característicamente como relleno de cavidades o porosidad, en vetas con contactos netos con el encajante. Típico relleno de filones en bandas, comúnmente con brechificaciones polifásicas. Hacia la superficie se presenta en stockwork o diseminada, según la naturaleza de la permeabilidad primaria y secundaria local.” ^a
<i>Ganga de cuarzo</i>	“Cuarzo y calcedonia dispuestos en todo tipo de texturas primarias, de recristalización o reemplazamiento de carbonatos. Calcedonia: común, en bandas.” ^a
<i>Otros minerales de la Ganga</i>	“Carbonatos: presentes, comúnmente calcita y rodocrosita. Adularia: diseminada y en vetas. Alunita y pirofillita: escasas. Barita y/o fluorita: presentes localmente; la barita se halla por lo común por encima de la mena. Azufre nativo: ausente. Illita.” ^a
<i>Abundancia de sulfuros</i>	“1–20% del volumen total, pero típicamente menos del 5%, pirita predominante. Contenido de azufre total típicamente bajo. Bajo contenido en metales base (Pb, Zn), aunque en numerosos depósitos son relativamente abundantes.” ^a
<i>Minerales metálicos clave</i>	“Pirita, esfalerita, marcasita, galena, electrum, oro (sulfosales de Ag, arsenopirita, argentita, calcopirita, tetraedrita). Telururos: relativamente abundantes en algunos depósitos. Enargita: muy raramente. Seleniuros: poco comunes. Bismutinita: muy raramente.” ^a
<i>Profundidad de formación</i>	“En su mayor parte, entre 0 y 1,000 m.” ^a

EPITERMALES DE BAJA SULFURACIÓN

<i>Edad</i>	“Por lo general, Terciaria o más reciente. Ejemplos hasta el Neoproterozoico y Paleoproterozoico.” ^a
<i>Rango de temperaturas de formación</i>	“Generalmente, entre 100–320°C (la mayoría entre 150–250°C.” ^a
<i>Metales predominantes</i>	Au, Ag (Zn, Pb, Cu)
<i>Metales presentes localmente</i>	Mo, Sb, As (Te, Se, Hg)
<i>Clasificaciones posibles</i>	“Según estilo de mineralización: en stockwork (McLaughlin); en diseminaciones (Cracow); en vetas (Hishikari); en brechas (Kerimenge) .” ^a “Según contenido de metales base: "rico" (Fresnillo); "pobre" (Tayoltita) .” ^a “Según contexto geológico: depresiones con vulcanismo silíceo (Ohakuri Dam, N.Z.); estratovolcanes andesíticos (Woodlark); vulcanismo tipo Cordillera (Acupan); islas volcánicas oceánicas (Ladolam) .” ^a “Según profundidad de formación: "someros" (depósitos de Norteamérica); "profundos", (depósitos del SW del Pacífico) .” ^a “Según la mineralogía de las asociaciones de sulfuros: "sulfuración intermedia" y "baja sulfuración" (término extremo). Igualmente, se distingue el subtipo de "epitermales alcalinos", tanto en base a su mineralogía como a su asociación con rocas volcánicas alcalinas.” ^a

Nota: ^a(Camprubí et al., 2003)

4.7.2.1. Alteraciones en Depósitos de Baja Sulfuración

Las alteraciones de baja sulfuración abarcan una amplia silicificación en menas con múltiples generaciones de cuarzo y calcedonia, a menudo acompañadas de calcita. Las vetas contienen asociaciones de sericita-illita-caolinita.

- Alteración argílica intermedia: caolinita-illita-montmorillonita (smectita)
- Alteración argílica avanzada: (caolinita-alunita) puede formarse en la parte del techo de las zonas mineralizadas.

- Alteración propilítica: domina en profundidad y en la periferia de las vetas, pudiendo ser extensa. (Mosier et al., 1979)

4.7.2.2. Texturas Depósitos Epitermales de Baja Sulfuración

Texturas con relación a la ebullición; cuatro subdivisiones principales han sido descritas como los depósitos epitermales de baja sulfuración se forman en zonas someras o poco profundas, en donde el fracturamiento de la roca es más frágil y dúctil, siendo susceptible a la presencia de fallas y ocasionando espacios abiertos y dilatacionales que permitan albergar a la mineralización (Buchanan, 1981).

- **ABZ (Above boiling zone):** vetas sobre la zona de ebullición: presentan anomalías de Hg, As, Sb +-Au. En esta zona es predominante las texturas de sílica calcedónico y sílica bladed masivo, así como también la sacaroidal.
- **BZ (Boiling zone):** dentro de la zona de ebullición: mejor ley de oro. Las texturas colomorfas, crustiforme son comunes, así como el reemplazamiento de sílica calcedónico y bladed en bandas.
- **BCCZ (Base of colloform-crustiform zone):** disminución de la ley y abundancia de oro.
- **BBZ (Below Boiling zone):** mejores valores de plata (Ag) y metales base. En esta zona se localiza cuarzo cristalino a masivo (Buchanan, 1981).

Texturas de crecimiento primario

Las texturas de crecimiento primario según varios autores:

“Calcedónico: se forma bajo condiciones de supersaturación de sílica intermedia con respecto al cuarzo. Se caracteriza por ser de bajas temperaturas (aproximadamente 180°C) lo cual es de baja cristalinidad mantenida en esta textura” (Buchanan, 1981).

“Ágata o cuarzo calcedónico fibroso bandeado: se forma por cristalinización a partir de una masa inicial uniforme de gel sílica a bajas temperaturas” (Buchanan, 1981).

“Zonaje de cristales: se forman en ambientes irregulares durante el desarrollo de cristales identificados por zonas de fluido o inclusiones sólidas de cristal” (Buchanan, 1981).

“Texturas coloformes: principalmente es gel de sílica, mismo que es responsable de la forma circular de la superficie externa (parecida a un riñón)” (Buchanan, 1981).

“Textura crustiforme: esta textura es considerada como característica del diagnóstico de vetas epitermales; generalmente presentan bandas repetitivas de diferente composición o también refleja las concentraciones irregulares de elementos en solución y la irregularidad de las condiciones de fluido durante la precipitación” (Buchanan, 1981).

Textura dentada: “se forma en espacios abiertos de una solución hidrotermal, misma que se encuentra supersaturada con respecto al cuarzo y a su vez es subsaturada con respecto a la calcedonia” de acuerdo a (Fournier, 1985, p. 4)

Texturas de reemplazamiento

“Textura de molde: “se caracteriza por la impresión que deja la disolución o el reemplazamiento parcial de una fase soluble dentro de una veta de cuarzo; típica de carbonatos, sulfatos o adularia” (Buchanan, 1981).

“Textura bladed: se denomina a los agregados de cuarzos cristalinos criptocristalinos arreglado en formas planas o de cuchillas. Se definen tres tipos de textura bladed clasificada de acuerdo a la morfología de los agregados como son: afilada secundaria, afilada paralela” (Buchanan, 1981).

4.8. Elementos de Yacencia

4.8.1. Rumbo o Dirección

Es el ángulo medido en un plano horizontal, entre una dirección de coordenadas específica, por lo general el norte real o geográfico, y una línea cualquiera, que en caso de un plano buzante (estrato, falla, etc). Este ángulo se obtiene a partir de la intersección de un plano inclinado (como un estrato o una falla) con un plano horizontal. Puede expresarse en valores azimutales, que van de 0° a 360°, o en cuadrantes, de 0° a 90° hacia el este y hacia el oeste con respecto al norte. (Ibañes, 2020).

4.8.2. Buzamiento

El buzamiento es “el ángulo de inclinación de un plano geológico, como por ejemplo una falla, medido desde un plano horizontal. El buzamiento incluye tanto el valor del ángulo de inclinación como la dirección hacia la cual la roca está inclinada” (Tarbuck et al., 2005).

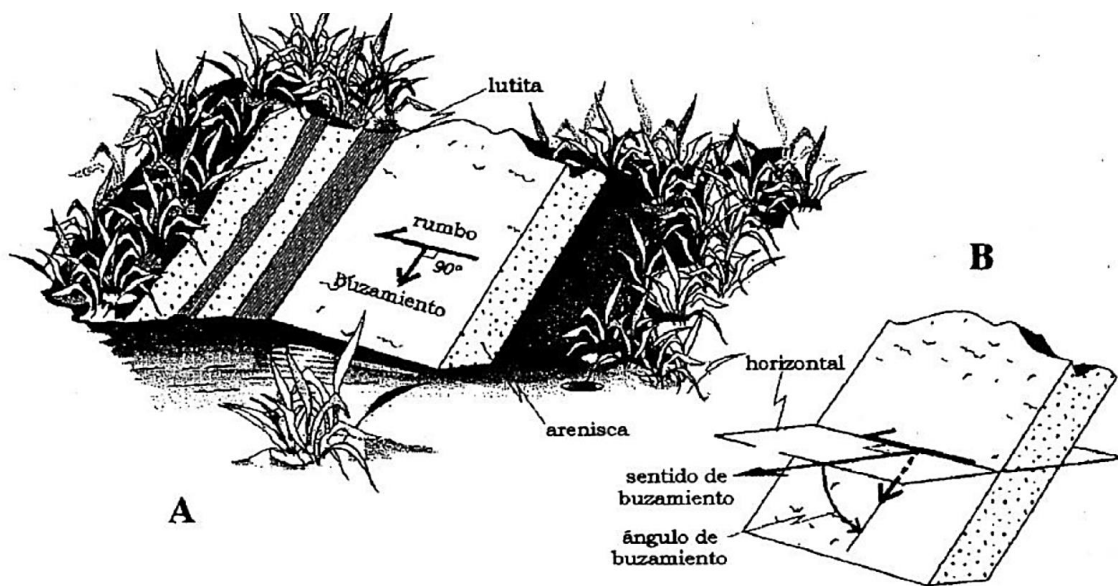


Figura 3. “Datos estructurales de una capa rumbo, sentido de buzamiento y ángulo de buzamiento en un afloramiento” (Treagus, 1993, p.176).

4.8.3. Potencia

Según (Tarbuck et al., 2005) “se refiere al espesor de un estrato, medido como la distancia más corta entre sus superficies laterales (según la perpendicular) se denomina potencia verdadera o normal (pv) y la potencia medida en el plano horizontal se denomina Potencia Horizontal. (ph)”

4.9. Vetas y Vetillas

Según (Carrasco, 2019) una veta es “una fractura de la corteza terrestre en la que entran sustancias minerales metálicas y ganga como consecuencia de la precipitación de las soluciones hidrotermales”.

Las vetas son estructuras de formación post-magmática, en la mayoría de carácter hidrotermal. Los minerales se cristalizan de una fase acuática de acuerdo de la temperatura y presión que varía en diferentes niveles de profundidad. La diferencia entre veta y vetilla radica en su espesor, el espesor para vetas es mayor a 2cm mientras que las vetillas el espesor es menor a 2cm (Sillitoe, 2000, p.3).

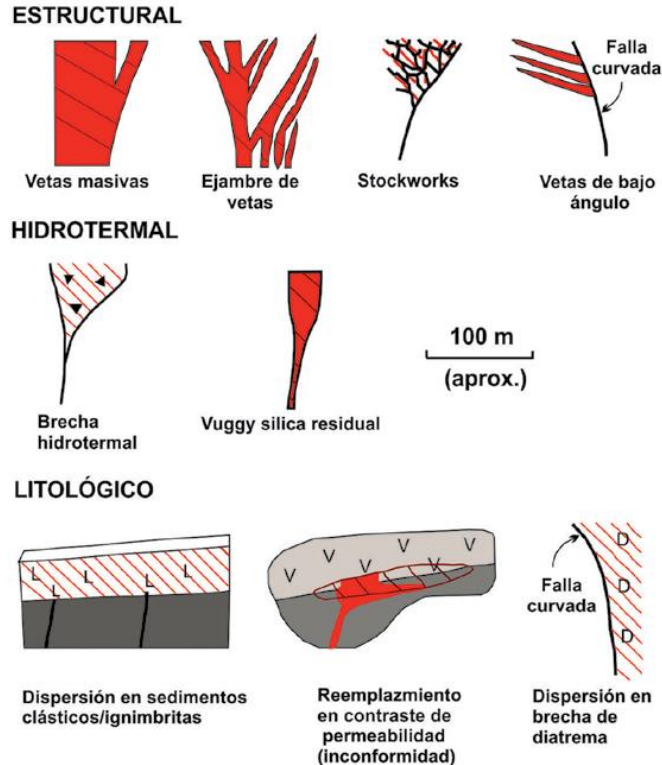


Figura 4. Cuerpos mineralizados controlados por la permeabilidad litológica de las rocas huésped, estructuras y procesos hidrotermales en depósitos epitermales
Fuente: (Sillitoe, 1993)

4.9.1. Clasificación Vetillas

Vetillas tipo EB

“Estas vetillas son irregulares, con espesores menores a los 10mm, constituidas por biotita ± cuarzo con variable albita, feldespato potásico, actinolita, apatito, andalusita, corindón, cordierita, ilmenita y esfeno. Se da mineralización de bornita, calcopirita y pirita con o sin halo de biotita y algo de albita” (Sillitoe, 2010). (Ver figura 5) literal A.

Vetillas tipo EBT

“Son vetillas con relleno granular de cuarzo, anhidrita, feldespato potásico y sulfuros (bornita y calcopirita). Su espesor es mayor a 10mm, dispone de un halo bien definido entre 2-5 mm de biotita con menores cantidades de feldespato potásico, cuarzo y sericita” (Sillitoe, 2010). (Ver figura 5) literal B.

Vetillas tipo A

Son vetillas tempranas de cuarzo (50-95%), con K-feld. Anh, cpy, br± mo. Son irregulares, discontinuas y segmentadas, están cortadas por todos los otros tipos de vetillas. Disponen de halos de alteración potásica (bt-Kfeld), pero poco distinguibles de la fuerte alteración potásica pervasiva de las rocas. Formadas en roca dúctil con espesores entre 1-25 mm (Sillitoe, 2010). (Ver figura 5) literal C.

Vetillas tipo B

Estas vetillas son continuas, planares, con caras paralelas y con bandeamiento. Poseen una potencia entre los 5mm a 10 cm, formadas por qz-anh-sulfuros (sin feldespatos -K) y sin halo. Disponen de cuarzo de grano grueso en cristales elongados perpendiculares a las paredes (drusiforme con línea central oquerosa). Presencia de sulfuros, sulfatos o cuarzo granular en el centro de las vetillas o en bandas, es característica la de presencia de mo-cpy con trazas de br y py, están asociadas a molibdenita en patinas (Sillitoe, 2010). (Ver Figura 5) literal D.

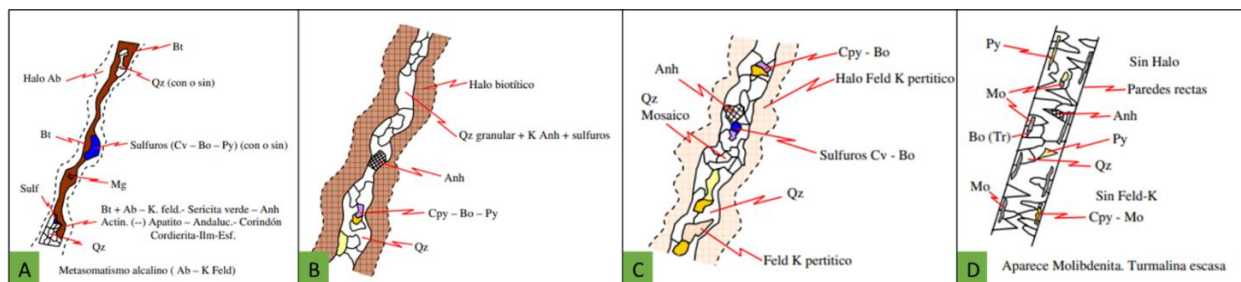


Figura 5. Tipos de vetillas; A) Vetilla Tipo EB, B) Vetilla Tipo EBT, C) Vetilla Tipo A, D) Vetilla Tipo B Modificado de: (Richard & Sillitoe, 2000)

Vetillas tipo D

Estas cortan a las vetillas de cuarzo A y B, están constituidas por sulfuros y sulfatos (anh) con menos cuarzo y algo de carbonato, contiene halos de sericita o sericita-clorita, con una parte externa de caolinita-calcita. Tienen potencia entre 1mm a 20 cm, presencia de sulfuros; más pirita, con calcopirita, esfalerita y galena. La pirita domina en profundidad, pero aparece con los otros sulfuros en niveles superiores, pueden presentar molibdenita (Sillitoe, 2010). (Ver Figura 6) literal E.

Vetillas tipo E

“Son ventillas muy similares al tipo D, pero con presencia de carbonatos como ankerita y siderita. Halo cuarzo-sericita con carbonatos, presencia dominante de pirita frente a sulfuros de baja temperatura y alta sulfidización como enargita, tetraedrita y tenantita” (Sillitoe, 2010). (Ver Figura 6) literal F.

Vetillas tipo M

“Son ventillas compuesta de magnetita, actinolita, calcopirita, cuarzo. Se asocian a alteración calco-sódica, generalmente continuas y sinuosas” (Sillitoe, 2010). (Ver Figura 6) literal G.

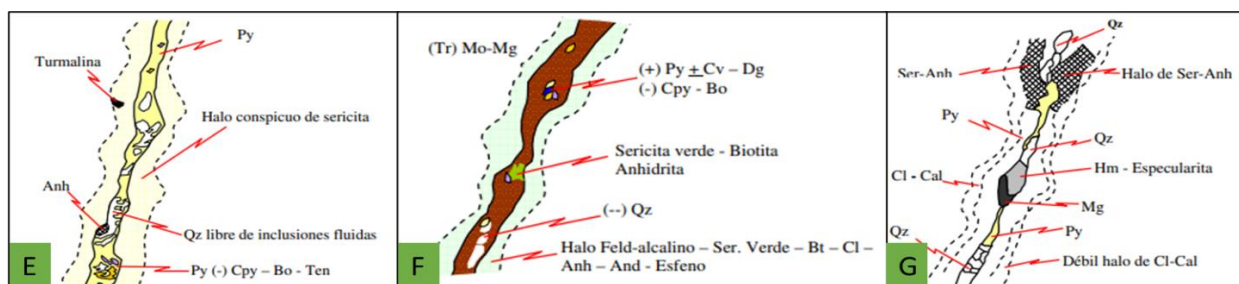


Figura 6. E) Vetilla Tipo D, F) Vetilla Tipo E, G) Vetilla Tipo M
Modificado de: (Richard & Sillitoe, 2000)

4.10. Tipos de Muestreos en Vetas

Para realizar cualquier investigación en minería, la calidad de los datos obtenidos en un estudio depende en gran medida de la precisión de las muestras tomadas, siendo especialmente crítico en el contexto de la minería subterránea, donde las predicciones se realizan en espacios limitados y poco explorados. La clasificación según Orche, (1999) es la siguiente:

- a) Muestreo por puntos
 - a. Point o “lump sampling”
 - b. Puntual, “pit o chip sampling”
 - c. “Grab sampling”
- b) Muestreo lineal
 - a. Barrenos
 - b. Sondeos

- i. A testigo continuo
 - ii. A polvo
 - c. Ranurado
- c) Muestreo volumétrico
 - a. Calicatas y pocillos
 - b. Planar o “layer sampling”
 - c. “Muck sampling”
 - d. “Bulk sampling”

4.11. Mapa Geológico

Para la elaboración del Mapa Geológico el Instituto Nacional de Investigación Geológica Minero Metalúrgico INIGEMM, (2013) actual IIGE recomienda los siguientes pasos:

- **Definir las Unidades Mapeables:** En todos los casos, las observaciones deben realizarse con una perspectiva de zoom, esto es desde la visión panorámica (macro) hasta la visión del detalle en el afloramiento (micro).
- **Identificación estructural:** Una vez definidas las unidades mapeables, los planos de contactos o de fallas deben ser identificados en afloramientos.
- **Levantamiento de afloramientos:** debe contener, ubicación, ilustraciones, registro de elementos geológicos, registro de la disposición espacial y características de cada una de las litologías, registro de las características estructurales, registro de muestras y fotografías
- **Fase de Laboratorio:** Descripción macroscópica y microscópica, análisis mineralógicos, análisis químicos.
- **Preparación del mapa:** El mapa geológico es el principal producto del trabajo realizado y debe incluir la información más relevante de todos los datos obtenidos.
- **Preparación de perfiles:** Los mapas deben incluir al menos un perfil geológico representativo que muestre la distribución espacial de las unidades litológicas y las deformaciones que las afectan.
- **Elaboración del mapa definitivo:** con ayuda de técnicas digitales se prepara el mapa definitivo manteniendo los formatos internacionales y nacionales.

4.11.1. Levantamiento de información Geológica

“Las observaciones de campo y los datos que pueden obtenerse son de diferente magnitud y depende el nivel de exposición de las rocas (afloramientos). Básicamente la información debe obtenerse a partir de afloramientos puntuales, de columnas estratigráfica esquemáticas o medidas y de secciones o cortes esquemáticos a medidos (poligonales)” (INIGEMM, 2013).

Según el Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico del Ecuador INIGEMM, (2013) recomienda que el levantamiento de la información geológica considere los siguientes parámetros:

Afloramientos Puntuales

La información en cuanto a la descripción de afloramientos debe contener:

Ubicación: el afloramiento debe ser ubicado con certeza con ayuda del mapa topográfico y cuando es posible con ayuda del GPS. La Ubicación con coordenadas geográficas debe ser registrada en la libreta y en el mapa de campo.

Ilustraciones: Es conveniente dibujar en la libreta un esquema del afloramiento que puede ser en planta, en perfil o en 3D, dependiendo de las condiciones de la exposición de las rocas y/o del interés del geólogo para mostrar los rasgos más importantes. El registro gráfico se complementa con fotografías y eventualmente video del afloramiento. Esto último no reemplaza la graficación en la libreta. La graficación esquemática debe incluir orientación del dibujo y escala de las observaciones. Un buen gráfico es mucho mejor que largas descripciones textuales.

Registro de elementos geológicos: Registro de la disposición espacial y características de cada una de las litologías observadas en el afloramiento: Las descripciones petrográficas deben incluir color, textura, composición mineral de minerales primarios y secundarios, grado de alteración, tipo de alteración de las rocas, concluyendo con los nombres según las diferentes clasificaciones y su posible ambiente genético.

Registro de las características estructurales y las respectivas mediciones: Incluye elementos planares como contactos, estratificación, foliaciones o clivajes y elementos de pliegues; así como elementos lineares como ejes de pliegues lineaciones minerales, lineaciones estructurales.

Registro de muestras y fotografías colectadas: La colección de muestras debe ser minuciosa y realizarse con criterio. Se recomienda la siguiente metodología:

- La muestra debe ser representativa de un tipo de roca específico. La muestra debe ser en lo posible fresca evitando aquellas con fuerte meteorización.
- El número de muestras a colectarse es a criterio del geólogo y varía según su experiencia. Los extremos son indeseables, es decir por un extremo un número exagerado de muestras o ninguna por el otro extremo.
- Además de la petrografía (macroscópica o microscópica en sección delgada), el muestreo puede, a criterio del geólogo, perseguir otros objetivos específicos: geoquímica, dataciones, paleontología, mineralografía (en menas metálicas), etc. La numeración de la muestra para fines específicos debe ser registrada en la libreta y en la ficha descriptiva.

4.12. Topografía

La topografía se ocupa del estudio de los métodos para obtener la representación plana de una parte de la superficie terrestre con todos sus detalles, y de la construcción, del conocimiento y del manejo de los instrumentos necesarios para ello. El proceso puede dividirse en dos etapas: la primera implica realizar un levantamiento topográfico completo de la zona de interés, con el objetivo principal de obtener un plano topográfico detallado. La segunda etapa, conocida como replanteo, consiste en marcar en el terreno todos los detalles necesarios para la ejecución de las obras conforme al diseño del proyecto, el cual se basa en los planos topográficos previamente elaborados. (García et al., 1994).

4.12.1. Topografía Subterránea

“Una mina subterránea productiva requiere una red cuidadosamente planeada de pozos, galerías, rampas y chimeneas o coladeros. El planteamiento de esta red es conocido como planificación” (Serra & Gómez, 2003, p.21).

Pozos; los pozos son cavidades excavadas en el suelo, generalmente de forma rectangular, circular o elíptica, con el propósito de permitir el acceso al subsuelo o establecer una conexión con la superficie. Estos accesos pueden ser utilizados para diversos fines, como

la extracción de rocas y minerales, el transporte de personal y material, la ventilación, entre otros (Serra & Gómez, 2003, p.24).

“Galerías; las galerías horizontales en una mina son utilizadas con varias finalidades: para la preparación de los túneles, exploración, acceso del personal a las explotaciones o frentes de trabajo, transporte del material, del mineral, etc. En ellas se instalan las vías, bandas transportadoras, conducciones, cables eléctricos, etc” (Serra & Gómez, 2003, p.26).

Chimeneas y coladeros; La inclinación de estas estructuras varía generalmente desde la vertical hasta aproximadamente 55 grados, ya que una inclinación menor dificulta la evacuación de la roca por la chimenea. La sección transversal típica suele oscilar entre 4 y 6 metros cuadrados, con formas cuadradas, rectangulares o circulares. En una mina, las chimeneas y coladeros funcionan como enlaces entre distintos niveles horizontales, facilitando el paso del mineral, del personal, la ventilación y la preparación (Serra & Gómez, 2003, p.28).

Rampas; Las rampas inclinadas de transporte se están volviendo cada vez más comunes en el desarrollo minero moderno. Esta tendencia está asociada a la conveniencia, en las minas contemporáneas, de emplear vehículos autotransportantes con motor diesel o eléctrico, dado que son costosos y es fundamental su uso eficiente. Su rápido y cómodo desplazamiento a las diferentes labores es de vital importancia (Serra & Gómez, 2003, p.30).

Este tipo de labores mineras requieren de la conjugación de métodos topográficos, en el que puedan emplearse técnicas para tomar medidas, ángulos, distancias, pendientes para ser representados en un plano.

5. Metodología

5.1. Área de Estudio

5.1.1. Ubicación

La sociedad minera “El Mirador” se encuentra localizada dentro de la jurisdicción política perteneciente al barrio La Panguí; ubicada al Sureste de la parroquia Nuevo Quito, cantón Paquisha, provincia de Zamora Chinchipe, pertenece al Distrito Minero de Chinapintza está ubicado al Sur – Este de los Andes ecuatorianos, zona de frontera con Perú, se relaciona directamente con la mineralización de los prospectos de oro Los Cuyes, Soledad, Reina del Cisne y Enma de la Cordillera del Condón. (Ver Figura 7)

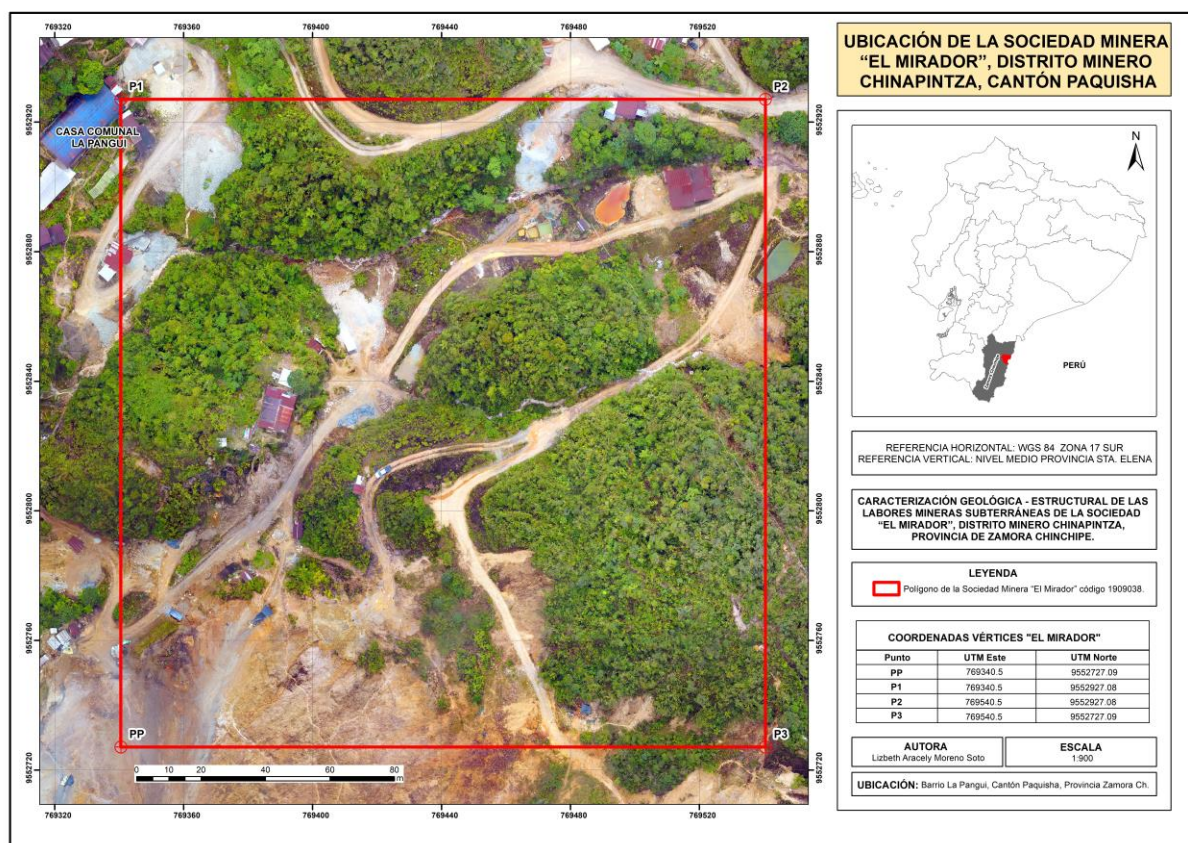


Figura 7. Mapa de ubicación de la sociedad minera “El Mirador” código 1909038.

El área de estudio comprende 4 ha mineras contiguas, que constan en el catastro minero, suscrito al titular minero Víctor Hugo Moreno Chamba, delimitada por las coordenadas de los vértices del permiso de operaciones bajo el régimen de minería artesanal, (Ver Tabla 5), y en profundidad delimitado el permiso en cotas desde los 1780 msnm a 1640 msnm.

Tabla 5. Polígono operativo de la sociedad minera “El Mirador” PSAD56 y WGS84

Sociedad Minera “El Mirador”				
N°	PSAD-56		WGS-84	
	X	Y	X	Y
PP	769600	9553100	769340.5	9552727.09
1	769600	9553300	769340.5	9552927.08
2	769800	9553300	769540.5	9552927.08
3	769800	9553100	769540.5	9552727.09

5.1.2. Acceso

El acceso al área de estudio se la puede realizar tanto por vía aérea y terrestre. En el primer caso desde el aeropuerto de Quito, los puntos más cercanos que cuentan con aeropuerto son Loja, Zamora y Gualaquiza, desde estos puntos se continua por vía terrestre hasta llegar al cantón Paquisha, tomando la vía Chinapintza que atraviesa varios poblados, Nuevo Quito, Conguime, Puerto Minero, como referencia de desvío es el control Militar que cuenta con una Y que divide a los barrios La Herradura y La Pangui, la sociedad minera “El Mirador” código 1909038 se localiza en el barrio La Pangui. (Ver Figura 8)

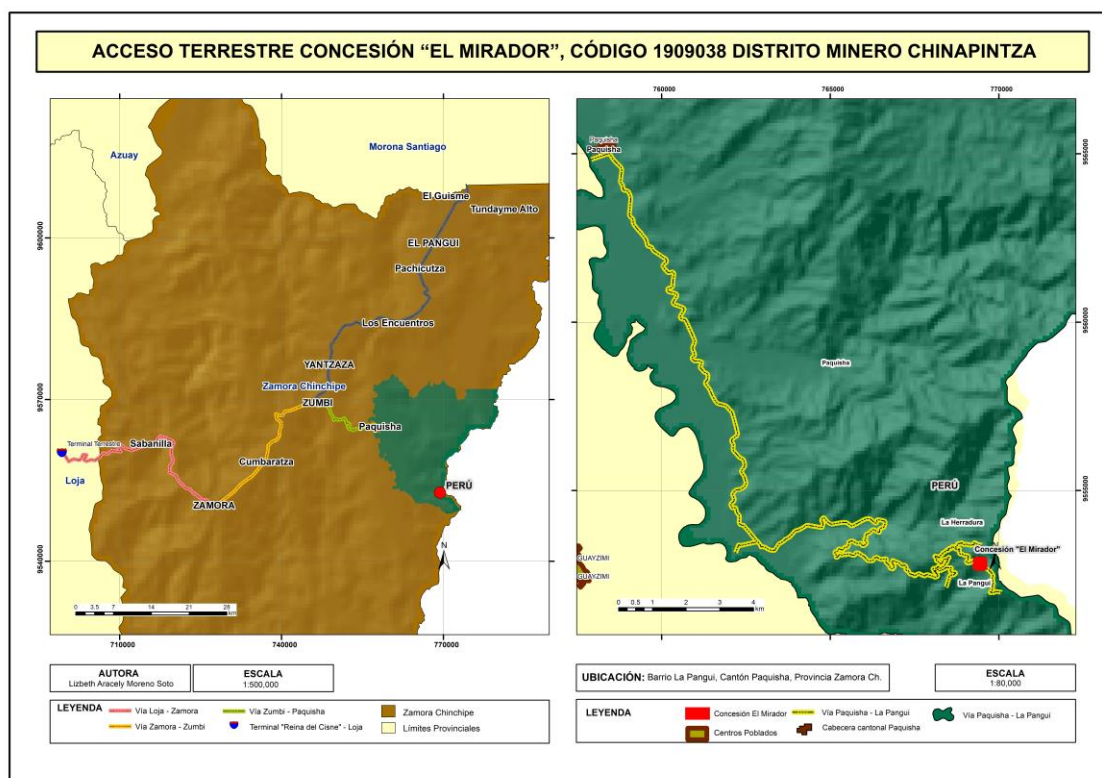


Figura 8. Mapa de ubicación del área de estudio Sociedad Minera “El Mirador”

5.1.3. Geología Regional

Según Granda et al., (2014) “la hoja Geológica Zamora 1:100 000, cubre un área aproximada de 1370km², localizada al suroriente del Ecuador, en la provincia Zamora Chinchipe”. Las formaciones relacionadas al área de estudio, Sociedad Minera “El Mirador” se detallan a continuación:

Complejo Intrusivo de Zamora (J_z): es un batolito tipo-I esencialmente no deformado ni metamorfizado, elongado (200 km de largo por 50 km de ancho) y segmentado en tres partes por las fallas La Canela y Nangaritza con dirección N-S. Predominan granodioritas hornbléndicas, equigranulares de grano grueso a medio, de textura fanerítica. Aflora extensamente en gran parte de la hoja. En la margen derecha del río Nangaritza aflora una franja de esta roca; es común la presencia de enclaves xenolíticos y diques de composición andesítica, además, existen pórfidos cuarzo-feldespáticos atravesando el cuerpo intrusivo. Este intrusivo se encuentra cubierto discordantemente por rocas sedimentarias del cretácico y está en contacto tectónico con rocas metamórficas pertenecientes a la U. Sabanilla. La edad ha sido determinada entre 170 Ma., y 190 Ma. Jurásico Medio-Inferior (Litherland et al., 1994).

Cuerpos intrusivos post Complejo intrusivo de Zamora encontrados:

Granito (G): rocas con textura fanerítica de grano medio a grueso, de color rosado, ocasionalmente muy meteorizadas y con plagioclasas alteradas a arcillas como mineral secundario. Ocurren en afloramientos de pequeñas dimensiones, probablemente son apófisis de cuerpos graníticos más grandes en profundidad, se los observa en el sector La Pituca, Q. Bunga, sendero a San Luis, entre otros (Granda et al., 2014).

Cuarzodiorita (G Qd): son rocas ígneas plutónicas de grano medio a fino, color gris oscuro, con textura fanerítica, y micro textura porfirítica. Afloran en la Q. El Diamante, al N en la Q. Cumay, entre otros lugares. Otros cuerpos en Centro Shaima fueron reportados por el INIGEMM (2012).

Diorita (D): “rocas de color gris oscuro, textura fanerítica de grano fino. Ocurren en pequeñas dimensiones y ocasionalmente forman cuerpos tabulares como diques, observados en el sendero La Pituca-río La Curintza, Romerillo Alto” (Granda et al., 2014).

Pórfidos Riolíticos (P^R): forman stocks de composición riolítica variando a riodacítica, emplazados en el Complejo Intrusivo de Zamora. Son rocas de coloración blanca a gris clara. Es característica la presencia de cristales de cuarzo, gruesos, alargados y translucidos, formados en ambientes de temperaturas altas. El mineral de alteración dominante es la illita producto de la alteración de la moscovita. Afloran en el sector El Arenal y en Chinapintza. Este pórfido se encuentra ligado directamente con la mineralización en el sector de Chinapintza, presenta alteración fílica y vetillas con piritita, rodocrosita y galena (Granda et al., 2014).

Brechas Freatomagmáticas: son rocas de color gris claro, constituidas por fragmentos polimícticos en matriz arcillosa, acompañados por fluidos mineralizantes, estas brechas son semicorrespondientes, debido a la composición entre los fragmentos y matriz mixta, presenta material ígneo juvenil (lapilli acrecionaria), fragmentos de pómez, clastos de síniter. Una característica es la inyección de matriz dentro de algunos clastos, que les diferencia de otro tipo de brechas explosivas. Se encuentra en la concesión minera Pituca II, la roca de caja presenta alteración silíceo-sericitica y presencia de sulfuros. Cuerpos similares han sido reportados por el INIGEMM (2012) en los sectores de Guayzimi y Centro Shaime. Además, existen evidencias de estas brechas en núcleos de perforación en el sector de Chinapintza, según Maynard (2013).

Unidad Congüime (PL^{cg}). (INIGEMM c, 2013) La localidad tipo se encuentra ubicada en el sector de Chinapintza. Está conformada por dacitas, riolitas porfíricas, tobas andesíticas y riolíticas, intercaladas con arenas, grauvacas, areniscas verdes y areniscas feldespáticas; se reportan brechas freatomagmáticas con mineralización tipo stockwork y pórfidos andesíticos a riolíticos alojados en zonas de debilidad que contienen sulfuros y presentan alteraciones hidrotermales (argílica-silicificación). En la quebrada Pachicutza, se observa que, la unidad Congüime sobreyace en discontinuidad a la unidad Pachicutza y en contacto tectónico con la Formación Chapiza. En el sector de Chinapintza esta unidad se encuentra en inconformidad sobre el Complejo Intrusivo Zamora y está intruido por diques y pórfidos de composición ácida a intermedia; estas rocas subvolcánicas controlan la mineralización y el sistema de vetas en el área minera de Chinapintza. El espesor promedio para esta unidad es 100 m. ¿No se dispone de

datos radiométricos, pero con base en relaciones estratigráficas se le infiere una edad pliocénica? (INIGEMM c, 2013; INIGEMM i, 2017).

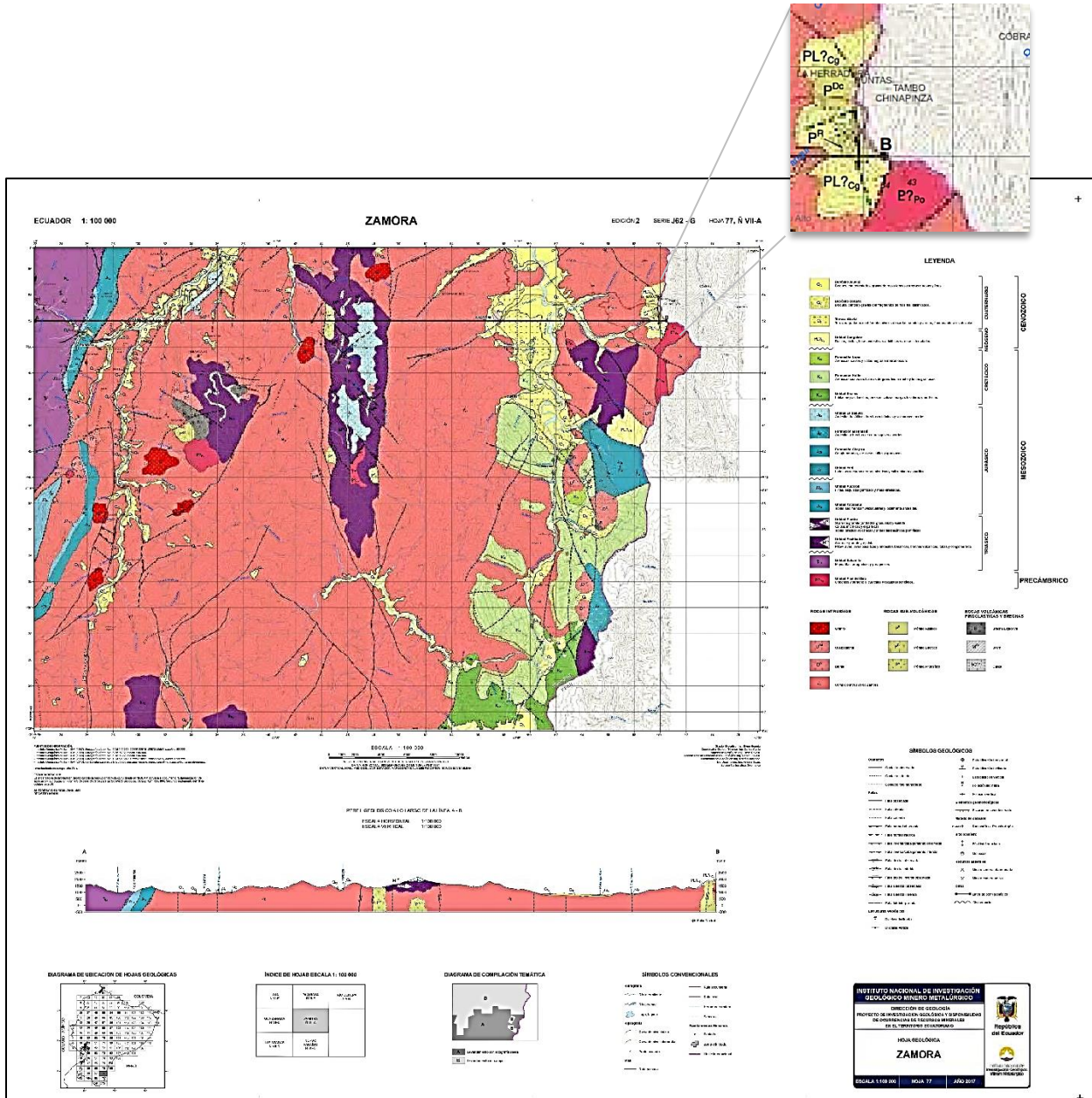


Figura 9. Sustrato de la hoja Geológica Zamora 1:100 000
Fuente: (Granda et al., 2014)

De acuerdo con el sustrato geológico plasmado en el Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Paquisha, “en su mayoría se encuentran compuestos por materiales intrusivos del

Batolito de Zamora (granitos) actualmente denominado Complejo Intrusivo de Zamora, de edad Jurásica y la Unidad Misahuallí (lavas y piroclastos) de edad Cretácica (Castillo et al., 2020). (Ver Figura 10)

Tabla 6. Formaciones y Litología del Cantón Paquisha

FORMACIÓN	LITOLOGÍA	ÁREA	
Complejo Intrusivo de Zamora	“Granitoides.” ^a	22807.61	67.23
Depósitos Aluviales	“Arenas, limos, arcillas y conglomerados.” ^a	3562.79	10.5
Depósitos Aluviales (Cono De Deyección)	“Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables.” ^a	178.97	0.52
Depósitos Coluvio Aluviales	“Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques	927.82	2.73
Depósitos De Ladera (Coluvial)	“Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno .” ^a	247.99	0.73
Depósitos De Ladera (Derrumbe)	“Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño .” ^a	11.68	0.03
Formación Hollín	“Areniscas cuarzosas de grano medio a grueso, con escasas intercalaciones de lutitas arenosas.” ^a	1089.96	3.21
Rocas Metamórficas	“Rocas metamórficas indiferenciadas.” ^a	417.65	1.23
Unidad Misahuallí	“Lavas y piroclastos (basaltos y tobas), con areniscas, lutitas y conglomerados.” ^a	4677.89	13.78

Nota: ^a(Castillo et al., 2020)

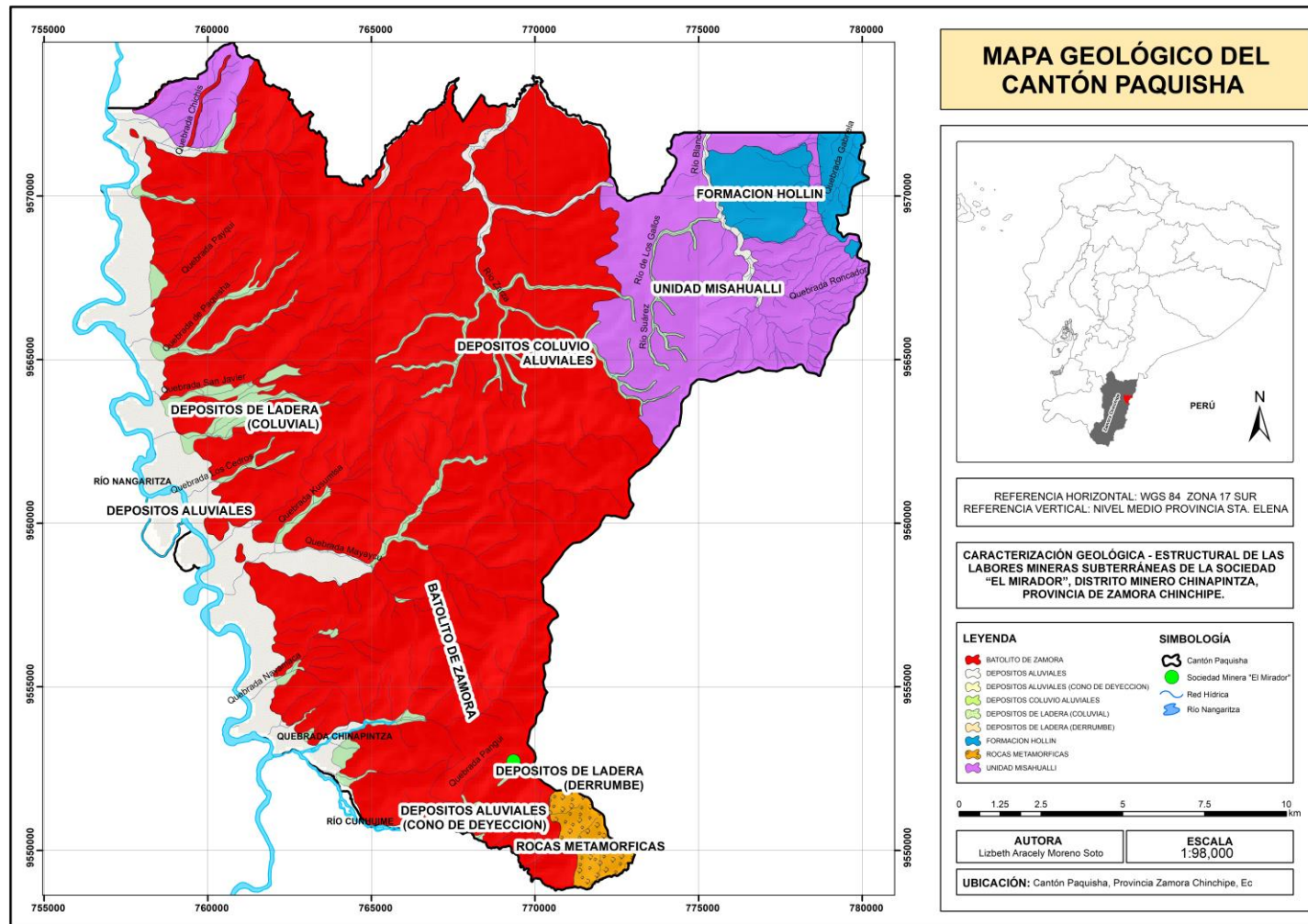


Figura 10. Mapa de ubicación del área de estudio, digitalizado de (Castillo et al., 2020).

5.1.3.1. Proyectos de Exploración Regionales del Sur Ecuatoriano

Con muchos descubrimientos de minerales en los últimos veinte años en el sureste de Ecuador, la cordillera del Cóndor se ha convertido en un importante cinturón de oro y cobre que une los depósitos de clase mundial de Chile, el norte de Perú y Colombia. Este distrito alberga los depósitos de pórfido de cobre Mirador I y II aproximadamente 60 km al norte, así como el depósito de oro epitermal de sulfuración intermedia Fruta del Norte recientemente descubierto ubicado a 35 km al norte y el depósito de oro Skarn Nambija ubicado a 25 km al oeste (Drobe et al., 2013).

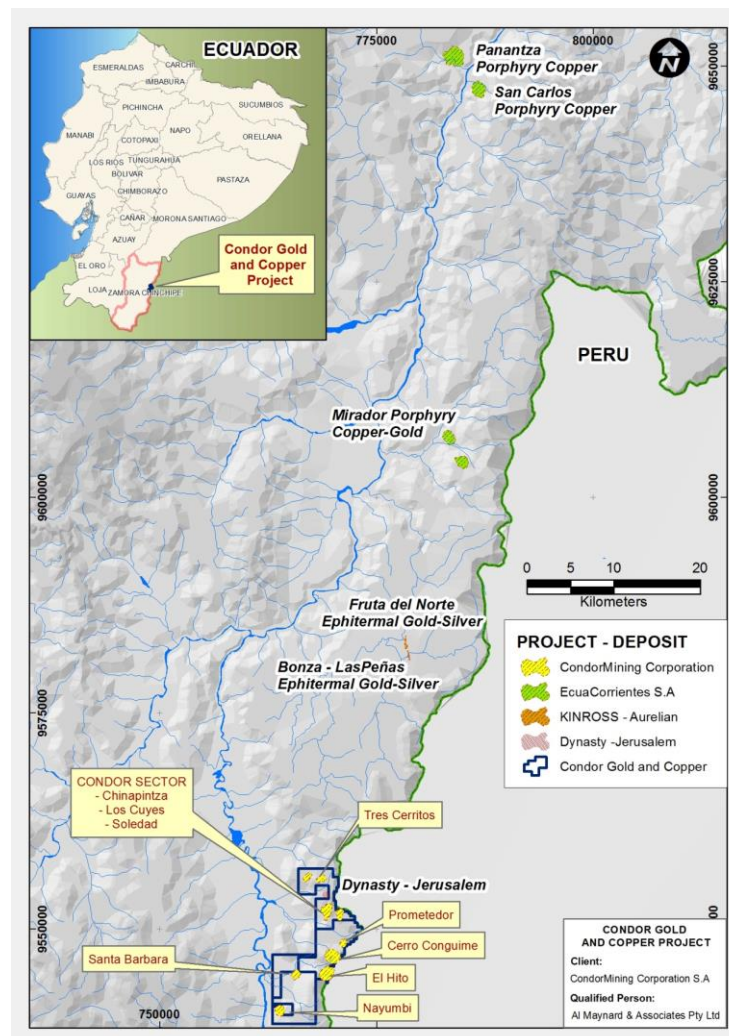


Figura 11. Mapa de ubicación que muestra los proyectos de exploración regionales.
Fuente: (Allen et al., 2014)

Este distrito, incluido el Proyecto Cóndor de Oro y Cobre, ahora se denomina Faja Zamora Cu-Au, reemplazando los nombres anteriores Faja Corriente Cu y Faja Panguí. Todos estos depósitos están relacionados con el magmatismo del Jurásico Superior (Drobe et al., 2013).

Tabla 7. Sección Estratigráfica proyecto Au- Cu Cóndor.

ESTRATIGRAFÍA PROYECTO CÓNDOR		
Edad	Formación	Descripción
Cainozoico	N/A	Sedimentos indiferenciados
Cretácico medio-superior	Desconocido	Stocks y diques félsicos-intermedios y vulcanismo somero más mineralización
Cretácico Inferior	Chinapintza	Conjunto volcánico de riodacita-dacita
Cretácico Inferior	Hollín y Napo	Sedimentos marinos - arenisca, caliza y lutita
Jurásico superior	Misahuallí	Flujos, brechas, rocas piroclásticas y volcanoclásticas
Jurásico inferior-medio	Chapiza	Lechos rojos continentales, turbiditas, lutitas y coladas basálticas
Jurásico inferior-medio	-	Intrusiones ígneas, en particular el batolito de Zamora, tonalita y granodiorita (tonalítica tipo I)
Triásico-Jurásico Inferior	Piuntza	Rocas siliciclásticas, limolitas, rocas volcánicas y volcanoclásticas
INCONFORMIDAD		
Precámbrico-Devónico	Isimanchi	Pizarra, esquisto, rocas siliciclásticas

Nota: (Allen et al., 2014)

5.1.4. Geología Local

5.1.4.1. Chinapintza

Las vetas en Chinapintza son una serie de veta epitermales estrechas de alto grado de sulfuración intermedia con dirección noroeste alojadas en gran parte por granodiorita intrusiva. Estas vetas ricas en sulfuro y carbonato se extienden al norte de las concesiones de EGX y se explotan en el campamento minero Jerusalén.

Al sur del sistema de vetas Chinapintza hay un centro eruptivo riolítico-dacítico volcánico-subvolcánico de 1500 m de ancho y un complejo de diatremas que consta de una variedad de tipos de brechas y albergando al menos cuatro ocurrencias de oro epitermal distintas, los prospectos de oro Los Cuyes, Soledad, Reina del Cisne y Enma. La mineralización se centra en taponos de riolita y cuerpos de brecha asociados (Morrison 2007) (Allen et al., 2014 p.33).

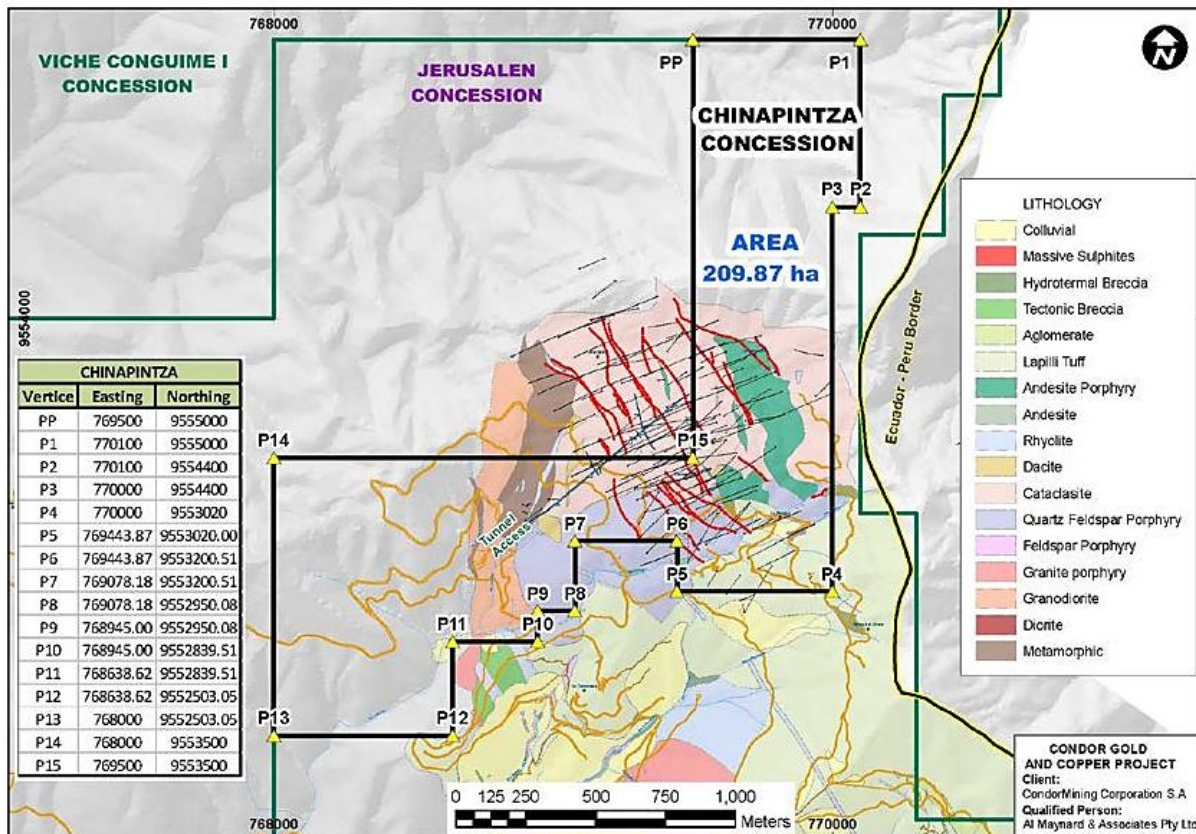


Figura 12. Mapa del área minera subterránea de Chinapintza.

Fuente: (Allen et al., 2014)

Este centro es un complejo de brechas que comprende un conjunto pobremente diferenciado de dacita a riodacita o simplemente litotipos porfídicos de cuarzo que han sido modificados por brechas estructurales y aparentes brechas freatomagmáticas e ígneas. Los cuerpos hidrotermalmente alterados permanecen pobremente definidos, pero generalmente ocurren en los márgenes del complejo en asociación con tapones y diques de riolita posteriores.

Mineralización

Los contenidos de Au y Ag aparentemente están directamente relacionados con el contenido de sulfuro. Pruebas metalúrgicas recientes sugieren diferentes fases de Au y con ello oro removilizado. Los ensayos sugieren una amplia correlación entre los valores de oro y zinc, especialmente en leyes más altas y en pórfidos de feldespatos (Allen et al., 2014).

La mineralización relacionada espacialmente con diversas brechas ocurre en un área de 2,2 por 2,5 km. Morrison (2007), afirma que "hay una amplia envoltura de sulfuro dentro de la cual hay una zonación hacia arriba y hacia afuera de pirrotita pirita calcopirita esfalerita galena".

El prospecto de pórfido de cobre El Hito está en la frontera peruana, unos 5km al Sur de Chinapintza y 6km al Este de Pachicutza, a una elevación de 1400-1800msnm. El margen linear Oeste está controlado por una falla de dirección N-S. Además, la situación de la mineralización puede haber sido controlada por la intersección de las fallas N-S y la zona de falla Conguime, NW-SE. La mineralización en "stockwork" está desarrollada en un cuarzo diorita-granodiorita de grano medio a grueso (Batolito de Zamora) que está cortada por intrusiones dacíticas más jóvenes de micropórfido de plagioclasa y pórfido de cuarzo. Hay al menos tres fases de vetado con vetas tempranas típicamente de cuarzo-feldespatos K y cuarzo-biotita e inundación posterior de cuarzo sericita-pirita.

El patrón de alteración está formado por un halo propilítico exterior caracterizado por la presencia de clorita intermedia y un núcleo interno de illita-sericita-pirita (argílico). Las identificaciones del PIMA indican que la fengita y la montmorillonita también están presentes en la asociación de alteración de la zona del núcleo (PRODEMINCA, 2000^a, p.155).

5.2. Métodos y Técnicas

5.2.1. Recopilación de Información

Para el desarrollo del presente proyecto de titulación, se recopiló y validó información bibliográfica de fuentes académicas, como libros acordes al tema de investigación, artículos científicos, tesis, informes de reportes geológicos mineros de empresas relacionadas a la exploración y estudios geológicos mineros de la zona en general que cuentan con la debida sustentación científica del Distrito Minero de Chinapintza, en especial del barrio La Pangui que hagan mención a información mineralógica, texturas, alteraciones, análisis geoquímico, control estructural.

Para sustentación del primer, segundo y tercer objetivo se recopiló información base del documento NI 43-101 Informe Técnico del Proyecto de Oro y Cobre Cóndor ubicado en Zamora publicado en el 2014, la Hoja Geológica de Zamora Ñ VII – A publicada en el 2019, el informe presentado por British Geological Survey (BGS) “Evaluación de Distritos Mineros del Ecuador, Potencial Minero Metálico y Guías de Exploración de PRODEMINCA, publicado en el año 2000.

5.2.2. Metodología Primer Objetivo

“Realizar el estudio geológico - estructural y de alteraciones a escala 1.500 sobre la base de la topografía superficial y subterránea.”

La metodología empleada para el cumplimiento de este objetivo fue la fase de campo y procesamiento de datos en oficina, en la primera fase se realizó varias visitas in situ al área de estudio, donde se elaboró el levantamiento topográfico, tanto de superficie mediante una ortofoto, la descripción de afloramientos aplicando el método de canales en las zonas donde no se permitía visualizar la litología tipo y se recopiló muestras de mano. En el levantamiento topográfico subterráneo de galerías se elaboró utilizando el distanciómetro y brújula, la prospección geológica estructural constó en la toma de datos de yacencia de vetas y fallas, toma de muestras de mano, para la descripción petrográfica mediante la observación microscópica de láminas delgadas, la escala aplicada en el presente proyecto es de 1:500.

Topografía Superficial

Para efecto de realizar el levantamiento topográfico de superficie se realizó mediante una ortofoto captada mediante la fotogrametría con dron, con un plan de vuelo de 7 ha, a una

altura de 80.5m, con una resolución en terreno de 3.85cm/pix levantada mediante dron modelo PHANTOM 4 PRO V2, el área de estudio comprende 4 ha mineras contempladas en el permiso de operación para el área minera “El Mirador” verificables en el catastro minero, para mayor precisión se levantó un punto IGM mediante un GPS diferencial TRIMBLE R8 RTK con coordenadas en WGS 84 zona 17 S (Y: 9552814.763, X: 769419.547, Z: 1784.925 m.s.n.m), el cual se estimó en aproximadamente 50min por las condiciones de climáticas (niebla) al calcular este punto, simultáneamente se tomó 8 puntos de control en sectores estratégicos como; entradas a las galerías y puntos fijos para el adecuado procesamiento de la ortofoto.

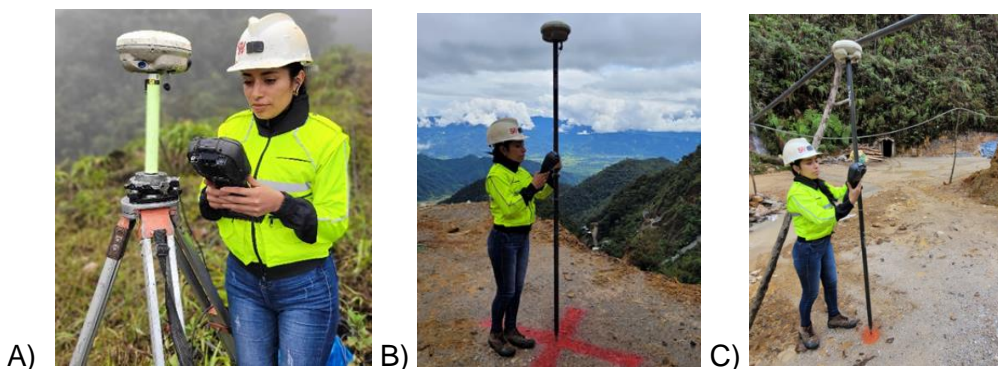


Figura 13. A) Ubicación del punto IGM. B) Marca de puntos de control. C) Puntos de control en bocaminas.

“Para geo-referenciar un punto de partida para cualquier proyecto o levantamiento, es necesario utilizar la técnica de puntos estáticos, lógicamente una de las antenas está ubicada en un punto conocido, cuyos datos los obtendremos de la monografía de control horizontal expedida por el IGM. entidad oficial de la cartografía del Ecuador el Instituto Geográfico Militar-IGM” (Mantilla, 2012).

La siguiente etapa es de oficina que se basa en la metodología propuesta por Yamasqui, (2022) en el procesamiento de las fotos capturadas por la cámara del dron de una resolución de 4000x3000, para este caso se obtuvieron 184 fotografías con un tamaño de pixel de 1.56 x 1.56 micras, con una distancia focal de 3.61 mm. Se procesa las fotografías con el software Agisoft Metashape que ayuda a realizar el proceso fotogramétrico de imágenes satelitales y obtener datos espaciales 3D y se procede a realizar el solape de las fotografías de acuerdo a los puntos de control establecidos en campo mediante el GPS Diferencial como resultado tenemos una ortofoto, que contiene información geométrica de la zona de estudio,

que sirve de base para elaborar el modelo de elevación digital del terreno con lo cual se generan las curvas de nivel.

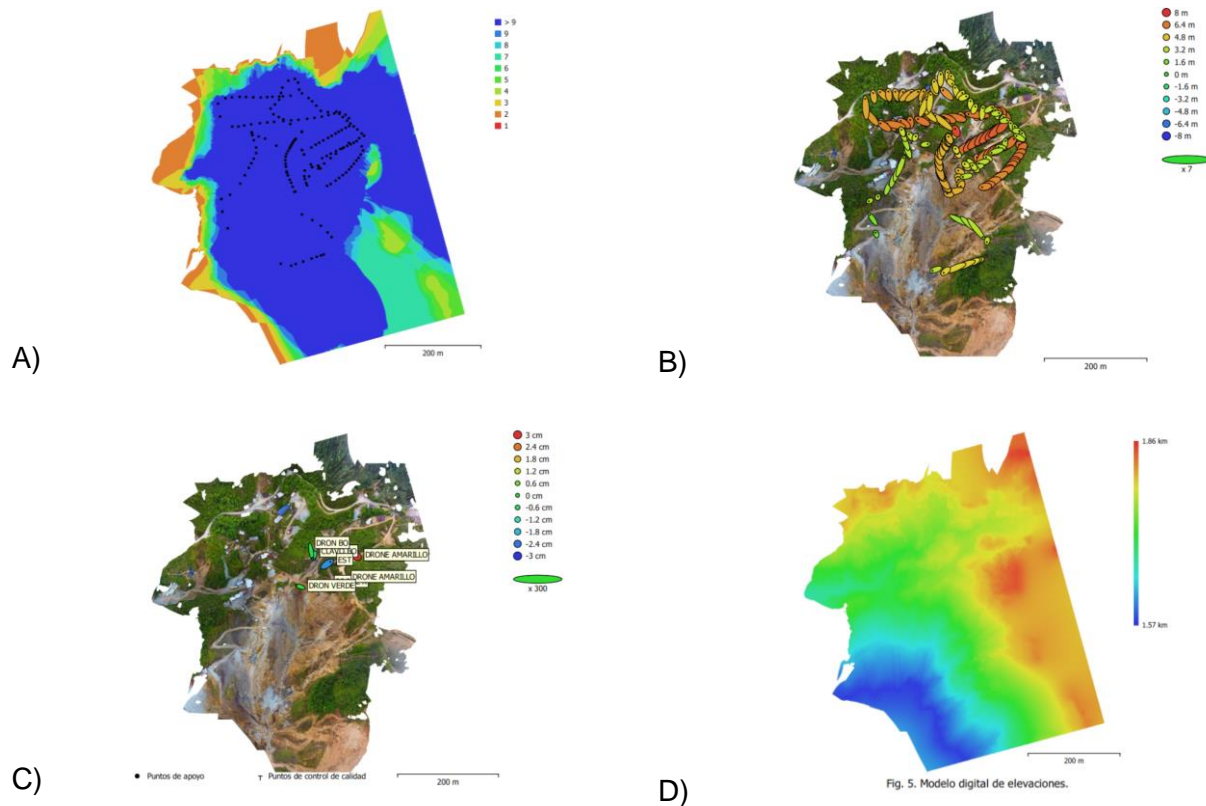


Figura 14. A) Vuelo Fotogramétrico B) Posiciones de cámaras y solapamiento de imágenes C) Puntos de control Terrestre D) Modelo digital de elevaciones.

Para la representación de la estructura de información geoespacial en el mapa topográfico se utilizó la metodología que plantea el Instituto Geográfico Militar del Ecuador [IGM] (2016) donde las coberturas cartográficas deben extraerse en el siguiente orden:

Hidrografía: La representación de la red hidrográfica debe diferenciar entre cursos de agua permanentes e intermitentes, debiendo ser realizada desde la naciente hasta su desembocadura, incluyendo la representación de otros rasgos hidrográficos diversos (IGM, 2016).

Relieve: “áreas densamente edificadas, áreas llanas, cumbres, colinas, fondos de depresión, detalles planimétricos significativos: puentes, represas, configuraciones de detalle lineal; taludes, terraplenes” (IGM, 2016).

Planimetría: “Graficar zonas edificadas, red de vías públicas, vías de comunicación (carreteras, caminos, puentes, líneas férreas y elementos relacionados), líneas de conducción (eléctrica, ductos y gasoductos)” (IGM, 2016, p.24).

Topografía Subterránea de Galerías

Para el levantamiento topográfico de las galerías subterráneas de la sociedad minera “El Mirador” se realizó con distanciómetro y brújula, se utilizó la metodología planteada por Serra & Gómez, (2003) en cual describe el siguiente procedimiento:

- Estacionar el taquímetro sobre un punto de coordenadas conocidas, se determinará el plano vertical transversal al eje de la galería.
- Se visará a los puntos necesarios del perfil transversal y se anotará la lectura del limbo vertical (V) y se medirá la distancia (D), como datos fundamentales, en cada uno de ellos.
- La materialización del punto a medir será directa, con ayuda del puntero laser, que materializa un punto luminoso sobre la diana o pared del túnel, con ello se solucionan las dificultades de acceso del operario a las zonas más altas o bajas de la sección.
- Cálculo de las coordenadas de cada uno de los puntos del perfil (p.273).



Figura 15. A) -B) -C) Preparación de equipos y ubicación de puntos con coordenadas conocidas en la Bocamina. D) Medición de distancias con distanciómetro, proyectando el láser hacia la diana topográfica.

El método para realizar el levantamiento subterráneo de galerías de difícil acceso para usar equipos más sofisticados como la estación total, es recomendable usar instrumentos

topográficos pequeños como el distanciómetro Leica D810 y brújula tipo Brunton, que garantiza la toma de datos con alta calidad y veracidad.

Siguiendo la metodología antes mencionada ubicamos el distanciómetro en los puntos con coordenadas conocidas como son las bocaminas de las labores mineras sujetas a estudio en la presente investigación:

- Galería Combo: X: 769365,752 Y: 9552796,186 Z: 1750.388
- Galería Julia: X: 769426.728 Y: 9552819,52 Z: 1764.679

Utilizando los puntos de partida se midió el eje transversal del plano vertical de la sección de cada galería, es decir el eje central de las galería en el cual se tomó datos de distancia, ángulo o rumbo del eje, y el ángulo de pendiente, la cantidad de líneas está condicionada por el cambio de dirección en el sentido de la explotación de las galerías, adicional para el diseño de las galerías se toman datos de la altura y ancho de la galería en cada vértice, la información se consolida en la ficha (Anexo 1). Es importante considerar si la pendiente es positiva como corta vetas, rebajes y chimeneas, o negativa como en el caso de piques y rampas.

La siguiente etapa consiste en procesar los datos para elaborar los planos topográficos de las galerías mediante el uso del software AutoCAD, ArcGIS, RecMin, el ultimo permite calcular directamente la cota y exportar a los otros softwares.

Levantamiento Geológico - Estructural y de Alteraciones de Superficie

Fase de Pre campo: En esta fase se recopiló información bibliográfica del sitio de estudio que comprendió la verificación de la geología regional mediante la carta geológica de Zamora, información secundaria de tesis, artículos e informes levantados en la zona. Seguidamente se identificó los principales lugares de acceso para levantar información de afloramientos tipo, sobre la base de la ortofoto obtenida, esto en función al recorrido in situ realizado post levantamiento topográfico. Se plantearon 20 afloramientos iniciales como se muestra en la figura 16, los puntos fueron ubicados con la finalidad de abarcar toda la zona a mapear, considerando la accesibilidad a los puntos de muestreo.



Figura 16. Planificación de puntos de afloramientos a describir in situ Datum WGS-84

Fase de Gabinete: Metodología para la elaboración del Mapa Geológico se usó el planteado por el Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico INIGEMM, (2013) actual IIGE en el cual ha definido los siguientes pasos a seguir:

- Definir las Unidades Mapeables
- Identificación estructural
- Levantamiento de afloramientos
- Fase de Laboratorio
- Preparación del mapa
- Preparación de perfiles
- Elaboración del mapa definitivo.

Una vez analizada la geología regional se verificó mediante el mapeo geológico a detalle; que consiste en la descripción de los 20 afloramientos utilizando la ficha de Afloramientos (Ver Anexo 2) presentes en la superficie de la sociedad minera “El Mirador”, mediante el método de canales, partiendo sobre la base de la topografía superficial y subterránea, se registra la información de litología, estructuras geológicas, y se recolecta muestras de mano para realizar el análisis petrográfico (Ver Anexo 3) y mineralógico determinando el tipo de litología presente en cada afloramiento, con la finalidad de determinar zonas de contacto entre litologías, tipo de alteraciones que servirán como base para la elaboración del mapa geológico estructural y mapas derivados de la información recopilada en el área de estudio. Para la representación gráfica se consideró los estándares geológicos de nomenclatura, simbolización y abreviaturas propuestas por el IIGE.



Figura 17. A) Método de canaleta para mapeo geológico B) -C) -D) Recolección y descripción petrográfica de muestras de mano

Fase de Laboratorio: Con base en la información levantada en campo se crea una base de datos de muestras, de información de elementos de yacencia de cada estructura mapeada, se descargan los recorridos del GPS para determinar los contactos litológicos, alteraciones y estructuras geológicas. Utilizando la lupa de aumento de 40x, lápiz rayador de punta de tungsteno, fichas de descripción de afloramientos de campo, se procede a realizar la descripción petrográfica minuciosa de las muestras de mano con la finalidad de determinar la litología tipo del área de estudio, definir el tipo de alteración observable de manera macroscópica.

Una vez definida la litología tipo se procedió a tomar las muestras más representativas del sector para realizar ensayos más específicos como difracción de rayos x, para determinar la concentración de minerales presentes en la zona, por otra parte, como estudios complementarios se definió 2 muestras para realizar láminas delgadas para definir la distribución mineral en ganga mediante microscopía óptica de minerales transparentes de la geología en superficie, complementando con muestras de mano frescas tomadas en las galerías subterráneas.

Fase de Gabinete: Una vez obtenida la información se procedió a realizar el mapa geológico - estructural definitivo, esto mediante el uso del software ArcGIS 10.5, se delimitaron zonas de contacto litológico y de alteraciones observables en campo y bajo la corroboración de muestras de mano empleando técnicas como la descripción petrográfica macroscópica, y descripción microscópica mediante elaboración de láminas delgadas, y la caracterización mineralógica por medio de la difracción de rayos X.

Delimitados los polígonos de la geología por formaciones establecidas en la carta Geológica de Zamora, adicional se graficó lo correspondiente a estructuras geológicas encontradas en la zona, se estableció su tramado y coloración respectivamente, con base en la metodología del IIGE en cuanto a la elaboración de mapas geológicos.

Levantamiento Geológico - Estructural y de Alteraciones Subterráneo

Para realizar el mapeo geológico subterráneo se estableció el recorrido in situ al interior de cada galería, observando la litología de roca estéril, las alteraciones presentes, y el muestreo tanto de estéril como de vetas mineralizadas mediante la metodología propuesta por Morocho, (2018).

Fase de Campo: Para el muestreo de roca estéril se recopiló muestras en cada sección de la galería donde se evidenciaba cambio litológico y de alteraciones, mientras que para el muestreo de vetas se lo realizó utilizando “combo y cuña” empleando el método de muestreo puntual o “pit o chip sampling” consiste en arrancar fragmentos o esquirlas de roca mineralizada, golpeando con un martillo manual o neumático en lugares regularmente distribuidos, de acuerdo con una malla o retículo preestablecido. Las mallas dependen de la morfología del yacimiento donde se toma la muestra (Ver Figura 18). Se pica con el martillo en cada nudo de la malla que suele tener 0,1 x 0,1m de superficie y las mallas no suelen ser mayores a 1 x 1m, el peso de la muestra debe ser entre 0,5 a 5kg. De la figura 18A indica una galería con una veta y un mallado cuadrangular, mientras que la 18B tiene un mallado romboédrico, en la ilustración 18C se puede observar que en el nudo de 0,1 x 0,1m los pedazos arrancados por el martillo no son homogéneos (Orche, 1999).

Las muestras fueron seleccionadas para posteriores ensayos de laboratorio; ensayos de fuego, ensayos de difracción de rayos x, secciones pulidas y láminas delgadas según corresponda la importancia mineralógica de carácter económico que represente para el presente proyecto.

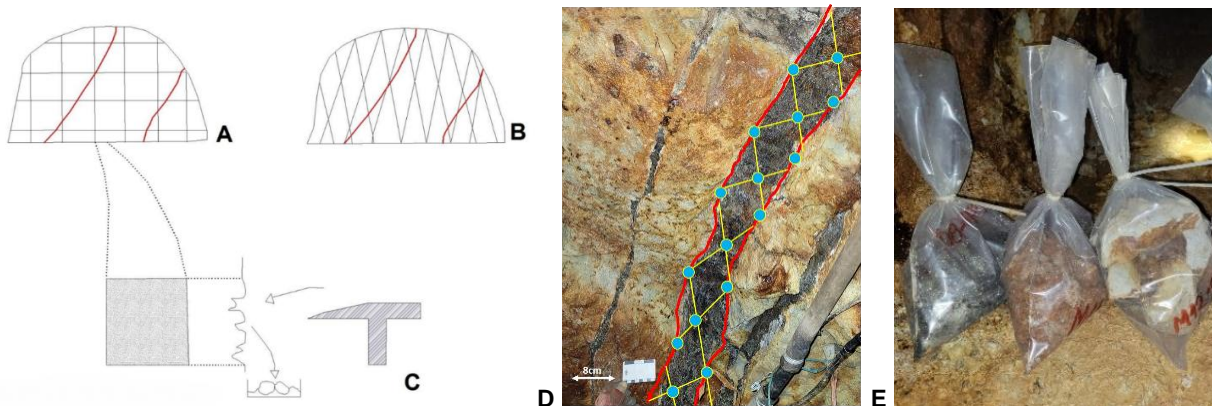


Figura 18. Pasos para realizar “chip sampling”. Modificado de Orche, (1991).

Para levantar la información geológica estructural subterránea, se tomó como base el levantamiento topográfico realizado interior mina (Ver Figura 21 -22) de las dos galerías presentes en el área de estudio. Se levantaron 22 estructuras de la galería Combo y 17 en la Galería Julia en el cual se identificó fallas y vetas mineralizadas se tomó datos estructurales como rumbo, buzamiento y dirección de buzamiento utilizando una brújula tipo Brunton, y la

potencia de cada estructura usando una cinta métrica y flexómetro, medida que se tomó perpendicular a la línea de buzamiento, con la finalidad de correlacionar las estructuras de superficie con los diferentes niveles de las labores realizadas en el área minera.

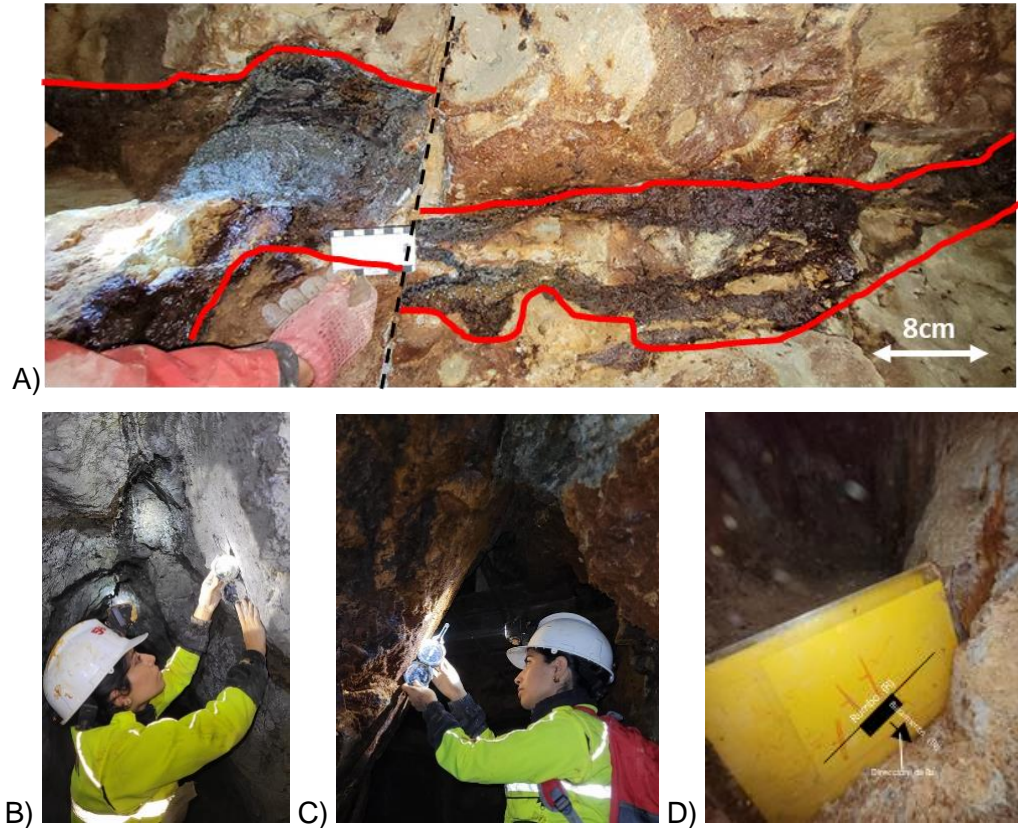


Figura 19. A) Identificación de estructuras vetas, fallas B) -C) -D) Metodología empleada para toma de datos estructurales, rumbo, buzamiento, dirección de buzamiento y potencia.

Fase de Gabinete y Laboratorio: Utilizando la lupa de aumento de 40x, lápiz rayador de punta de tungsteno, se procedió a la caracterización petrográfica minuciosa de las muestras de mano con la finalidad de determinar la litología tipo de las galerías de estudio, definir el tipo de alteración observable de manera macroscópica, considerando la ubicación en el mapa topográfico, su textura, mineralogía y otras características petrográficas.

Una vez definida la litología tipo se procedió a sistematizar toda la información de laboratorio en el mapa geológico estructural y de alteraciones subterránea de labores mineras a escala 1.500 dividiendo por secciones la galería, como lo establece en la metodología de Morocho, (2018), se dividió en 3 secciones a la Galería Combo, y en 2 secciones a la Galería Julia.

5.2.3. Metodología Segundo Objetivo

“Determinar la asociación de geoquímica y mineralógica de las vetas de interés económico y su correlación con las estructuras, geología, mineralizaciones e información secundaria fidedigna”

Sobre la base de la información recopilada en las estructuras geológicas de vetas, roca de ganga y fallas, tanto de superficie como de las labores subterráneas. Se seleccionaron 2 vetas de principal interés económico. En el primer caso se tomó como muestra priori a la veta que actualmente se está explotando en la Sociedad Minera “El Mirador” para lo cual se caracterizó mediante ensayos al fuego (mjb FA) de Au, y de digestión ácida y espectroscopía de absorción atómica (mbj EAA) de minerales metálicos presentes en la veta con el fin de caracterizar la mena.

Se recopiló un total de 36 muestras de mano, muestras representativas de la roca estéril y de las vetas mineralizadas mapeadas en la fase de campo, de estas se tomó 25 muestras representativas que fueron distribuidas de la siguiente manera:

- a) 21 muestras para ensayos al fuego para determinar la concentración gr/t de Au.
- b) 2 muestras de vetas mineralizadas para la realización de secciones pulidas, para la descripción de minerales opacos en menas metálicas.
- c) 2 láminas delgadas de roca estéril interno mina.

Fase de Laboratorio:

Ensayo a fuego: La metodología empleada por Londoño et al., (2010) al realizar ensayo a fuego considerando que es un análisis químico cuantitativo, por el cual se determina la proporción de un metal en un mineral o producto metalúrgico con ayuda del calor y de reactivos secos. El ensayo al fuego de oro y plata depende principalmente de:

En los ensayos al fuego de oro y plata, se ha establecido un estándar que implica utilizar 30 gramos de material a analizar. Este peso garantiza que, durante el proceso de fundición, se obtenga un botón de plomo de 30 gramos que contendrá los metales preciosos disueltos en su interior. Este botón de plomo se somete entonces a un proceso térmico conocido como copelación, cuyo propósito es absorber el plomo en la copela, dejando al descubierto el botón de oro, plata y otros metales preciosos presentes en el material analizado. (Londoño et al., 2010)

El botón de oro y plata se somete a digestión con ácido nítrico para disolver la plata, de tal manera que el botón final es el oro que estaba presente en el material analizado. La composición de la carga fundente a utilizar depende del carácter del material de análisis. En este sentido al material a analizar se le debe conocer de antemano su carácter oxidante, reductor, ácido (Alta proporción de SiO₂) o básico; y así definir la mezcla fundente., la cual debe compensar ese carácter de tal manera que resulte una mezcla (Londoño et al., 2010, p. 191).

Digestión ácida y espectroscopía de absorción atómica: este método cubre la determinación de hierro, cobre, plomo, zinc y otros metales como magnesio, níquel, manganeso, arsénico en muestras de suelos y rocas procedentes de una amplia variedad de muestras geológicas. El método cuantifica los contenidos de los metales mencionados en el orden de porcentajes hasta ppm. El proceso consiste en la descomposición de la muestra con mezcla de HCl, HNO₃, HC104 hasta semisequedad para lograr una extracción completa; luego, el residuo se lixivia con HCl diluido (Londoño et al., 2010, p. 139).

La solución resultante de la disolución puede emplearse en la detección de elementos como Fe, Cu, Zn, Pb, etc., por espectrofotometría de absorción atómica. En la selección de las mezclas ácidas de estos procesos de digestión

- Se pesan 0,5000 g de muestra (pulverizada a malla <200 y homogeneizada) o 10 ml de solución sobre un vaso de 300 ml.
- Se adicionan 10 ml de HC1 concentrado, 5 ml de HC104 concentrado y 5 ml de HNO₃ concentrado
- Se dejan en digestión durante media hora a temperatura ambiente
- Se calientan a 200 °C lentamente, se agita periódicamente y se lleva a semisequedad.
- Se deja enfriar y se adicionan 20 ml de HC1 (1:1) y se calientan nuevamente por 2 minutos.
- Se filtra la solución en papel Advantec 5B, directamente en un balón aforado de 100 ml. Se lava varias varias veces con agua caliente.
- Se completa a volumen con agua desmineralizada

- Se hace la lectura por absorción atómica en el espectrofotómetro de absorción atómica (Londoño et al., 2010, p. 139).

Para seleccionar las muestras para su respectivo ensayo de laboratorio se consideraron variables como la accesibilidad a la apertura de nuevos frentes de explotación, en la línea principal, subniveles en los rebajes y pozos respectivamente, además del aporte de información al mapa geológico de superficie que brinda la accesibilidad subterránea al obtener muestras frescas interno mina.

Con la información resultado del análisis de laboratorio, se determinó la asociación geoquímica y mineralógica de las vetas de interés económico y su correlación con las estructuras, geología, mineralizaciones, plasmando en un mapa geoquímico que representa la distribución de Au principalmente, de las galerías Combo y Julia respectivamente.

5.2.4. Metodología Tercer Objetivo

“Estimar un modelo de distribución de la mineralización con base al control geológico y estructural sobre la base de un software de aplicación técnica”

Para la elaboración del mapa de distribución se empleó la metodología de Terán (2016) “en la elaboración de los mapas temáticos se utilizan los mapas generales a fin de suministrar una referencia base precisa sobre dónde ocurren los fenómenos descritos por los primeros”

Empleando así como mapas base la topografía, la geología, sobre esta información se planteó la estimación del modelo de distribución de la mineralogía, se consideró la información geoquímica obtenida en laboratorio de las vetas mineralizadas principales de interés económico de las dos galerías sujetos de estudio, combinando la interpretación y correlación de la mineralización con respecto a la geología estructural y su correspondencia con las alteraciones, para tal efecto se utilizó el software RecMin para realizar el cálculo de las coordenadas de cada punto, especialmente la abscisa Z determinado así la altitud con respecto a los metros sobre el nivel del mar (m s. n. m.). Seguidamente se sobrepuso la información para identificar la relación que tienen entre un nivel de la Galería Combo con respecto a la Galería Julia, de tal forma que se visualice como las alteraciones cambian a medida que se aproxima a la superficie.

La siguiente fase consistió en realizar el solapamiento del mapa geológico estructural de superficie, mapas geológicos estructurales de la galería Combo y la galería Julia, y las alteraciones presentes en la zona tanto en superficie como subterráneo, esto con la finalidad de visualizar e identificar desde un contexto general como se relaciona la mineralización entre los niveles de las galerías, como ha influenciado la tectónica al desarrollo de fallas y estas a su vez como ha determinado la fase de enriquecimiento de Au en las vetas encontradas en la sociedad minera “El Mirador”, con la finalidad de identificar las vetas de interés económico y continuidad en el eje horizontal.

6. Resultados

6.1. Topografía Superficial

El área de estudio “EL Mirador” código 1909038 está conformada por 4 ha mineras, delimitada con cotas de 1721 a 1816 msnm. En cuanto a la red vial encontramos la vía a Chinapintza – La Reina del Cisne, con entrada de tercer orden (vía s/n) y una entrada de cuarto orden al campamento 1 de la zona minera de estudio, así mismo en secuencia de la vía encontramos las ruinas de la antigua planta de cianuración artesanal, las piscinas de tratamiento de agua, la escombrera 1 de la Galería Julia (GJ), polvorín, el campamento 2, antigua zona de fundición y refinación, área de máquinas; aquí se localiza el compresor y la zona de almacenamiento de diésel, la bodega de herramientas, la escombrera 2 de la Galería Combo (GC). Se realizarón dos cortes topográficos en la línea A – B las cotas van desde 1736 a 1805 msnm. En la línea C – D se evidencian cotas desde 1741 a 1807 msnm. (Ver Figura 20).

6.2. Topografía Subterránea

6.2.1. Galería Combo

Para realizar la caracterización geológica del presente estudio, ha sido detallada mediante el análisis litológico, mineralógico, geoquímico sobre la base de la topografía superficial y subterránea de las galerías; Combo y Julia. En la galería denominada Combo, la bocamina se encuentra localizada en la coordenada WGS 84 (Y: 9552796.18, X: 769365.75, Z: 1750.388) cuenta con una longitud de 266m, esta galería cuenta con un eje principal o denominado como corta vetas, otra labor reconocida es un rebaje visible en el mapa topográfico, la galería ha sido dividida en 3 secciones a escala 1:300 (Ver Figura 21).

6.2.2. Galería Julia

La galería Julia la bocamina se encuentra localizada en las coordenadas WGS 84 (Y: 9552819.52, X: 769426,728 Z: 1764.679) cuenta con una longitud de 215.3m, que ha sido zonificada en dos secciones para realizar la caracterización geológica estructural y de alteraciones a escala 1.400 en esta galería podemos encontrar labores como el eje principal o corta vetas, labores secundarias también conocidas como laterales, una rampa del winche que conecta a un nuevo subnivel de explotación, estas labores se encuentran representadas en el mapa topográfico (Ver Figura 22).

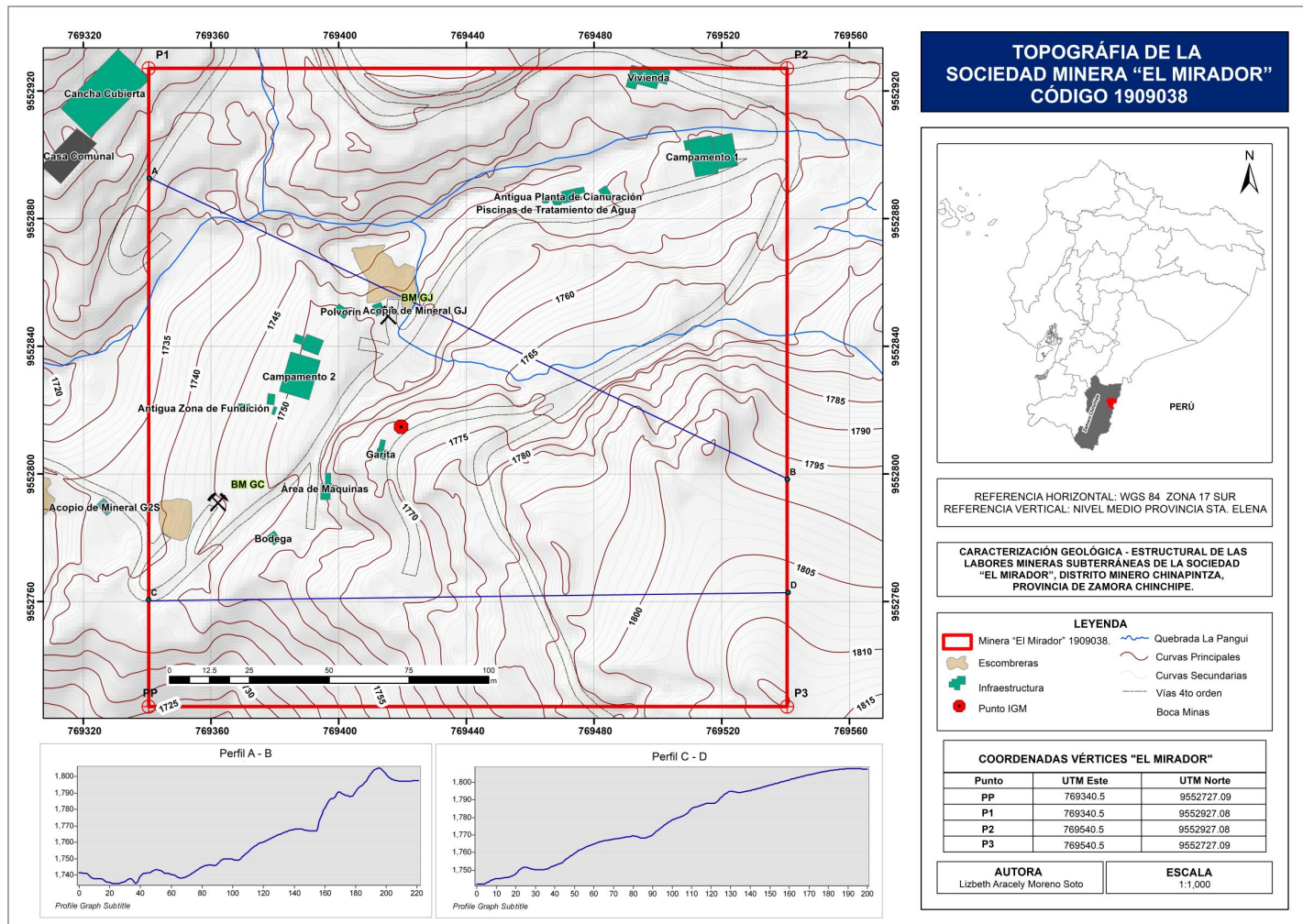


Figura 20. Mapa Topográfico del permiso de operación sociedad "El Mirador", conformada por 4 ha mineras, delimitada con cotas de 1721 a 1816 msnm, área donde se mantiene las labores subterráneas de explotación de Au y Ag.

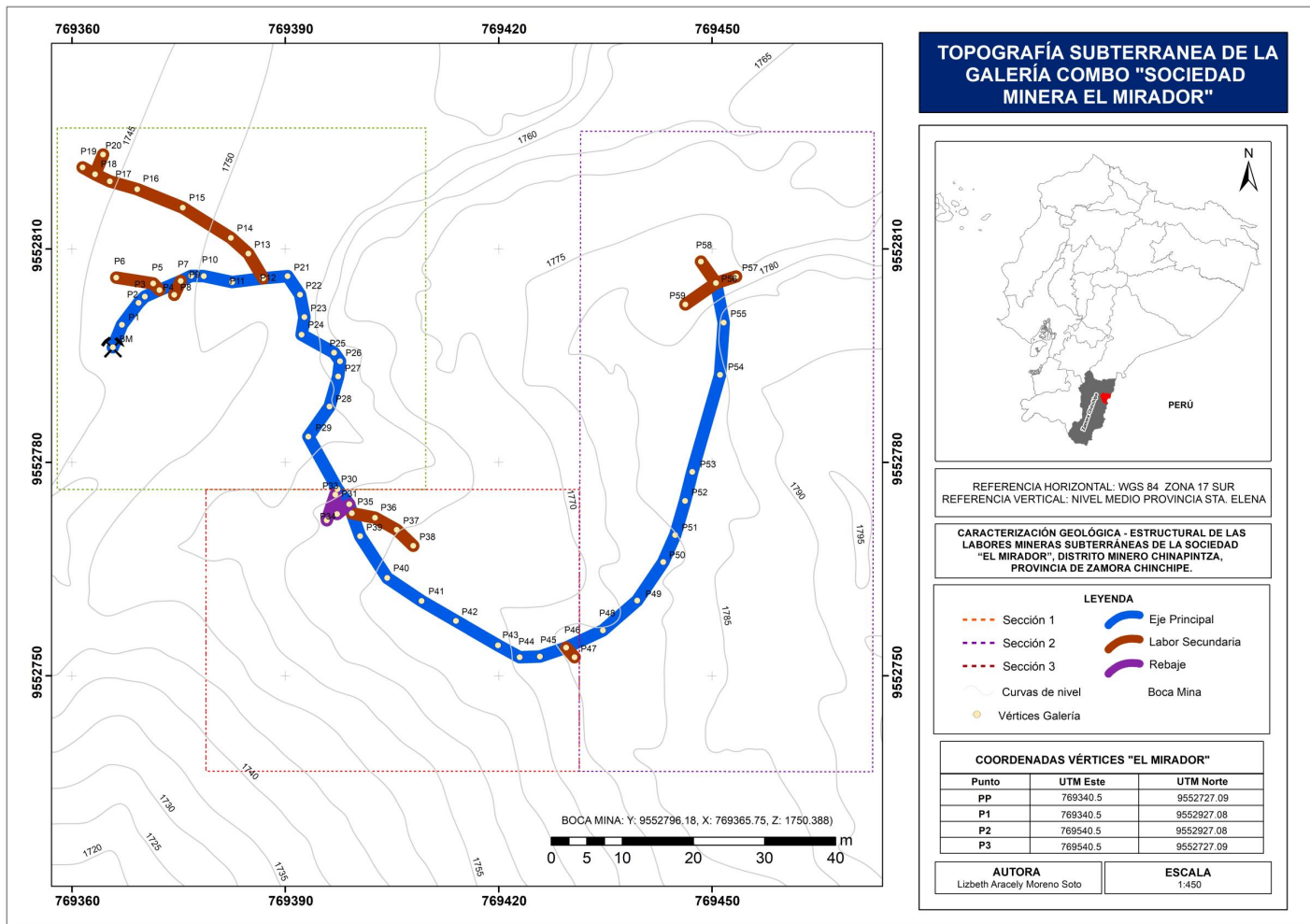


Figura 21. Mapa topográfico de la Galería Combo, la bocamina se encuentra localizada en la coordenada WGS 84 (Y: 9552796.18, X: 769365.75, Z: 1750.388) cuenta con una longitud total de 266m

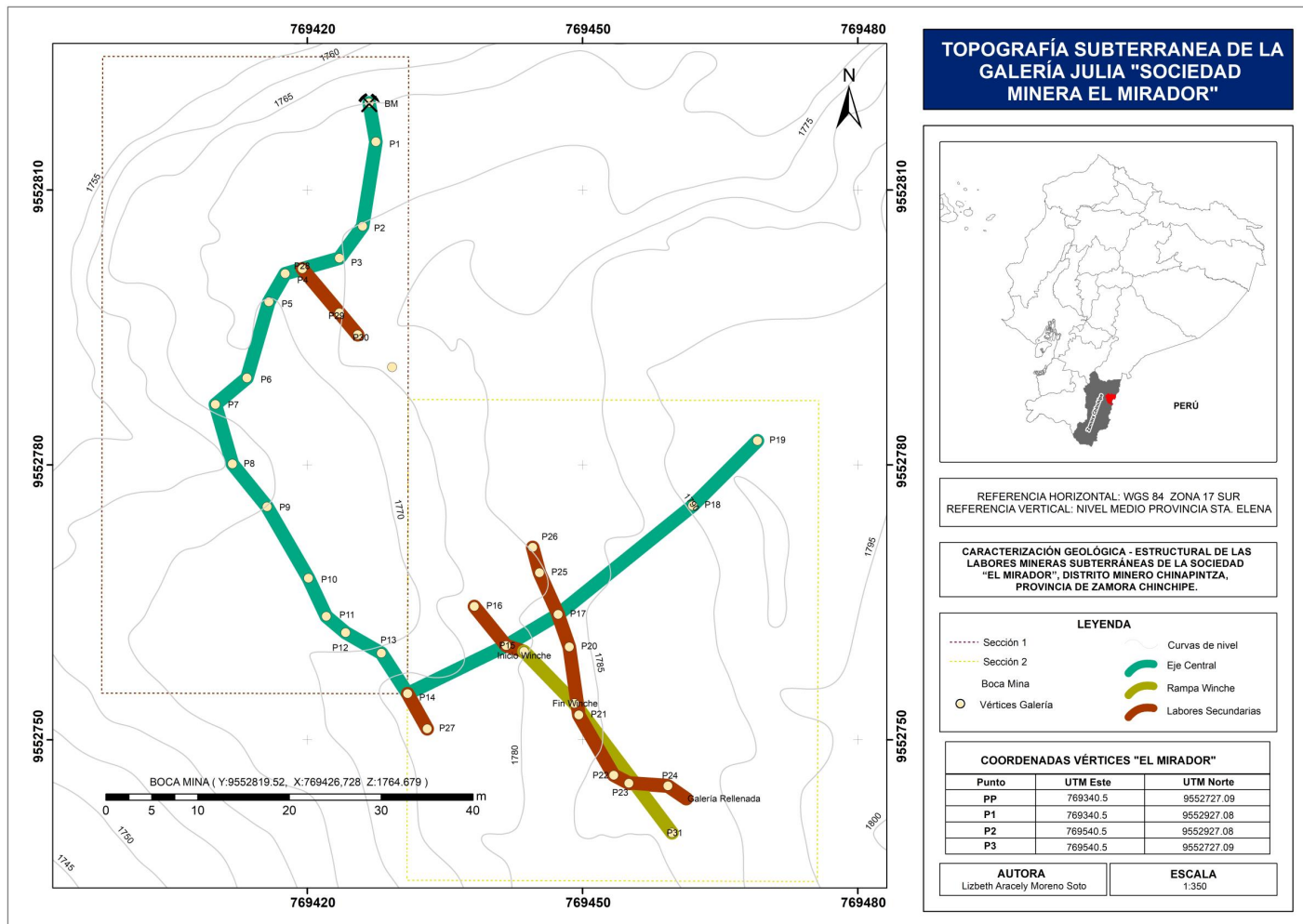


Figura 22. Mapa topográfico de la Galería Julia. la bocamina se encuentra localizada en la coordenada WGS 84 (Y: 9552819.52, X: 769426,728 Z: 1764.679) cuenta con una longitud de 215.3m

6.3. Caracterización Geológica – Estructural y de Alteraciones de Superficie

Para caracterizar la geología estructural y las alteraciones que sufre las rocas del área de estudio se levantó información de 20 afloramientos en superficie (ver tabla 8) de los cuales se obtuvo dos tipos de litología; granodiorita y riolita, la granodiorita se determinó con base en estudios petrográficos de muestras de mano (Ver Tabla 9A), para el caso de la riolita adicional a la caracterización petrográfica se corroboró mediante la elaboración e interpretación de una lámina delgada (Ver Tabla 9B).

Tabla 8. Ubicación de afloramientos en superficie

N°	X	Y	Z	Litología		Muestra
A1	769441	9552856	1751.25	Milonita Mineralizada	(Ver Anexo 5)	M1
A2	769505	9552875	1750.12	Milonita Mineralizada		M2
A3	769521	9552862	1758.45	Caolín	(Ver Anexo 6)	M3
A5	769474	9552826	1769.36	Caolín	(Ver Anexo 7)	M4
A6	769426	9552815	1774.28	Caolín	(Ver Anexo 8)	M5
A7	769417	9552750	1779.36	Brecha Hidrotermal	(Ver Anexo 9)	Interno Mina
A8	769443	9552759	1778.1	Riolita	(Ver Anexo 10)	Interno Mina
A9	769449	9552805	1790.42	Caolín	(Ver Anexo 11)	M6
A10	769488	9552735	1793.3	Caolín		M7
A11	769429	9552781	1759.75	Caolín	(Ver Anexo 12)	M8
A12	769398	9552832	1753.26	Granodiorita	(Ver Anexo 13)	M9
A13	769375	9552804	1753.2	Granodiorita	(Ver Anexo 14)	Interno Mina
A14	769403	9552793	1755.63	Caolín		M11
A15	769400	9552761	1750.23	Goethita	(Ver Anexo 15)	M12
A16	769381	9552868	1746.7	Granodiorita	(Ver Anexo 13)	M13
A17	769438	9552909	1745.8	Granodiorita	(Ver Anexo 13)	M14
A18	769470	9552855	1780.56	Granodiorita	(Ver Anexo 13)	M15
A19	769445	9552834	1765.32	Granodiorita		M16
A20	769515	9552915	1766.65	Granodiorita	(Ver Anexo 13)	M17

Caracterización de la Litología en Superficie

Mediante la descripción petrográfica de las muestras de mano, se determinó que la litología predominante del área de estudio en el caso de la riolita, se relaciona directamente con el centro eruptivo riolítico volcánico – subvolcánico que presenta una fuerte alteración argílica avanzada en superficie y en ciertas zonas se encuentra mineralizada con fases de pirita, por otra parte las granodioritas se han descrito como hornblendicas, equigranulares de grano

grosso a medio, de textura fanerítica relacionada con el Complejo Intrusivo de Zamora, en esta zona las granodioritas presentan una alteración propilítica (Ver Tabla 9).

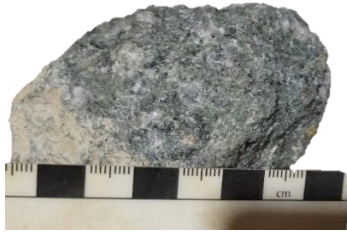
Tabla 9. Muestras de mano tipo, de la litología predominante en la superficie de la Sociedad El Mirador

Muestras de Mano en Superficie

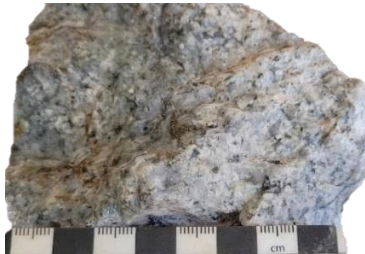
A. Granodiorita



A17: WGS 84 (X:769438, Y:9552909, Z:1745.8)



A16: WGS 84 (X:769381, Y:9552868, Z:1746.7)



A19: WGS 84 (X:769445, Y:9552834, Z:1765.32)

Granodiorita: las muestras de granodiorita contienen una gran cantidad de plagioclasa, feldespato potásico, cuarzo, minerales secundarios como micas, biotita, anfíboles, hornblenda.

B. Riolita



A11: WGS 84 (X:769429, Y:9552781, Z:1759.75)



A8: WGS 84 (X:769443, Y:9552759, Z:1778.1)



A3: WGS 84 (X:769521, Y:9552862, Z:1758.45)

Riolita: las muestras de riolita se caracterizan por ser ricas en sílice, constituidas por fenocristales de cuarzo y sanidina, en menor proporción plagioclasa y biotita, todo en una matriz microcristalina o vítrea, presentan una alteración argílica avanzada en superficie.

Geología Estructural de la Sociedad Minera “El Mirador”

La geología estructural de la zona principalmente se ve condicionada por una falla de contacto mineralizada, se encuentra localizada en la coordenada Y: 9552856, X: 769441 y Z: 1751.25, descrita en el (Anexo 5) esta falla visible únicamente en esta zona, al ingresar a la galería Combo encontramos una brecha de falla que coincide con el rumbo de la falla observada en superficie por que se infiere que se trata de la misma estructura, las condiciones geológicas en superficie ha alterado la falla se visualizó milonita, pirita, esfalerita masiva misma que representa el contacto observado entre la granodiorita y la riolita, sin embargo en la galería esta estructura no presenta milonita, estudios realizados definen que la geología de la brecha corresponde a una riolita, con un 5.1% de pirita según estudios de DRX, la estructura en superficie tiene un rumbo de N60°E con una inclinación de 57°NW, (ver figura 23).



Figura 23. Falla mineralizada que condiciona el contacto entre la granodiorita y la riolita.

La alteración presente en la superficie en la riolita presenta una fuerte alteración argílica avanzada, podemos encontrar rocas totalmente caolinizadas (Ver Anexo 11) rocas meteorizadas de tonalidades rojizas en el que se puede apreciar el grado de oxidación que han sufrido, se encontró una zona con presencia de goethita formando un sombrero de oxidación, (Ver Anexo 15).

6.4. Caracterización Geológica – Estructural y de Alteraciones Subterránea

Las muestras de mano obtenidas en el mapeo de galerías permitieron obtener muestras frescas y por medio de ensayos de difracción de rayos X, elaboración de láminas delgadas y la combinación de la caracterización petrográfica se verificó que en efecto la litología de la roca encajante de mineralización se trata de granodiorita y de riolita separadas por una falla de contacto inferida, las muestras más representativas se describen a continuación:

Tabla 10. Muestras de mano representativas de las galerías de la Sociedad Minera “El Mirador”

Muestras de Mano de litología tipo - Galería Combo

A. Granodiorita



Granodiorita: contiene una gran cantidad de plagioclasa, feldespato de potasio, cuarzo y cantidades menores de moscovita como componentes minerales de color más claro, biotita, anfíboles, la hornblenda se presenta como cristales en forma de aguja.

A13: WGS 84 (X:769375, Y:9552804, Z:1753.2)

A. Riolita



Riolita: roca volcánica rica en sílice, constituidas por fenocristales de cuarzo y sanidina, en menor proporción plagioclasa y biotita, todo en una matriz microcristalina o vítrea.

A8: WGS 84 (X:769443, Y:9552759, Z:1778.1)

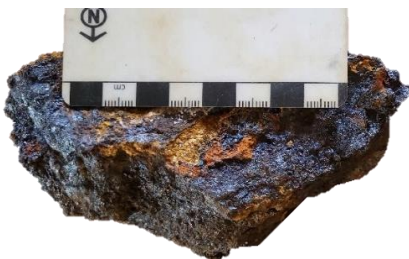
B. Brecha Hidrotermal



Brecha Hidrotermal: La muestra presenta textura brechosa, matriz soportada y mal sorteo. Los fragmentos de rocas presentan alteración silíceo pervasiva por lo que no se puede definir la composición de los fragmentos. La alteración de cuarzo afectó a los fragmentos y matriz de la roca, después fue afectada por una alteración de sericita pirita y clorita.

A7: WGS 84 (X:769417, Y:9552750, Z:1779.3)

C. Goethita



Goethita: ejemplar masivo, mate y terroso, de color pardo amarillento y baja dureza, hábito botrioidal, la goethita es producto de meteorización común de minerales que contienen hierro como la magnetita, pirita, es típica de zonas de alteración de yacimientos de sulfuros ricos en hierro.

A15: WGS 84 (X:769400, Y: 9552761, Z:1750.23)

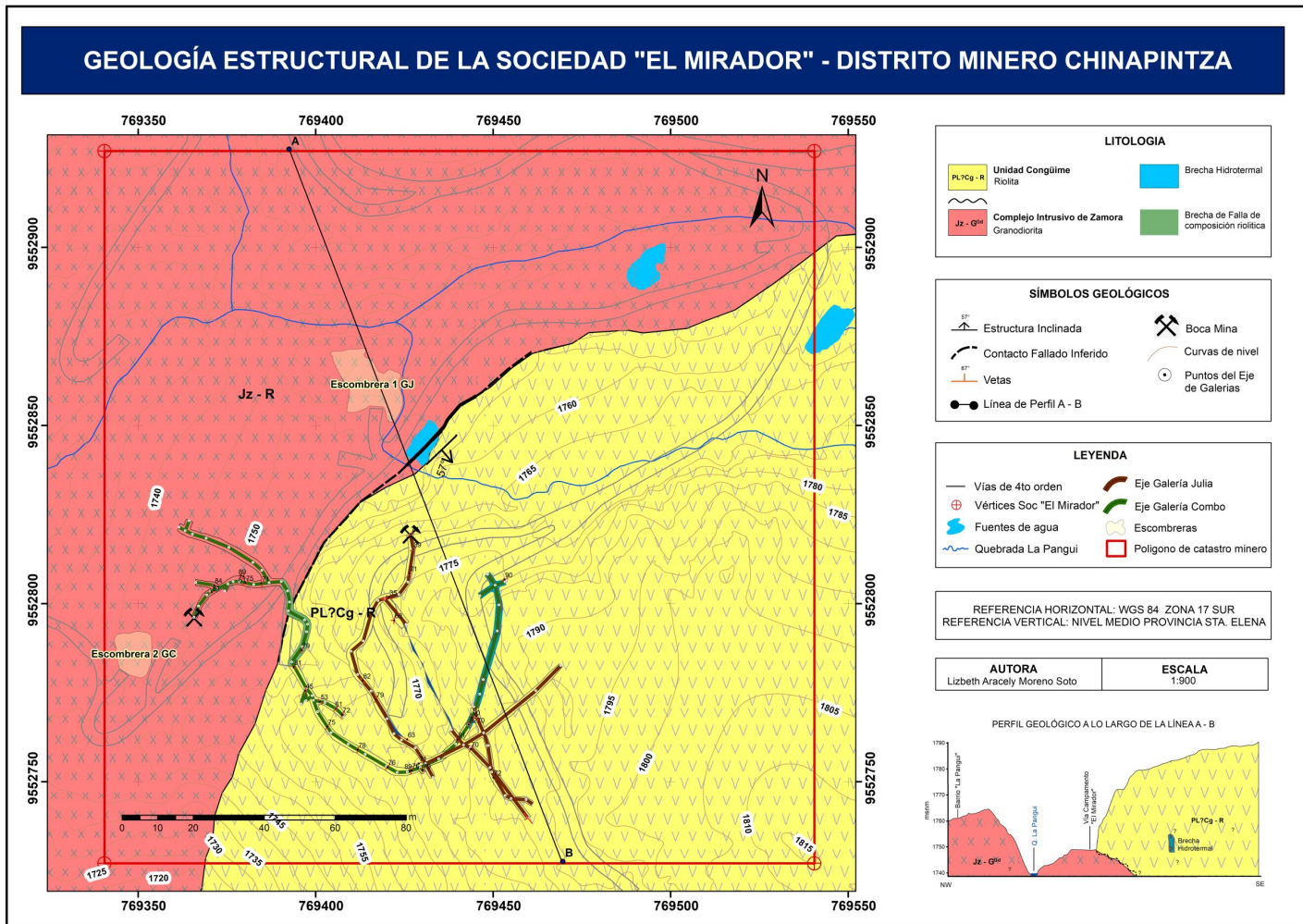


Figura 24. Mapa geológico estructural del área de estudio Sociedad Minera "El Mirador"

6.4.1. Galería Combo

La Galería Combo fue dividida en 3 secciones para realizar la caracterización a escala 1:300 tanto de geología, estructuras y alteraciones (Ver Figura 21)

Sección 1 Galería Combo

Geología: Mediante la descripción petrográfica de muestras de mano desde el tramo de la Boca Mina al punto 21 se pudo determinar la litología predominante como la granodiorita presentando una alteración propilítica selectiva, otro hallazgo geológico es a partir del tramo desde el punto 21 al punto 29 donde se puede observar una brecha de falla con litología inestable de la cual se realizó un ensayo de difracción de rayos X, (Ver Tabla 11).

Tabla 11. Análisis de DRX de la falla interno mina P11 al P28, Galería Combo.

Muestra	Fases Minerales	Semicuantificación (%)
M06-GC-P28	Cuarzo	30,6
	Sanidina	49,6
	Pirita	5,1
	Fengita	14,6
	Vermiculita	<1

El difractograma está formado por reflexiones (picos) que corresponden a las distancias de dimensiones nanométricas entre familias de planos de átomos, en el que podemos observar picos de Cuarzo 30,6%, Sanidina 49,6%, Pirita 5,1%, Fengita 14,6%, Vermiculita <1%, es importante resaltar la zona de brecha con un aporte de 5.1% de pirita en esta zona.

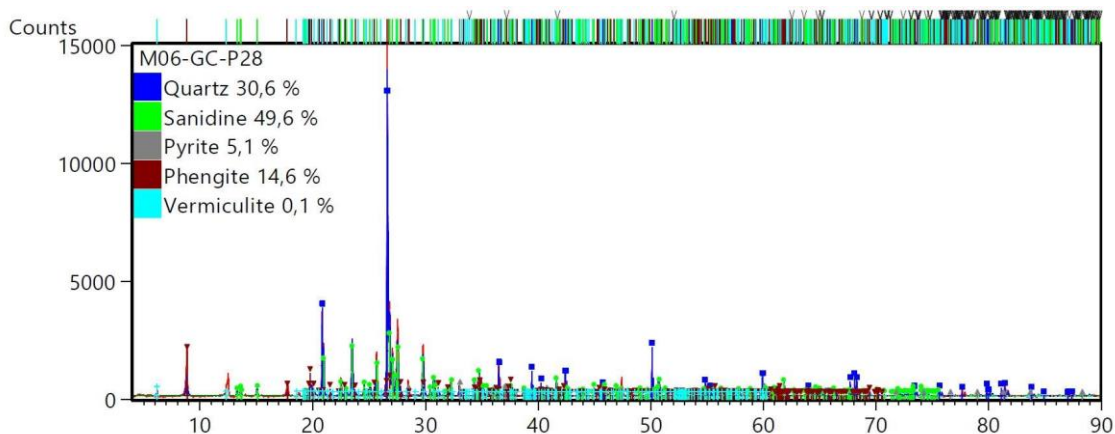


Figura 25. Difractograma de la muestra M06-GC-P28 correspondiente a la brecha de falla de la Galería Combo, tramo desde el punto 21 al 29.

Principales Estructuras Sección 1 Galería Combo

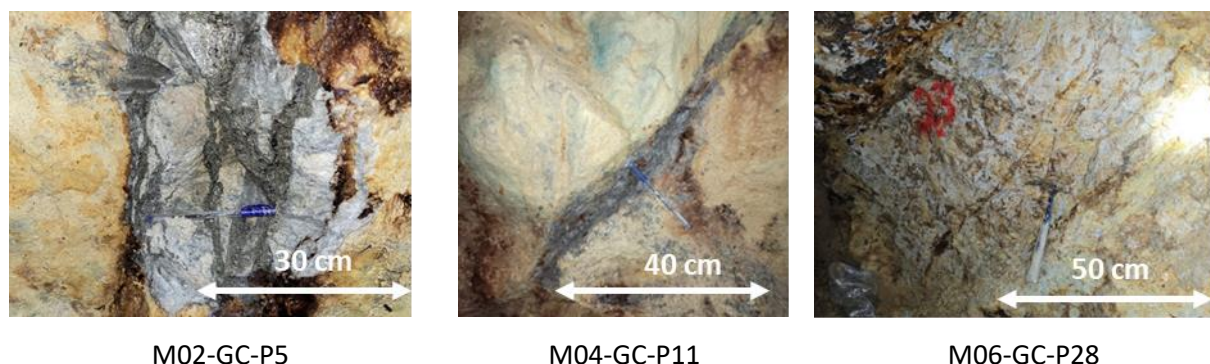


Figura 26. Estructuras mapeadas en la sección 1, Galería Combo

Estructural: Las estructuras vetiformes mineralizadas dentro de la sección 1 tienen una tendencia de inclinación al SE, con un rumbo predominante NE – SW. Las principales estructuras son las vetas polimetálicas en esta sección afloran con potencias en un rango de 1 cm a 20cm, estas estructuras están atravesando la granodiorita, y en el caso de la brecha de falla observamos que dos estructuras mineralizadas la 7 y 8 (Ver Figura 27) atraviesan la litología de composición riolítica, la importancia de la brecha de falla es que define la transición entre la granodiorita y la riolita que se presenta con mayor claridad en la sección 2 de la galería Combo.

Tabla 12. Datos estructurales de la sección 1, Galería Combo

Nº	Código de Muestra	Estructura	R / Bz (°) Dr. Bz	Potencia (cm)
1	M01-GC-P3	Veta	N80°E / 84° SE	20
2	M02-GC-P5	Veta	S79°E / 84° SW	25
3	M03-GC-P10	Vetilla	S37°W / 61° SE	5
4	M04-GC-P11	Vetilla	S30°W / 89° NW	5
5	Estructura	Vetilla	N12°E / 75° SE	3
6	M05-GC-P11	Diaclasa	N3°W / 71° NE	1
7	M06-GC-P28	Falla / Caja / Brecha de falla	S16°W / 79° SE	300
8	M07-GC-P29	Veta	N70°W / 81° SW	10

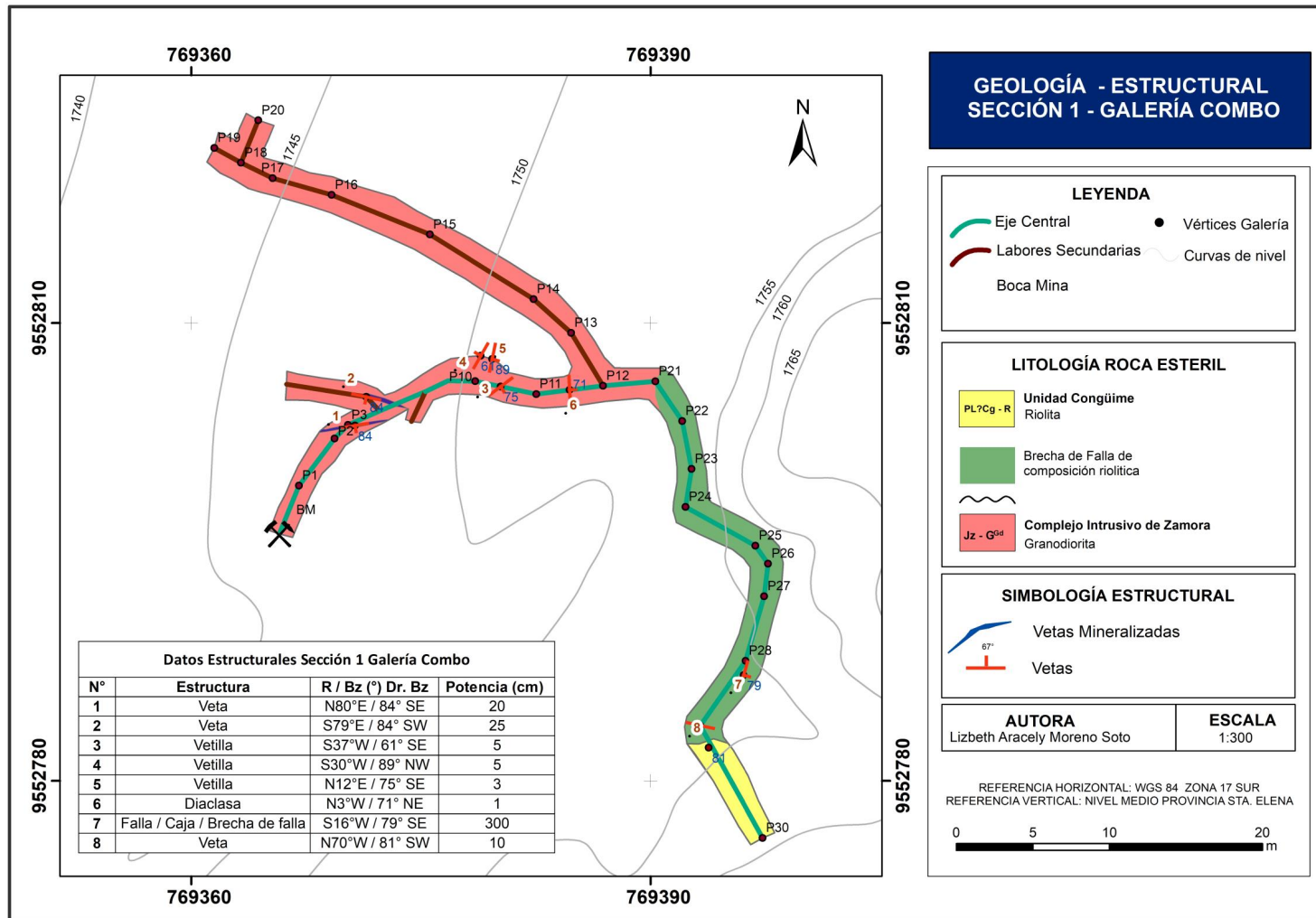


Figura 27. Mapa geológico estructural de la sección 1, Galería Combo


Sección 2 Galería Combo

Geología: Para definir la litología en la que no se tenía certeza de sus características en la muestra de mano, se seleccionó a la muestra más representativa codificada como M12-GC-P38 correspondiente a la roca tipo riolita, para la elaboración y descripción de una lámina delgada (Ver Tabla 13) y un ensayo de Difracción de Rayos X (Ver Tabla 14), la cual presentó las siguientes características:

Descripción de la lámina delgada correspondiente a la riolita.

La muestra presenta matriz vítrea con fragmentos principalmente cristales de cuarzo y una fuerte alteración argílica pervasiva. Se observa un gran fragmento de rocas volcánica con una matriz criptocristalina y alteración de arcillas.

Tabla 13. Descripción microscópica de la lámina delgada de ganga muestra M12-GC-P38, correspondiente a la litología tipo Riolita localizada en la Galería Combo en el tramo P38.

Descripción Microscópica			
Muestra:	M12-GC-P38		Chip Lámina delgada: 
Nombre:	Roca Volcanoclástica		
	Componentes:		Descripción:
Cristales 20.2%	Cuarzo	20%	Presentan cristales de cuarzo fragmentados de 0.19-0.38 mm, subhedrales a anhedrales (Foto 24A).
	Plagioclasa	0.2%	Presenta cristales de plagioclasa fragmentados de < 0.25 mm (Foto 24D).
Clastos	35%		Presentan clastos volcánicos con alteración pervasiva, la mitad de la muestra corresponde a un clasto volcánico.
Matriz 44%	Vidrio	43.7%	El vidrio se encuentra alterado por: arcillas (Foto 24C).
	Óxidos de Fe	<0.3%	Los óxidos se encuentran alterando los bordes de pirita.
Sulfuros	0.8%		Los sulfuros se observan en color negro, subhedrales de tamaño < 0.25 mm. La pirita se observa de forma anhedra (Foto 24B).
Alteración: La muestra presenta alteración argílica moderada pervasiva dominada por: Illita (Foto 24A), alunita (tabular) (Foto 24C), cuarzo.			

En las imágenes obtenidas en el microscopio petrográfico de la litología tipo riolita podemos observar que la fotografía de la figura 28 (A, B) se observa alteración de la roca por Illita, (C) nicoles cruzados, se observa cristales tabulares de alunita, (D) nicoles cruzados, se observa la matriz vítrea con fragmentos de cristales de cuarzo. (Qz) cristales de cuarzo, (Alu) alunita, (Pl) plagioclasa, (Py) pirita, fotografías que permiten identificar los minerales y alteración presentes en esta roca.

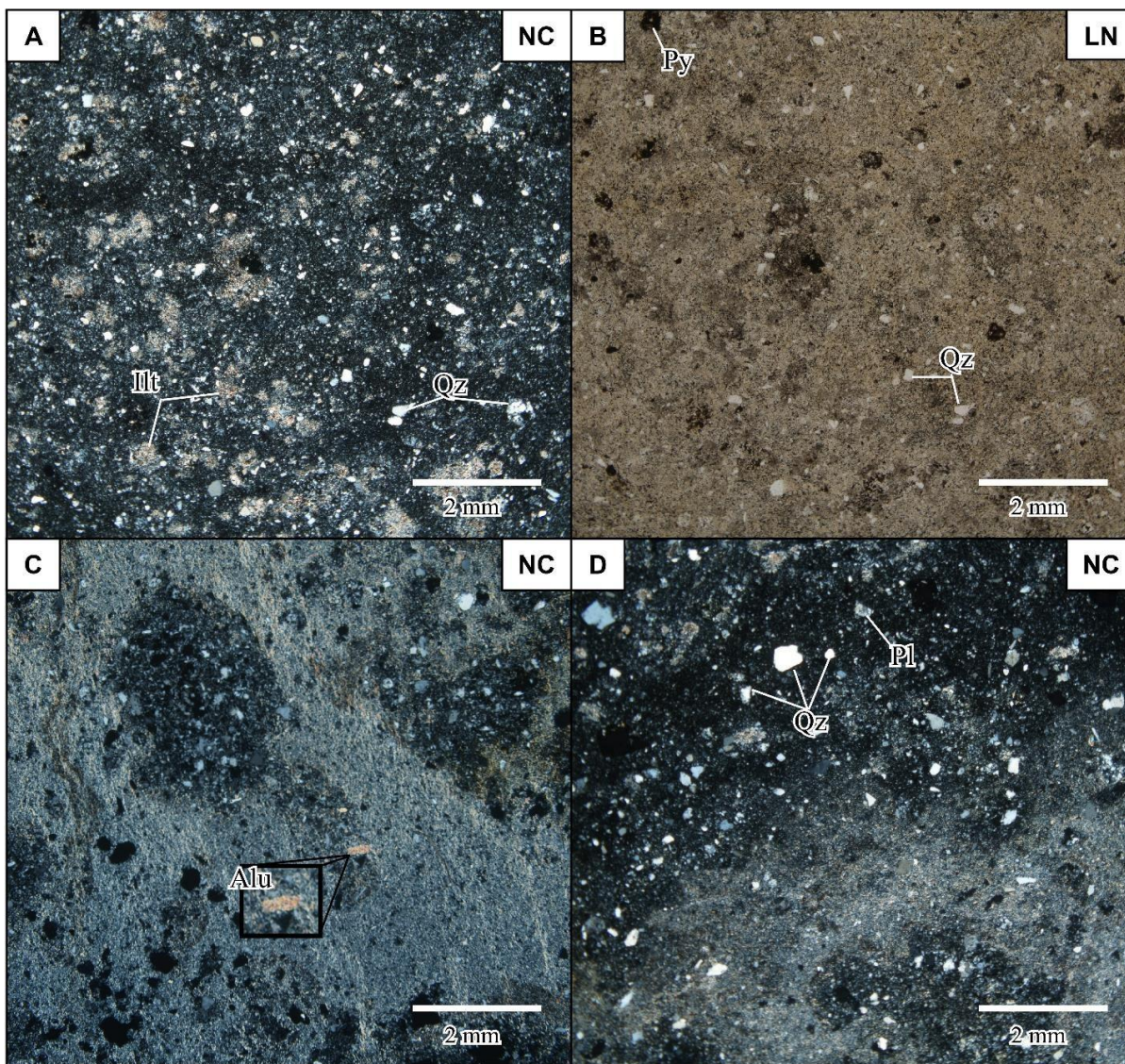


Figura 28. Imágenes de microscopio petrográfico con luz transmitida (muestra: M12-GC-P38), correspondiente a la litología tipo Riolita.

La muestra presenta alteración argílica moderada pervasiva dominada por: Illita (Foto 24A), alunita (tabular) (Foto 24C), cuarzo.

Difracción de Rayos X de la litología tipo Riolita

Mediante el análisis mineralógico de Difracción de Rayos X de la muestra M12-GC-P38 permitió identificar los minerales por su estructura cristalina, obteniendo la siguiente información:

Tabla 14. Análisis mineralógico de DRX de la muestra M12-GC-P38, correspondiente a litología tipo Riolita.

Muestra	Fases Minerales	Semicuantificación (%)
	Cuarzo	31,6
	Sanidina	59,9
	Fengita	8,0
	Dickita	<1

El difractograma está formado por reflexiones (picos) que corresponden a las distancias de dimensiones nanométricas entre familias de planos de átomos, en el que podemos observar picos de cuarzo con 31.6%, sanidina 59.9%, fengita 8%, dickita <1, basado en estos resultados más la descripción microscópica, pasamos estos porcentajes en el diagrama de Streckeisen, para rocas volcánicas, el cual nos permite definir a la muestra con la numeración 10 dentro del diagrama, denominada como una roca riolita de feldespato alcalino.

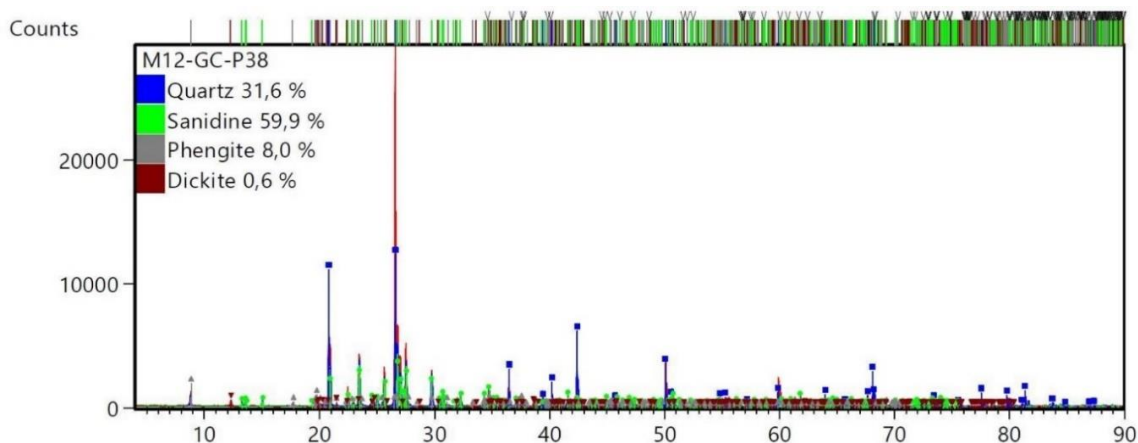


Figura 29. Difractograma de la muestra M12-GC-P38 correspondiente a litología tipo Riolita.

Es importante resaltar que la presencia de Dickita según el Instituto Hudson de Mineralogía (IHM, 2024) es un mineral secundario generalmente de origen hidrotermal en

conjunto con vetas, derivado en parte de la alteración de minerales de aluminosilicatos. Poniendo en evidencia que se asocia a la formación del sistema vetiforme de Chinapintza.

Estructural: Las estructuras en la sección 2 de la Galería Combo tienen una dirección predominante de NE-SW en esta sección encontramos la presencia de vetas polimetálicas en tonos azules y vetas oxidadas de tonalidad rojiza con una potencia de entre un rango de 1 cm a 50 cm, los datos estructurales levantados interno mina se define en la Tabla 15 y su representación gráfica la podemos observar en el mapa de la figura 31.

Tabla 15. Datos estructurales de las vetas mapeadas en la sección 2, Galería Combo

N°	Código Muestra	Estructura	R / Bz (°) Dr. Bz	Potencia (cm)
9	M08-GC-P33	Veta Rebaje	S10°W / 45° SE	50
10	M09-GC-P36	Veta	N37°W / 53° NE	20
11	M10-GC-P37	Veta Roja	S41°W / 61° SE	5
12	M11-GC-P38	Veta Roja	S24°W / 72° SE	4
13	P40	Vetilla Roja	N35°E / 75° SE	1
14	P42	Vetilla Azul	S14°W / 78° SE	2
15	P44	Vetilla Azul	N40°E / 76° SE	2
16	M13-GC-P45	Veta Roja	S34°E / 89° NE	17
17	P45	Vetilla	N23°E / 76° NW	2

Principales Estructuras Sección 2 Galería Combo

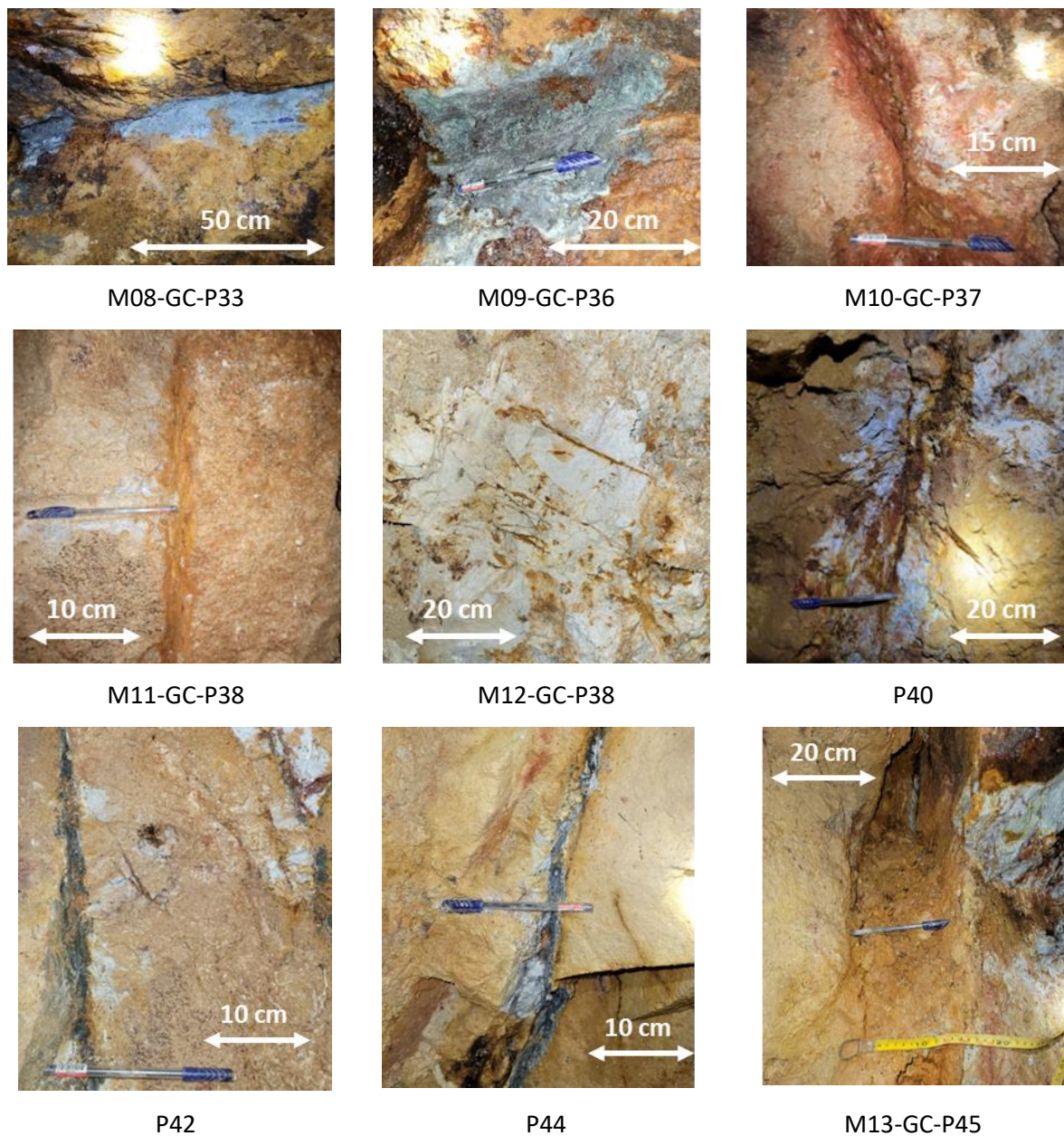


Figura 30. Estructuras mapeadas en la sección 2, Galería Combo.

Las vetas mineralizadas se presentan como polimetálicas en tonalidades azules, compuestas principalmente por esfalerita, pirita, calcopirita, galena, mientras que en las vetas oxidadas de tonalidades rojizas están compuestas por cuarzo, sanidina, goethita, oro recristalizado en algunas vetas, valores definidos más adelante.

GEOLOGÍA - ESTRUCTURAL SECCIÓN 2 - GALERÍA COMBO

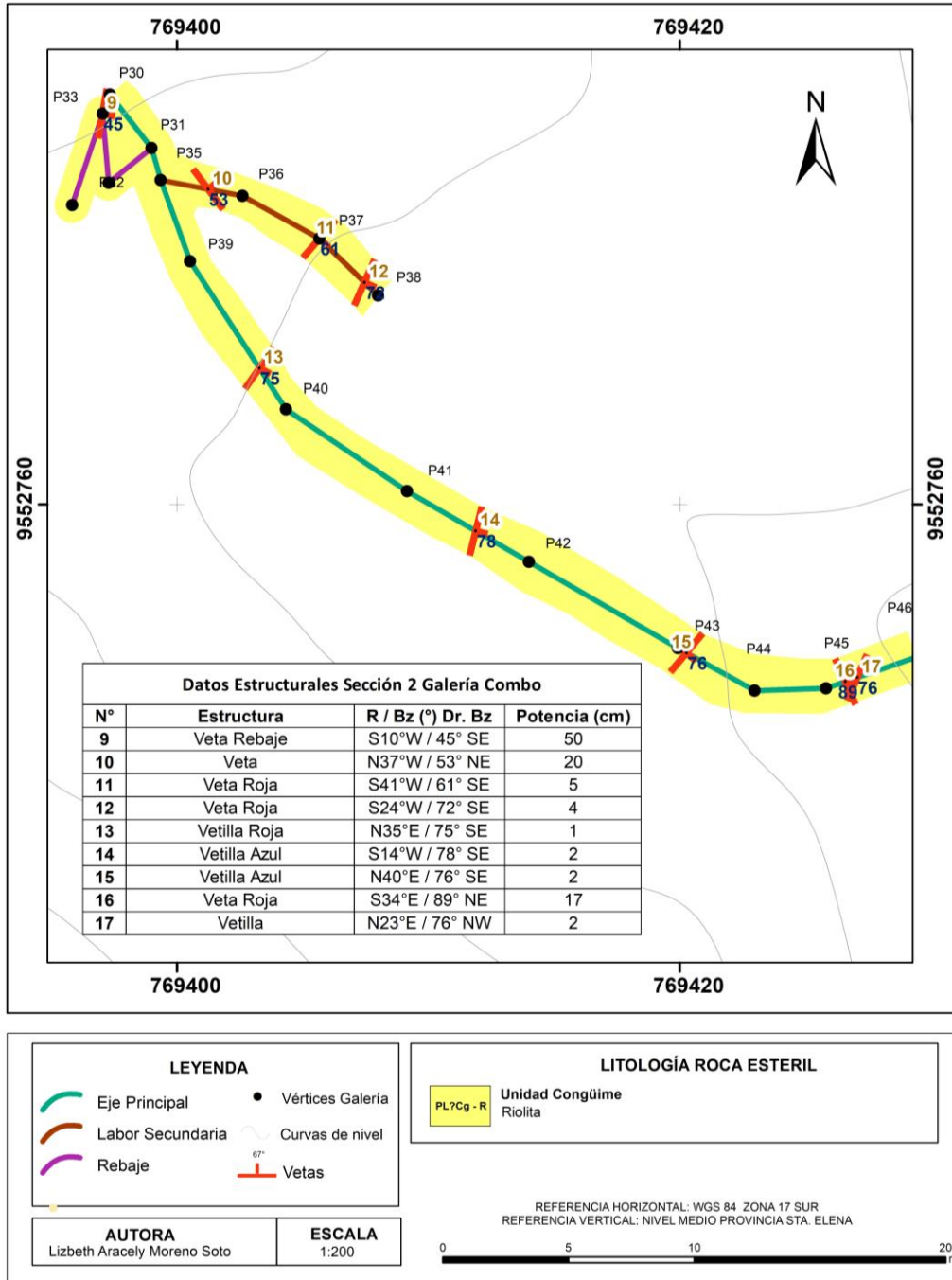


Figura 31. Mapa Geológico estructural de la sección 2, Galería Combo a escala 1:200.

Sección 3 Galería Combo

Geología: La litología de la roca estéril da continuidad a la riolita definida por medio de la caracterización petrográfica de las muestras de mano levantadas en torno al mapeo geológico estructural de la sección 3 de la galería Combo, la particularidad de esta sección es que a partir del tramo del punto P50 al P57 se identificó una brecha hidrotermal, que mediante ensayo de difracción de rayos-X se determinó la composición mineralógica de Cuarzo 31,2%, Sanidina 55,1%, Arsenopirita <1%, Vermiculita <1%, Fengita 6,9%, Chamosita 6,6%.

En composición mineralógica predomina el cuarzo y la sanidina, sin embargo, los minerales accesorios revelan características especiales por ejemplo la chamosita es un mineral típico de un depósito de hierro, metamorfoseado de grado bajo a moderado, lo cual se asocia al posible emplazamiento del pórfido riolítico de la Unidad Conguime, la arsenopirita aparece en este tipo de litología encajante de mineralización en vetas.

Tabla 16. Análisis DRX de la brecha hidrotermal P46 al P57, Galería Combo.

Muestra	Fases Minerales	Semicuantificación (%)
	Cuarzo	31,2
	Sanidina	55,1
	Arsenopirita	<1
	Vermiculita	<1
	Fengita	6,9
	Chamosita	6,6

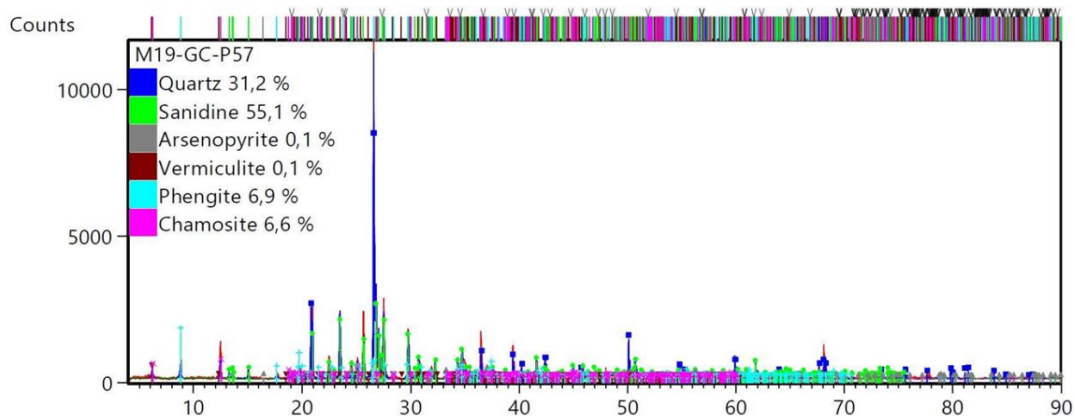



Figura 32. Difractograma de la muestra M10-GC-P37

Para complementar la información geológica de la brecha hidrotermal se elaboró una lámina delgada y se realizó la interpretación obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 17. Descripción microscópica de la lámina delgada de ganga muestra M19-GC-P57

Descripción Petrográfica			
Muestra:	M19-GC-P57		
Nombre:	Brecha Hidrotermal		
	Chip Lámina delgada:		
	Componentes:	Descripción:	
Cristales	15%	Presentan cristales de cuarzo fragmentados de 1.8- 0.7 mm con textura mosaico (Foto 33A) y cristales subredondeados a redondeados con 0.3- 0.6 mm (Foto 33A).	
Clastos	35%	Presentan clastos de rocas silicificadas criptocristalinas >1 mm subangulares (Foto 33A, B), clastos de rocas silicificadas con textura mosaico >3 mm redondeados (Foto 33C), y fragmentos de roca cloritizadas >1 cm subangulares (Foto 33B).	
Matriz	Vidrio	40%	El vidrio se encuentra alterado por: clorita, cuarzo y sericita.
	Óxidos de Fe	<0.3%	Los óxidos se encuentran alterando los bordes de pirita.
Sulfuros	10%		Los sulfuros se observan en color negro, anhedrales a subhedrales. La pirita se observa de forma anhdral y presenta oxidación en los bordes (Foto 33 A, B).
Alteración: La muestra presenta alteración fílica pervasiva dominada por: cuarzo, sericita, pirita, clorita.			
Descripción: La muestra presenta textura brechosa, matriz soportada y mal sorteo. Los fragmentos de rocas presentan alteración silíceo pervasiva por lo que no se puede definir la composición de los fragmentos. La alteración de cuarzo afectó a los fragmentos y matriz de la roca, después fue afectada por una alteración de sericita pirita y clorita, y finalmente presenta oxidación de la pirita.			

En las imágenes de microscopio de la muestra correspondiente a litología tipo brecha hidrotermal, la figura 33 (A) nicoles cruzados, se observa alteración cuarzo-sericita, (B) nicoles paralelos, se observa la alteración clorita en los clastos y matriz, (C) nicoles cruzados, se observa la matriz alterada por la sericita, (D) nicoles cruzados, se observa poca alteración de líticos por la sericita. (Ser) sericita, (Qz1) cristales de cuarzo, (Qz2) cuarzo mosaico, (Qz3) cuarzo criptocristalino, (Chl) clorita, (Py) pirita.

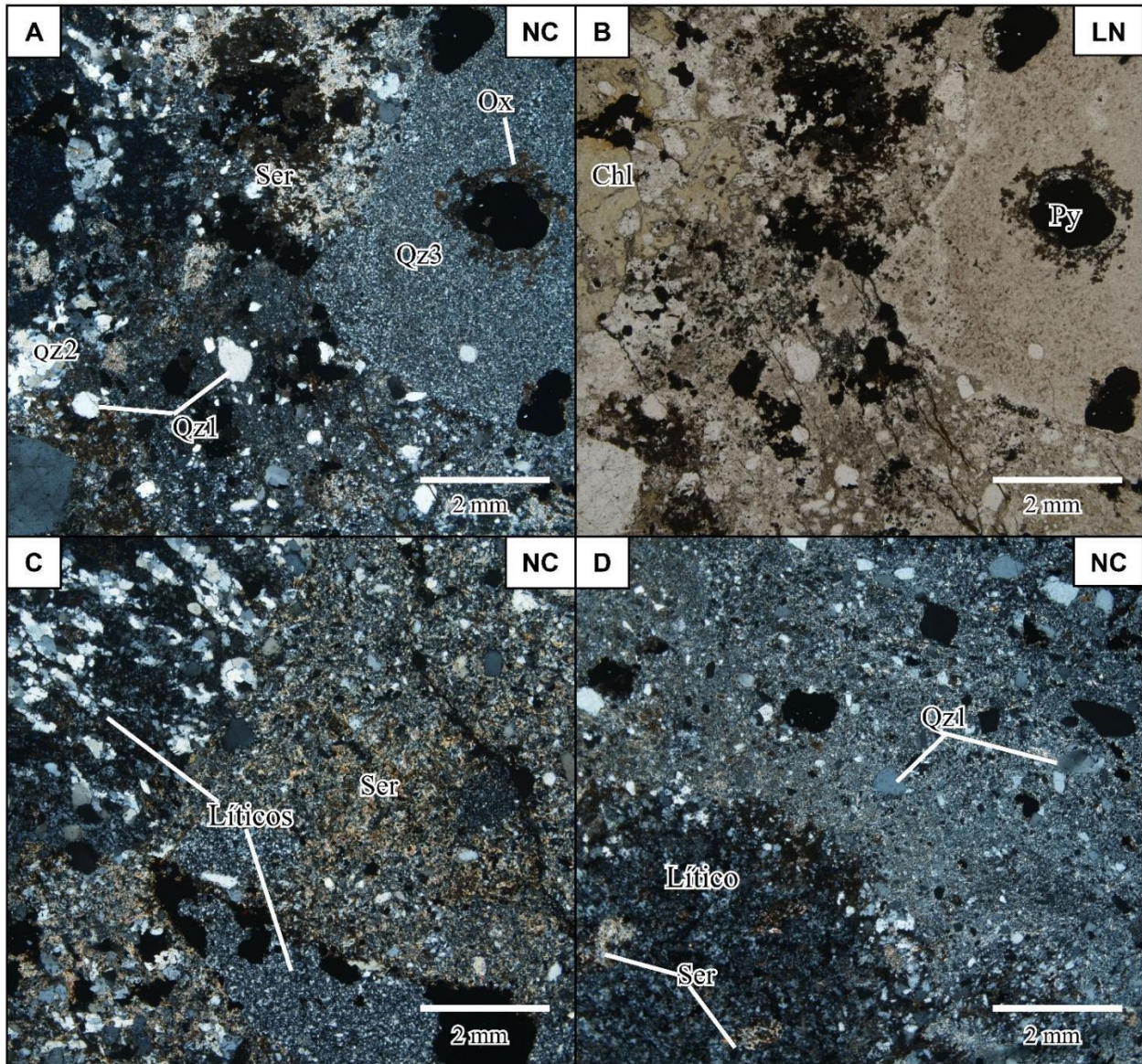


Figura 33. Imágenes de microscopio petrográfico con luz transmitida (muestras: M19-GC-P57)

Estructural: El control estructural correspondiente las vetas mineralizadas mapeadas dentro de la sección 3 tiene tendencia de rumbo NW – SE con una fuerte inclinación hacia NE, las vetas son de carácter polimetálico oscilan con una inclinación de 76° a 90° presentándose prácticamente verticales dentro de esta sección, la potencia de las vetas encontradas en esta sección entra en un rango de 5 a 42 cm, se pudo visualizar una *veta N°20* tipo cola de caballo.

Principales Estructuras Sección 3 Galería Combo



M15-GC-P46



M16-GC-P50



M17-GC-P50



M18-GC-P57 (5cm)



M19-GC-P57

Figura 34. Vetas Polimetálicas mapeadas en la sección 3 de la Galería Combo.

Tabla 18. Datos estructurales sección 3, Galería Combo

N°	Código Muestra	Estructura	R / Bz (°) Dr. Bz	Potencia (cm)
18	M14-GC-P46	Veta Oxidada	N55°W / 79°NE	42
19	M15-GC-P46	Veta Azul	N19°W / 71°NE	40
20	M16-GC-P50	Veta	S35°E / 82°NE	10
21	M17-GC-P50	Veta	S34°E / 90°NE	20
22	M18-GC-P57	Veta	S64°W / 90°NW	5

Alteraciones Hidrotermales de la Galería Combo

Para el primer tramo comprendido desde la Boca Mina al punto P21 correspondiente a granodiorita presenta una alteración propilitica caracterizada por la presencia de clorita, alteración selectiva donde la hornblenda y biotita estan afectadas por una alteración propilitica selectiva. En el tramo del punto P21 al P29 se identificó una alteración Argilica Alunita donde la riolita de feldespatos alcalino se encuentra dominada por: Illita, alunita (tabular). Mientras que el tramo del punto P29 al P50 muestra una alteración argilica caolinita, para este caso encontramos a la riolita con un grado medio de caolinización de los feldespatos alcalinos especificamente la sanidina. Finalmente el tramo del punto P50 al P57 tiene una alteración filica pervasiva dominada por: cuarzo, sericita, piritita, clorita, estas alteraciones se representan en el mapa de la figura 36.

GEOLOGÍA - ESTRUCTURAL SECCIÓN 3 - GALERÍA COMBO

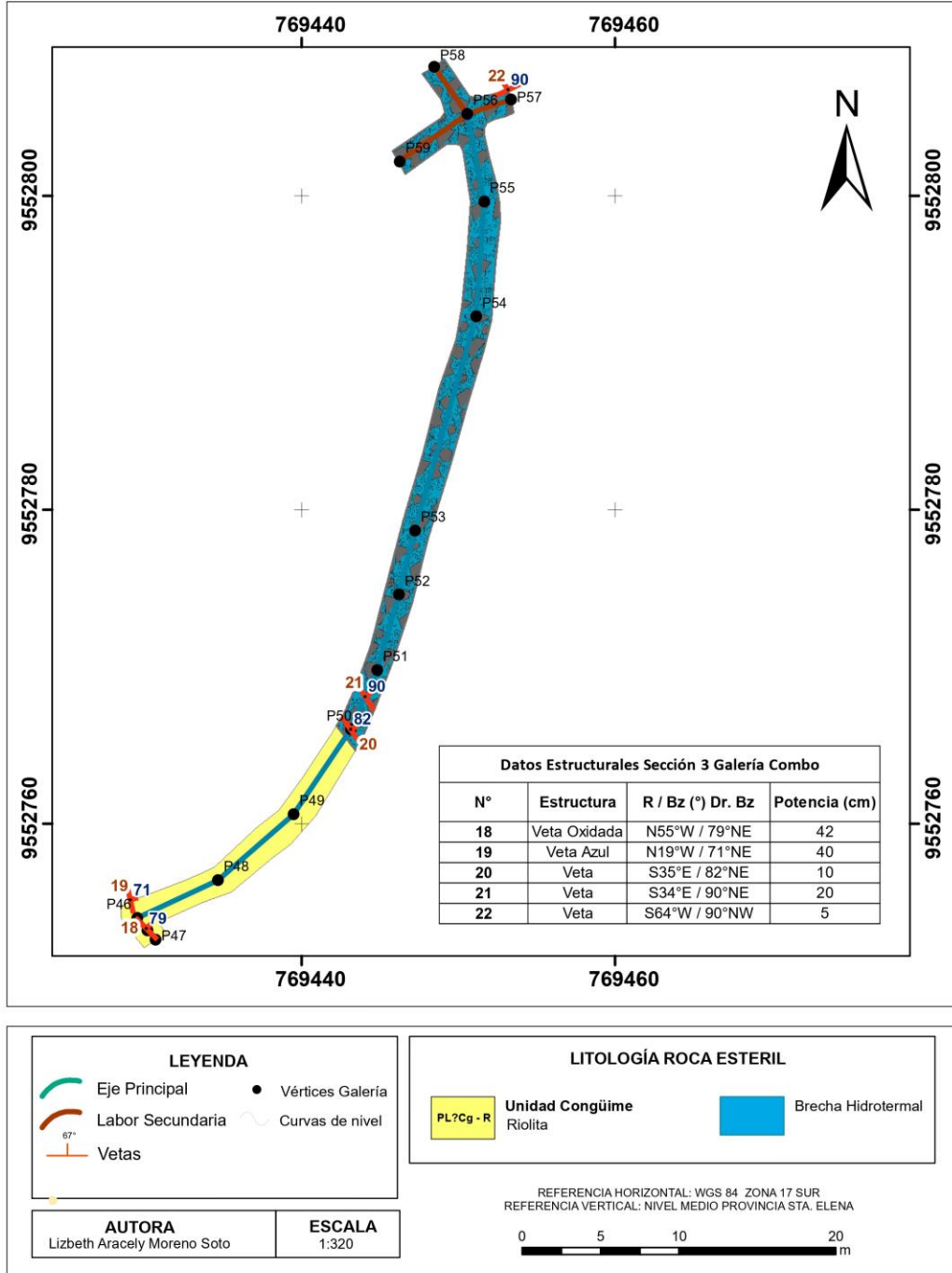


Figura 35. Mapa geológico estructural de la sección 3, Galería Combo.

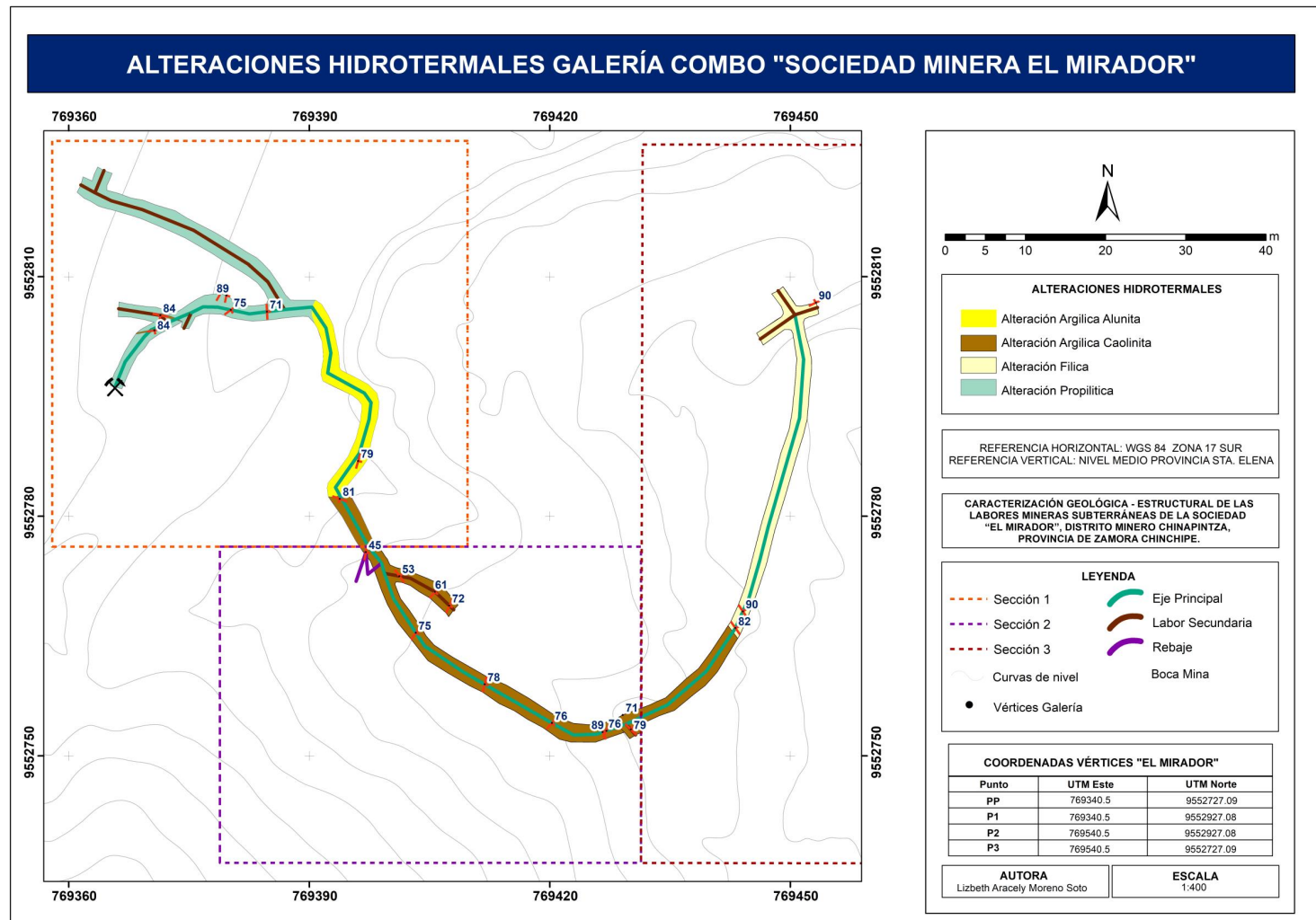


Figura 36. Mapa de Alteraciones de la Galería Combo.

6.4.2. Galería Julia

Sección 1 Galería Julia

Geología: Mediante la descripción petrográfica de muestras de mano se pudo determinar que la litología predominante continua con la riolita, en esta sección la roca tiene una fuerte alteración argílica los feldespatos están fuertemente caolinizados esto se explica dado a que la zona está próxima a superficie expuesta de manera directa a las condiciones climáticas, a la percolación de agua en la galería (Ver figura 37).

Tabla 19. Muestras de mano de riolita tipo de la litología predominante sección 1, Galería Julia.

Muestras de Mano de Riolita de la Galería Julia



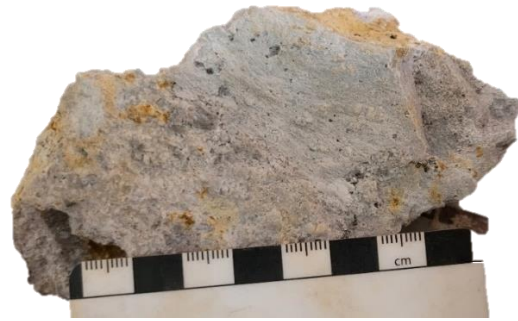
P10: WGS 84 (X: 769420, Y: 9552767, Z: 1766)



P14: WGS 84 (X: 769430.9, Y: 9552755, Z:1766.06)



P2: WGS 84 (X: 769426, Y: 9552806, Z:1765)

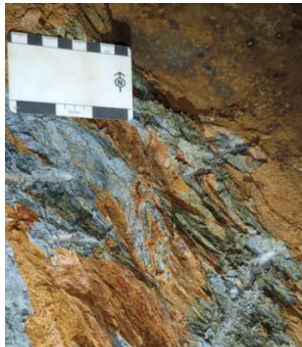


P19: WGS 84 (X: 769469, Y: 9552782, Z: 1766.56)

- A. *Riolita:* en la galería Julia la roca encajante de mineralización se observa la litología tipo como una riolita caolinizada alteración argílica moderada pervasiva dominada por: Illita, alunita (tabular), cuarzo, con matriz vítrea con fragmentos principalmente cristales de cuarzo.

Estructural: en esta sección 1 la galería Julia la tendencia estructural de las vetas mineralizadas son de rumbo NE – SW, oscilan en inclinación en un rango de 68° - 82°, se registró vetas polimetálicas en su mayoría de tonalidad azul, y una vetilla oxidada en tonalidad rojiza, con potencias de 2 cm a 30 cm.

Principales Estructuras Sección 1 Galería Julia



M05 - GJ - BM



M04 - GJ - P1



P2



M02 - GJ - P29



M01 - GJ - P29



GJ - P9



P9



P13

Figura 37. Estructuras identificadas en la sección 1, Galería Julia

Tabla 20. Datos estructurales de las vetas mineralizadas sección 1, Galería Julia.

N°	Código Muestra	Estructura	R / Bz (°) Dr. Bz	Potencia (cm)
Sección 1				
1	M06 - GJ - P1	Bloque Mineralizado	-	-
2	M04 - GJ - P1	Falla	N60°E / 39°SE	30
3	P2	Veta Hilo	N40°E / 71°SE	3
4	M03 - GJ - P28	Diaclasa	N77°E / 35°NW	11
5	M02 - GJ - P29	Veta	S35°E / 72°SW	10
6	M01 - GJ - P29	Veta	S9°W / 68°NW	3
7	GJ - P9	Vetilla Oxidada	S43°E / 82°NE	2
8	M - GJ - P9	Falla Mineralizada	S22°W / 79°NW	10
9	GJ - P13	Veta Azul Buzón	S62°E / 63°NE	8

Las vetas mapeadas en esta sección se representan en el mapa de la Figura 38, una de las particularidades de esta sección es que se encontró parte de la roca encajante como es la riolita con presencia de pirita, en la mayoría de vetas se visualizaron tipo hilos con potencias desde 2cm a 30cm, sin embargo se levantó toda la información considerando que las vetas en Chinapintza son tipo Rosario, es decir que en zonas se pueden observar muy angostas y en su continuidad ensancharse con valores y cantidades importantes para explotación.

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL SECCIÓN 1 - GALERÍA JULIA

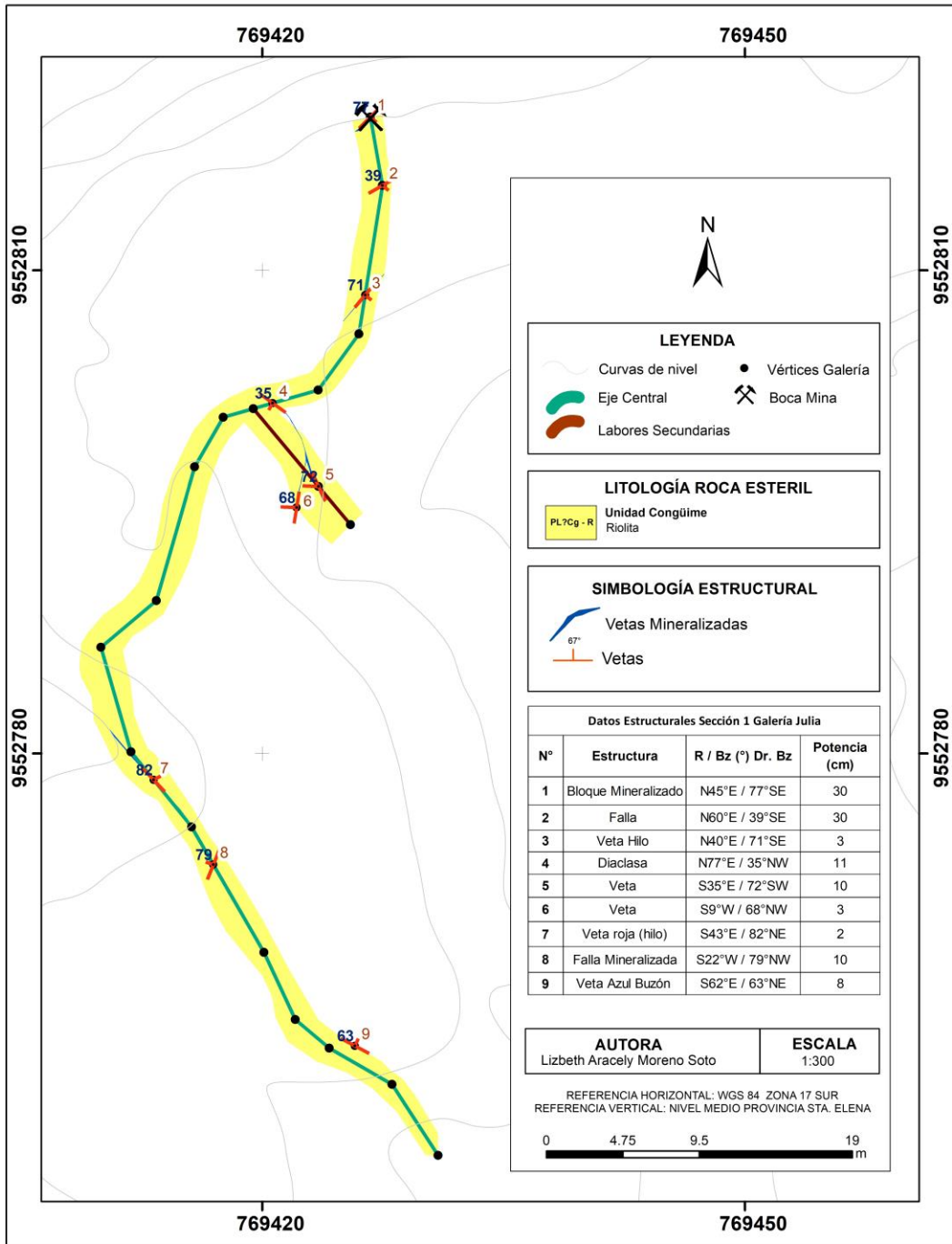


Figura 38. Mapa Geológico Estructural de la sección 1, Galería Julia.

Sección 2 Galería Julia

Geología: en la sección 2 de la galería Julia, continua la litología tipo riolita, esto se determinó mediante la descripción petrográfica de muestras de mano, la roca estéril presenta una fuerte alteración argílica los feldespatos están parcialmente caolinizados esto se explica ya que al profundizarse en la galería la roca se conserva en su estructura natural, en esta zona se puede encontrar riolita fresca ya que la galería se dirige al sistema montañoso de Chinapintza.

Principales Estructuras Sección 2 Galería Julia

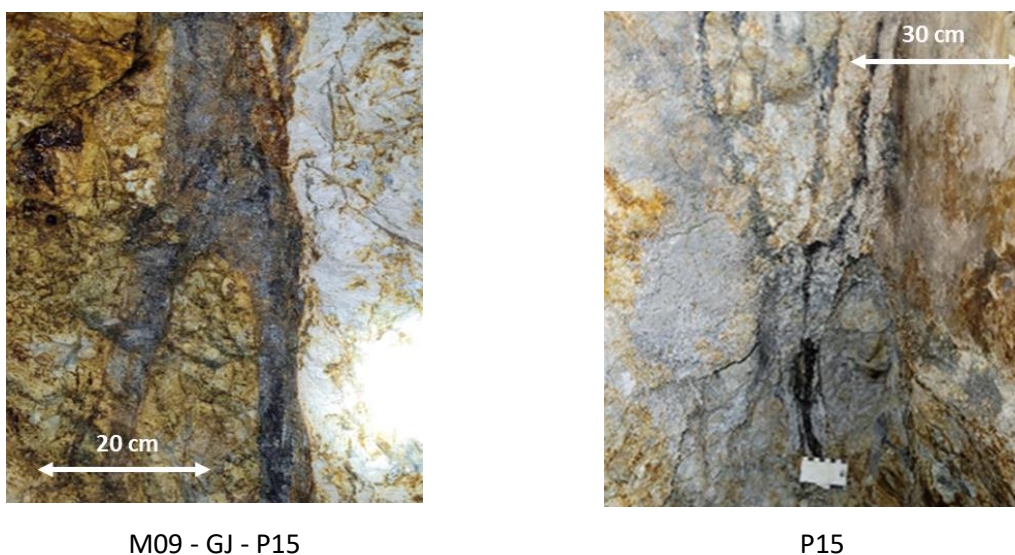


Figura 39. Principales vetas polimetálicas de la sección 2 de la Galería Julia.

Estructural: en esta sección se han identificado dos estructuras que se relacionan entre sí la veta 10 y 13 actualmente se están explotando, con rumbo NW – SE, (Ver Figura 40).

Tabla 21. Datos estructurales de las vetas mineralizadas sección 1, Galería Julia.

N°	Código Muestra	Estructura	R / Bz (°) Dr. Bz	Potencia (cm)
Sección 2				
10	M09 - GJ - P15	Veta Principal	N46°W / 81°SW	15
11	P15	Veta Azul	S30°W / 70°NW	20
12	Portovelo	Veta Principal	N49°E / 72°SE	35
13	M10 - GJ - P25	Veta Hilo	N15°W / 70°SW	5

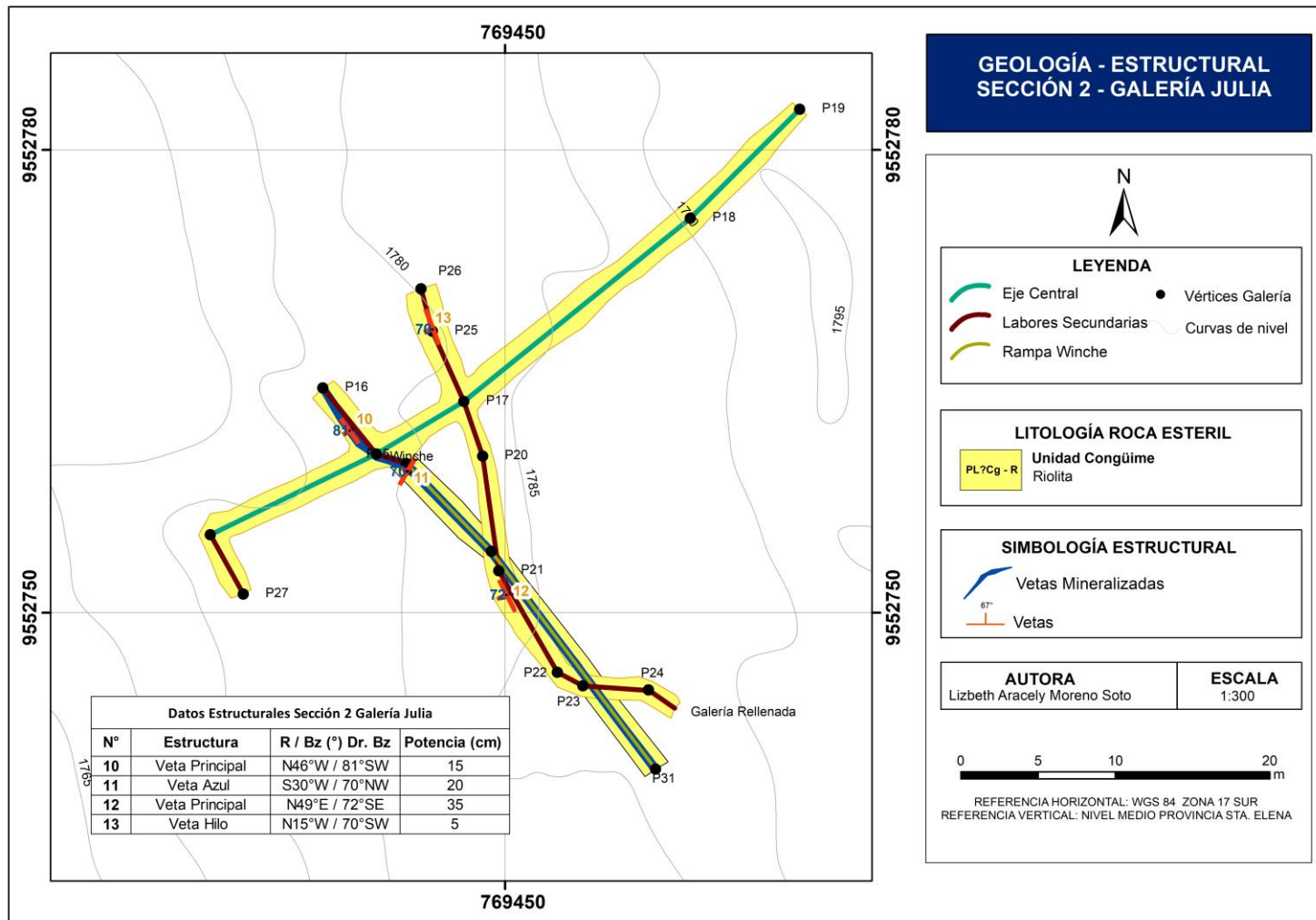


Figura 40. Mapa geológico estructural de la sección 2, Galería Julia

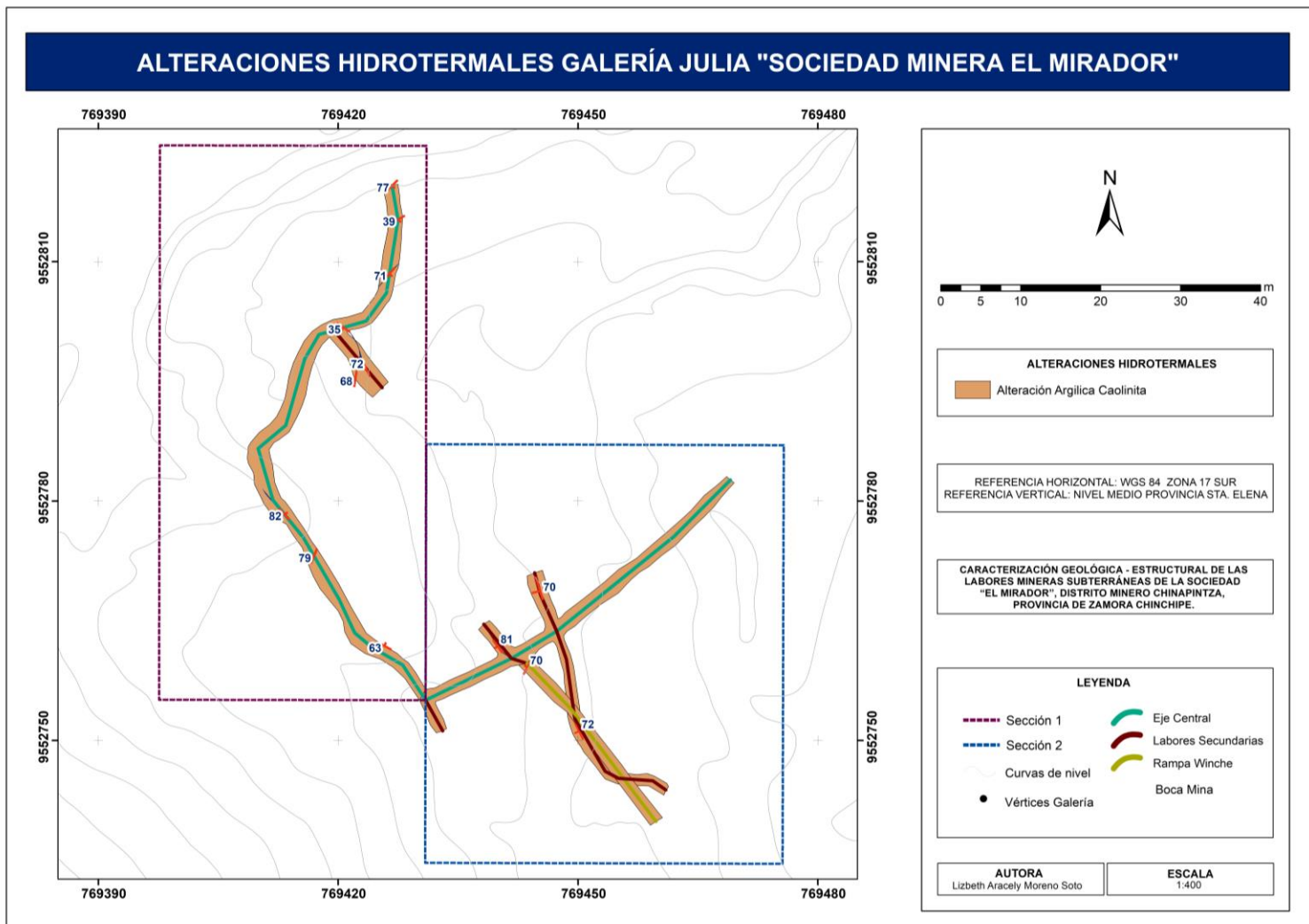


Figura 41. Mapa de alteraciones hidrotermales, Galería Julia.

6.5. Geoquímica y Mineralogía de las Vetas de Interés Económico

“Determinar la asociación de geoquímica y mineralógica de las vetas de interés económico y su correlación con las estructuras, geología, mineralizaciones e información secundaria fidedigna”

Concentración de oro (Au) Galería Julia

La asociación geoquímica de oro (Au) de las vetas polimetálicas en la galería Julia, analizadas a través de ensayos al fuego, arrojaron concentraciones de oro de siete vetas analizadas en un rango de 0.29 gr/t a 4.06 gr/t lo que demuestra que el sistema de vetas en superficie no está tan enriquecida como en las cotas más bajas.

Tabla 22. Ley de Au (gr/t) de las vetas de interés económico en la Galería Julia.

N°	Código de Muestra	Prueba	Ley Au (g/t)	Ley Au (g/t) Promedio
1	M06-GJ-P1	A	0.30	0.29
		B	0.28	
2	M03-GJ-P28	A	1.52	1.05
		B	0.57	
3	M02-GJ-P29	A	4.85	4.06
		B	3.27	
4	M01-GJ-P29	A	3.31	3.04
		B	2.76	
5	M09-GJ-PW	A	4.54	3.81
		B	3.08	
6	GJ-P31	A	4.15	4
		B	3.85	
7	M10-GJ-P25	A	0.81	0.79
		B	0.76	

Fuente: Laboratorios de Geología de la Universidad Técnica Particular de Loja

En función a la clasificación de rentabilidad al momento de explotar vetas polimetálicas angostas se considera que de 0 gr/t a 3gr/t son vetas de baja rentabilidad, concentraciones >3.5 gr/t a 20 gr/t representan buena rentabilidad en términos de volumen de material extraído. Los resultados muestran que las vetas de numeración 3 y 5 de la Tabla 22 son las de mayor concentración de Au, entrando en el rango de buena rentabilidad, sin embargo, se debe establecer un mecanismo de extracción con costes mínimos para que este rango sea rentable. Para mejor visualización de la distribución aurífera se plasmó los valores en el mapa de la Figura 42.

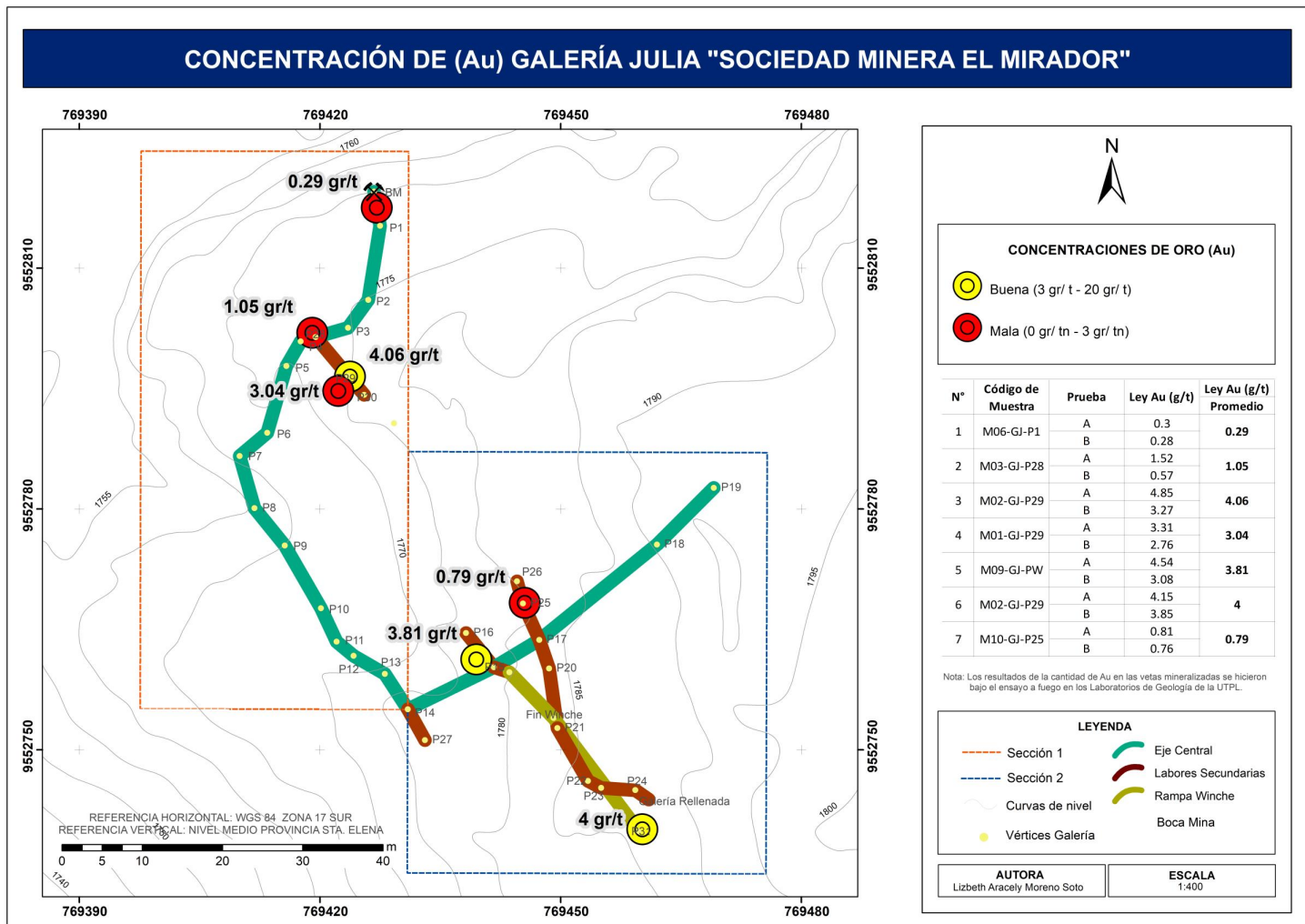


Figura 42. Mapa de Concentración de Au de la Galería Julia.

Concentración de oro (Au) Galería Combo

La asociación geoquímica de oro (Au) de las vetas polimetálicas y vetas oxidadas en la galería Combo, analizadas a través de ensayos al fuego, la concentración de oro de catorce vetas analizadas arrojó valores dentro de un rango de 0.0 gr/t a 44.78 gr/t lo que demuestra que el sistema de vetas se enriquece a medida que alcanza mayor profundidad.

Tabla 23. Ley de Au (gr/t) de las vetas de interés económico en la Galería Combo.

N°	Muestra	Prueba	Ley Au (g/t)	Ley Au (g/t) Promedio
1.	M01-GC-P3	A	7.56	7.72
		B	7.89	
2.	M02-GC-P5	A	41.89	44.78
		B	47.67	
3.	M03-GC-P10	A	0.60	0.60
		B	0.60	
4.	M04-GC-P11	A	2.74	2.37
		A	2.74	
5.	M07-GC-P29	A	1.64	1.76
		B	1.88	
6.	M08-GC-P33	A	1.10	1.10
		B	1.10	
7.	M09-GC-P36	A	0.41	0.42
		B	0.43	
8.	M10-GC-P37	A	N/D	0.0
		B	N/D	
9.	M13-GC-P45	A	0.97	0.97
		B	0.97	
10.	M14-GC-P46	A	9.59	9.95
		B	10.30	
11.	M15-GC-P46	A	2.60	2.76
		B	2.93	

N°	Muestra	Prueba	Ley Au (g/t)	Ley Au (g/t) Promedio
12.	M16-GC-P50	A	1.99	2.31
		B	2.63	
13.	M17-GC-P50	A	2.73	2.78
		B	2.83	
14.	M18-GC-P57	A	10.89	10.89
		B	10.89	

Fuente: Laboratorios de Geología de la Universidad Técnica Particular de Loja

Las vetas económicamente rentables son la *veta 1* polimetálica con una concentración de Au de 7.72 gr/t, la *veta 2* polimetálica con un valor de Au de 44.78 gr/t, la *veta 10* de tonalidad rojiza con un valor de Au de 9.95 gr/t y la *veta 14* polimetálica de concentración de 10.89 gr/t de Au (Ver Tabla 23), estas estructuras mineralizadas están representadas en el mapa de distribución aurífera (Ver Figura 43).

En la siguiente tabla se sistematiza las vetas de mayor concentración aurífera, con su respectiva información estructural, la localización en el mapa nos podemos basar en la ley o en la ubicación de acuerdo al código de la muestra donde la letra P representa el punto de ubicación en la galería, por ejemplo, la veta con codificación M14-GC-P46, la M14 representa el número de muestra, GC es la sigla de Galería Combo y P46 es la ubicación del tramo interno mina.

Tabla 24. Vetas con mayor concentración aurífera de la galería Combo

N°	Muestra	Ley Au (gr/t) Promedio	Estructura	Datos Estructurales	Potencia (cm)
1	M01-GC-P3	7.72	Veta Polimetálica	N80°E / 84° SE	20
2	M02-GC-P5	44.78	Veta Polimetálica	S79°E / 84° SW	25
10	M14-GC-P46	9.95	Veta Oxidada	N55°W / 79°NE	42
14	M18-GC-P57	10.89	Veta Polimetálica	S64°W / 90°NW	5

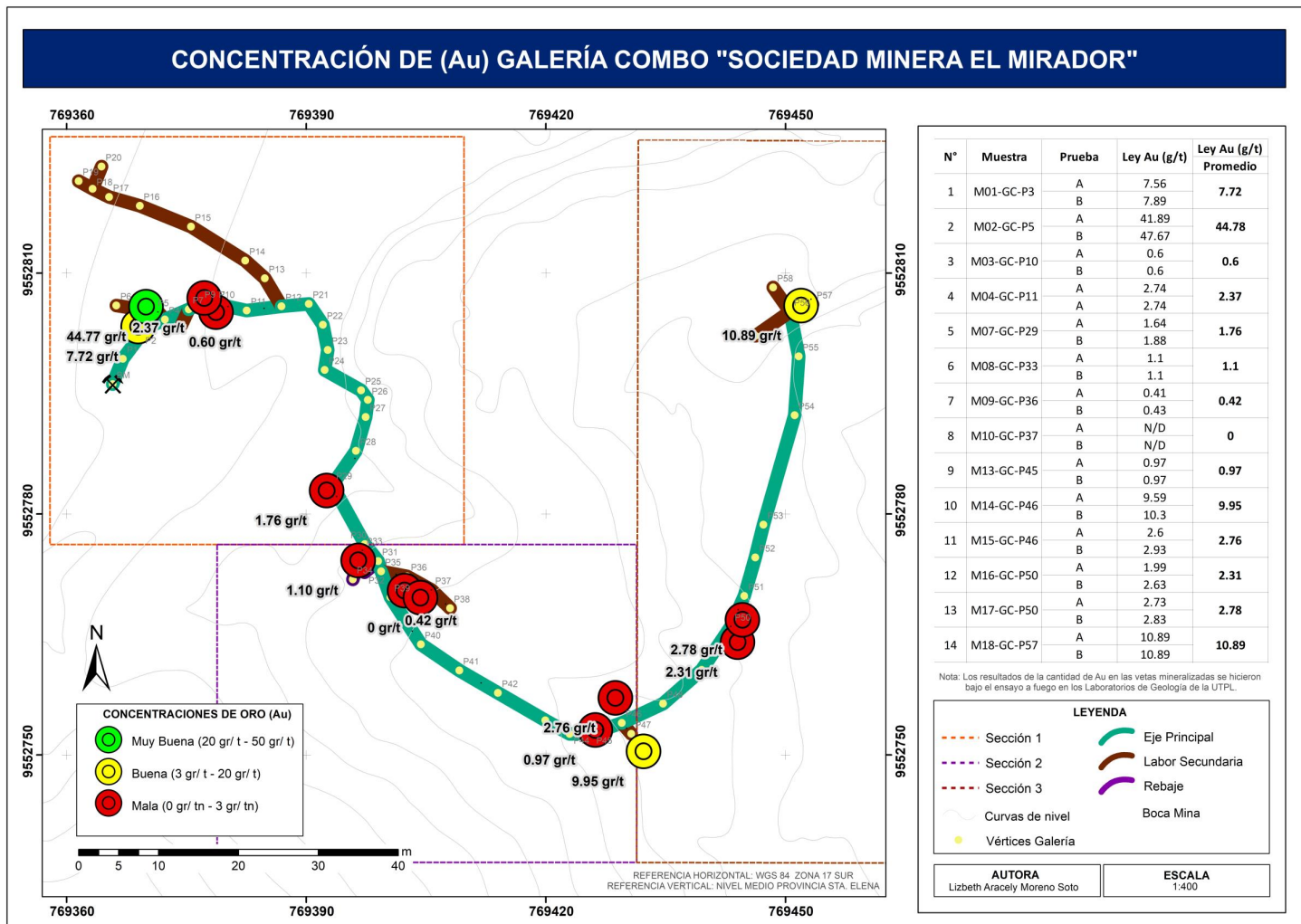


Figura 43. Mapa de Concentración de Au por ensayos al fuego, Galería Combo

6.5.1. Caracterización geoquímica de mena metálica en vetas de la Galería Julia

El ensayo metalúrgico de digestión ácida y espectroscopía de absorción atómica empleada en la muestra de la veta principal con código M09-GJ-PW correspondiente a la galería Julia, muestra que la mena está compuesta por 4 gr/tn de oro (Au), 89.73 gr/tn de plata (Ag), 0.20 %/tn de cobre (Cu), 0.42 %/tn de plomo (Pb), 8.85 %/tn de zinc (Zn), 0.07 %/tn de Arsénico.

Tabla 25. Caracterización geoquímica de la veta en actual producción, M09-GJ-PW galería Julia.

Analito	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As
Unidad	gr/t	gr/t	%	%	%	%
Método	mjb FA	mjb FA	mjb EAA	mjb EAA	mjb EAA	mjb EAA
M09-GJ-PW	4,00	89,73	0,20	0,42	8,85	0,07

6.5.2. Descripción de minerales opacos de la veta polimetálica de la Galería Julia


Veta Polimetálica M09-GJ-PW

La descripción Macroscópica de la sección pulida de la veta polimetálica M09-GJ-PW de la Galería Julia, permitió ver la distribución mineralógica, macroscópicamente en la muestra se distinguen cristales de pirita, que exhiben un color amarillo latón característico, adyacentes a este se observa un mineral de tono gris oscuro casi negro, cuya raya es de color marrón rojiza correspondiente a esfalerita, microscópicamente se identificaron minerales en la mena como la Pirita, Calcopirita, Esfalerita, Galena, Arsenopirita y Oro, minerales de menor tamaño se analizarán bajo el microscopio descritos a detalle en las tablas 27 al 32.

Tabla 26. Descripción Macroscópica de la sección pulida M09-GJ-PW de la Galería Julia.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA VETA POLIMETÁLICA M09-GJ-PW	
GALERÍA JULIA	
Muestra:	M09-GJ-PW
Color	Gris oscuro, amarillo latón
Textura	N/A
Estructura	Masiva
Magnetismo	No presenta
Minerales	Pirita, Calcopirita, Esfalerita, Galena, Arsenopirita, Oro

Chip de sección pulida



Esfalerita (Sp): En muestra de mano se analizaron las características ópticas de este mineral, este presenta un color gris oscuro, casi negro, y presentan una raya marrón rojiza, posee baja dureza. Es importante mencionar que con base a los análisis realizados a las

muestras se determinaron altas concentraciones de Zinc (Zn) lo cual corrobora la presencia de la esfalerita (ZnS). Además, se reportan altas concentraciones de plata (Ag), lo cual puede estar relacionada con la presencia de algún sulfuro de plata como lo es la Tetraedrita, aunque principalmente es un mineral de cobre, la tetraedrita a menudo contiene cantidades significativas de plata en su estructura; además de Freibergita, una variedad de la tetraedrita rica en plata, este presenta las mismas características ópticas de la esfalerita bajo el microscopio. Aunque no se descarta la presencia de otros sulfuros de plata como estefanita que es un mineral de plata antimonio que puede tener tonos metálicos y a menudo se presenta en cristales primarios de color oscuro y con raya negra rojiza a marrón (Ver Tabla 27).

Calcopirita (Ccp): Se puede apreciar reemplazando a los cristales de esfalerita, es comúnmente encontrada formando una textura llamada “enfermedad de la calcopirita” o “chalcopyrite disease”, en donde se aprecian cristales pequeños de calcopirita diseminada, comúnmente esta textura se asocia a la esfalerita. En la exsolución entre la calcopirita y la esfalerita, el cobre y zinc pueden separarse dentro de los cristales, formando pequeñas inclusiones de calcopirita dentro de los cristales de esfalerita, es muy probable que el Au se encuentre en la estructura de la calcopirita ya que se puede observar una tonalidad típica del Au como incrustación en uno de los cristales de calcopirita (Ver Tabla 28).

Pirita (Py): este cristal aparece en fases tardías, sin embargo, no se descarta que pueda presentarse junto con la calcopirita. Generalmente aparece rellenando espacios, lo cual ha permitido que desarrolle su hábito cristalino, por lo que se encuentran cristales perfectamente cúbicos. Por otro lado, los cristales anhedrales aparecen reemplazando a la esfalerita. Lo cual podría pertenecer a la fase de calcopirita, encontramos la distribución de una vetilla de pirita cortando la esfalerita ver microfotografía de la Tabla 27 (Ver Tabla 29).

Oro y Galena (Gal): No existe evidencias suficientes que puedan sugerir si la formación de oro está presente en la fase de calcopirita o de pirita, sin embargo, se destaca que este se presenta junto a todos los cristales ya mencionados (Ver Tabla 30). La galena aparece en muy bajas cantidades y en sitios puntuales que brindan información acerca de su génesis (Ver Tabla 31).

Arsenopirita (Apy): presentan asociados junto con la pirita pequeños cristales se logran identificar en la muestra, se distingue por su macla lamelar, presenta formas euhedrales, cúbicos y triangulares (Ver Tabla 32).

Tabla 27. Descripción Microscópica de la sección pulida de la Esfalerita en la muestra M09-GJ-PW.

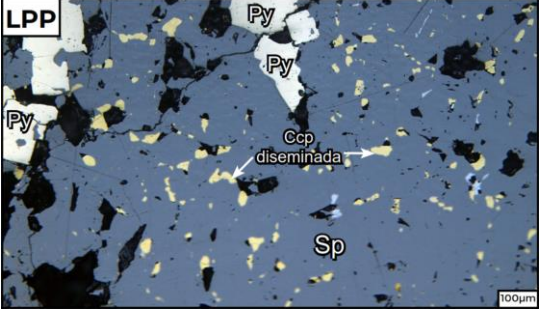
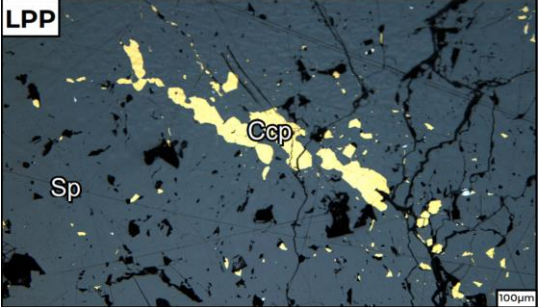
Descripción microscópica de la sección pulida veta polimetálica Galería Julia Mineral: Esfalerita (Sp)	
<p>LUZ POLARIZADA PLANA</p> <p>Forma: Anhedrales Reflectancia: Baja Color: Gris Oscuro Bireflectancia: No presenta Pleocroísmo: No presenta</p> <p>LUZ POLARIZADA ANALIZADA</p> <p>Anisotropía: Isotrópico Reflexiones internas: No presenta Maclas: No presenta Dureza: Suave</p> <p>Observación: Se asocia comúnmente con la calcopirita debido a que existe un reemplazo, formando de esta manera los cristales de calcopirita y a su vez algunas texturas como "chalcopyrite disease".</p> <p>Clivaje: No presenta</p>	 

Tabla 28. Descripción Microscópica de la sección pulida de la Calcopirita en la muestra M09-GJ-PW

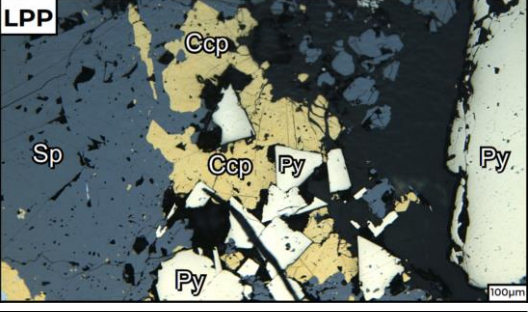
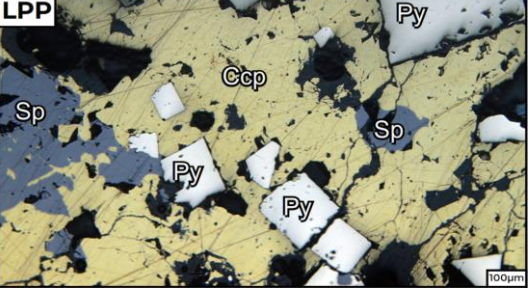
Descripción microscópica de la sección pulida veta polimetálica Galería Julia Mineral: Calcopirita (Ccp)	
<p>LUZ POLARIZADA PLANA</p> <p>Forma: Anhedrales Reflectancia: Alta Color: Amarillo Bireflectancia: No presenta Pleocroísmo: No presenta</p> <p>LUZ POLARIZADA ANALIZADA</p> <p>Anisotropía: Débil Reflexiones internas: No presenta Maclas: No presenta Dureza: Suave</p> <p>Observación: Se presentan asociados principalmente a la esfalerita al ser producto de reemplazo. Aparece formando una textura conocida como "chalcopyrite disease".</p> <p>Clivaje: No presenta</p>	 

Tabla 29. Descripción Microscópica de la sección pulida de Pirita en la muestra M09-GJ-PW

**Descripción microscópica de la sección pulida veta polimetálica Galería Julia
Mineral: Pirita (Py)**

LUZ POLARIZADA PLANA

Forma: Euhedrales, cúbicos y prismas alargados

Reflectancia: Muy alta

Color: Blanco amarillento

Bireflectancia: No presenta

Pleocroísmo: No presenta

LUZ POLARIZADA ANALIZADA

Anisotropía: Isotrópico

Reflexiones internas: No presenta

Maclas: No presenta

Dureza: Fuerte

Observación: Aparecen asociados a la esfalerita y calcopirita. Se caracterizan por aparecer llenado espacios, lo cual permite que algunos de estos cristalicen con un hábito cúbico.

Clivaje: No presenta

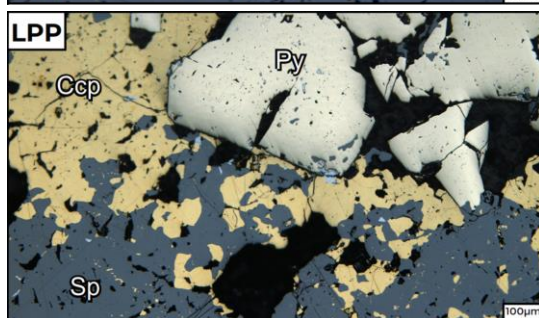
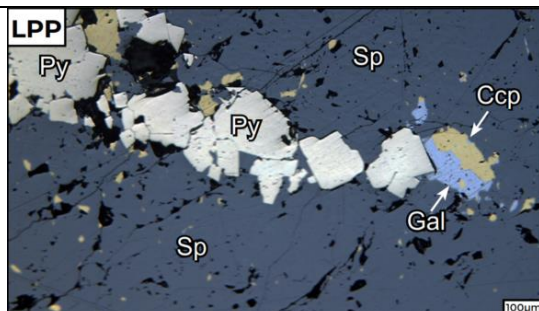


Tabla 30. Descripción Microscópica de la sección pulida de Oro en la muestra M09-GJ-PW

**Descripción microscópica de la sección pulida veta polimetálica Galería Julia
Mineral: Oro**

LUZ POLARIZADA PLANA

Forma: Euhedrales

Reflectancia: Muy Alta

Color: Amarillo intenso

Bireflectancia: No presenta

Pleocroísmo: No presenta

LUZ POLARIZADA ANALIZADA

Anisotropía: Isotrópico

Reflexiones internas: No presenta

Maclas: No presenta

Dureza: Suave

Observación: Aparece encapsulado en los sulfuros, puede estar dentro de los cristales de calcopirita. En ciertas zonas se puede apreciar un ligero toque más amarillento y con reflectancia más alta.

Clivaje: No presenta

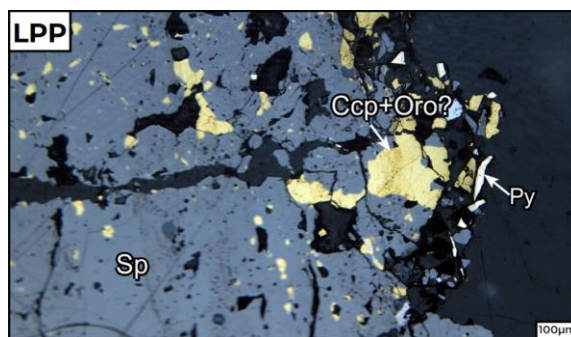


Tabla 31. Descripción Microscópica de la sección pulida de Galena en la muestra M09-GJ-PW

**Descripción microscópica de la sección pulida veta polimetálica Galería Julia
Mineral: Galena (Gal)**

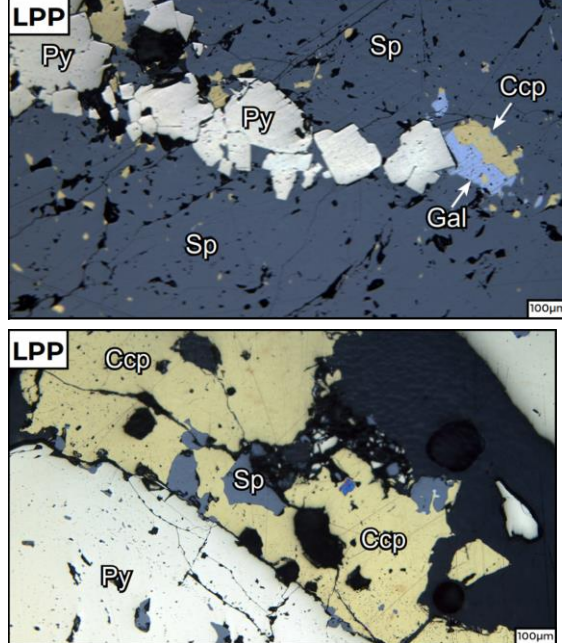
<p align="center">LUZ POLARIZADA PLANA</p> <p>Forma: Euhedrales</p> <p>Reflectancia: Alta</p> <p>Color: Gris</p> <p>Bireflectancia: No presenta</p> <p>Pleocroísmo: No presenta</p> <p>LUZ POLARIZADA ANALIZADA</p> <p>Anisotropía: Isotrópico</p> <p>Reflexiones internas: No presenta</p> <p>Maclas: No presenta</p> <p>Dureza: Suave</p> <p>Observación: Se presentan cristales muy pequeños aislados, uno aparece junto al oro. Clivaje: No se observó la exfoliación característica de hoyos en forma triangular cortos y alargados.</p>	
--	---

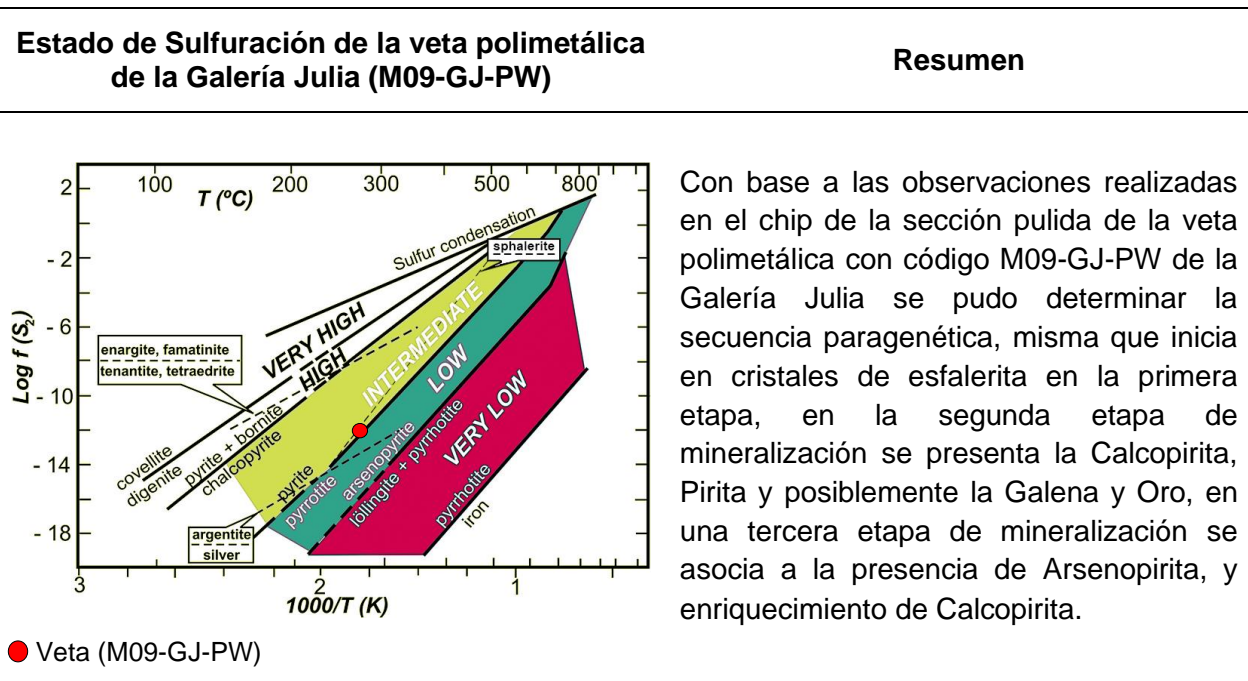
Tabla 32. Descripción Microscópica de la sección pulida de la Arsenopirita en la muestra M09-GJ-PW

**Descripción microscópica de la sección pulida veta polimetálica Galería Julia
Mineral: Arsenopirita**

<p align="center">LUZ POLARIZADA PLANA</p> <p>Forma: Euhedrales, cúbicos y triangulares.</p> <p>Reflectancia: Alta</p> <p>Color: Blanco</p> <p>Bireflectancia: No presenta</p> <p>Pleocroísmo: No presenta</p> <p>LUZ POLARIZADA ANALIZADA</p> <p>Anisotropía: Isotrópico</p> <p>Reflexiones internas: No presenta</p> <p>Maclas: Lamelar</p> <p>Dureza: Fuerte</p> <p>Observación: presentan asociados junto con la pirita, se distingue por su macla lamelar.</p> <p>Clivaje: No presenta</p>	
--	--

Analizados los minerales opacos presentes en la veta polimetálica de la Galería Julia de código (M09-GJ-PW) podemos identificar la paragénesis de los minerales en la muestra, la misma que cristaliza en secuencia; esfalerita → calcopirita, pirita – galena?, oro? → arsenopirita – calcopirita. El diagrama de sulfuración de la veta polimetálica (M09-GJ-PW) el cual muestra la elevación entre temperatura y fugacidad de azufre para los estados de sulfuración relativos de los fluidos hidrotermales, permite definir según los campos de estabilidad de minerales clave, en este caso minerales como la pirita, esfalerita y calcopirita se establece entre baja a intermedia sulfuración.

Tabla 33. Estado de Sulfuración de la veta polimetálica de la Galería Julia (M09-GJ-PW)

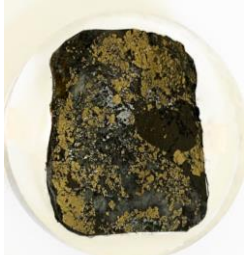


6.5.3. Descripción de minerales opacos de la veta polimetálica de la Galería Combo

Veta Polimetálica M02-GC-P5

La descripción Macroscópica de la sección pulida de la veta polimetálica M02-GC-P5 de la Galería Combo, permitió ver la distribución mineralógica. Macroscópicamente la muestra presenta cristales de pirita y esfalerita, probablemente se encuentra mezclada con freibergita, se logran apreciar cristales de cuarzo y pequeñas cantidades de arcilla blanquecina, se destaca la presencia de pequeñas cantidades de óxido. Microscópicamente se identificaron minerales en la mena como Pirita, Calcopirita, Esfalerita, Galena, minerales de menor tamaño se analizaron bajo el microscopio descritos a detalle en las tablas 35 al 38. En función a la paragénesis y presencia de minerales clave se define el estado de sulfuración al que está sujeta la veta en análisis correspondiente a baja a intermedia sulfuración (Ver Tabla 39)

Tabla 34. Descripción macroscópica de la sección pulida M02-GC-P5, de la Galería Combo.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA VETA POLIMETÁLICA M02-GC-P5		
GALERÍA COMBO		
Muestra:	M02-GC-P5	Chip de sección pulida
Color	Gris oscuro, amarillo latón	
Textura	N/A	
Estructura	Masiva	
Magnetismo	No presenta	
Minerales	Pirita, Calcopirita, Esfalerita, Galena.	

Observación: La muestra presenta cristales de pirita y esfalerita, probablemente se encuentra mezclada con freibergita. Se logran apreciar cristales de cuarzo y pequeñas cantidades de arcilla blanquecina. Se destaca la presencia de pequeñas cantidades de óxido.

Esfalerita (Sp): En esta muestra se aprecian reflejos internos acaramelados en algunas secciones, donde pueden distinguirse claramente en luz polarizada analizada LPA una característica típica de la esfalerita, se presenta en forma anhedrales, de color gris oscuro. Se aprecia la paragénesis de exterior al interior esfalerita → calcopirita → pirita. (Ver Tabla 35).

Calcopirita (Ccp): Se presentan asociados principalmente con esfalerita. Forman texturas “chalcopirite disease” junto con los sulfuros. Se aprecian pulsos de cristalización y reemplazamiento, de forma anhedrales, de color amarillo. (Ver Tabla 36)

Pirita (Py): en la veta polimetálica de la Galería Combo la pirita se presenta asociada junto con la calcopirita. Aparentemente aparece en una segunda etapa rellenando espacios, por lo cual han cristalizado con hábitos prismáticos, cúbicos y pseudocúbicos, con un color blanco amarillento (Ver Tabla 37).

Galena (Gal): Se presentan asociados junto con la pirita y calcopirita. Es complejo determinar en qué fase ocurrió la mineralización. El clivaje se presenta como exfoliación característica de la galena, huecos en forma triangular cortos y alargados, en formas euhedrales, de color gris (Ver Tabla 38)

Tabla 35. Descripción Microscópica de la sección pulida de Esfalerita en la muestra M02-GC-P5

**Descripción Microscópica de la veta polimetálica de la Galería Combo
Mineral: Esfalerita**

LUZ POLARIZADA PLANA

Forma: Anhedrales

Reflectancia: Baja

Color: Gris Oscuro

Bireflectancia: No presenta

Pleocroísmo: No presenta

LUZ POLARIZADA ANALIZADA

Anisotropía: Isotrópico

Reflexiones internas: Marrón, acarameladas

Maclas: No presenta

Dureza: Suave

Observación: En esta muestra se aprecian reflejos internos acaramelados en algunas secciones, donde pueden distinguirse claramente en luz polarizada analizada

Clivaje: No presenta

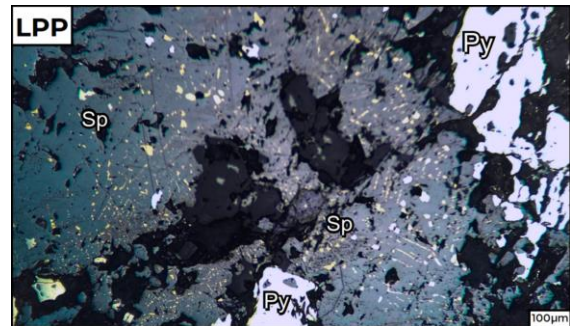


Tabla 36. Descripción Microscópica de la sección pulida de Calcopirita en la muestra M02-GC-P5

Descripción Microscópica de la veta polimetálica de la Galería Combo	
Mineral: Calcopirita	
<p style="text-align: center;">LUZ POLARIZADA PLANA</p> <p>Forma: Anhedrales Reflectancia: Alta Color: Amarillo Bireflectancia: No presenta Pleocroísmo: No presenta</p> <p style="text-align: center;">LUZ POLARIZADA ANALIZADA</p> <p>Anisotropía: Débil Reflexiones internas: No presenta Maclas: No presenta Dureza: Suave</p> <p>Observación: Se presentan asociados principalmente con esfalerita. Forman texturas “chalcopirite disease” junto con los sulfuros. Se aprecian pulsos de cristalización y reemplazamiento. Clivaje: No presenta</p>	

Tabla 37. Descripción Microscópica de la sección pulida de Pirita en la muestra M02-GC-P5

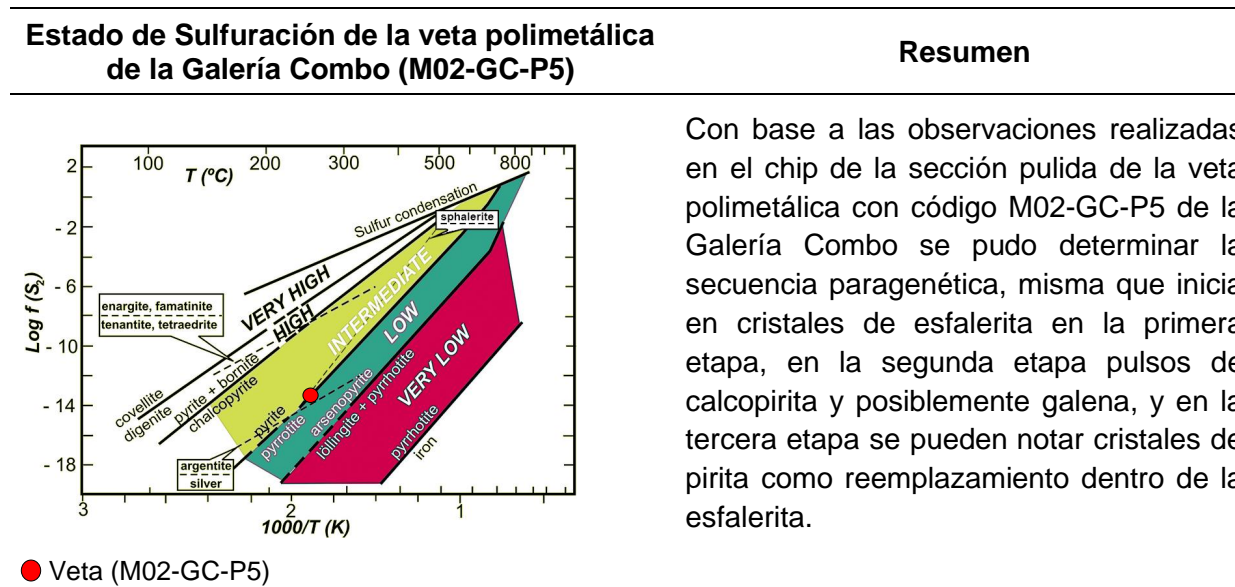
Descripción Microscópica de la veta polimetálica de la Galería Combo	
Mineral: Pirita	
<p style="text-align: center;">LUZ POLARIZADA PLANA</p> <p>Forma: Euhedrales, cúbicos y prismas alargados Reflectancia: Muy Alta Color: Blanco Amarillento Bireflectancia: No presenta Pleocroísmo: No presenta</p> <p style="text-align: center;">LUZ POLARIZADA ANALIZADA</p> <p>Anisotropía: Isotrópico Reflexiones internas: No presenta Maclas: No presenta Dureza: Fuerte</p> <p>Observación: Se presentan asociados junto con la calcopirita. Aparentemente aparece en una segunda etapa rellenando espacios, por lo cual han cristalizado con hábitos prismáticos, cúbicos y pseudocúbicos. Clivaje: No presenta</p>	

Tabla 38. Descripción Microscópica de la sección pulida de Galena en la muestra M02-GC-P5

Descripción Microscópica de la veta polimetálica de la Galería Combo	
Mineral: Galena	
<p>LUZ POLARIZADA PLANA</p> <p>Forma: Euhedrales Reflectancia: Alta Color: Gris Bireflectancia: No presenta Pleocroísmo: No presenta</p> <p>LUZ POLARIZADA ANALIZADA</p> <p>Anisotropía: Isotrópico Reflexiones internas: No presenta Maclas: No presenta Dureza: Suave</p> <p>Observación: Se presentan asociados junto con la pirita y calcopirita. Es complejo determinar en qué fase ocurrió la mineralización.</p> <p>Clivaje: Presenta exfoliación característica de la galena, huecos en forma triangular cortos y alargados.</p>	

El análisis de la sección pulida se evidenció presencia de varios minerales: Con base a las observaciones realizadas se pudo determinar que la secuencia paragenética pasa desde cristales de esfalerita → calcopirita, galena? → pirita, estos minerales son clave para determinar el estado de sulfuración de esta muestra de baja a intermedia sulfuración.

Tabla 39. Estado de Sulfuración de la veta polimetálica de la Galería Julia (M02-GC-P5)



6.5.4. Caracterización de la veta oxidada roja, Galería Combo.

Debido a las anomalías de Au reportadas en las vetas de tonalidad rojo, se realizó el ensayo de DRX de la veta con codificación M10-GC-P37 y ensayo a fuego de la misma obteniendo los siguientes datos:

Tabla 40. Análisis DRX de la veta oxidada tono rojo interno mina P37, Galería Combo.

Muestra	Fases Minerales	Semicuantificación (%)
	Cuarzo	42,5
	Sanidina	23,4
	Fengita	24,3
	Goethita	3,7
	Dickita	6,1

Fuente: Laboratorios de Geología de la Universidad Técnica Particular de Loja

Los resultados muestran la ausencia de minerales metálicos de interés económico.

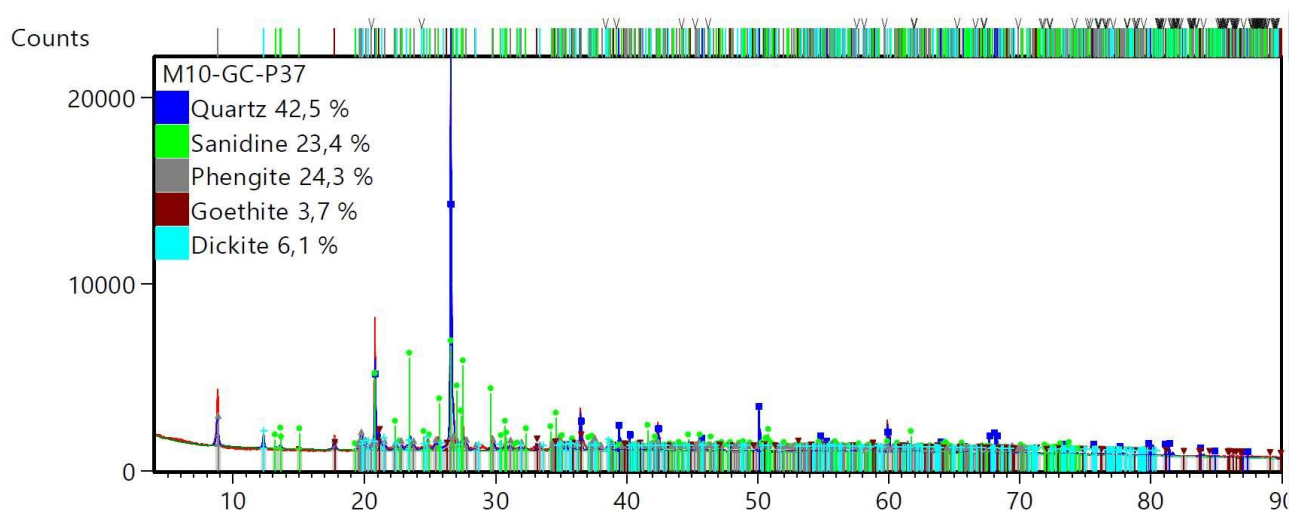


Figura 44. Difractograma de la muestra M10-GC-P37

Fuente: Ensayo realizado en el Laboratorio de Geología de la Universidad Técnica Particular de Loja

En este tipo de vetas encontramos goethita su génesis está asociada, como producto de alteración (mineral secundario), a la zona de oxidación superficial de los yacimientos de sulfuros metálicos con contenido en hierro presenta en forma de masas botrioidales, este tipo

de vetas tiene relevancia económica ya que se han encontrado filones de 1.5cm de Au nativo en el área de estudio, este tipo de vetas al estar expuestas a la periferia tienen contacto directo con agua meteórica que hace que sufran oxidación – lixiviación del contenido inicial con el que fueron rellenadas, se hace evidente en la textura oquerosa, mediante ensayo de difracción de rayos X podemos ver que está conformada por (cuarzo 42,5%), (sanidina 23,4%), (fengita 24,3%), (goethita 3,7%), (dickita 6,1%) (Ver Tabla 41).

La dickita es un mineral secundario por lo general de origen hidrotermal asociado con vetas, forma parte de la caolinita, como se puede apreciar en este tipo de vetas oxidadas, lo que sugiere que tanto la roca encajante ha sido afectada por la lixiviación del contenido inicial con el que estuvieron rellenas este tipo de estructuras.

Tabla 41. Ensayos al fuego las vetas oxidadas tono rojo interno mina P37, Galería Combo.

Muestra	Prueba	Ley Au (g/t)	Ley Au (g/t) Promedio
M14-GC-P46	A	9.59	9.95
	B	10.30	
M10-GC-P37	A	N/D	N/D
	B	N/D	

Fuente: Ensayo realizado en el Laboratorio de Geología de la Universidad Técnica Particular de Loja

6.6. Modelo de Distribución de la Mineralización

La mineralización está controlada a nivel regional por la intersección de las fallas N-S y la zona de falla Conguime, NW-SE, en el área de estudio se ve controlada por una falla de 3.25m de potencia en dirección NE – SW que aparece como falla de contacto entre dos tipos de litología la granodiorita y la riolita.

La paragénesis de la mineralización de vetas polimetálicas tanto de la galería Julia como la galería Combo exhiben en las muestras de secciones pulidas que la primera etapa se cristalizó un fluido rico en esfalerita, sin embargo en función a los análisis de digestión acida y espectroscopia atómica realizados en las vetas se determinaron altas concentraciones de Zinc (Zn) lo cual corrobora la presencia de esfalerita, en esta misma fase no se descarta la presencia de algún sulfuro de plata como lo es la tetraedrita, aunque principalmente es un mineral de cobre, la tetraedrita a menudo contiene cantidades significativas de plata en su estructura; además de Freibergita, una variedad de la tetraedrita rica en plata (Ag) presente en altas concentraciones, este presenta las mismas características ópticas de la esfalerita. La segunda etapa se trata de fluidos ricos en calcopirita ya que se puede apreciar este mineral reemplazando a la esfalerita con una textura conocida como “chalcopyrite disease” y otros casos la calcopirita está bien formada. La tercera etapa se trata de fluidos ricos en pirita en esta etapa se asocia la formación de arsenopirita. El oro y la galena no presentan evidencia suficiente para atribuir a una etapa en específico sin embargo por la distribución en la que aparecen en la muestra se infiere que se dieron desde la segunda etapa en adelante.

Tabla 42. Paragénesis de las vetas mineralizadas Sociedad Minera “El Mirador”

Mineral	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
Esfalerita	_____		
Galena		-----?-----	
Calcopirita		_____	-----
Pirita /		-----	_____
Arsenopirita			_____
Oro		-----?-----	

Para determinar la correlación presente en el área de estudio se asoció información topográfica, geológica estructural y de alteraciones tanto de la superficie como la información geológica recopilada a través de las galerías subterráneas, lo cual permitió identificar dos tipos de litología granodiorita y riolita, en el primer caso la granodiorita se asocia al complejo intrusivo de Zamora, y la riolita a eventos post complejo intrusivo de la Unidad Conguime (PL?cg). El sistema vetiforme de Chinapintza está directamente relacionado a la intrusión del pórfido riolítico (P^R) ligado a la mineralización de vetas y vetillas con pirita, rodocrosita y galena, sin embargo, los análisis de las vetas apuntan que en el área de estudio sociedad minera “El Mirador” las vetas presentan minerales como esfalerita, calcopirita, pirita, oro y galena. Además, se encontró dos tipos de vetas una en tonalidad azul, conformada principalmente como una mena de Au – Ag acompañada de minerales como galena, esfalerita, pirita, calcopirita, arsenopirita, en estas vetas el Au se encuentra encapsulado directamente en la estructura química de la calcopirita, la mena metálica tiene elementos como (Au – Ag – Cu – Pb – Zn - As). El otro tipo de veta se presenta en tonalidad rojiza, conformada principalmente por cuarzo, sanidina, fengita, goetita, dickita, con textura oquerosa en este tipo de vetas se han encontrado filones de Au libre.

La alteración es de afuera hacia adentro, la granodiorita presenta una alteración propilítica (clorita), con aumento de sericita, mientras que la riolita presenta una alteración argílica avanzada en superficie donde podemos encontrar caolín, presencia de oxidaciones, minerales como la goetita aparecen en superficie formando sombreros de tonalidad marrón rojizo. Con base en la información recopilada en campo, existe evidencia suficiente para determinar al yacimiento como parte del sistema de un epitermal de baja sulfuración, presente como un sistema de vetas que tienen tendencia de NW – SE ya que cumple las condiciones expuestas por Camprubí et al., (2003) en la tabla comparativa de las características base de un depósito de baja sulfuración:

Tabla 43. Tabla comparativa del yacimiento epitermal de baja sulfuración del que forma parte el sistema de vetas de la Sociedad Minera “El Mirador”

EPITERMALES DE BAJA SULFURACIÓN		
Condición	Características Base de un “BS”	Chinapintza Sociedad Minera “El Mirador”
<i>Rocas volcánicas relacionadas</i>	Vulcanismo subaéreo, rocas ácidas a intermedias (andesita–riodacitariolita). Encajante de cualquier tipo.	Granodiorita – Riolita
<i>Controles de emplazamiento</i>	Cualesquiera fallas o zonas de fractura estrechamente relacionadas a centros volcánicos.	Se relaciona al emplazamiento del Pórfido riolítico (P ^R) y a la falla Conguime.
<i>Extensión de la zona de alteración periférica</i>	Generalmente bastante restringida y de visualización muy sutil, aunque puede abarcar áreas relativamente extensas.	La alteración en periferia se logra visualizar como una alteración argílica para la riolita esta roca es la que esta mas alterada en comparación con la granodiorita.
<i>Alteración asociada</i> <i>(Ver Figura 2)</i>	Extensa alteración propilítica en zonas adyacentes con baja relación agua/roca. Gran cantidad de mica blanca en zonas con alta relación agua/roca. Alteración argílica dominante conforme disminuye la temperatura. Los gases escapados a partir de ebullición pueden originar alteración argílica o argílica avanzada en la periferia, o bien superpuesta a partir de fluidos profundos. Clorita: común. Generalización: alt. sericítica → argílica.	Alteración Argílica en la riolita, y alteración propilítica en la granodiorita.
<i>Minerales clave de alteración proximal</i>	Sericita o illita ± adularia; roscoelita (mica-V) en depósitos asociados a rocas alcalinas; a veces, clorita.	Se ha identificado a la illita en las laminas delgadas de la litología proximal correspondiente a la riolita
<i>Geometría del cuerpo mineralizado</i>	Tamaño variable y morfología tabular.	No identificado

EPITERMALES DE BAJA SULFURACIÓN

Condición	Características Base de un “BS”	Chinapintza Sociedad Minera “El Mirador”
<i>Carácter de la mineralización económica</i>	Característicamente como relleno de cavidades o porosidad, en vetas con contactos netos con el encajante. Típico relleno de filones en bandas, comúnmente con brechificaciones polifásicas. Hacia la superficie se presenta en stockwork o diseminada, según la naturaleza de la permeabilidad primaria y secundaria local.	En vetas con contactos netos con la roca encajante, en efecto la mineralización hacia la superficie se presenta como un stockwork incluso la litología encajante tiene un porcentaje de pirita
<i>Minerales de la Ganga</i>	Carbonatos: presentes, comúnmente calcita y rodocrosita. Adularia: diseminada y en vetas. Alunita y pirofilita: escasas. Barita y/o fluorita: presentes localmente; la barita se halla por lo común por encima de la mena. Azufre nativo: ausente. Illita.	La alunita se evidencia en bajas proporciones, rodocrosita si se ha identificado en vetas a mayor profundidad.
<i>Abundancia de sulfuros</i>	1–20% del volumen total, pero típicamente menos del 5%, pirita predominante. Contenido de azufre total típicamente bajo. Bajo contenido en metales base (Pb, Zn), aunque en numerosos depósitos son relativamente abundantes.	Pb: 0.42% Zn: 8.85%
<i>Minerales metálicos clave</i>	Telururos: relativamente abundantes en algunos depósitos. Enargita: muy raramente. Seleniuros: poco comunes. Bismutinita: muy raramente.	No definido
<i>Profundidad de formación</i>	En su mayor parte, entre 0 y 1,000 m.	No definido
<i>Metales predominantes</i>	Au, Ag (Zn, Pb, Cu)	Au: 4 gr/tn - Ag: 89.73 gr/tn Cu: 0.20 %/tn - Pb: 0.42 %/tn Zn: 8.85 %/tn
<i>Metales presentes localmente</i>	Mo, Sb, As (Te, Se, Hg)	As: 07 %/tn

MODELO DE DISTRIBUCIÓN GEOLOGICO ESTRUCTURAL DE LA SOCIEDAD "EL MIRADOR"

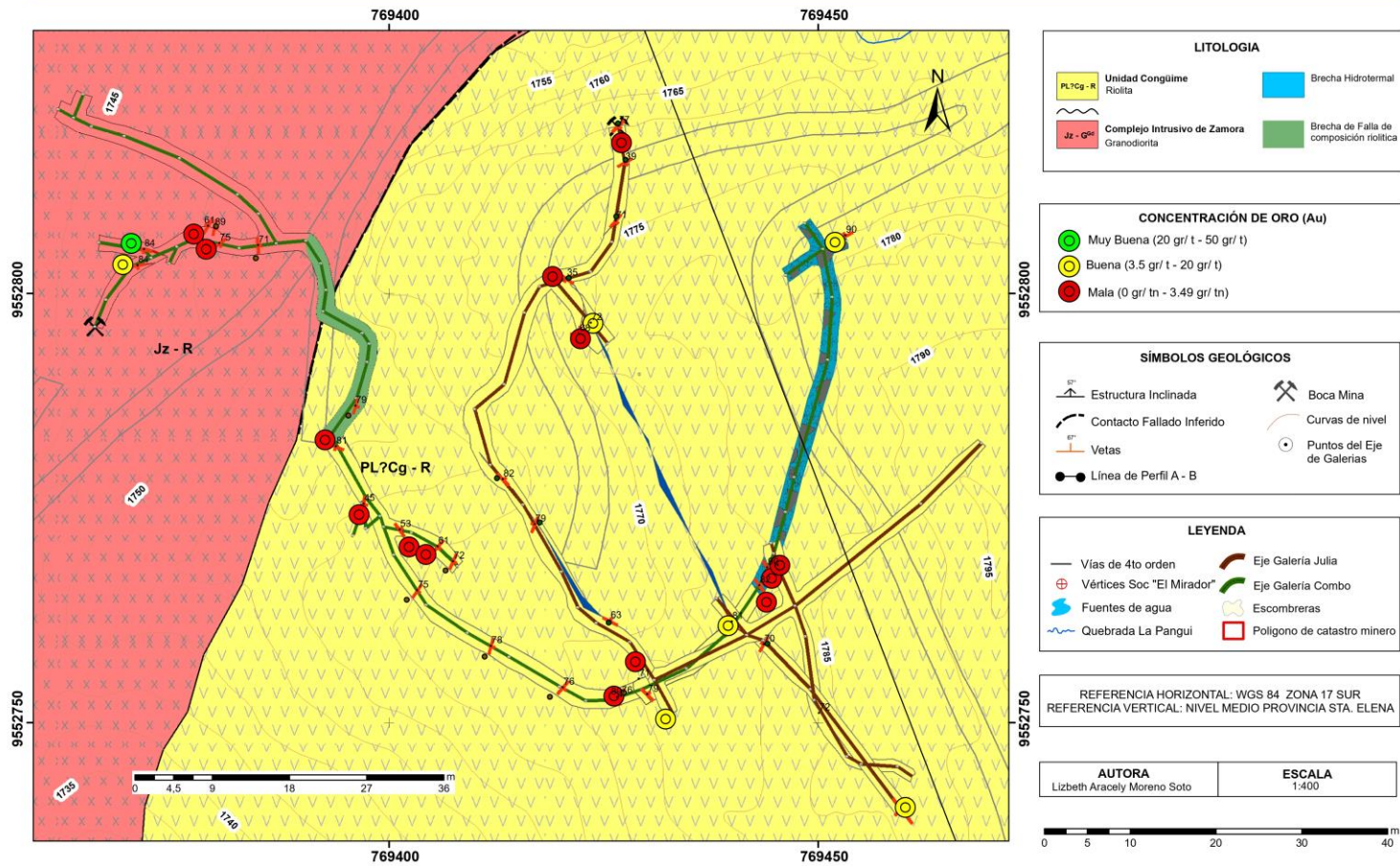


Figura 45. Modelo de Distribución de la mineralogía y su correlación con las estructuras.

7. Discusión

Las litologías expuestas en la sociedad “El Mirador” mapeadas tanto en superficie como en las labores mineras corresponden a rocas ígneas intrusivas como granodioritas y rocas volcánicas de composición félsica como la riolita. La granodiorita está estrechamente relacionada con el *Complejo Intrusivo de Zamora (Jz)*, donde según Litherland et al., (1994) en la carta geológica de Zamora, describe que predominan granodioritas hornblendicas, equigranulares de grano grueso a medio, de textura fanerítica, de edad de 170-190 Ma. correspondiente al Jurásico Medio-Inferior. Por otra parte, la riolita pertenecería a la *Unidad Conguime (PL?Cg)* en la cual el INIGEMM c, (2013), atribuye que se trata de cuerpos intrusivos que se dieron post Complejo Intrusivo de Zamora, unidad compuesta por rocas volcánicas efusivas, de composición ácida a intermedia principalmente dacitas y riolitas. Mientras que (Allen et al., 2014) describe al sector Condor Norte es una mineralización de sulfuración intermedia confinada en gran medida a sistemas de vetas estrechas en Chinapintza, mientras que esta más ampliamente diseminada o alojada en brechas dentro de un complejo volcánico riolítico.

Adicional en la zona de estudio se encontró una falla de contacto inferida que correspondería a la zona de inconformidad entre granodiorita del complejo intrusivo de Zamora y riolita de la Unidad Conguime descrita por el INIGEMM c, (2013), donde indica que en el sector de Chinapintza este cuerpo se encuentra en inconformidad sobre el Complejo Intrusivo Zamora y está intruido por diques y pórfidos de composición ácida a intermedia, estas rocas subvolcánicas controlan la mineralización diseminada y el sistema de vetas en el área minera de Chinapintza, el espesor promedio para esta unidad es 100 m, sin embargo en el área de estudio se pudo evidenciar la presencia de riolita únicamente en un rango de 30 metros.

Se evidenció también la presencia de una brecha hidrotermal en la Galería Combo caracterizada dentro de la litología tipo riolita, por medio del ensayo de difracción de Rayos-X, donde la composición mineralógica corresponde a Cuarzo 31.2%, Sanidina 55.1%, Arsenopirita <1%, Vermiculita <1%, Fengita 6,9%, Chamosita 6,6%. El INIGEMM c, (2013), en su estudio de la Unidad Conguime menciona que existen brechas freatomagmáticas con mineralización tipo stockwork y pórfidos andesíticos a riolíticos alojados en zonas de debilidad que contienen mineralización de sulfuros y presentan alteración hidrotermal (argílica silicificación). Con base

en este antecedente se puede asociar la dispersión variada con respecto al rumbo de las vetas polimetálicas encontradas en este tipo de litología, la alteración que se identificó es argílica.

Las vetas en Chinapintza son una serie de vetas epitermales estrechas de alta ley con tendencia norte -noroeste NW, de sulfuración intermedia, alojadas en gran parte en granodiorita intrusiva, estas vetas son ricas en sulfuros y carbonatos, así lo describe (Allen et al., 2014) en el proyecto Condor Gold. Las vetas mapeadas en el presente proyecto responden a la tendencia de ensamble NW – SE y estas atraviesan tanto a la granodiorita (Jz) y a la riolita (PL?Cg) respectivamente, se sugiere que la formación de esta mineralización en vetas corresponde a un tercer evento post granodiorita y post riolita. La falla de contacto entre la granodiorita y la riolita también se ve afectada por estos pulsos de mineralización ya que la milonita presente en esta falla, está mineralizada por pirita, galena y esfalerita diseminada.

Según el proyecto de PRODEMINCA, (2000a) el sistema de vetas de Chinapintza hay al menos tres fases de veteado con vetas tempranas típicamente de cuarzo-feldespatos K, cuarzo-biotita e inundación posterior de cuarzo sericita-pirita. Los estudios realizados en las vetas de la Sociedad “El Mirador” revelan que la paragénesis de la mineralización de vetas polimetálicas tanto de la galería Julia como la galería Combo, se dan 3 fases de mineralización; primera etapa se cristalizó un fluido rico en esfalerita, sin embargo en función a los análisis de digestión ácida y espectroscopia atómica realizados en las vetas se determinaron altas concentraciones de Zinc (Zn) lo cual corrobora la presencia de esfalerita, en esta misma fase no se descarta la presencia de algún sulfuro de plata como lo es la tetraedrita, aunque principalmente es un mineral de cobre, la tetraedrita a menudo contiene cantidades significativas de plata en su estructura; además de Freibergita, una variedad de la tetraedrita rica en plata (Ag) presente en altas concentraciones, este presenta las mismas características ópticas de la esfalerita. La segunda etapa se trata de fluidos ricos en calcopirita ya que se puede apreciar este mineral reemplazando a la esfalerita con una textura conocida como “chalcopyrite disease” y otros casos la calcopirita está bien formada. La tercera etapa se trata de fluidos ricos en pirita en esta etapa se asocia la formación de arsenopirita. El oro y la galena no presentan evidencia suficiente para atribuir a una etapa en específico sin embargo por la distribución en la que aparecen en la muestra, se infiere que se dieron desde la segunda etapa en adelante.

Los análisis metalúrgicos al fuego realizados sobre los muestreos tomados en la Galería Julia, arrojaron concentraciones mínima y máxima de Oro (Au) de 0.29 gr/t a 4.03 gr/t, esta galería está ubicada en la cota 1764.7 msnm. Por otra parte, en la Galería Combo los resultados fueron de Au de 0.42 gr/t a 10.89 gr/t y un valor anómalo de 44.78gr/t, esta galería está localizada en la cota 1750.3 msnm por debajo de la galería Julia, basado en los resultados se observa que la mineralización refleja mayores concentraciones a mayor profundidad.

Como podemos visualizar en el mapa de la figura 46, la distribución de Au, sugiere que la sección 1 y 2 de la Galería Julia, comparten una veta en el mismo sentido NW – SE y comparten valores de Au de con un promedio de 3.72 gr/t, según el análisis de 4 muestras lo que sugiere que se trata de la misma estructura, veta polimetálica proyectada del punto P29 con proyección al punto P15 con una distancia de 40m.

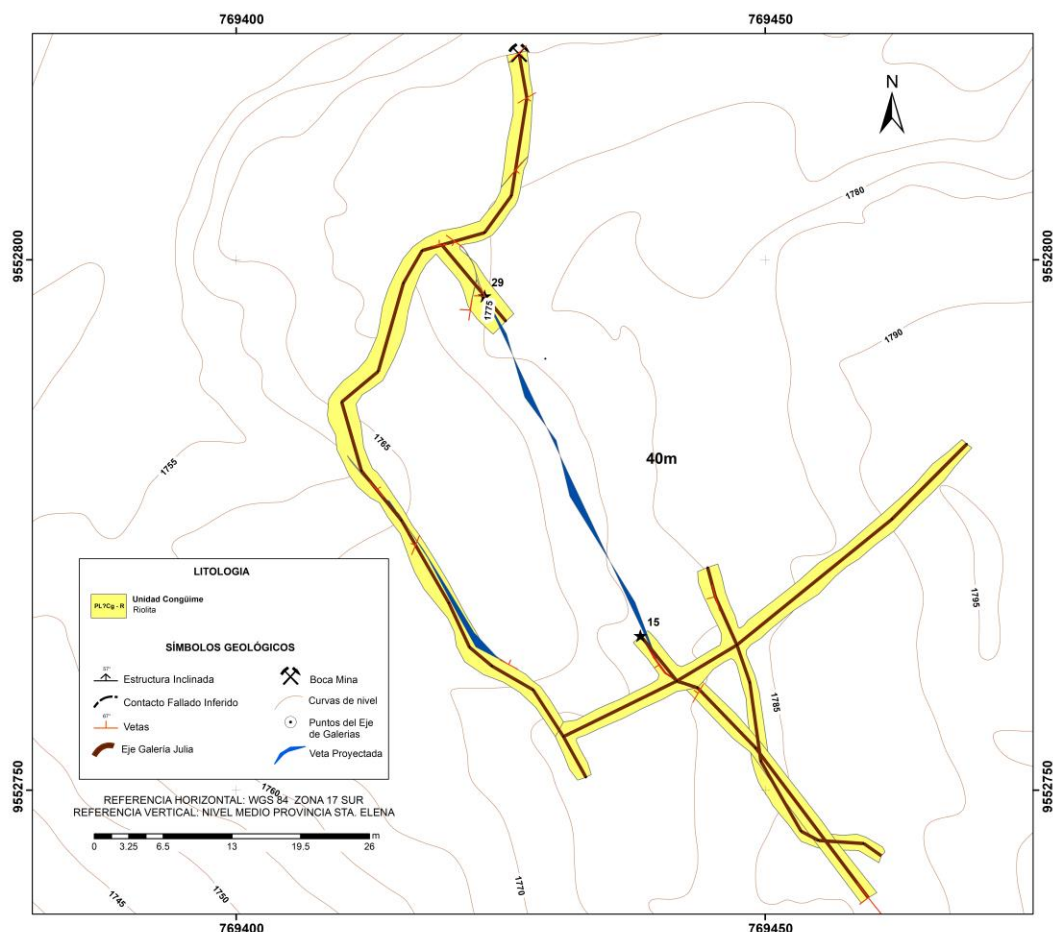


Figura 46. Veta mineralizada proyectada a 40m desde el punto 29 al punto 15 de la Galería Julia

Las zonas con vetas de mayor enriquecimiento de Au en la Galería Combo se ven dispersas tipo stock work y no se relacionan como una sola veta. Se identificaron 4 vetas económicamente rentables son la *veta 1* polimetálica con una concentración de Au de 7.72 gr/t, la *veta 2* polimetálica con un valor de Au de 44.78 gr/t, la *veta 10* de tonalidad rojiza con un valor de Au de 9.95 gr/t y la *veta 14* polimetálica de concentración de 10.89 gr/t de Au.

Easdon y Oviedo, 2004, revisaron en detalle las estimaciones de recursos generadas por TVX para los sistemas de vetas de Chinapintza con base en el trabajo que habían realizado hasta la fecha, incluyendo perforación, muestreo superficial y subterráneo. Su estimación del recurso total para la concesión Viche – Conguime I para recursos probados, probables y posibles fue de 269 toneladas de 14.5 g/t de oro, 63.7 g/t de plata, para 125 onzas de oro contenidas y 551 onzas de plata.

Mediante ensayo de digestión ácida y espectroscopía de absorción atómica se describió la mena de las vetas polimetálicas encontrando una asociación de Au – Ag como minerales principales y Cu – Pb – Zn – As como minerales secundarios. El informe técnico del proyecto de Oro y Cobre Condor, sugiere basado en pruebas metalúrgicas que la mineralización de oro se asocia típicamente con piritas-esfalerita +/- galena y carbonato de manganeso, y parte del oro parece ser una característica de recristalización. En la investigación realizada se identificaron dos tipos de vetas una polimetálica y una veta oxidada de tonalidad rojiza, en esta última se puede observar la porosidad de la veta lo cual es un indicio de que se lixivió el material inicial, dejando en ciertas zonas concentraciones de oro recristalizado.

Las alteraciones hidrotermales de la zona de estudio van desde afuera hacia adentro, en superficie se identificó la alteración argílica avanzada que muestra la destrucción total de los feldespatos transformados en caolín esto sucede con la riolita, mientras que la alteración propilítica se observó como el feldespato sódico cálcico manifestado como plagioclasas en la granodiorita han sufrido alteraciones por cloritización selectiva. En general, la zonificación de alteración a lo largo del área de estudio muestra el siguiente patrón: argílica avanzada → argílica → propilítica → roca fresca.

Se define al yacimiento como un epitermal de baja sulfuración ya que presenta características específicas de este tipo de yacimientos así lo describe Camprubí et al., (2003) en la tabla comparativa de epitermales de baja sulfuración (ver tabla 4), el yacimiento del área de estudio cumple con estas características entre ellas la extensa alteración propilítica en

zonas adyacentes con baja relación agua/roca. Alteración argílica o argílica avanzada dominante en la periferia, como es el caso de la superficie del área de estudio con la riolita. Se presenta característicamente como relleno de cavidades o porosidad, en vetas con contactos definidos con la roca encajante, típico relleno de filones en bandas, comúnmente con brechificaciones polifásicas es común que se hayan producido numerosos episodios de ebullición en el mismo depósito. Hacia la superficie se presenta en stockwork o diseminada, según la naturaleza de la permeabilidad primaria y secundaria local. En cuanto a la abundancia de sulfuros; los epitermales BS tienen bajo contenido en metales base (Pb, Zn), aunque en numerosos depósitos son relativamente abundantes. Los metales predominantes Au, Ag (Zn, Pb, Cu).

Estas características están presentes en las vetas de la sociedad “El Mirador” coincidiendo con las características de un epitermal de BS, sustentado en los estudios geológicos que demuestran la existencia de rocas intermedias félsicas como la granodiorita y volcánica félsica como la riolita como rocas huésped de la mineralización, el análisis estructural hace evidente el sistema vetiforme como relleno de cavidades, alteración propilítica y argílica avanzada en periferia, y los estudios mineralúrgicos realizados en mena demuestran que los metales predominantes son Au – Ag – Cu – Pb – Zn – As, y los minerales ganga se relacionan a cuarzo, sanidina, fengita, evidencias que catalogan al yacimiento como un epitermal de baja a intermedia sulfuración, expuesto y definido por (Allen et al., 2014) donde caracterizan al Distrito Minero de Chinapintza como un sistema vetiforme, epitermal de baja a intermedia sulfuración.

8. Conclusiones

Los estudios geológicos, estructurales y de alteración se realizaron sobre la base de la topografía de 4 ha mineras en superficie delimitada con cotas desde 1721 a 1816 msnm, y topografía subterránea de 481.3 metros de galerías correspondientes a dos frentes de explotación 215.3 m de la Galería Julia y 266m de la Galería Combo, el ambiente geológico es ígneo, identificándose la granodiorita del Complejo Intrusivo de Zamora como basamento, y mediante ensayo de difracción de rayos-X se determinó rocas tipo riolita de la Unidad Conguime, además brechas hidrotermales perceptibles en la Galería Combo correspondiente a eventos que se dieron post Complejo Intrusivo de Zamora, la litología se encuentra separada por un contacto fallado inferido.

El resultado de los ensayos elaborados en las rocas tipo, del área de estudio revelan que la zonificación de alteraciones es desde afuera hacia adentro, mostrando el siguiente patrón: argílica avanzada → argílica → propilítica → roca fresca, en superficie se identificó la alteración argílica avanzada que muestra la destrucción total de los feldespatos transformados en caolín esto sucede con la riolita, mientras que la alteración propilítica se observó como el feldespato sódico cálcico manifestado como plagioclasas en la granodiorita han sufrido alteraciones por cloritización selectiva.

El control estructural de la mineralización tiene una dirección predominante de NW-SE siguiendo el patrón estructural del sistema vetiforme de Chinapintza, existe otro grupo minoritario de estructuras mineralizadas con dirección Noreste NE – Suroeste SW, identificándose así vetas de mayor enriquecimiento de Au en la Galería Combo dispersas, es decir no se relacionan como una sola estructura, de las cuales 4 vetas son económicamente rentables la veta 1 polimetálica con una concentración de Au de 7.72 gr/t y una dirección N80°E / 84° SE, la veta 2 polimetálica con un valor de Au de 44.78 gr/t con dirección S79°E / 84° SW, la veta 10 de tonalidad rojiza con un valor de Au de 9.95 gr/t y una dirección de N55°W / 79°NE y la veta 14 polimetálica de concentración de 10.89 gr/t de Au de dirección S64°W / 90°NW.

Se determinó una zona probable de explotación, en la Galería Julia se encuentra una veta con proyección de NW – SE del punto P29 con proyección a P15 con una distancia de 40m, comparte concentraciones de Au, en un promedio de 3.72 gr/t a lo largo de 4 estructuras analizadas producto de los ensayos a fuego y la caracterización estructural que permitió hacer la proyección y establecer que se trata de la misma estructura.

La asociación mineralógica de mena es Au – Ag, principalmente y Cu – Pb – Zn – As como minerales secundarios. Representados con tenores de (4gr/t) Au, (89.73 gr/t) Ag, (0.20%) Cu, (0.42%) Pb, (8.85%) Zn, (0.07%) As, de lo cual el oro y cobre en este caso está asociado a la calcopirita, la plata y el plomo se relaciona con la galena, el zinc con la esfalerita, y el arsénico a la arsenopirita.

9. Recomendaciones

Continuar con las labores de exploración y explotación implementado un criterio técnico de topografía subterránea y de monitoreo constante de las vetas especialmente de las cuatro zonas de alta probabilidad de concentración Au, definidas en la Galería Combo, *zona 1* en el tramo del punto P3, *zona 2* en el punto P5 realizar más análisis para descartar un posible efecto pepita o confirmar una anomalía tipo bonanza en los valores de 44.77 gr/tn, *zona 3* el punto P46 y *zona 3* en el punto P57, para garantizar el adecuado aprovechamiento de estas estructuras mineralizadas y evitar costos excesivos en líneas desarrolladas en ganga al construir galerías principales como corta vetas. Considerar el sentido predominante del sistema vetiforme de Chinapintza NW-SE y especialmente del área de estudio para elaborar en sentido perpendicular a la dirección de las estructuras mineralizadas las galerías de corta vetas es decir en sentido SW – NE.

Considerando los valores de Au, obtenidos en el punto P29 y en el punto P15 de la Galería Julia, se recomienda continuar con la explotación planificada en esta estructura, ya que las proyecciones muestran una alta probabilidad de continuidad entre estos dos puntos, con una longitud de conexión de 40m de veta por explotar, estructura que se proyecta con una dirección de S25°E desde el P29.

Sobre la base del control estructural considerar la inclinación de las estructuras mineralizadas ya que la mayor concentración de vetas tiene inclinaciones pronunciadas en un rango de 46° a 90°, existen fallas geológicas identificadas en las galerías como en superficie, que influyen directamente con la estabilidad de las paredes de las galerías, y cambia el rumbo de las estructuras mineralizadas, motivos puntuales para dar significativa importancia a la hora de explotar estas vetas.

Finalmente, se debe considerar la presencia de arsénico a pesar de que su presencia es mínima en las vetas y brecha hidrotermal mapeadas, la mineralización en la zona ha demostrado que existen varios pulsos de enriquecimiento de metales, por lo que es importante mantener continuo monitoreo geoquímico de las vetas dado a que el arsénico es considerado un contaminante penalizado al comercializar concentrados.

10. Bibliografía

- Abad, A. (2020). Análisis estructural—Diaclasas. *Geología Estructural*.
<https://www.geologiaestructural.com/diaclasas/>
- Allen, M., Philip, J., & Suda, R. U. (2014). *NI 43-101 Technical Report on the Condor Gold and Copper Project Located in Zamora, Ecuador*. 130.
- Aranda, A. (2014). Caracterización Mineralógica. *Parada 14*. <https://parada14.com/mineralogia-optica/>
- Belousov, V. V. (1979). *Geología Estructural*.
https://www.academia.edu/38975967/Geologia_Estructural_V_Belousov
- Buchanan, L. J. (1981). *Precious metal deposits associated with volcanic environments in the Southwest*, in Dickinson, W.R., and Payne, W.D., eds., *Relations of tectonics to ore deposits in the southern Cordillera*. AZGS. <https://azgs.arizona.edu/azgeobib/precious-metal-deposits-associated-volcanic-environments-southwest-dickinson-wr-and-payne>
- Camprubí, A., González-Partida, E., Levresse, G., Tritlla, J., & Carrillo-Chávez, A. (2003). Depósitos epitermales de alta y baja sulfuración: Una tabla comparativa. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, ISSN 0366-1784, Tomo 56, Nº. 1, 2003, pags. 10-18.
<https://doi.org/10.18268/BSGM2003v56n1a2>
- Cárdenas, B. J. P. (2018). *Influencia del Blending de minerales con alteraciones de sílice en la percolación por Lixiviación, Lucanas—Ayacucho 2017*. 67.
- Castillo, H., Gerrero, O., Camargo, M., Correa, R., Lopez, S., Ortega, D., Eguiguren, L., & Suing, K. (2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Paquisha*. Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Paquisha.

- Chirif Rivera, L. H. (2010). Microscopía óptica de minerales—[Boletín J 1]. *Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET*.
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/379>
- Cueva, J., Garrote, A., & Tubia, J. (1981). *Análisis y significado de diferentes tipos de estructuras en el magmatismo del Cretácico superior de la cuenca Vasco-Cantábrica*.
- Deyell, C. L., Rye, R. O., Landis, G. P., & Bissig, T. (2005). Alunite and the role of magmatic fluids in the Tambo high-sulfidation deposit, El Indio–Pascua belt, Chile. *Chemical Geology*, 1-4(215), 185-218. <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2004.06.038>
- Donaire, T., & Pascual, E. (2012). *Propiedades básicas de petrografía óptica aplicadas a la clasificación y estudio de las rocas ígneas*.
- Drobe, J., Lindsay, D., Stein, H., & Gabites, J. (2013). Geology, Mineralization, and Geochronological Constraints of the Mirador Cu-Au Porphyry District, Southeast Ecuador. *Economic Geology*, 108(1), 11-35. <https://doi.org/10.2113/econgeo.108.1.11>
- Espinoza, M. A. (2018). La caracterización microscópica de minerales en la paragénesis del yacimiento Shalipayco. *Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión*.
<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/431>
- García, A., Rosique, M., & Segado, F. (1994). *Topografía básica para Ingenieros*. EDITUM.
- Gonzalez, O. (2010). *Características principales de los depósitos epitermales en el noroeste de México, un análisis y comparación*. 41.
- Granda, B., Aguila, C., Revelo, R., Otavalo, C., Carranco, A., & Tipán, A. (2014). *Hoja geológica Zamora—Escala 1 100.000*. Google Docs.
https://drive.google.com/file/d/1ZY8DQ1BhntqdF21B4DCJ3J9IBqUEdSaa/view?usp=drive_open&usp=embed_facebook

- Guillermo, A., & Denyer, P. (2019). *Estratigrafía Volcánica*.
- Hedenquist, J. (1986). *Volcanic-related hydrothermal systems in the Circum-Pacific Basin and their potential for mineralization* (Vol. 37, p. 364).
- Huang, W. T. (1991). *Petrología*. UTEHA.
- Ibañes, O. (2020). *Geología Estructural—Orientación planos y líneas en el espacio*.
<http://www0.unsl.edu.ar/~estructural/login/Teoria/TP1.pdf>
- ICP. (2020). *Difracción de rayos X Policristal*. Instituto de Catálisis y Petroleoquímica.
- IGM. (2016). *Metodología utilizada para la generación de Cartografía Básica del Ecuador territorial escala 1:5000* (1ra ed.).
- IHM. (2024). *Dickite*. Instituto Hudson de Mineralogía. <https://mindat.org/min-1287.html>
- INIGEMM. (2013). *Metodología de Trabajo para elaborar Mapas Geológicos*.
- Loaiza, J. C., Stoops, G., Poch, R., Casamitjana, M., & Eds. (2015). *Manual de micromorfología de suelos y técnicas complementarias*.
- Londoño, J., Mojica, J., Molano, J., Cañón, Y., Mosquera, G., Ruiz, V., Oneida, N., Gutiérrez, H., González, M. del C., Concha, H., Galindo, B., Londoño, S., & Buriticá, J. (2010). *Técnicas mineralógicas, químicas y metalúrgicas para la caracterización de menas auríferas*. Servicio Geológico Colombiano. <https://doi.org/10.32685/9789589789667>
- Mantilla, F. (2012). *Aplicación de nuevas tecnologías en topografía proyecto*.
- Marcos, C., & Moreiras, D. (1984). *Obtención de secciones pulidas en muestras granuladas utilizadas en la toma de medidas de reflectancia*. 4.
- Martínez, A. (2014). *Cristalografía*. <https://www.xtal.iqfr.csic.es/Cristalografia/cascara.html>

- Morocho, A. (2018). *Caracterización Geológica de las vetas uno, Gloria de Dios y la Ranfla, en la mina sociedad civil minera «Gloria de Dios» de la Parroquia Ayapamba, cantón Atahualpa, provincia de El Oro.*
- Mosier, D. L., Berger, B. R., & Singer, D. A. (1979). *Descriptive Model of Sado Epithermal Veins*. 4.
- Orche, E. (1999). *Manual de evaluación de yacimientos minerales*. Proyectos.
- Ovejero, A. (2007). *Capítulo II Marco Teórico Depositos Epitermales*. Universidad Internacional de Andalucía; Maestría en Geología y Gestión Ambiental de los Recursos Minerales.
- Peñaloza, D. (s. f.). *Que Es Un Afloramiento | PDF | Placas tectónicas | Geología*. Scribd. Recuperado 25 de junio de 2022, de <https://es.scribd.com/document/415585070/339771280-Que-Es-Un-Afloramiento>
- PRODEMINCA. (2000a). *Depositos Porfidicos y Epi—Mesotermales relacionados con intrusiones de la Cordillera El Condor* (1ra., Vol. 5). UCP PRODEMINCA Proyecto MEM BIRF 36-55 EC.
- PRODEMINCA (Ed.). (2000b). *Evaluación de distritos mineros del Ecuador* (1ra. ed). UCP PRODEMINCA Proyecto.
- Richard, H., & Sillitoe. (2000). Gold-Rich Porphyry Deposits: Descriptive and Genetic Models and Their Role in Exploration and Discovery. *Soc. Econ. Geol. Rev., Chapter 9*, 315-345.
- Serra, M., & Gómez, A. (2003). *Topografía subterránea para minería y obras* (Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya).
- SGM. (2017). *Petrografía*. Servicio Geológico Mexicano. <https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Rocas/Petrografia.html>

- Sillitoe, R. (1993). *Epithermal models: Genetic types, geometrical controls and shallow features*.
- Sillitoe, R. (2010). *Clasificación de Vetillas*. <https://docplayer.es/37512034-Clasificacion-de-vetillas-gustafson-y-hunt-1975-sillitoe-r-2010.html>
- Tarbuck, E. J., Lutgens, F. K., & Tasa, D. (2005). *Ciencias de la Tierra una Introducción a la Geología Física*. Pearson Educación S. A.
- Terán, J. (2016). *Cartografía Geológica*.
- Treagus, J. (1993). Interpretation of Geological Structure through Maps. *Mineralogical Magazine* - *MINER MAG*, 57, 562-563. <https://doi.org/10.1180/minmag.1993.057.388.39>
- Verdezoto, O. G. A. (2018). *Zonificación de Paragénesis de las Vetas Colorada, Katherine y Gaby Norte en la Sociedad Civil Minera Goldmins Ubicada en el Distrito Aurífero Polimetálico Portovelo-Zaruma*. 117.
- White, N. C., & Hedenquist, J. W. (1995). Epithermal Gold Deposits: STYLES, CHARACTERISTICS AND EXPLORATION. *SEG Discovery*, 23, 1-13. <https://doi.org/10.5382/SEGnews.1995-23.fea>
- Yamasqui, J. (2022). *Evaluación y valoración de Levantamientos Topográficos mediante aerofotogrametría y métodos tradicionales, utilizando estación total o GPS diferencial*.

11. Anexos

Anexo 1. Ficha para levantamiento topográfico de galerías subterráneas

LEVANTAMIENTO SUBTERRÁNEO DE LABORES MINERAS								
Responsable:								
Fecha:			Método:					
Punto	Longitud	Dirección	Inclinación	Longitud Horizontal	Techo	Ancho	Observaciones	
A	B	(m)	(°)	(°) (+ / -)	(m)	(m)	(m)	

Anexo 2. Ficha de Afloramientos Superficiales y Subterráneos

Caracterización Geológica - Estructural de las labores mineras subterráneas de la Sociedad "El Mirador", Distrito Minero Chinapintza, Provincia de Zamora Chinchipe.							
INFORMACIÓN GENERAL							
N°:				Estado de Afloramiento:			
Responsable:				Referencia (m):			
Dimensiones:				Vías de acceso:			
Tipo de Afloramiento:	Natural		()	1er Orden		()	
	Antrópico superficial		(X)	2do orden		()	
	Galería Subterránea		()	3er orden		()	
				4to orden		(X)	
Coordenadas UTM (WGS 84)		Norte (Y):		Este (X):		Cota (Z):	
Ubicación Geográfica		Sitio/Referencia:		Cantón:		Provincia:	
CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS							
Datos estructurales:		Buzamiento (Bz):		Dirección de Buzamiento (Dr. Bz):		Rumbo (R):	
Formación Geológica:				Ambiente:		Ígneo (X)	
						Sedimentario ()	
						Metamórfico ()	
						Sí* (X)	
Litología:		Riolita		Recolección de muestra:		No ()	
						*Sí (Código):	
Descripción:						Fotografía:	
Observaciones:							

Anexo 3. Ficha de descripción macroscópica de muestras de mano

FICHA DE DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE MUESTRAS DE MANO

Tipo de muestra: Fotografía
 Código de muestra:
 Alteración:
 Color:
 Textura:
 Minerales Principales
 Minerales Accesorios:
 Ubicación Geográfica: Nombre de la roca:
 UTM (WGS 84):

Anexo 4. Ficha de codificación de muestras de mano

Caracterización Geológica - Estructural de las labores mineras subterráneas de la Sociedad "El Mirador", Distrito Minero Chinapintza, Provincia de Zamora Chinchipe.

Código:		Código laboratorio:	
Recolector en campo:	Lizbeth Aracely Moreno Soto	Responsable Laboratorio:	
Fecha:		Punto Referencia (m):	
	Ubicación		Coordenadas WGS 84
Provincia:		Norte:	
Cantón:		Este:	
Sector:		Cota:	
Estructura Geológica		Tipo de ensayo	Observaciones
Veta: ()		Sección Pulida: ()	
Caja alta: ()		Lamina delgada: ()	
Caja baja: ()		Petrográfico: ()	
Falla: ()		Ensayo al fuego: ()	
Caja: ()		Difracción de rayos X: ()	
*Otro: ()		Geoquímico: ()	

Anexo 5. Afloramiento 1, descripción de la falla de contacto.

Caracterización Geológica - Estructural de las labores mineras subterráneas de la Sociedad "El Mirador", Distrito Minero Chinapintza, Provincia de Zamora Chinchipe.

INFORMACIÓN GENERAL

N°:	A1	Estado de Afloramiento: Altamente Meteorizado	
Responsable:	Lizbeth Aracely Moreno Soto		
Dimensiones:	9 m alto, 5 m ancho	Referencia (m):	Cerca de la Q. La Pangui
Tipo de Afloramiento:	Natural	(X)	1er Orden ()
	Antrópico superficial	()	2do orden ()
	Galería Subterránea	()	3er orden ()
			4to orden (X)
Coordenadas	Norte (Y):	Este (X):	Cota (Z):
UTM (WGS 84)	769441	9552856	1751.25
Ubicación Geográfica	Sitio/Referencia:	Cantón:	Provincia:
	Barrio La Pangui	Paquisha	Zamora Chinchipe

CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

Datos estructurales:	Buzamiento (Bz): 57°	Dirección de Buzamiento (Dr. Bz): 332°	Rumbo (R): 60°
Formación Geológica:	Complejo Intrusivo de Zamora (Jz)	Ambiente:	Ígneo (X)
			Sedimentario ()
			Metamórfico ()
Litología:	Milonita Mineralizada, pirita, galena y esfalerita diseminadas.	Recolección de muestra:	Sí* (X)
			No ()
			*Sí (Código): M1

Fotografía:

Descripción: Principalmente compuesto por milonita y sulfuros, cuenta con una potencia de 3.25 m. Esta falla de contacto controla o divide los dos tipos de litología predominante en la zona la granodiorita como basamento, y la riolita superponiendo a la granodiorita.

Observaciones: Se localiza sobre una piscina de sedimentación abandonada, a 15 metros de la boca mina de la Galería Julia.

Alteración: Argílica



Anexo 6. Afloramiento 3, caolín

Caracterización Geológica - Estructural de las labores mineras subterráneas de la Sociedad "El Mirador", Distrito Minero Chinapintza, Provincia de Zamora Chinchipe.

INFORMACIÓN GENERAL

N°:	A3	Estado de Afloramiento:	Altamente Meteorizado
Responsable:	Lizbeth Aracely Moreno Soto		
Dimensiones:	6 m alto, 10 m ancho	Referencia (m):	Toma de agua de consumo humano
Tipo de Afloramiento:	Natural () Antrópico superficial (X) Galería Subterránea ()	Vías de acceso:	1er Orden () 2do orden () 3er orden (X) 4to orden ()
Coordenadas UTM (WGS 84)	Norte (Y): 769521	Este (X): 9552862	Cota (Z): 1758.45
Ubicación Geográfica	Sitio/Referencia: Barrio La Pangui	Cantón: Paquisha	Provincia: Zamora Chinchipe

CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

Datos estructurales:	Buzamiento (Bz): s/n	Dirección de Buzamiento (Dr. Bz): s/n	Rumbo (R): s/n
Formación Geológica:	Unidad Congüime (PL?Cg)	Ambiente:	Ígneo (X) Sedimentario () Metamórfico ()
Litología:	Caolín, producto de la alteración argílica de la riolita.	Recolección de muestra:	Sí* (X) No () *Sí (Código): M3

Descripción: El afloramiento presenta caolín con oxidaciones producto de la exposición a factores climáticos que aceleran su meteorización. La roca tiene textura afanítica con algunos xenolitos redondos.

Observaciones: Se localiza cerca de una zona con importantes hallazgos de Au explotados en el pasado.

Alteración: Argílica

Fotografías



Anexo 7. Afloramiento 5, caolín

Caracterización Geológica - Estructural de las labores mineras subterráneas de la Sociedad "El Mirador", Distrito Minero Chinapintza, Provincia de Zamora Chinchipe.

INFORMACIÓN GENERAL

N°:	A5	Estado de Afloramiento:	Altamente Meteorizado
Responsable:	Lizbeth Aracely Moreno Soto		
Dimensiones:	15 m alto, 20 m ancho	Referencia (m):	Toma de agua de consumo humano
Tipo de Afloramiento:	Natural () Antrópico superficial (X) Galería Subterránea ()	Vías de acceso:	1er Orden () 2do orden () 3er orden (X) 4to orden ()
Coordenadas UTM (WGS 84)	Norte (Y): 769474	Este (X): 9552826	Cota (Z): 1769.36
Ubicación Geográfica	Sitio/Referencia: Barrio La Pangui	Cantón: Paquisha	Provincia: Zamora Chinchipe

CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

Datos estructurales:	Buzamiento (Bz):	Dirección de Buzamiento (Dr. Bz):	Rumbo (R):
	s/n	s/n	s/n
Formación Geológica:	Unidad Congüime (PL?Cg)	Ambiente:	Ígneo (X) Sedimentario () Metamórfico ()
Litología:	Caolín, producto de la alteración argílica de la riolita altamente oxidada.	Recolección de muestra:	Sí* (X) No () *Sí (Código): M5

Descripción: El afloramiento se puede observar al costado derecho de la quebrada ubicado en parte alta de la sociedad minera, actualmente se encuentra meteorizado con presencia de oxidación de tonalidades rojizas, presenta cobertura vegetal abundante.

Observaciones: Se localiza cerca de una zona con importantes hallazgos de Au explotados en el pasado.

Alteración: Argílica

Fotografías



Anexo 8. Afloramiento 6, caolín

Caracterización Geológica - Estructural de las labores mineras subterráneas de la Sociedad "El Mirador", Distrito Minero Chinapintza, Provincia de Zamora Chinchipe.

INFORMACIÓN GENERAL

N°:	A6	Estado de Afloramiento: Altamente Meteorizado	
Responsable:	Lizbeth Aracely Moreno Soto		
Dimensiones:	12 m alto, 35 m ancho	Referencia (m):	Toma de agua de consumo humano
Tipo de Afloramiento:	Natural		1er Orden ()
	Antrópico superficial	Vías de acceso:	2do orden ()
	Galería Subterránea		3er orden (X)
			4to orden ()
Coordenadas UTM (WGS 84)	Norte (Y): 769426	Este (X): 9552815	Cota (Z): 1774.28
Ubicación Geográfica	Sitio/Referencia: Barrio La Pangui	Cantón: Paquisha	Provincia: Zamora Chinchipe

CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

Datos estructurales:	Buzamiento (Bz): s/n	Dirección de Buzamiento (Dr. Bz): s/n	Rumbo (R): s/n
Formación Geológica:	Unidad Congüime (PL?Cg) Caolín, producto de la alteración argílica de la riolita altamente oxidada con tonalidades negras, posiblemente producto de las alteraciones de sulfuros.	Ambiente:	Ígneo (X)
			Sedimentario () Metamórfico () Sí* (X)
Litología:		Recolección de muestra:	No () *Sí (Código): M5
Descripción: El afloramiento se puede observar al costado derecho de la vía, es visible en el talud		Observaciones: Se localiza como talud en la vía con dirección al deslizamiento de La Pangui. Alteración: Argílica	

Fotografías



Anexo 9. Descripción de la Brecha Hidrotermal, interno mina

Caracterización Geológica - Estructural de las labores mineras subterráneas de la Sociedad "El Mirador", Distrito Minero Chinapintza, Provincia de Zamora Chinchipe.

INFORMACIÓN GENERAL

N°:	A7	Estado de Afloramiento:	Interno Mina, roca fresca
Responsable:	Lizbeth Aracely Moreno Soto		
Dimensiones:		Referencia (m):	Toma de agua de consumo humano
			1er Orden ()
Tipo de Afloramiento:	Natural ()	Vías de acceso:	2do orden ()
	Antrópico superficial ()		3er orden ()
	Galería Subterránea (X)		4to orden ()
Coordenadas UTM (WGS 84)	Norte (Y): 769417	Este (X): 9552750	Cota (Z): 1779.36
Ubicación Geográfica	Sitio/Referencia: Barrio La Pangui	Cantón: Paquisha	Provincia: Zamora Chinchipe

CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

Datos estructurales:	Buzamiento (Bz): s/n	Dirección de Buzamiento (Dr. Bz): s/n	Rumbo (R): s/n
Formación Geológica:	Unidad Congüime (PL?Cg)	Ambiente:	Ígneo (X) Sedimentario () Metamórfico ()
Litología:	Brecha Hidrotermal	Recolección de muestra:	Sí* (X) No () *Sí (Código): M19-GC-P57

Descripción: Presentan cristales de cuarzo fragmentados de 1.8- 0.7 mm con textura mosaico, y cristales subredondeados a redondeados con 0.3-0.6 mm. La pirita se observa de forma anhedral.

Observaciones: El afloramiento se encuentra interno mina aparece desde el tramo del punto P46 al P57.

Alteración: Argílica

Fotografías



Anexo 10. Descripción de la riolita, interno mina

Caracterización Geológica - Estructural de las labores mineras subterráneas de la Sociedad “El Mirador”, Distrito Minero Chinapintza, Provincia de Zamora Chinchipe.

INFORMACIÓN GENERAL

N°:	A8	Estado de Afloramiento: Altamente Meteorizado	
Responsable:	Lizbeth Aracely Moreno Soto		
Dimensiones:		Referencia (m):	Toma de agua de consumo humano
Tipo de Afloramiento:	Natural		1er Orden ()
	Antrópico superficial		2do orden ()
Afloramiento:	Galería Subterránea	Vías de acceso:	3er orden ()
			4to orden ()
Coordenadas UTM (WGS 84)	Norte (Y): 769443	Este (X): 9552759	Cota (Z): 1778.1
Ubicación Geográfica	Sitio/Referencia: Barrio La Pangui	Cantón: Paquisha	Provincia: Zamora Chinchipe

CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

Datos estructurales:	Buzamiento (Bz): s/n	Dirección de Buzamiento (Dr. Bz): s/n	Rumbo (R): s/n
Formación Geológica:	Unidad Congüime (PL?Cg)	Ambiente:	Ígneo (X)
			Sedimentario ()
Litología:	Caolín, producto de la alteración argílica de la riolita altamente oxidada con tonalidades negras, posiblemente producto de las alteraciones de sulfuros.	Recolección de muestra:	Metamórfico ()
			Sí* (X)
			No ()
			*Sí (Código): M12-GC-P38

Descripción: Presentan cristales de cuarzo fragmentados de 0.19-0.38 mm, suhedrales a anhedrales, presenta cristales de plagioclasa fragmentados de < 0.25 mm, y también se observan clastos volcánicos con alteración pervasiva

Observaciones: Se localiza en la Galería Combo en el punto 28.
Alteración: La muestra presenta alteración argílica moderada pervasiva dominada por: Illita, alunita (tabular), cuarzo.

Fotografías



Anexo 11. Afloramiento 9, caolín

Caracterización Geológica - Estructural de las labores mineras subterráneas de la Sociedad "El Mirador", Distrito Minero Chinapintza, Provincia de Zamora Chinchipe.

INFORMACIÓN GENERAL

N°:	A9 – A10	Estado de Afloramiento:	Altamente Meteorizado
Responsable:	Lizbeth Aracely Moreno Soto		
Dimensiones:	6 m alto, 10 m ancho	Referencia (m):	Toma de agua de consumo humano
Tipo de Afloramiento:	Natural () Antrópico superficial (X) Galería Subterránea ()	Vías de acceso:	1er Orden () 2do orden () 3er orden (X) 4to orden ()
Coordenadas UTM (WGS 84)	Norte (Y): 769449	Este (X): 9552805	Cota (Z): 1790.42
Ubicación Geográfica	Sitio/Referencia: Barrio La Pangui	Cantón: Paquisha	Provincia: Zamora Chinchipe

CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

Datos estructurales:	Buzamiento (Bz):	Dirección de Buzamiento (Dr. Bz):	Rumbo (R):
	s/n	s/n	s/n
Formación Geológica:	Unidad Congüime (PL?Cg)	Ambiente:	Ígneo (X) Sedimentario () Metamórfico ()
Litología:	Caolín, producto de la alteración argílica de la riolita.	Recolección de muestra:	Sí* (X) No () *Sí (Código): M9

Descripción: El afloramiento presenta caolín con presencia de oxidaciones en tonalidades rojizas,

Observaciones: El afloramiento se encuentra diaclasado
Alteración: Argílica

Fotografías



Anexo 12. Afloramiento 11, caolín

Caracterización Geológica - Estructural de las labores mineras subterráneas de la Sociedad "El Mirador", Distrito Minero Chinapintza, Provincia de Zamora Chinchipe.

INFORMACIÓN GENERAL

N°:	A11	Estado de Afloramiento: Altamente Meteorizado	
Responsable:	Lizbeth Aracely Moreno Soto		
Dimensiones:	6 m alto, 10 m ancho	Referencia (m):	Toma de agua de consumo humano
Tipo de Afloramiento:	Natural () Antrópico superficial (X) Galería Subterránea ()	Vías de acceso:	1er Orden () 2do orden () 3er orden (X) 4to orden ()
Coordenadas UTM (WGS 84)	Norte (Y): 769429	Este (X): 9552781	Cota (Z): 1759.75
Ubicación Geográfica	Sitio/Referencia: Barrio La Pangui	Cantón: Paquisha	Provincia: Zamora Chinchipe

CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

Datos estructurales:	Buzamiento (Bz): s/n	Dirección de Buzamiento (Dr. Bz): s/n	Rumbo (R): s/n
Formación Geológica:	Unidad Congüime (PL?Cg)	Ambiente:	Ígneo (X) Sedimentario () Metamórfico ()
Litología:	Caolín, producto de la alteración argílica de la riolita.	Recolección de muestra:	Sí* (X) No () *Sí (Código): M11
Descripción:	El afloramiento presenta caolín con presencia de oxidaciones en tonalidades amarillentas a rojizas, se puede observar que		
	Observaciones: En las paredes podemos observar vetillas de pirita tipo stock.		
	Alteración: Argílica		

Fotografías



Anexo 13. Afloramiento 12, granodiorita

Caracterización Geológica - Estructural de las labores mineras subterráneas de la Sociedad “El Mirador”, Distrito Minero Chinapintza, Provincia de Zamora Chinchipe.

INFORMACIÓN GENERAL

N°:	A12 – A16 - A17 - A18 - A20	Estado de Afloramiento:	Altamente Meteorizado
Responsable:	Lizbeth Aracely Moreno Soto		
Dimensiones:	6 m alto, 10 m ancho	Referencia (m):	Toma de agua de consumo humano
Tipo de Afloramiento:	Natural () Antrópico superficial (X) Galería Subterránea ()	Vías de acceso:	1er Orden () 2do orden () 3er orden (X) 4to orden ()
Coordenadas UTM (WGS 84)	Norte (Y): 769398	Este (X): 9552832	Cota (Z): 1753.26
Ubicación Geográfica	Sitio/Referencia: Barrio La Pangui	Cantón: Paquisha	Provincia: Zamora Chinchipe

CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

Datos estructurales:	Buzamiento (Bz): s/n	Dirección de Buzamiento (Dr. Bz): s/n	Rumbo (R): s/n
Formación Geológica:	Complejo Intrusivo de Zamora	Ambiente:	Ígneo (X) Sedimentario () Metamórfico ()
Litología:	Granodiorita	Recolección de muestra:	Sí* (X) No () *Sí (Código): M9-M13-M14-M15-M16

Descripción: La granodiorita se puede encontrar con desarrollo de hornblenda y biotita, afectada por una alteración propilítica selectiva, se la encuentra en tonalidades verdosas por la clorita.

Observaciones: Podemos observar pirita diseminada.
Alteración: alteración propilítica selectiva.

Fotografías



Anexo 14. Afloramiento 13, granodiorita

Caracterización Geológica - Estructural de las labores mineras subterráneas de la Sociedad "El Mirador", Distrito Minero Chinapintza, Provincia de Zamora Chinchipe.

INFORMACIÓN GENERAL

N°:	A13	Estado de Afloramiento: Interno Mina	
Responsable:	Lizbeth Aracely Moreno Soto		
Dimensiones:		Referencia (m):	Toma de agua de consumo humano
Tipo de Afloramiento:	Natural ()	Vías de acceso:	1er Orden ()
	Antrópico superficial ()		2do orden ()
	Galería Subterránea (X)		3er orden ()
			4to orden ()
Coordenadas UTM (WGS 84)	Norte (Y): 769375	Este (X): 9552804	Cota (Z): 1753.2
Ubicación Geográfica	Sitio/Referencia: Barrio La Pangui	Cantón: Paquisha	Provincia: Zamora Chinchipe

CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

Datos estructurales:	Buzamiento (Bz): s/n	Dirección de Buzamiento (Dr. Bz): s/n	Rumbo (R): s/n
Formación Geológica:	Complejo Intrusivo de Zamora	Ambiente:	Ígneo (X) Sedimentario () Metamórfico ()
Litología:	Granodiorita	Recolección de muestra:	Sí* (X) No () *Sí (Código): M10

Descripción: La granodiorita interno mina, se encuentra menos afectada por la cloritización

Observaciones: En las paredes podemos observar vetillas de esfalerita tipo stock.

Alteración: Propilítica

Fotografías



Anexo 15. Afloramiento 15, sombrero de oxidación, goethita

Caracterización Geológica - Estructural de las labores mineras subterráneas de la Sociedad "El Mirador", Distrito Minero Chinapintza, Provincia de Zamora Chinchipe.

INFORMACIÓN GENERAL

N°:	A15	Estado de Afloramiento:	Altamente Meteorizado
Responsable:	Lizbeth Aracely Moreno Soto		
Dimensiones:	28 m alto, 25 m ancho	Referencia (m):	Toma de agua de consumo humano
Tipo de Afloramiento:	Natural () Antrópico superficial (X) Galería Subterránea ()	Vías de acceso:	1er Orden () 2do orden () 3er orden (X) 4to orden ()
Coordenadas UTM (WGS 84)	Norte (Y): 769429	Este (X): 9552781	Cota (Z): 1759.75
Ubicación Geográfica	Sitio/Referencia: Barrio La Pangui	Cantón: Paquisha	Provincia: Zamora Chinchipe

CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

Datos estructurales:	Buzamiento (Bz): s/n	Dirección de Buzamiento (Dr. Bz): s/n	Rumbo (R): s/n
Formación Geológica:	Unidad Congüime (PL?Cg)	Ambiente:	Ígneo (X) Sedimentario () Metamórfico ()
Litología:	Caolín, producto de la alteración argílica de la riolita.	Recolección de muestra:	Sí* (X) No () *Sí (Código): M12

Descripción: El afloramiento presenta caolín con presencia de oxidaciones, se puede observar la goethita un mineral común de depósitos hidrotermales que se asocian a vetas de temperatura intermedia.

Observaciones: Forman sombreros de este tipo de alteración
Alteración: Argílica

Fotografías



Anexo 16. Resultados generales de ensayos de difracción de rayos X, elaborados en la UTPL



Universidad Técnica Particular de Loja
Facultad de Ingenierías y Arquitectura
Departamento de Geociencias
Análisis Mineralógico por Difracción de Rayos X
Cliente: Lizbeth Aracely Moreno Soto.
Fecha: 05-06-2023

INFORME DE DRX

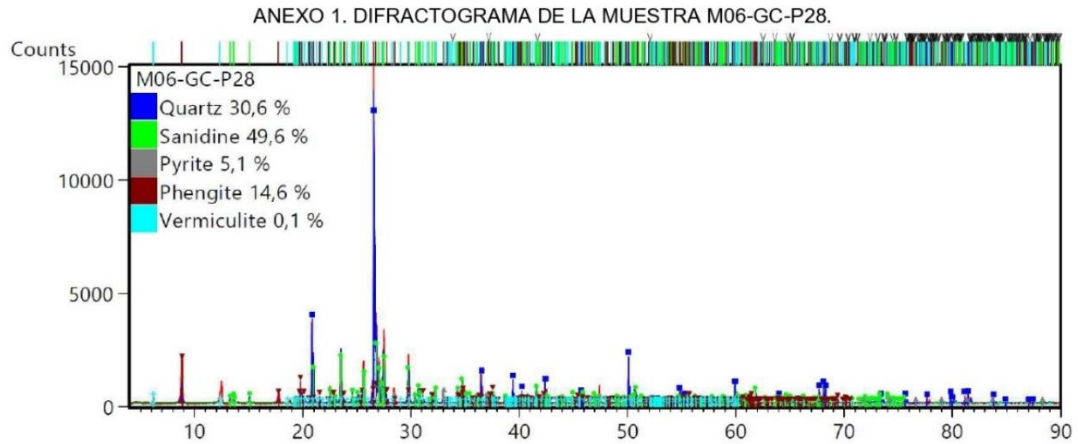
A continuación, se presente el informe sobre el análisis mineralógico de Difracción de Rayos X de las muestras: M06-GC-P28, M10-GC-P37, M12-GC-P38 y M19-GC-P57, expediente PED-0034-2023, empleando el Difractómetro D8 ADVANCE, y los programa para la determinación cualitativa y semicuantitativa DIFFRAC.EVA y TOPAS.

Muestra	Fases Minerales	Semicuantificación (%)
M06-GC-P28	Cuarzo	30,6
	Sanidina	49,6
	Pirita	5,1
	Fengita	14,6
	Vermiculita	<1
M10-GC-P37	Cuarzo	42,5
	Sanidina	23,4
	Fengita	24,3
	Goethita	3,7
	Dickita	6,1
M12-GC-P38	Cuarzo	31,6
	Sanidina	59,9
	Fengita	8,0
	Dickita	<1
M19-GC-P57	Cuarzo	31,2
	Sanidina	55,1
	Arsenopirita	<1
	Vermiculita	<1
	Fengita	6,9
	Chamosita	6,6

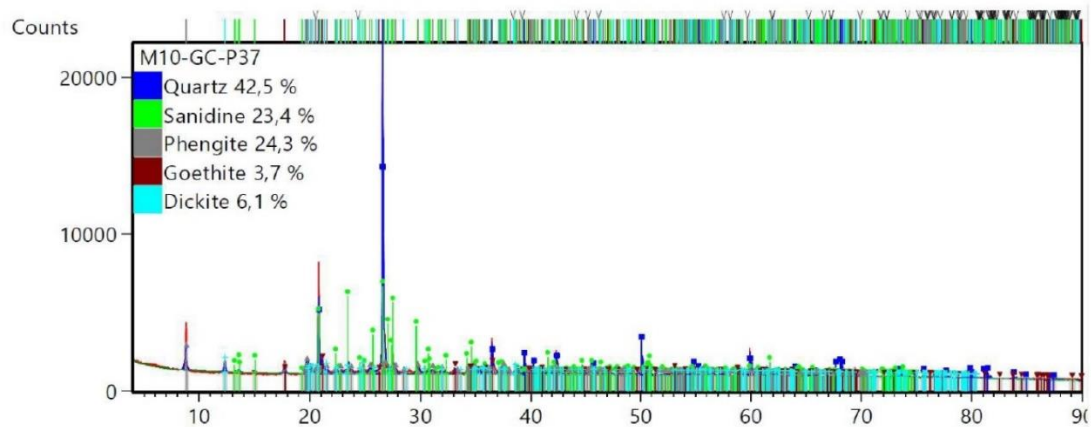
Este análisis mineralógico semicuantitativo refleja la composición de la parte cristalina de la muestra. La misma puede contener fases amorfas. El laboratorio no se hace responsable por el muestreo previo al análisis.

M.Sc. en Geoquímica John Manrique
ANALISTA de DRX

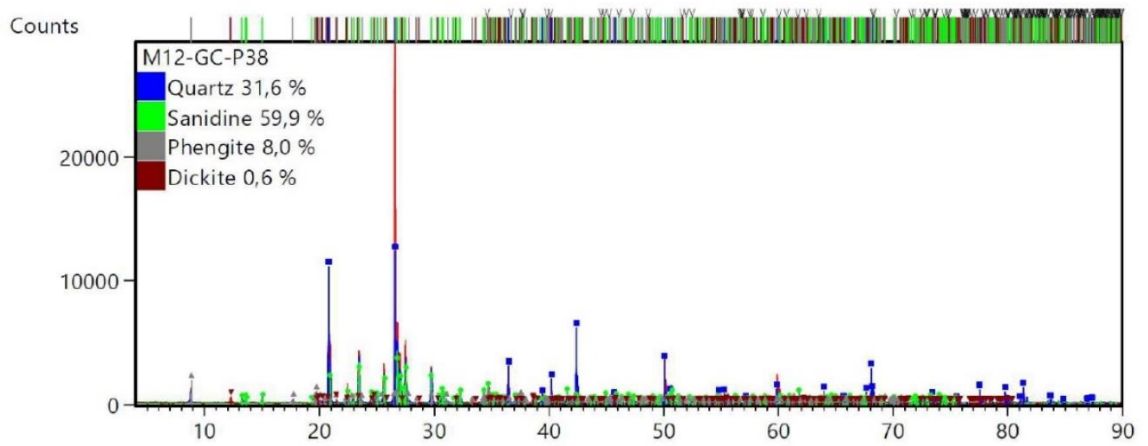
Anexo 17. Difractograma de la muestra M06-GC-P28.



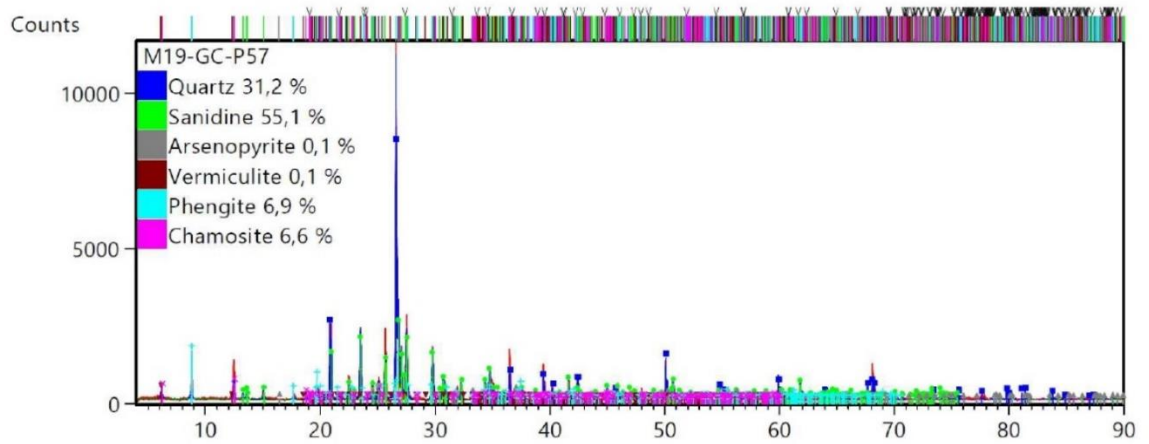
Anexo 18. Difractograma de la muestra M10-GC-P37.



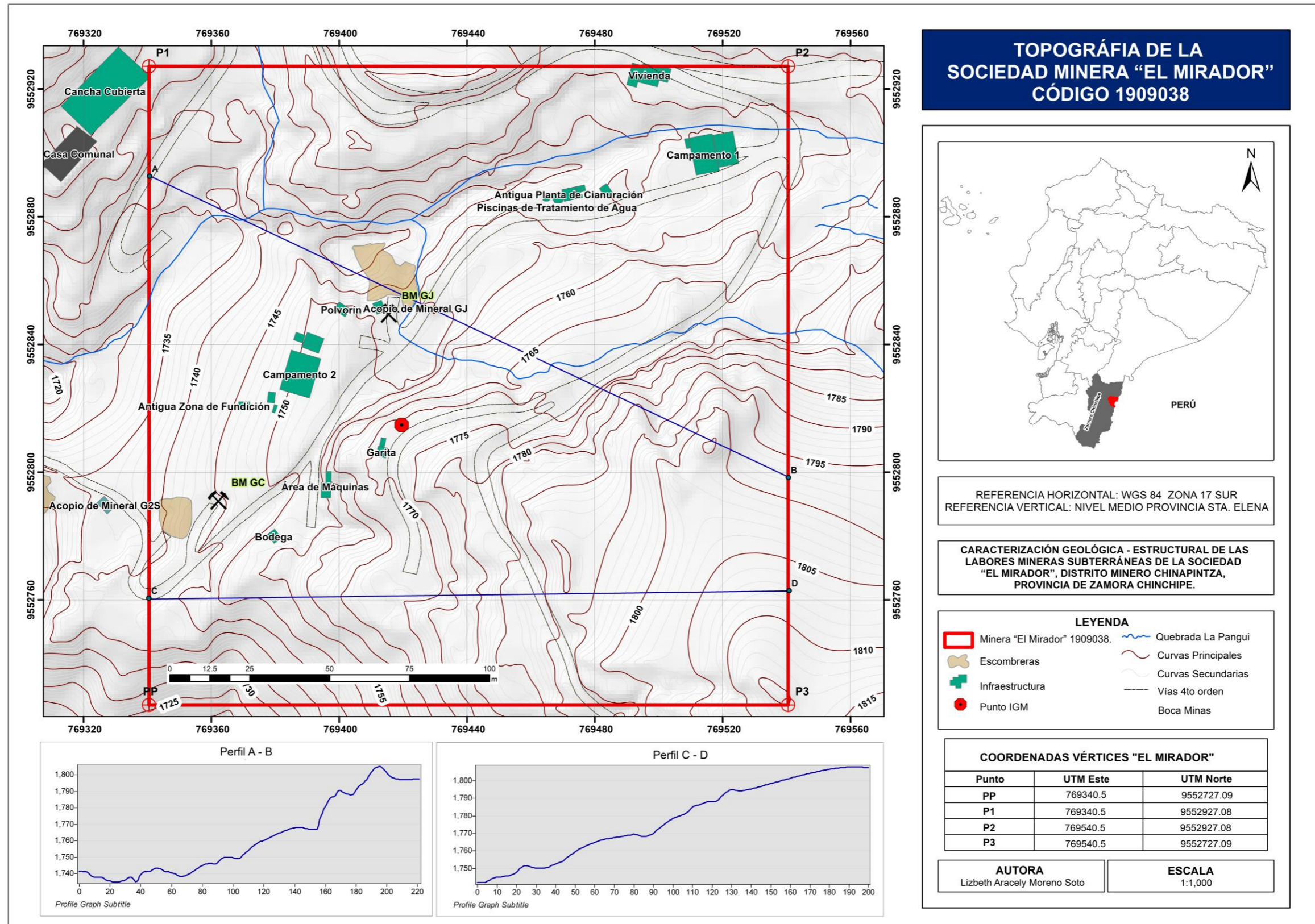
Anexo 19. Difractograma de la muestra M12-GC-P38.



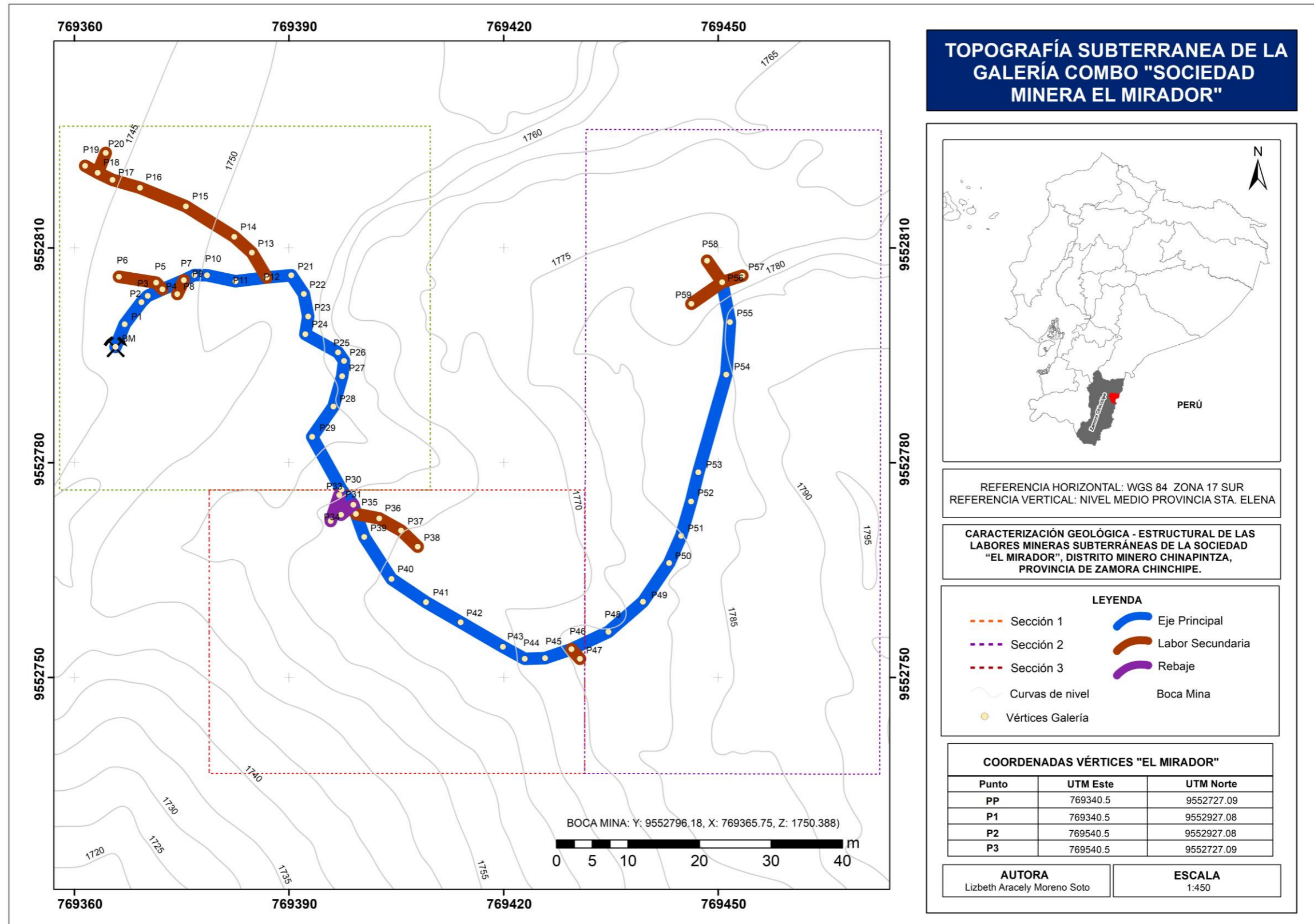
Anexo 20. Difractograma de la muestra M19-GC-P57.



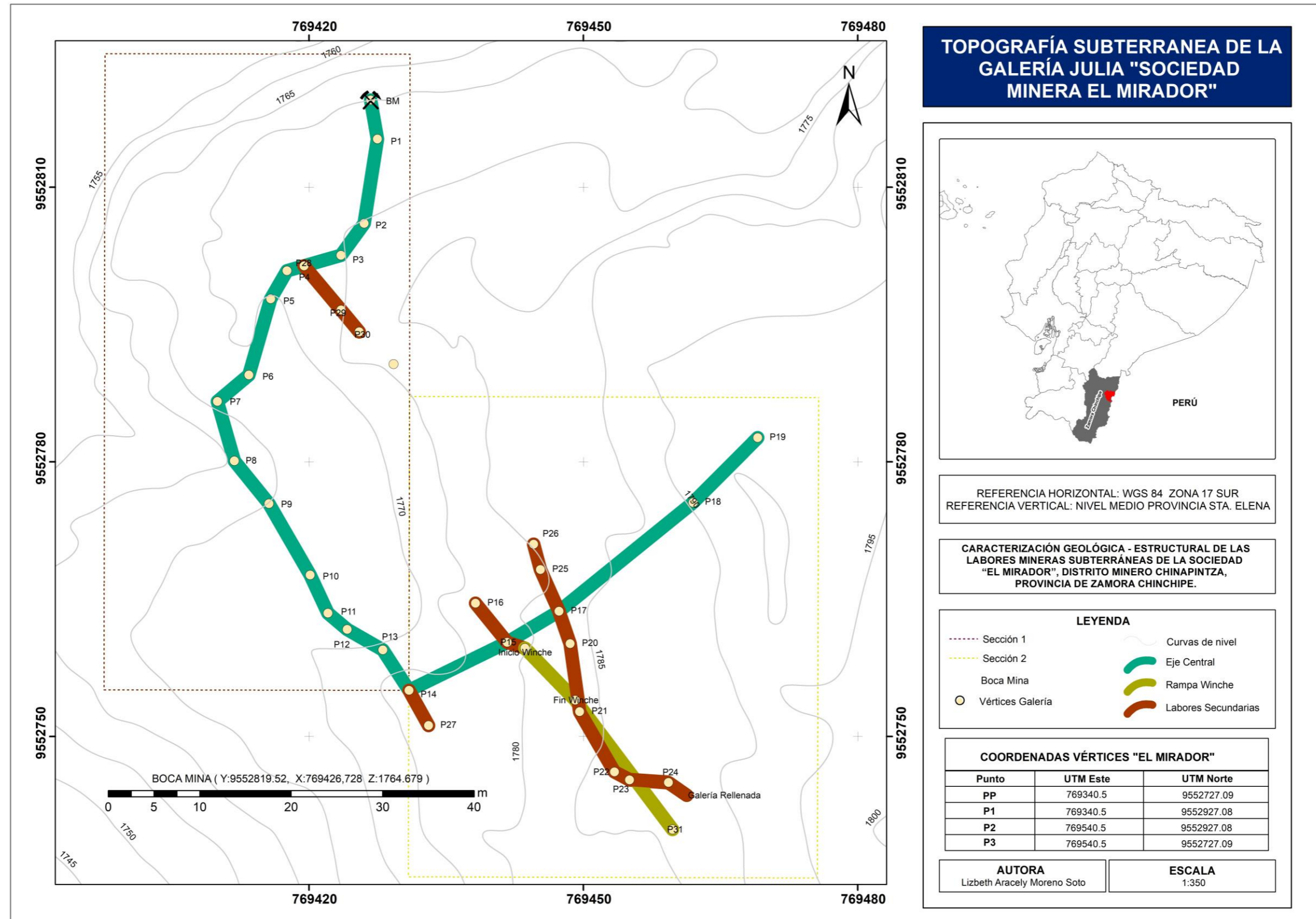
Anexo 21. Topografía Superficial de la sociedad minera "El Mirador"

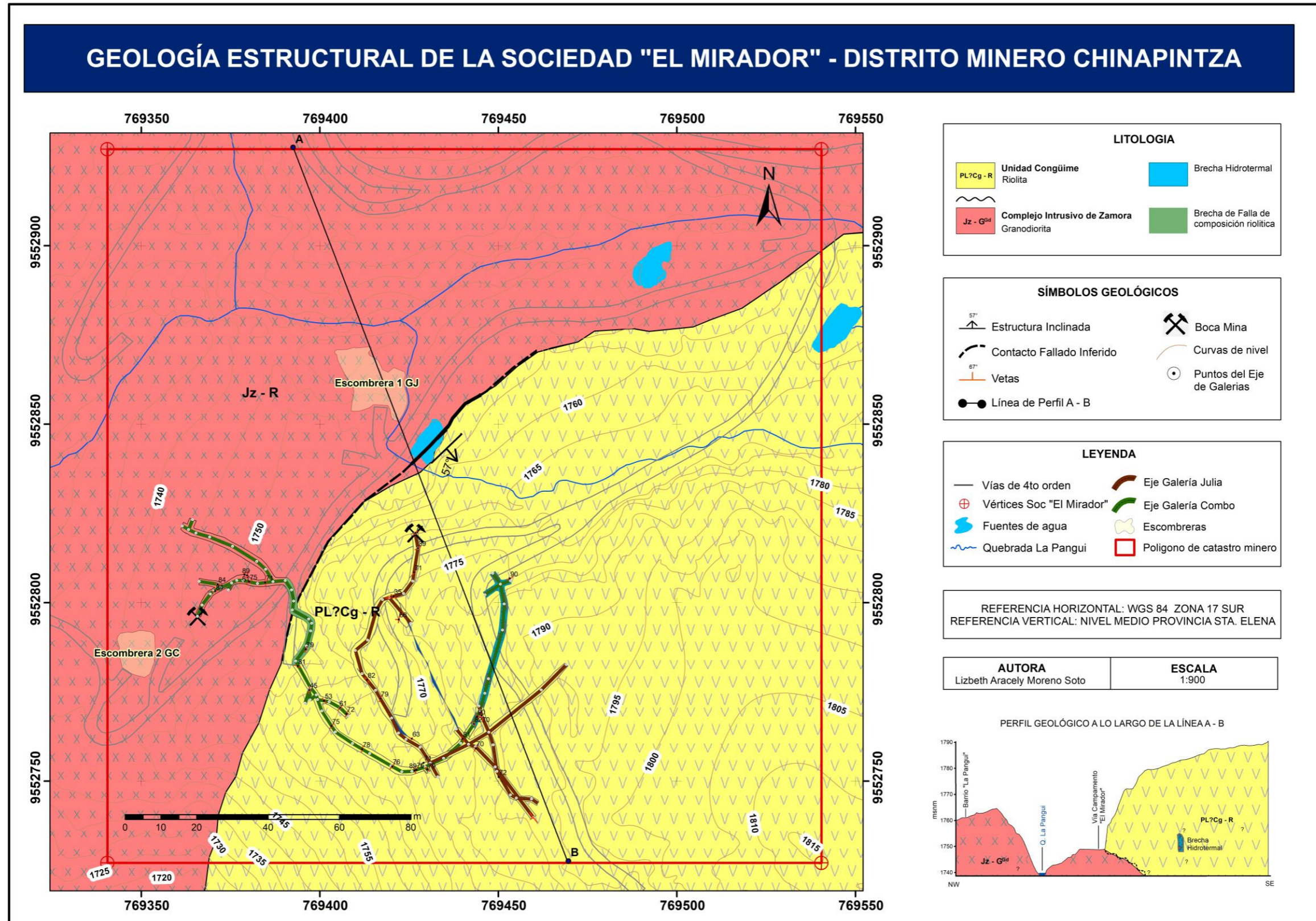


Anexo 22. Topografía subterránea de la Galería Combo sociedad minera "El Mirador"

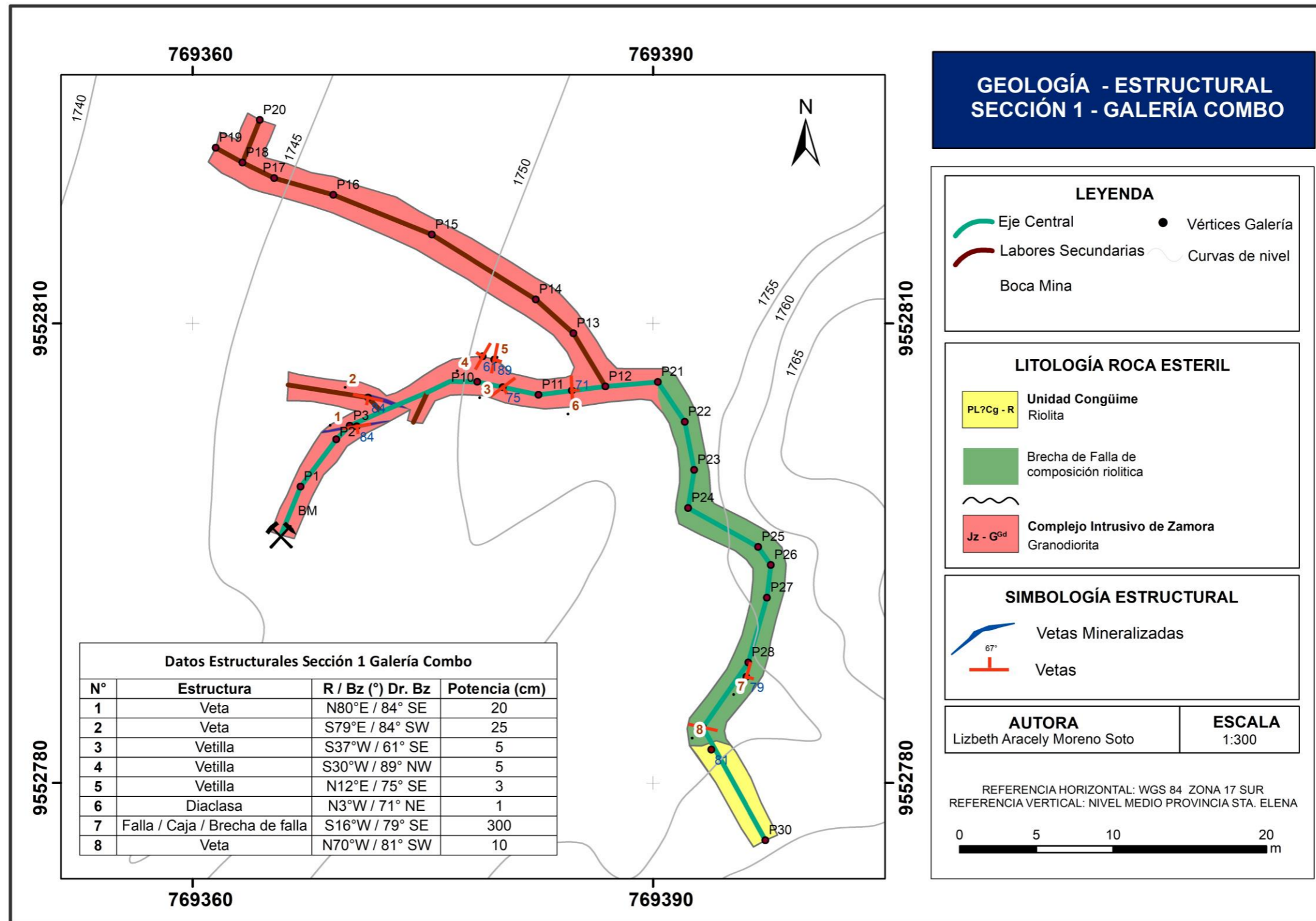


Anexo 23. Topografía subterránea de la Galería Julia sociedad minera "El Mirador"

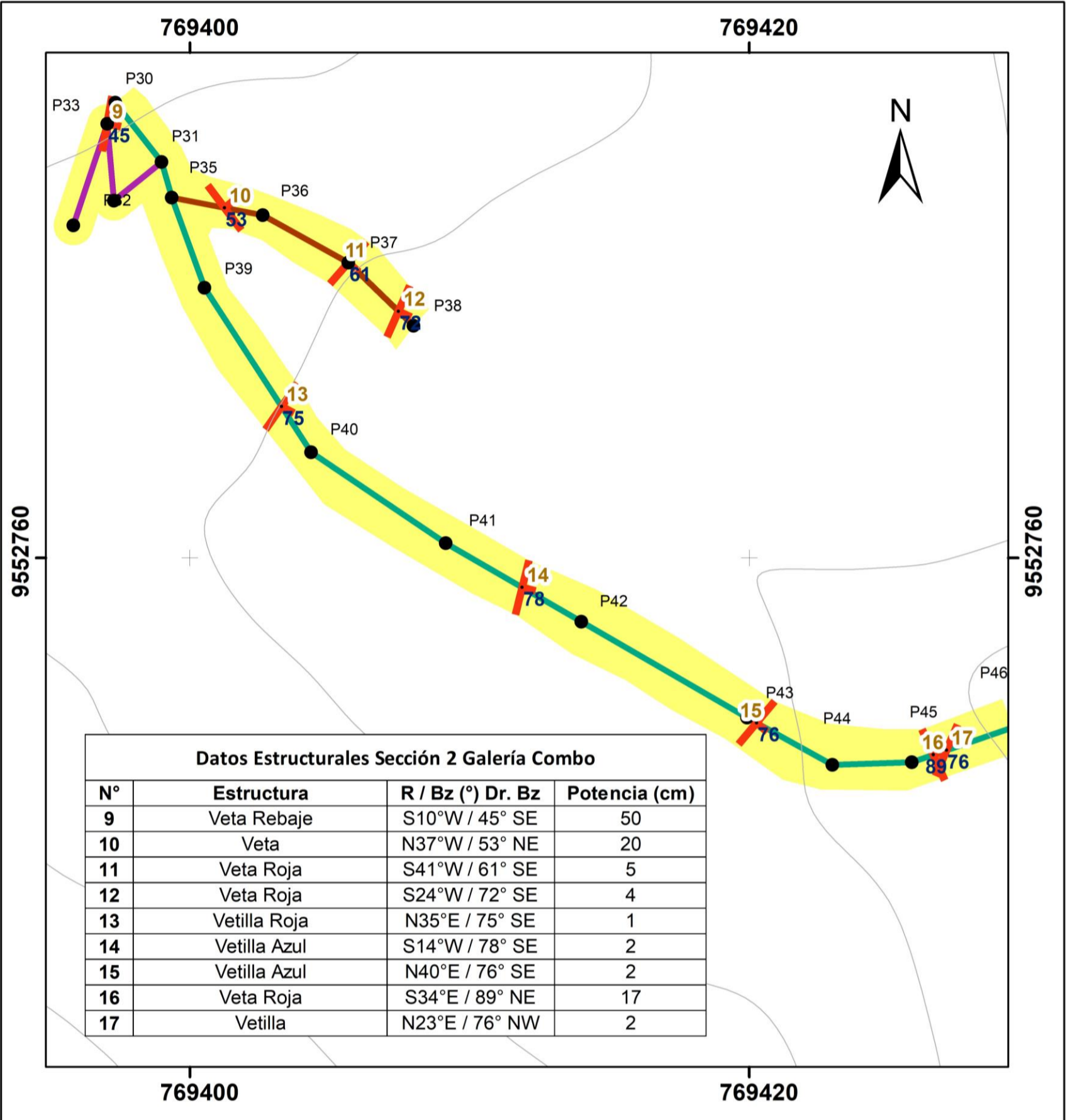




Anexo 25. Geología Estructural de la sección 1 Galería Combo



GEOLOGÍA - ESTRUCTURAL SECCIÓN 2 - GALERÍA COMBO



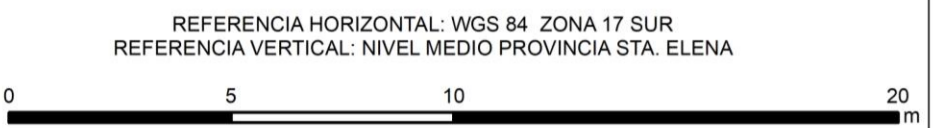
LEYENDA

Eje Principal	Vértices Galería
Labor Secundaria	Curvas de nivel
Rebaje	Vetas

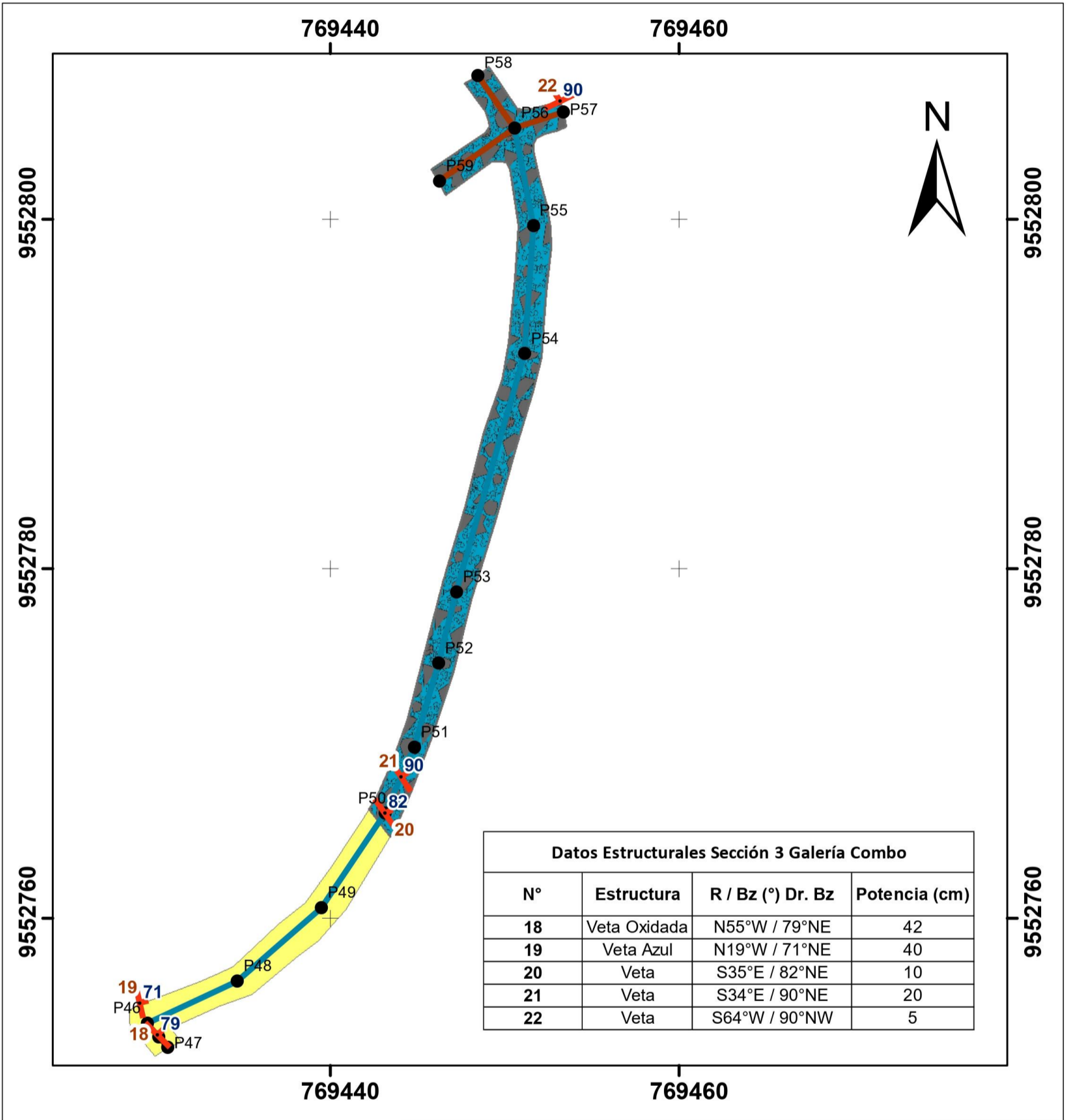
LITOLOGÍA ROCA ESTERIL

PL?Cg - R	Unidad Conguime Riolita
------------------	-----------------------------------

AUTORA Lizbeth Aracely Moreno Soto	ESCALA 1:200
--	------------------------



GEOLOGÍA - ESTRUCTURAL SECCIÓN 3 - GALERÍA COMBO



LEYENDA

- Eje Principal
- Labor Secundaria
- Vetas
- Vértices Galería
- Curvas de nivel

LITOLOGÍA ROCA ESTERIL

- PL?Cg - R Unidad Congüime Riolita
- Brecha Hidrotermal

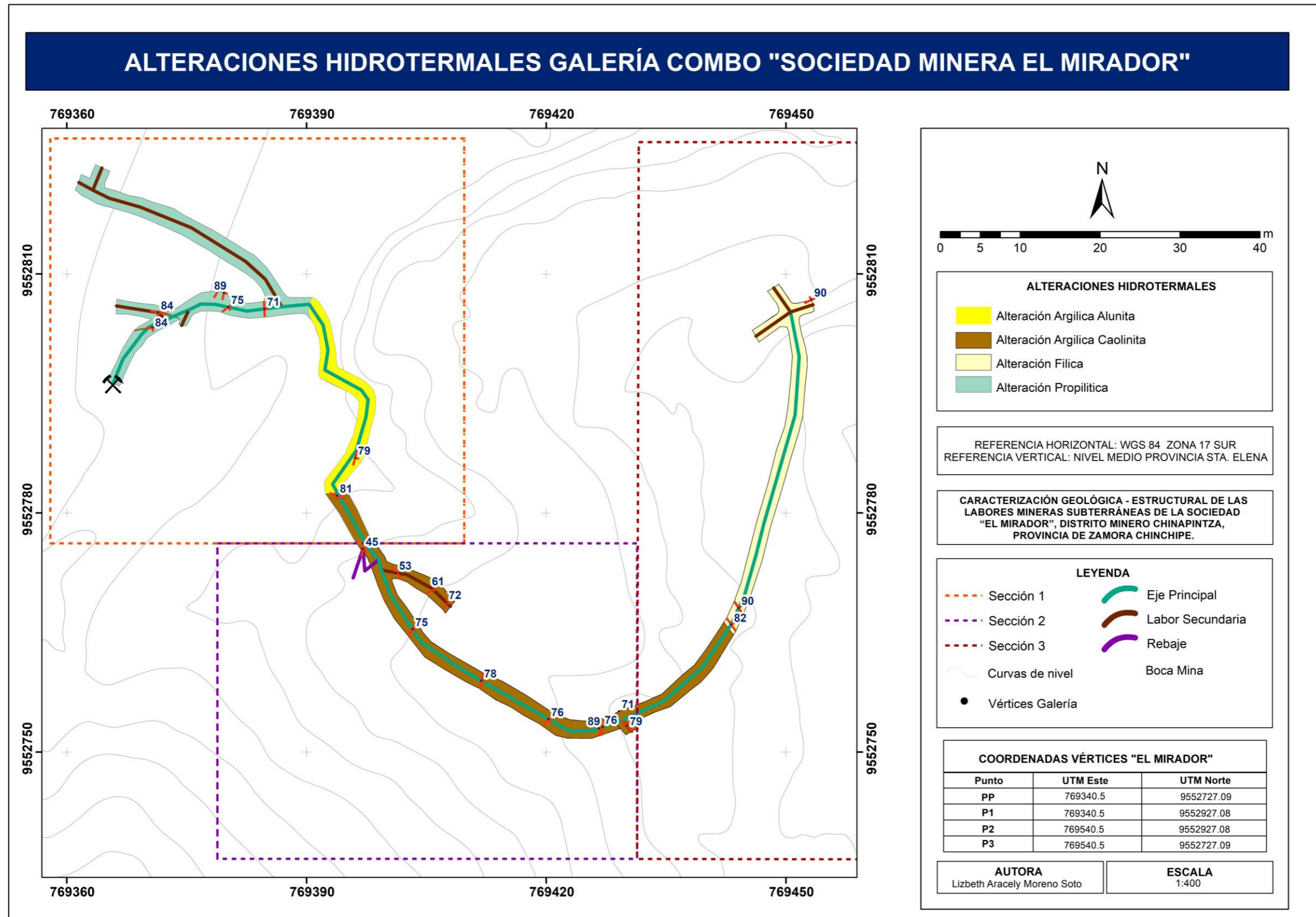
REFERENCIA HORIZONTAL: WGS 84 ZONA 17 SUR
REFERENCIA VERTICAL: NIVEL MEDIO PROVINCIA STA. ELENA

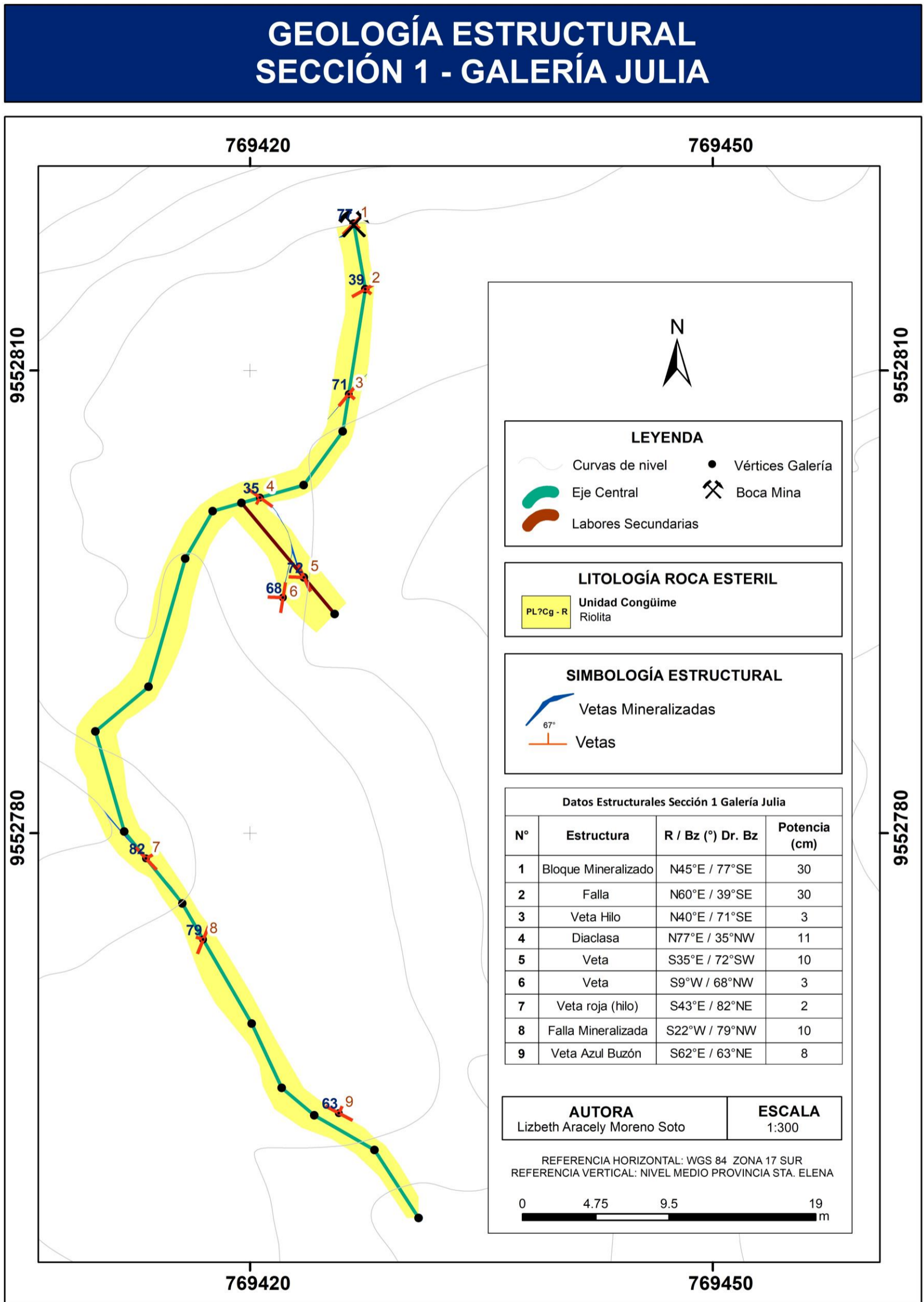
AUTORA

Lizbeth Aracely Moreno Soto

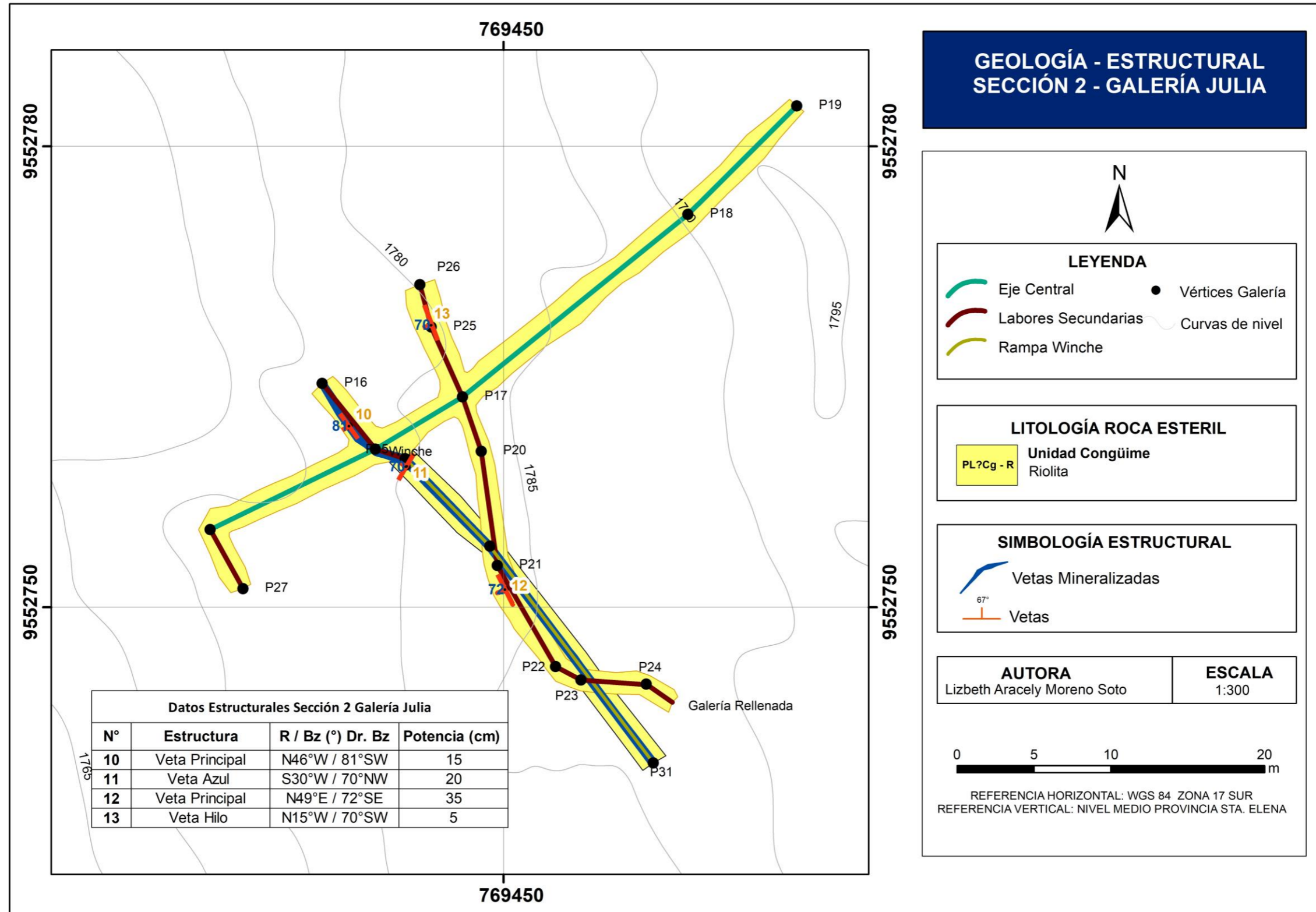
ESCALA

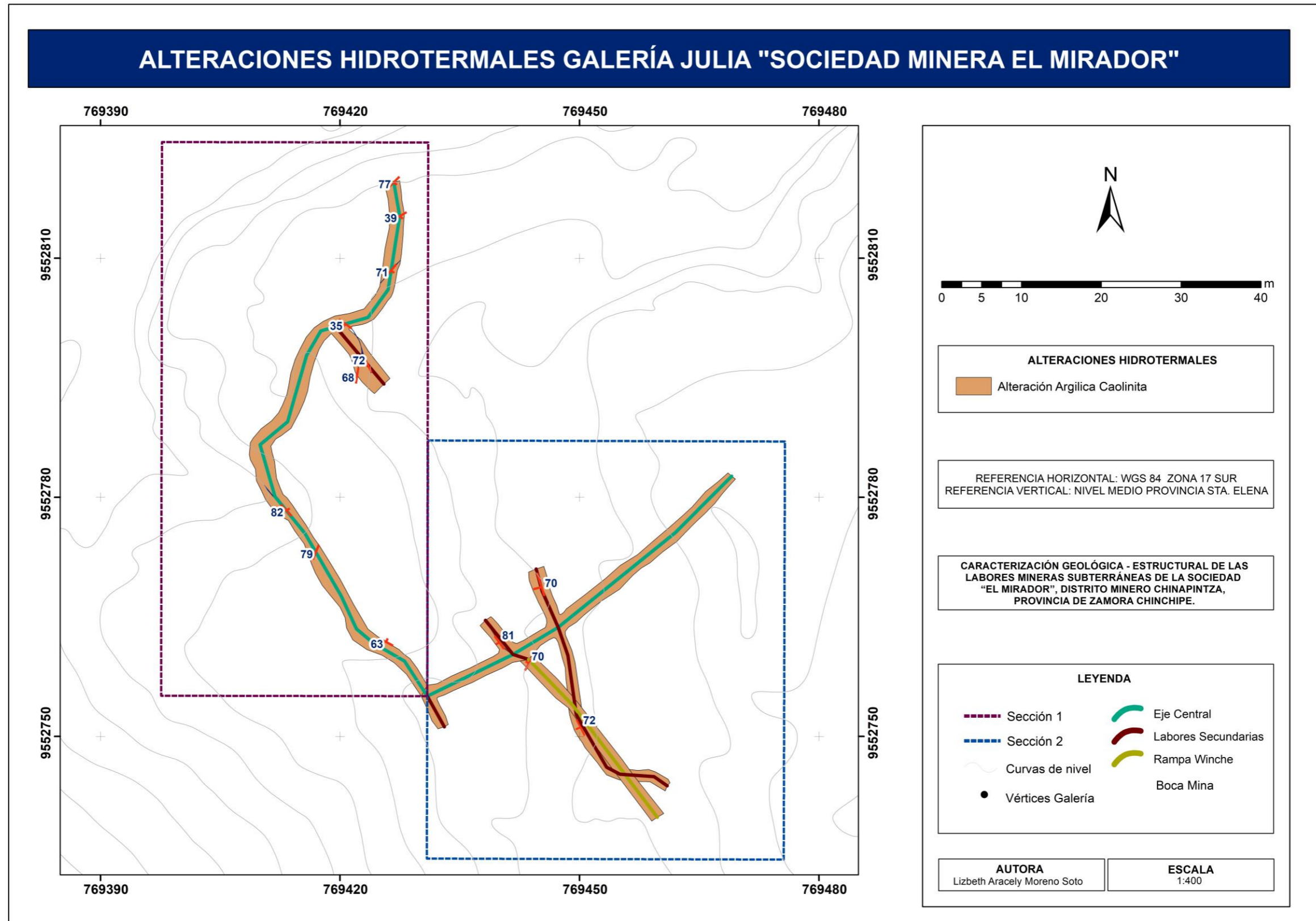
1:320

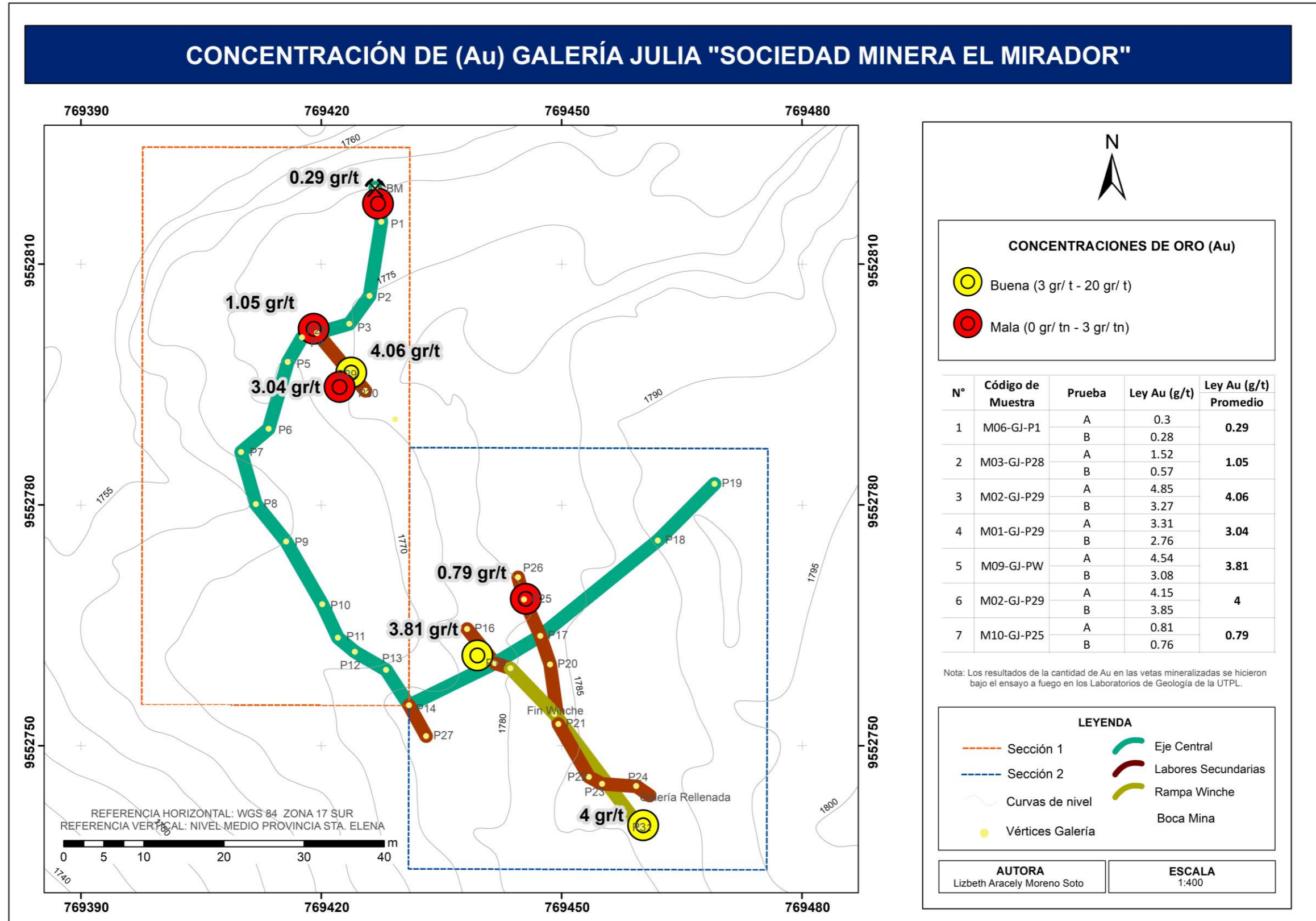




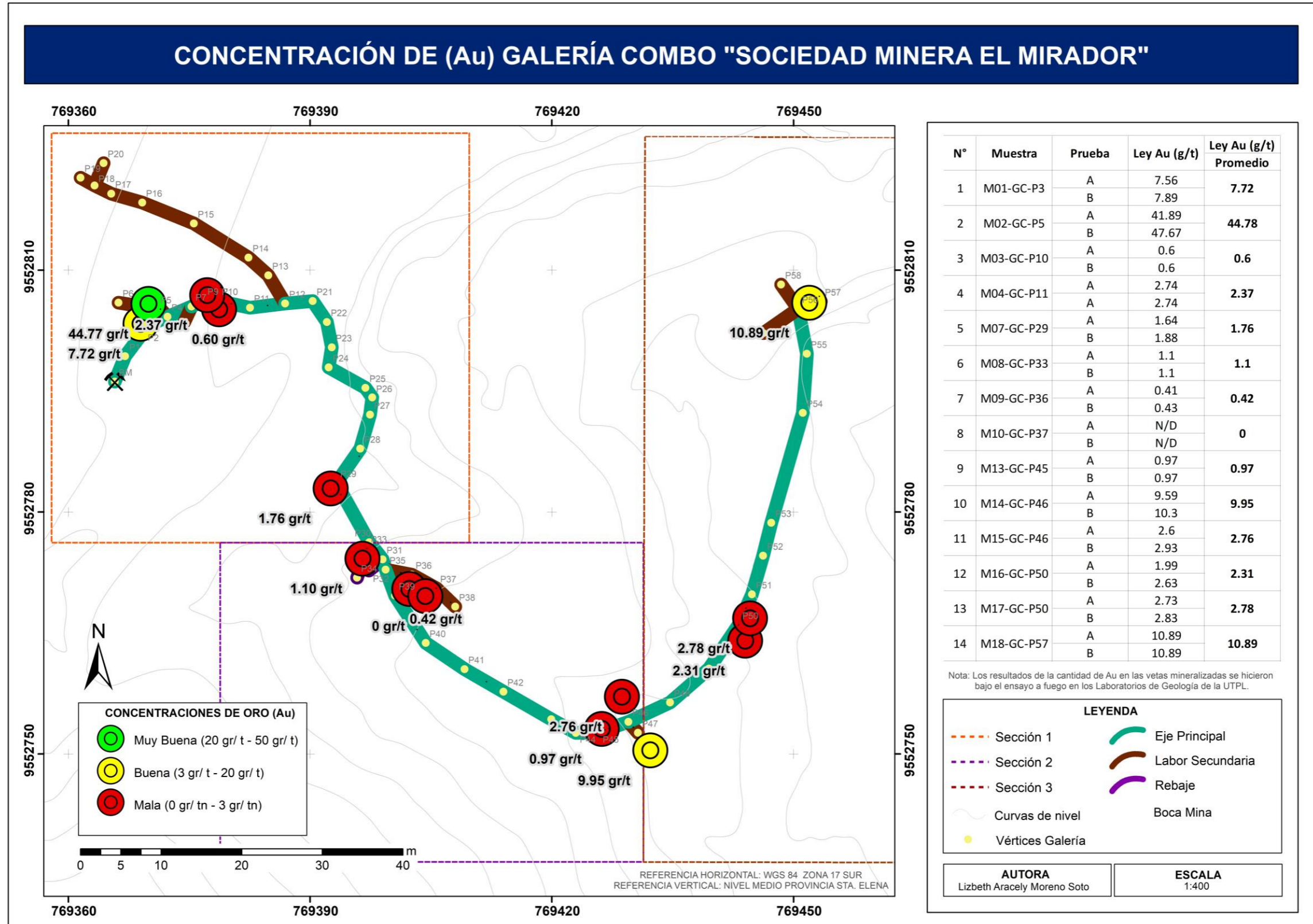
Anexo 30. Geología Estructural de la sección 2 Galería Julia



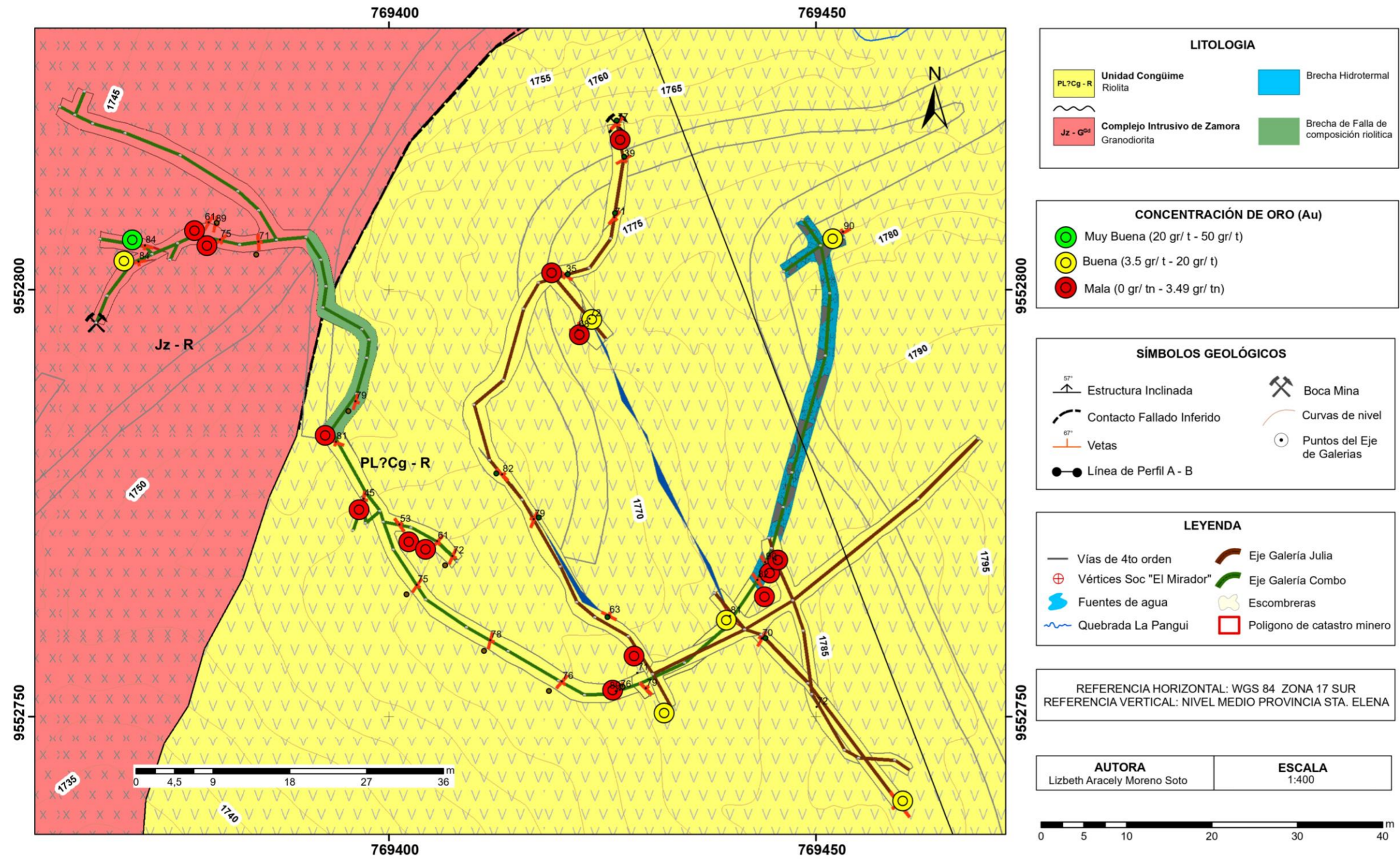




Anexo 33. Concentración de (Au) Galería Combo



MODELO DE DISTRIBUCIÓN GEOLOGICO ESTRUCTURAL DE LA SOCIEDAD "EL MIRADOR"



Anexo 35. Certificado de Traducción de Resumen del proyecto de Titulación



ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA FISCOMISIONAL "EDUVIGES PORTALET"
HERMANAS DOMINICAS DE LA INMACULADA CONCEPCIÓN
PREDICAR LA VERDAD Y PORTAR LA LUZ DE CRISTO
Teléf. 072571695 Correo: escuela2eduviges@hotmail.com
AÑO LECTIVO 2023 – 2024



MS.c. Katherine Alexandra López López

DOCENTE DE INGLÉS - ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA FISCOMISIONAL "EDUVIGES PORTALET"

CERTIFICA:

Que el documento aquí compuesto es fiel traducción del idioma español al idioma inglés del resumen de proyecto de titulación **"Caracterización Geológica - Estructural de las labores mineras subterráneas de la Sociedad "El Mirador", Distrito Minero Chinapintza, Provincia de Zamora Chinchipe"** autoría de **Lizbeth Aracely Moreno Soto** con cédula de ciudadanía No. **1900867845**, egresada de la carrera de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial de la Facultad de Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables

Lo certifico en honor a la verdad y autorizo a la interesada a hacer uso del presente en lo que a sus intereses convenga.



Escaneo usando el dispositivo móvil:
KATHERINE ALEXANDRA
LOPEZ LOPEZ

MS.c. Katherine Alexandra López López
DOCENTE DE INGLÉS