

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

“ANÁLISIS GEOLÓGICO ESTRUCTURAL DE LA MINA R-NIVEL
EN EL ÁREA CEBRAL, HUERTAS, DISTRITO ZARUMA,
ECUADOR”

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero en Geología

Presentado por:

Fergie Naomi Loaiza Castillo

Henry Alejandro Encalada Pástor

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2021

DEDICATORIA

El presente proyecto, está dedicado a Dios y la Virgen, por siempre escuchar las oraciones de mi madre y darme la sabiduría necesaria para llegar hasta donde estoy hoy.

Así mismo, con mucho amor a mis padres Wilson y Janeth que, sin su ejemplo, amor, fe y paciencia, esto no habría sido posible. A mis hermanas, Dayris y Jerelin por siempre estar para mí, siendo mis cómplices en todo momento. A Sebitas, por ser mi luz. Todos mis logros son y serán para ustedes.

A mi querido Samuel, por llegar a mi vida y creer en mí, gracias por impulsarme a lograr esta meta importante en mi vida y ser el compañero ideal.

Finalmente, a mis amigos y amigas, sin su compañía la vida universitaria hubiera sido aburrida, los quiero muchísimo.

Fergie Naomi Loaiza Castillo

DEDICATORIA

El presente trabajo, está dedicado principalmente a Dios que ha sido mi guía para culminar mi carrera, a mi abuelo Thelmo Pástor quien siempre confió en mí, estuvo pendiente de cada paso que daba y aunque ahora ya no está, siempre vivirá en mi corazón.

A mis padres Henry y Fernanda que me convirtieron en la persona que soy, por su amor, trabajo y sacrificio, apoyo fundamental en el cumplimiento de esta meta.

A mis tíos Vinicio Feijoó, Silvana Pástor y Martha Ledesma por brindarme estadía mientras me encontraba en este proceso de estudio, a mis abuelas Bertha y Jenny por su motivación, tías Juana y Lilia quienes estuvieron en este proceso.

A Juliana Feijoó, mis hermanos, familiares, y amigos que directa o indirectamente fueron un soporte en mi vida universitaria.

Henry Alejandro Encalada
Pástor.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro más sincero agradecimiento a la Ing. Monica Cabrera y el Ing. Cesar Morocho representantes de la Empresa Minera Grumincab S.A, , por abrirnos las puertas y permitirnos realizar este proyecto dentro de sus instalaciones

A la ESPOL por brindarnos materiales de aprendizaje durante todo el trayecto de la carrera y a los profesores por su capacidad para enseñar y formarnos como profesionales.

A nuestro tutor Msc. Eduardo Díaz por habernos brindado su apoyo y ser guía durante este proyecto. A nuestro cotutor el Ing. Erwin Larreta por no permitir que perdamos la fe en nosotros, por enseñarnos hasta la mínima cosa para lograr entender lo que estábamos haciendo, además por darse el tiempo para acompañarnos a realizar este proyecto.

Finalmente a nuestros familiares y amigos por su motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Fergie Naomi Loaiza Castillo* y *Henry Alejandro Encalada Pástor* y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



Fergie Naomi Loaiza Castillo



Henry Alejandro Encalada Pástor

EVALUADORES

.....
Ing. David Altamirano, M.Sc

PROFESOR DE LA MATERIA

.....
Ing. Eduardo Díaz, M.Sc

PROFESOR TUTOR

.....
Ing. Erwin Larreta Torres

PROFESOR COTUTOR

RESUMEN

El presente proyecto se da lugar en los flancos occidentales de la Cordillera Occidental en la mina R-Nivel, operada por la empresa GRUMINCAB S.A. Huertas, distrito Zaruma. En esta zona predomina la minería artesanal y pequeña minería, donde su principal problema es la falta de datos estructurales generando contrariedades tanto en la parte técnica como económica. Este proyecto tiene como finalidad determinar un análisis geológico estructural de la mina R-Nivel en la galería principal que conecta al área CEBRAL, mediante el método de abatimiento de plano relacionando el tipo de alteraciones presentes en la roca caja y el modelo tridimensional de una de sus estructuras principales, a través del uso de los softwares ArcMap, Promine y DIPS ROCSCIENCE. La metodología aplicada consistió en 4 fases: Fase I: Búsqueda de información bibliográfica, Fase II: Recolección de datos, Fase III: Análisis de datos y Fase IV: Modelado. En el estudio geo-estructural de la galería principal se proyectó en 2D el comportamiento de vetas, vetillas, fallas y diaclasas; generando alteraciones en la roca caja producto de la fuerte mineralización, además de un modelo tridimensional de la “veta 4”. Se concluye la relación de los esfuerzos comprensivos perpendiculares a la falla de rumbo ONO-ESE “Puente Buza-Palestina”, la presencia de tres tipos de alteraciones hidrotermales: Propilítica, Fílica y Potásica. Finalmente, la proyección total de 167.1 toneladas de material mineralizado que no ha sido extraído en la “veta 4” dentro del área CEBRAL.

Palabras Clave: Minería, Modelo Estructural, Esfuerzos, Alteraciones, Tonelaje.

ABSTRACT

The present project comes to place on the wester flanks of the Occidental Mountains, in the R-Level Mine, ran by the company GRUMINCAB S.A. Huertas, Zaruma district. This zone is prevailed by handcrafted and small mining, where the main issue is the lack of structural data, causing setbacks technically and economically. This project main purpose is to stablish a structural geological analysis with the R-Level on the main gallery which connects to the CEBRAL area, doing so by the plane abatement related to the type of modifications present on the rock box and the tridimensional model of one of its main structures utilizing the following software ArcMap, Promine as well as DIPS ROCSCIENCE. The methodology applied consisted in 4 phases: Phase I: Study of bibliographic information available, Phase II: data collection, Phase III: Data analysis, Phase IV: Modeling. On the geo-structural model of the main gallery a 2D behavior of the veins, mineralized vein, faults, and cleats was projected, producing disturbances caused by the rock box alterations due to the strong mineralization, furthermore a model of the tridimensional "Veta 4". As a conclusion the comprehensive perpendicular efforts to the path flaw WNW-ESE "Puente Buza-Palestina", the existence of 3 types of hydrothermal flaws: Propylitic, Phyllic and Potassic. Finally, the total projection of the 167.1 tons of mineralized material that has not been extracted of "Veta 4" within the CEBRAL area.

KEYWORDS: Mining, Structural Model, Efforts. Alterations, Tonnage

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES.....	I
RESUMEN.....	II
<i>ABSTRACT</i>	III
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ABREVIATURAS	IX
SIMBOLOGÍA	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XIV
ÍNDICE DE PLANOS	XV
ÍNDICE DE FICHAS.....	XVI
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción	1
1.1. Descripción del problema	2
1.2. Justificación del problema.....	2
1.3. Área de estudio.....	3
1.4. Acceso	4
1.5. Objetivos.....	5
1.5.1. Objetivo General	5
1.5.2. Objetivos Específicos	5
CAPITULO 2.....	6
2. Marco teórico	6
2.1. Yacimientos Hidrotermales	6
2.2. Depósitos Vetiforme: Vetas	6
2.2.1. Vetas en intrusivo.....	6
2.2.2. Vetas en rocas volcánicas de composición intermedia:	7

2.2.3.	Vetas en rocas volcánicas e intrusivas.....	7
2.2.4.	Vetas en intrusivos ácidos.....	7
2.3.	Prospección y Exploración Minera.....	7
2.4.	Levantamiento Geológico.	8
2.5.	Tipos de Alteración	9
2.5.1.	Alteración Potásica:.....	9
2.5.2.	Alteración Propilítica:.....	9
2.5.3.	Alteración Fílica:.....	9
2.5.4.	Alteración Greisen:.....	9
2.5.5.	Alteración Argílica:	10
2.5.6.	Alteración Argílica Avanzada:	10
2.6.	Escala de Munsell.....	10
2.7.	Método Abatimiento de Plano.....	11
2.8.	Tipos de Estructuras Geológicas	11
2.9.	Tipos de Esfuerzos	12
2.9.1.	Cizalla	12
2.9.2.	Tensión	12
2.9.3.	Compresión.....	12
2.10.	Fallas	12
2.10.1.	Partes de una Falla	12
2.10.2.	Tipos de Falla.....	13
2.11.	Modelo de Riedel.....	13
2.12.	Modelamiento Geológico	14
2.13.	Estimación de Recursos y Reservas Minerales.....	14
2.13.1.	Recurso Mineral	15
2.13.2.	Reserva Minera.....	15

2.14. Concepto Estructural	15
2.14.1. Rumbo.....	15
2.14.2. Buzamiento	15
2.14.3. Trend.....	16
2.14.4. Plunge:.....	16
2.14.5. Cabeceo:.....	16
2.15. Software.....	17
2.15.1. ArcGIS.....	17
2.15.2. DIPS – Rocscience	17
2.15.3. AutoCAD – Promine	18
CAPÍTULO 3.....	19
3. MARCO GEOLOGICO.....	19
3.1. Geología Regional	20
3.1.1. Complejo Metamórfico de El Oro (EOMC)	20
3.1.2. Distrito Minero Zaruma-Portovelo.....	21
3.2. Estratigrafía	22
3.2.1. Paleozoico.....	22
3.2.2. Mesozoico	22
3.2.3. Cenozoico	23
3.3. Geología Estructural	25
3.4. Geomorfología	26
3.5. Geología Local.....	27
CAPÍTULO 4.....	30
4. Metodología	30
4.1. Fase I.....	31
4.1.1. Búsqueda de información bibliográfica.....	31

4.2.	Fase II.....	32
4.2.1.	Levantamiento planimétrico de mina y Medición de estructuras geológicas 32	
4.2.2.	Recolección de muestras	34
4.3.	Fase III.....	34
4.3.1.	Procesamiento de datos estructurales	34
4.3.2.	Análisis de muestras de rocas	35
4.4.	Fase IV	36
4.4.1.	Modelo geo-estructural de la mina R-Nivel	36
CAPÍTULO 5.....		37
5.	Resultados Y ANÁLISIS.....	37
5.1.	Galería Principal “Mapa Geológico – Estructural”	37
5.1.1.	Zona A.....	37
5.1.2.	Zona B.....	39
5.1.3.	Zona C	39
5.1.4.	Zona D	39
5.1.5.	Zona E.....	39
5.1.6.	Zona F.....	41
5.2.	Vetas.....	42
5.3.	Vetillas	42
5.4.	Fallas	43
5.5.	Diaclasamientos	43
5.6.	Análisis de muestras “Mapa Geológico – Estructural”	44
5.6.1.	Zona A.....	45
5.6.2.	Zona B.....	45
5.6.3.	Zona C	46
5.6.4.	Zona D	46

5.6.1. Zona E.....	46
5.6.2. Zona F.....	47
5.7. Modelo Geológico “Veta 4”	48
CAPÍTULO 6.....	49
6. Conclusiones Y Recomendaciones.....	49
Conclusiones	49
Recomendaciones	50
BIBLIOGRAFÍA.....	51
7. BIBLIOGRAFÍA	51
APÉNDICES	54

ABREVIATURAS

Abs	Abscisaje
AOI	Área de Interés.
BC	Bocamina.
BZ	Buzamiento.
DB	Dirección de Buzamiento.
EOMC	Complejo Metamórfico del Oro.
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral.
PSAD	Datum provisional sudamericano
PTS	Puntos de interes
UTM	Universal Transverse Mercator.

SIMBOLOGÍA

%	Porcentaje
°C	Grado Celsius
Ag	Plata
Au	Oro
E	Este
Ma	Millones de años
m.	Metro
m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
m^3	Metros cúbicos
N	Norte
NE	Noreste
NNE	Nornoreste
NNO	Nornoroeste
NO	Noroeste
O	Oeste
Pb	Plomo
S	Sur
SE	Sureste
SO	Suroeste
SSE	Sursureste
SSO	Sursuroeste
t	Tonelada
t/día	Toneladas de material por día
t/m^3	Tonelada por metro cúbico
U	Uranio

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Ubicación del AOI (Fuente: Autores)	3
Figura 2.1: Esquemas geológicos para los tipos, de yacimientos hidrotermales de oro, reconocidos en Chile. Tomado de (Camus & Duhalde, 1982)	8
Figura 2.2: Zonas de alteración hidrotermal (A) Sección transversal esquemática de zonas minerales de alteración hidrotermal, que consisten en alteración Propilítica, fílica, argílica y potásica zonas. (B) Sección transversal esquemática de minerales asociados con cada zona de alteración (Safari et al., 2018).....	10
Figura 2.3: Interpretación de Abatimiento de un plano (J. Duque, 1998).....	11
Figura 2.4: Tipos de esfuerzos. Fuente: Autores	12
Figura 2.5: Partes de una Falla. 1. Bloques; 2. Labios de falla; 3. Plano de falla; 4. Saltos de falla; 5. Línea de falla; 6. Ángulo de buzamiento; 7. Bloque techo; 8. Bloque piso Tomado de (G. Duque, 2017).....	13
Figura 2.6: Ejemplo de Modelo de Riedel, Falla de Rumbo Dextral con su respectiva leyenda e interpretación de estructuras. Tomado de: (Torres et al., 2012).....	14
Figura 2.7: Línea de rumbo o Traza generada por la intersección de un plano imaginario con el geológico con su respectiva inclinación Tomado de (Echeveste & González, 2005).....	16
Figura 2.8: Inclinación de una línea, Plunge “p”, Cabeceo “r”. Fuente: autores	17
Figura 3.1: Mapa geológico y estructural de la provincia metamórfica de El Oro (Nicolas Riel et al., 2013).....	21
Figura 3.2: Mapa geológico del distrito minero Zaruma-Portovelo, relación al AOI, georreferenciación BC, punto de acceso área CEBRAL, fuente: (PRODEMINCA, 2000)	24
Figura 3.3: . Mapa de estructuras geológicas del distrito minero Zaruma-Portovelo, representando fallas de segundo y tercer orden fuente: (PRODEMINCA, 2000) modificado por (Bonilla, 2009)	25
Figura 3.4: (A) Ubicación de la Mina RNivel fuente Google Earth. (B) Campamento e instalaciones de la mina RNivel. (C) Bocamina RNivel acceso al área CEBRAL	28
Figura 3.5: Intersección conjunto de Vetas “2”, “3”, “4”, dentro de las galerías exploradas por la empresa GRUMINCAB fuente: autores	29
Figura 4.1 Esquema de metodología resumido. Fuente: Elaboración propia.	30

Figura 4.2: . Mapa geológico de los sistemas de filones que muestra la localización de la primera serie en echelón del distrito minero Zaruma-Portovelo (Bonilla, 2009)	31
Figura 4.3: Ejemplo de planilla estructural, para la identificación de estructuras a detalle, galería con abscisas. Fuente: Autores	32
Figura 4.4: Metodología aplicada para levantamiento de información estructural en la mina R-Nivel. (A) Colocación de la cinta. (B) Identificación de estructuras. (C) Toma de abscisaje. (D) Toma de Dip y DipDir. (E) Toma de espesor veta. (F) Graficación de las estructuras identificadas	33
Figura 5.1: Representación de las 6 zonas de interés (1026.59 metros), mostrando planos y estructuras de la zona de estudio, fuente: autores	38
Figura 5.2: Enjambre de vetillas mineralizadas. (Abs. 0+644 – Flanco izquierdo), fuente: autores	38
Figura 5.3: Estructuras importantes Zona D. (A) Veta característica (Abs. 1+307. Flanco derecho). (B) Veta “1 Norte” (Abs. 1+182. Flanco izquierdo). (C) Representación en plano abatido de sistema de vetas importantes Zona D Fuente: autores.....	40
Figura 5.4: Sistema de Vetas característicos Zona E y F. (A) Veta 8 y 10 (Abs. 1+390. Flanco izquierdo). (B) Vetas 2-3-4-5 (Abs. 1+393. Flanco izquierdo). (C) Vetas “2 – 3 Norte” (Abs. 1+409. Flanco derecho). (D) Representación en plano abatido de sistema de vetas importantes Zona E. Fuente: Autores.....	41
Figura 5.5: Posibles vetas principales, diagrama de rosetas y concentración de esfuerzos. Fuente: autores	42
Figura 5.6: Posibles vetillas principales, diagrama de rosetas y concentración de esfuerzos. Fuente: autores	42
Figura 5.7: Posibles fallas principales, diagrama de rosetas y concentración de esfuerzos. Fuente: autores	43
Figura 5.8: Posibles diaclasas principales, diagrama de rosetas y concentración de esfuerzos. Fuente: autores	43
Figura 5.9: Rocas con diferente mineralización encontradas en la zona de estudio. (A) Alteración Potásica. (B) Alteración Fílica. (C) Alteración Propilítica.....	45
Figura 5.10: Modelo Geológico Estructural, Galería Principal, Zona D (abs. 1+129 - 1+196), representación de cambios de alteración (fuente: autores).....	47

Figura 5.11: Modelo Geológico Estructural, Galería Principal, Zona F (abs. 1+129 - 1+196), representación de cambios de alteración (fuente: autores) 47

Figura 5.12: Modelo Tridimensional de la Veta 4. Fuente: autores..... 48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Coordenadas Concesión Minera CEBRAL	4
Tabla 3.1: Dominios Fisiográficas, Contextos y Unidades Geomorfológicas del cantón Zaruma (Val et al., 2015)	27
Tabla 4.1: Formato de libreta estructural, fuente: autores (Iz: izquierda, D: derecha) 34	
Tabla 4.2: Formato clasificación de datos de familia de diaclasas.....	35
Tabla 4.3: Formato clasificación de datos Veta 4 (Coordenadas UTM PSAD 56 Zona17S)	35
Tabla 5.1: Datos de estructuras más importantes presentes en la Zona E y F.....	40
Tabla 5.2: Esfuerzos principales de Fallas	43
Tabla 5.3: Esfuerzos principales de Diaclasamientos.....	43
Tabla 5.4: Muestras tomadas dentro de la galería para zonación	44

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1: Mapa Geológico Estructural, Zona A “Galería Principal” Mina “R-Nivel”

Plano 2: Mapa Geológico Estructural, Zona B “Galería Principal” Mina “R-Nivel”

Plano 3: Mapa Geológico Estructural, Zona C “Galería Principal” Mina “R-Nivel”

Plano 4: Mapa Geológico Estructural, Zona D “Galería Principal” Mina “R-Nivel”

Plano 5: Mapa Geológico Estructural, Zona E “Galería Principal” Mina “R-Nivel”

Plano 6: Mapa Geológico Estructural, Zona F “Galería Principal” Mina “R-Nivel”.

Plano 7: Modelo 3D, Geológico Estructural Veta 4

ÍNDICE DE FICHAS

- Ficha 1: Análisis de la muestra M22A
- Ficha 2: Análisis de la muestra M21A
- Ficha 3: Análisis de la muestra M20A
- Ficha 4: Análisis de la muestra M19A
- Ficha 5: Análisis de la muestra M18A
- Ficha 6: Análisis de la muestra M17A
- Ficha 7: Análisis de la muestra M16A
- Ficha 8: Análisis de la muestra M15A
- Ficha 9: Análisis de la muestra M14A
- Ficha 10: Análisis de la muestra M13A
- Ficha 11: Análisis de la muestra M12A
- Ficha 12: Análisis de la muestra M11A
- Ficha 13: Análisis de la muestra M10A
- Ficha 14: Análisis de la muestra M9A
- Ficha 15: Análisis de la muestra M8A
- Ficha 16: Análisis de la muestra M7A
- Ficha 17: Análisis de la muestra M6A
- Ficha 18: Análisis de la muestra M5A
- Ficha 19: Análisis de la muestra M4A
- Ficha 20: Análisis de la muestra M3A
- Ficha 21: Análisis de la muestra M2A
- Ficha 22: Análisis de la muestra M1A
- Ficha 23: Análisis de la muestra M1B
- Ficha 24: Análisis de la muestra M2B
- Ficha 25: Análisis de la muestra M3B
- Ficha 26: Análisis de la muestra M4B
- Ficha 27: Análisis de la muestra M5B
- Ficha 28: Análisis de la muestra M6B
- Ficha 29: Análisis de la muestra M7B

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

El estallido de la pandemia Covid-19 ha trastocado las estructuras políticas, económicas, financieras y sociales a nivel mundial; en el 2020, los sectores estratégicos productivos, el comercio y los accesos se vieron limitados a todo tipo de bienes y servicios, especialmente al turismo, obstaculizando muchas actividades económicas, incluida la minería, una crisis sin precedentes, como único en la historia moderna, la cual limitó la actividad profesional y privada de millones de personas en todo el mundo. (Gala et al., 2021)

La investigación en el campo de la geología y los recursos minerales es de vital importancia económica para el Ecuador, pues presenta un valor técnico social, en las cuales miles de familias dependen directamente de mencionadas actividades (Romero et al., 2020). El Gobierno ecuatoriano vincula directamente la futura explotación minera con la reducción de la pobreza y el desarrollo del país, manejando los principios de la minería responsable y a través del aumento de beneficios por impuestos y regalías para programas sociales. (Vázquez et al., 2017)

Actualmente en el distrito Minero Zaruma Portovelo, existen alrededor de 400 operaciones mineras definidas como pequeña minería y minería artesanal. Zaruma es un sector distinguido por la recuperación del oro asociado a cuarzo y sulfuros, donde la mayoría de las minas cuentan con operaciones primarias, con deficientes procesos técnicos, generando baja producción. (Gala et al., 2021)

Principalmente la minería artesanal exhibe sistematizaciones con uno o dos niveles de operación mecanizada, conociéndose muy poco sobre las reservas de oro disponible, por ese motivo, frecuentemente estas minas operan el día a día, sin ningún tipo de planificación a largo plazo, con una producción aproximada de 0.5 hasta 2 toneladas de material por día; mientras que ciertos sectores más tecnificadas patentados como pequeña minería registran una producción cercana entre 5 a 10 t/día. (Tarras, 2002)

La necesidad de implementar técnicas que permitan un eficiente aprovechamiento mineral para optimizar y prolongar la actividad minera considerando la exploración de

nuevos recursos y/o reservas, en base a la historia geológica del sector, es un tema que se ha desarrollado muy poco, a lo largo de la historia del país. El presente proyecto de investigación tiene como objetivo aplicar metodologías orientadas al análisis de las características estructurales geológicas, correlacionándolas con la mineralogía, litología y texturas de las rocas presentes en la mina “R-Nivel” en el área “CEBRAL”, cuyos trabajos de exploración y producción están a cargo de la empresa GRUMINCAB S.A.

1.1. Descripción del problema

La empresa minera GRUMINCAB realiza sus operaciones en los flancos occidentales de las Cordillera Occidental; en base a los datos históricos del área CEBRAL, el mineral de interés comercial se relaciona a polimetálicos mineralizados especialmente de “Au” y “Ag”. Los estudios geoquímicos realizados por la empresa han determinado zonas de baja y mediana ley, además se cuenta, con información geológica de empresas extranjeras que han realizado exploraciones en las labores, por esa razón, analizar las estructuras y correlacionarlas con los estudios previos, proporcionará información geológica identificando nuevas zonas de interés económico.

Por otra parte, en el distrito minero Zaruma Portovelo, la falta de metodologías directas o indirectas relacionadas al aprovechamiento de recursos minerales tanto en prospección como exploración; se han manejado de forma empírica. La falta de técnicas imposibilita la realización de estudios geológico-mineros, generando poca mecanización en las concesiones, lo que conduce a pérdidas económicas y retrasos en la producción minera del sector.

1.2. Justificación del problema

La producción de una mina relacionada a vetas no es eficaz cuando existe poca información geológica ni datos estructurales, de tal manera se necesita realizar un levantamiento geológico estructural para optimizar la producción de la actividad minera. Las nuevas técnicas de levantamiento geológico estructural consideran las características físicas de las rocas, permitiendo la interpretación de mecanismos dinámicos relacionados a esfuerzos, plegamientos y fallamientos en el macizo rocoso, con el objetivo de determinar el comportamiento de las vetas mineralizadas.

Tabla 1.1: Coordenadas Concesión Minera CEBRAL

(Fuente: GRUMINCAB S.A.,2021)

COORDENADAS CEBRAL				
	DATUM: PSAD 56		DATUM: WGS 1984	
PTS	Este (m)	Sur (m)	Este (m)	Sur (m)
P0	650002.719	9599700.724	649750.549	9599338.88
P1	650002.717	9600000.722	649750.819	9599636.219
P2	651102.707	9600000.727	650850.808	9599636.217
P3	651102.702	9601000.718	650850.810	9600636.207
P4	652502.689	9601000.725	652250.796	9600636.206
P5	652502.694	9600000.734	652250.795	9599636.215
P6	653002.689	9600000.736	652750.790	9599636.215
P7	653002.691	9599700.739	652750.789	9599336.218
P8	651902.701	9599700.734	651650.800	9599336.219
P9	651902.701	9599750.733	651650.800	9599386.219
P10	651802.702	9599750.733	651550.801	9599386.219
P11	651802.698	9600550.725	651550.802	9600186.211
P12	651652.699	9600550.724	651400.804	9600186.211
P13	651652.703	9599750.732	651400.803	9599386.219
P14	651702.703	9599750.732	651450.802	9599386.219
P15	651702.703	9599700.733	651450.802	9599336.219

La Bocamina (BC) se encuentra en las coordenadas PSAD 56 UTM Zona 17s:
Este (m): 651322, Sur (m): 9600025 con una altitud de 1166 m.s.n.m.

1.4. Acceso

El acceso a la zona de estudio se realiza por vía terrestre, desde la ciudad de Zaruma a través de una vía de segundo orden (Vía Zaruma-Muluncay), hasta llegar al cementerio general de Huertas ubicado a 1.3 kilómetros antes del centro de la Parroquia. Luego se ingresa a una vía de tercer orden estrecha que conecta con la mina "R-Nivel". El tiempo aproximado es de 35 minutos.

En la bocamina RNivel, el acceso a los trabajos de exploración y extracción se lleva a cabo mediante galerías de tránsito establecidas por la Compañía Americana SAC, en el

área RNIVEL, CEBRAL, MACHAY y PACAY BLANCO, la cual existe servicio para entrada y salida de material mineralizado, conocido por las autoridades pertinentes de regulación y control de recursos minerales, establecida como galería principal y definida como área de estudio vinculado con la galería que conecta con CEBRAL.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

- Modelar las estructuras geológicas presentes en la mina R-Nivel en la galería principal que conecta al área CEBRAL por medio del método abatimiento de plano para la proyección de zonas con alta probabilidad de enriquecimiento mineral.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Establecer un Mapa Geológico de la zona de estudio con los datos adquiridos en campo por medio del Software ArcMap para la identificación de unidades litológicas.
- Generar un Modelo Geológico con los datos obtenidos en el área CEBRAL de la Veta 4 mediante el software Promine.

CAPITULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Yacimientos Hidrotermales

Este tipo de alteraciones las encontramos en lugares como cinturones de piedra verde arcaica, pórfidos, depósitos de sulfuro masivo volcanogénicos (VMS), estos depósitos son el producto de los sistemas hidrotermales a magmático-hidrotermales que están cubiertos por halos de alteración finos a muy amplios. Una alteración es un sistema abierto en el cual se dan cambios tanto químicos como mineralógicos en una roca. A partir de las características estructurales, mineralógicas, y morfológicas (Camus & Duhalde, 1982), divide los yacimientos en (Figura 2.1):

- A. Yacimientos de tipo veta o vetiforme relacionada a la zona de estudio (AOI)
- B. Yacimientos con presencia de cuerpos lenticulares o Clavos asociados a zonas de cizalle.
- C. Cuerpos irregulares, asociados a chimeneas de brecha.
- D. Mineralización en fracturas, marginales a sistemas porfídicos.

2.2. Depósitos Vetiforme: Vetas

Estos depósitos cuentan con una simetría de tipo tabular, que puede ser generada por un dique magmático, zona de falla mineralizada o una veta de tipo hidrotermal.

El tipo de formación es Post - Mágmatica donde gran parte de estas son de tipo hidrotermal y la cristalización de los minerales se debe a la temperatura y presión que haya dentro de la veta (Naranjo & Alvarán, 2018). Dentro de ciertas vetas se ubican áreas de "stockwork" o roca "Caja", la cual se relaciona con su tipo mineralogía y alteración, representado en subgrupos (Camus & Duhalde, 1982)

2.2.1. Vetas en intrusivo.

Asociados exclusivamente a intrusivos de composición dioríticos a granodiorítica; muy angostas, raramente con potencias mayor a la de un metro, generalmente se exhibe a

profundidad. Presenta cuarzo, pirita, arsenopirita y oro asociado, al igual de pequeñas proporciones de galena blenda y calcopirita.(Camus & Duhalde, 1982).

2.2.2. Vetas en rocas volcánicas de composición intermedia:

Con características morfológicas similares a las vetas en intrusivo, se distinguen por presentar mayor potencia de los grupos mineralizados, además cuenta con una mineralogía más compleja, con presencia de cuarzo, blenda, pirita, calcopirita, baritina, bornita, tetraedrita, calcita y anhidrita. (Camus & Duhalde, 1982).

2.2.3. Vetas en rocas volcánicas e intrusivas

Se relaciona con las características de las vetas en intrusivo y en rocas volcánicas lo cual se debe a los procesos sometidos en el área de este tipo de yacimiento. (Camus & Duhalde, 1982).

2.2.4. Vetas en intrusivos ácidos

Cuerpos vetiformes, en zonas intrusivas dacíticas y/o riolíticas, asociadas a grandes zonas de alteración hidrotermal. Alojadas en fracturas de tensión preexistentes que, localmente, constituyen zonas de brechas y/o roca caja (stockwork). La mineralogía generalmente presenta cuarzo, rodocrosita, baritina, enargita, calcopirita, pirita y el material de interés oro (Au) libre o asociado a sulfuros de hierro y cobre. (Camus & Duhalde, 1982).

2.3. Prospección y Exploración Minera

La prospección y exploración son fases importantes que se las considera de primera necesidad al tener la intención de explotar un yacimiento minero, se la aplica en campo para tener conocimiento general del área de estudio, con el fin de localizar anomalías geológicas que pueden llevar al depósito mineral que se desea explorar. En la exploración se necesita conocer a más detalle el depósito mineral, como cuales son las dimensiones exactas de este o el valor económico que puede llegar a aportar. (IGME, 1982)

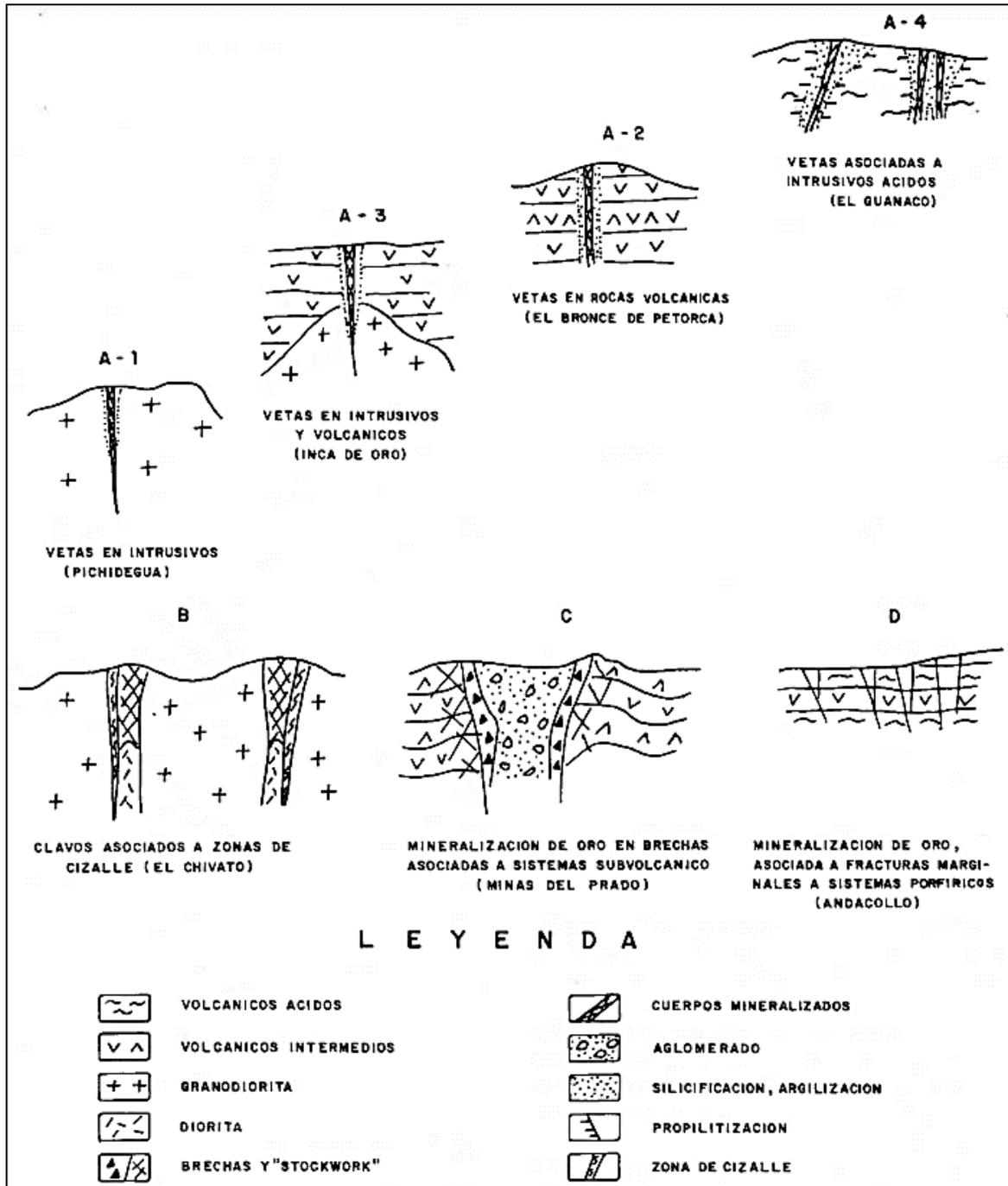


Figura 2.1: Esquemas geológicos para los tipos, de yacimientos hidrotermales de oro, reconocidos en Chile. Tomado de (Camus & Duhalde, 1982)

2.4. Levantamiento Geológico.

El levantamiento geológico tiene como finalidad llegar a un mapa donde se detalla las características geológicas de una zona de estudio específica, que ayuda a comprender de mejor manera como está formada cierta región. (Echeveste & González, 2005).

2.5. Tipos de Alteración

Existen 6 tipos de alteraciones hidrotermales, como lo son: Potásica, Propilítica, Fílica, Greisen, Argílica y Argílica Avanzada. (Navelot et al., 2018)

2.5.1. Alteración Potásica:

Esta alteración es normal encontrarla en yacimientos minerales tipo pórfido y epitermales, lo más cercano al núcleo. El feldespato potásico en pórfidos y la adularia en epitermales son los minerales característicos de esta alteración. (Figura 2.2) (Safari et al., 2018)

2.5.2. Alteración Propilítica:

Predomina la unión de clorita-epidota y encontramos minerales como la albita, calcita, pirita, accesorios de cuarzo, magnetita e illita. Esta alteración se muestra como un halo gradacional y distal junto a una alteración potásica, en esta zona encontramos minerales como la actinolita y biotita. (Figura 2.2) (Safari et al., 2018)

2.5.3. Alteración Fílica:

También conocida como Sericitico, sobresale la unión de cuarzo-sericita-pirita, en esta alteración los minerales representativos son el feldespato potásico, caolinita, calcita, biotita, rutilo, anhidrita y apatito. Se puede dar un aumento de cantidades de feldespatos potásicos lo que indica una variación hacia la alteración potásica, y cuando se da un aumento en los minerales arcillosos representa un cambio hacia la alteración argílica. (Figura 2.3) (Safari et al., 2018)

2.5.4. Alteración Greisen:

Se encuentra con frecuencia en stocks o láminas de granito que se establecen que se establecen de manera interna en formaciones sedimentarias arenosas y arcillosas, las cuales se las asocia con minerales de Sn y W. (Navelot et al., 2018)

2.5.5. Alteración Argílica:

Se distingue por contener minerales arcillosos como el caolín con varias cantidades de cuarzo. También se presenta metasomatismo de H⁺ intenso y lavados con pH muy ácidos, lo que ocasiona se de variación gradual hacia las partes internas en zonas fílicas y hacia afuera a alteraciones propilíticas. (Safari et al., 2018)

2.5.6. Alteración Argílica Avanzada:

Los feldespatos colapsan completamente, lo que ocasiona de paso a minerales como alunita y caolinita. Se produce esta alteración cuando las rocas padecen de hidrólisis extrema y los enlaces de aluminio se separan en los silicatos lo que ocasiona se forme la alunita y óxidos de aluminio. (Safari et al., 2018)

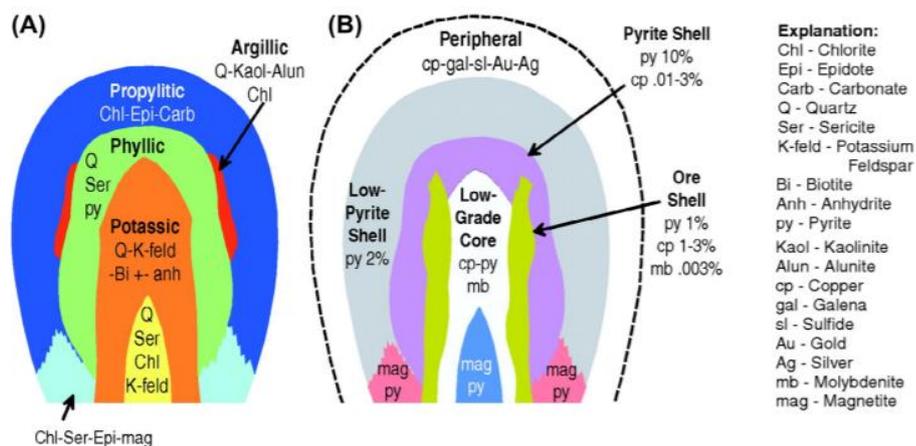


Figura 2.2: Zonas de alteración hidrotermal (A) Sección transversal esquemática de zonas minerales de alteración hidrotermal, que consisten en alteración Propilítica, fílica, argílica y potásica zonas. (B) Sección transversal esquemática de minerales asociados con cada zona de alteración (Safari et al., 2018)

2.6. Escala de Munsell

Son tablas de color que incluyen matices del rango visible del espectro electromagnético, está compuesta por hojas con diferente matiz específico que se encuentra detallado en la parte superior derecha de la página, también encontramos placas con distintos colores, las cuales indican la claridad que se muestran en sentido vertical y la pureza se muestra en sentido horizontal de la página (Nickerson, 1940)

2.7. Método Abatimiento de Plano

El método de abatimiento de un plano es una de las herramientas principales en el diseño de esquemas relacionados a problemas geológicos. Es importante mencionar la relación entre el bosquejo en el papel gráfico bidimensional y el diseño de los datos con sus características estructurales tridimensionales, de modo que, consiste en abatir la tercera dimensión, proyectar los planos verticales de tal forma que conserven las medidas y proporciones características de los ambientes geológicos. (J. Duque, 1998).

El abatimiento de un plano radica en trasladar a partir de la vertical a la horizontal, rotándolo sobre un eje que se debe hallar en el plano sobre el que se efectúa el abatimiento y que a su vez corresponde al plano abatido, a partir de ello se puede calcular en papel distancias y ángulos, tomados en campo. (Martín & Benítez, Francisco Barrientos, 2010).

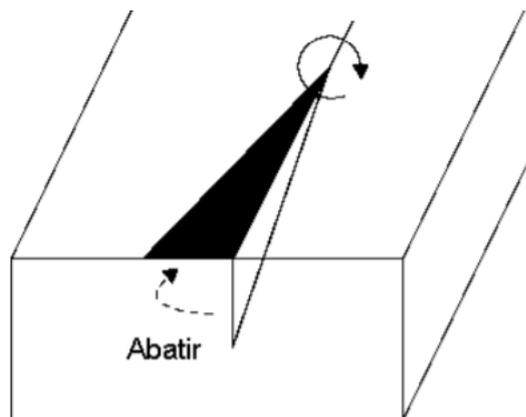


Figura 2.3: Interpretación de Abatimiento de un plano (J. Duque, 1998)

2.8. Tipos de Estructuras Geológicas

Existen dos tipos de estructuras geológicas: Primarias y Secundarias.

Las Estructuras Geológicas Primarias se producen cuando empieza a formarse la roca, como lo son: bandeamiento de flujo, estratificación, estructura eutaxítica, etc.

Por otro lado, las Estructuras Geológicas Secundarias que se crean por las deformaciones que sufren las rocas luego de haberse formado, las cuales son: Fallas, diaclasas, estrías, clivajes, vetillas, pliegues. (Ghosh, 1993)

2.9. Tipos de Esfuerzos

El esfuerzo es el empuje que se le ejerce a cierta área de un cuerpo rocoso, y se tienen tres tipos:

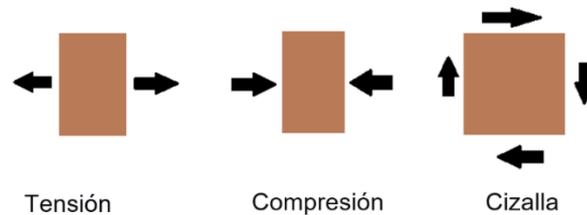


Figura 2.4: Tipos de esfuerzos. Fuente: Autores

2.9.1. Cizalla

Es un esfuerzo que se ejecuta de forma paralela a un plano donde se ha generado empuje; este tipo de esfuerzo ocasiona un desplazamiento a lo largo del plano. (García, 2012)

2.9.2. Tensión

Se da cuando se aplica un empuje en la misma línea, pero en direcciones contrarias. (García, 2012)

2.9.3. Compresión

Este esfuerzo se da cuando el empuje que se realiza en el cuerpo está direccionado uno contra otro. (García, 2012)

2.10. Fallas

2.10.1. Partes de una Falla

Las fallas geológicas se dan por el desgarramiento de los bloques de rocas en la corteza terrestre, donde uno de los bloques se lo denomina bloque techo el cual se desplaza y el otro es el bloque piso que se mantiene estable, también se los denomina labios de falla. El plano de falla es el espacio que se desplazan estos bloques y también se tiene

los saltos de falla que es la separación de los puntos que se encontraban contiguos En la (Figura 2.4). (G. Duque, 2017)

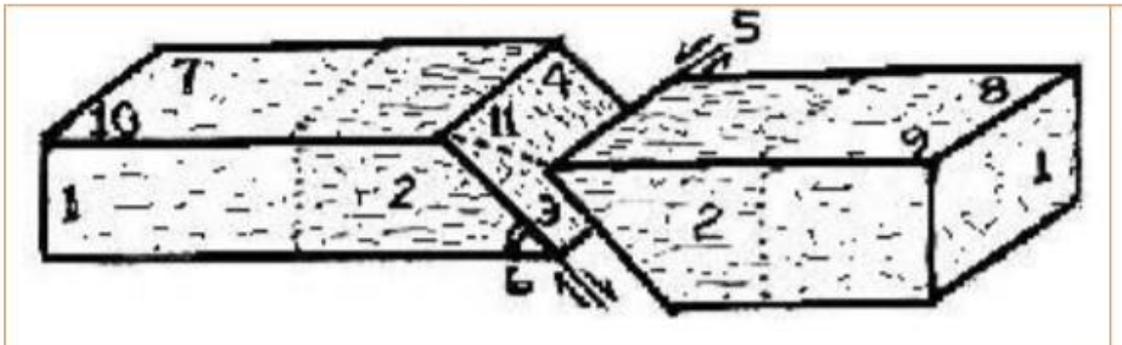


Figura 2.5: Partes de una Falla. 1. Bloques; 2. Labios de falla; 3. Plano de falla; 4. Saltos de falla; 5. Línea de falla; 6. Ángulo de buzamiento; 7. Bloque techo; 8. Bloque piso Tomado de (G. Duque, 2017)

2.10.2. Tipos de Falla

Se tienen las siguientes fallas:

- Falla normal: Esta se da cuando se aplican esfuerzos de tensión, y al generarse este esfuerzo, el bloque que sube es el bloque piso. (G. Duque, 2017)
- Falla inversa: Se genera cuando los esfuerzos que se aplican en los bloques son de compresión, lo que causa que el bloque techo se deslice hacia arriba del bloque piso. (G. Duque, 2017)
- Falla de rumbo: En esta falla sobresale el desplazamiento horizontal, el cual se da en forma paralela a la dirección de la falla. (G. Duque, 2017)

2.11. Modelo de Riedel

Este modelo interpreta cómo se dan cambios en una zona que padece las fuerzas que pertenecen a una falla de rumbo como son Sinistral y Dextral, además permite comprender de mejor manera las estructuras de transpresión y transtención. (Katz et al., 2004)

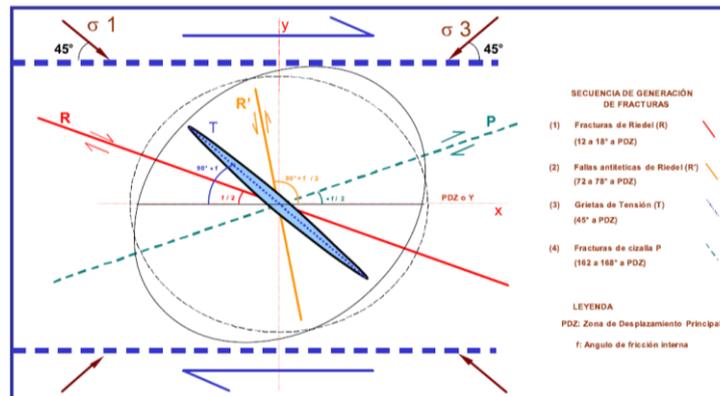


Figura 2.6: Ejemplo de Modelo de Riedel, Falla de Rumbo Dextral con su respectiva leyenda e interpretación de estructuras. Tomado de: (Torres et al., 2012)

2.12. Modelamiento Geológico

Consiste en la representación bidimensional o tridimensional de un volumen de roca con la finalidad de identificar parámetros geológicos para estimar una cierta cantidad de recursos y/o reservas, que presenten un fuerte potencial económico, estableciéndose como una herramienta fundamental para el planeamiento de inversiones y para la elaboración de los planes de desarrollo de proyectos geológicos. (Vieira et al., 2009).

El modelamiento Geológico tiene como finalidad, incrementar el conocimiento de la morfología del depósito y representarlo lo más exacto posible, relacionar las características y parámetros en diferentes tipos de modelos, como: litología, alteración, mineralización, estructural, distribución de Au, Cu, etc. Además de definir volúmenes de roca en los que las variables a estimar tengan un comportamiento homogéneo. (Ayala & Rey, 2009)

2.13. Estimación de Recursos y Reservas Minerales

La estimación de recursos y reservas minerales se considera como una de las fases más críticas en la valoración de un proyecto, la cual consiste en determinar la cantidad (tonelaje), calidad (ley) y posibilidad (alcance) de explotación comercial del mineral particular, de modo que, juega un rol importante en la búsqueda de financiamiento y constituye a futuro un desarrollo y manejo eficaz en el área de interés. (Ortiz & Emery, 2004)

2.13.1. Recurso Mineral

Se conoce como la concentración del mineral o material de interés económico específico en la corteza de la Tierra en cantidad y forma donde exista la probabilidad razonable de una fortuita extracción económica. El lugar, tonelaje, ley, particularidades geológicas y prolongación de un recurso mineral son estimadas a partir de evidencia y conocimientos específicos. Además, se subdividen, en orden de confianza geológica ascendente, en clases de Inferidos, Indicados y Medidos. (Ortiz & Emery, 2004)

2.13.2. Reserva Minera

Una reserva minera, es la parte económicamente aprovechable de un recurso mineral, donde se considera la disgregación de materiales y pérdidas en el proceso de extracción, se subdividen, en orden creciente de confianza geológica, en reservas Probables y probadas. De modo que, es importante realizar un estudio apropiado, que abarque análisis de factibilidad y cambios en los factores de producción, como son los aspectos metalúrgicos, económicos, movimientos de mercados, ambientales, sociales, legales o gubernamentales. (Ortiz & Emery, 2004)

2.14. Concepto Estructural

2.14.1. Rumbo

Rumbo es la orientación que forma la traza (línea de intersección entre un plano horizontal imaginario y el plano geológico o estrato) con respecto a un punto cardinal. (Ragan, 2009)

2.14.2. Buzamiento

El buzamiento, se define como la inclinación de la capa con respecto a la horizontal medida perpendicularmente desde la traza. Por otra parte, la “dirección de buzamiento” es la orientación que forma la proyección del buzamiento sobre la superficie horizontal con uno de los puntos cardinales. (Ragan, 2009)

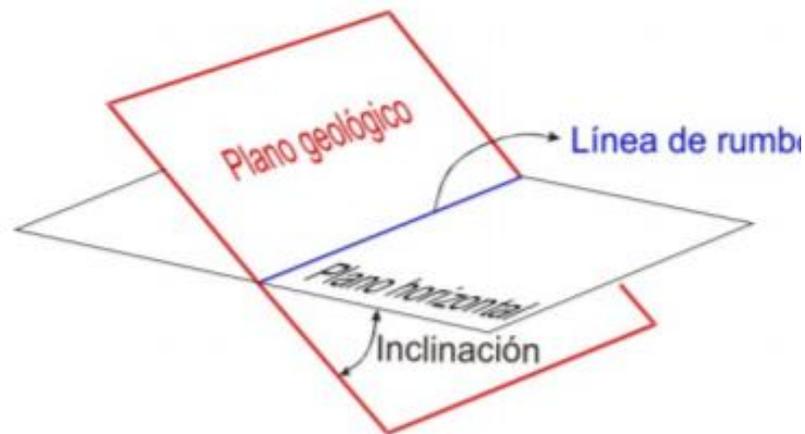


Figura 2.7: Línea de rumbo o Traza generada por la intersección de un plano imaginario con el geológico con su respectiva inclinación Tomado de (Echeveste & González, 2005)

El elemento geométrico generado por un punto en movimiento; solo tiene extensión a lo largo el camino del punto. Las líneas pueden ser rectilíneas (rectas) o curvilíneas (curvas). En geología se considera líneas estructurales, a las vetas de granos minerales; así como cuerpos de roca alargados, además de instrucciones que generan brechas, por otra parte, dichas líneas ocurren junto con planos estructurales; por ejemplo, las estrías en superficies de fallas, lineamientos minerales en planos de foliación y líneas formadas por la intersección de planos, a todo ello se maneja la orientación de la línea en el espacio especificada por su tendencia y caída. (Ragan, 2009)

2.14.3. Trend.

(Tendencia). La dirección horizontal del plano vertical que contiene la línea, especificada por su rumbo o acimut.

2.14.4. Plunge:

(Inmersión). El ángulo vertical medido hacia abajo desde la horizontal hasta una línea .

2.14.5. Cabeceo:

(Pitch, Rake). El ángulo entre la dirección de la traza y una línea en un plano específico.

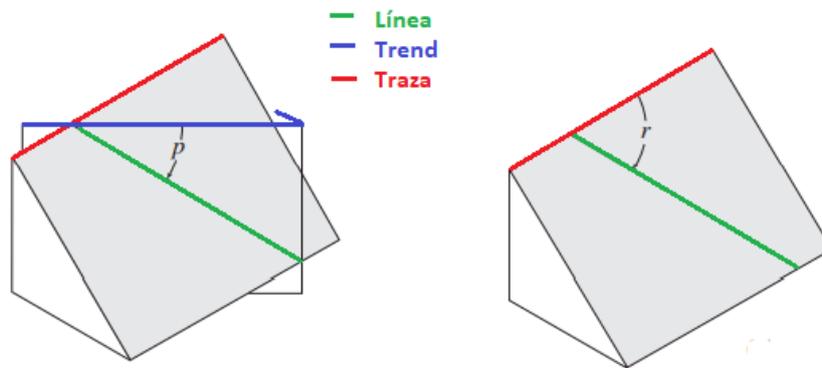


Figura 2.8: Inclinación de una línea, Plunge “p”, Cabeceo “r”. Fuente: autores

2.15. Software

En la elaboración del proyecto integrador para la digitalización de datos tomados en campo, de forma que se puedan interpretar tanto bidimensional como tridimensional con su respectiva finalidad. Se utilizaron los siguientes softwares o programas la cual se describen a continuación:

2.15.1. ArcGIS

La Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) maneja una licencia académica para el uso del programa ArcGIS, un software completo que permite la generación de mapas inteligentes, recolección de información geográfica, gestión de bases de datos geográficas, resolución de problemas de análisis espacial, además de otros usos afines a sistemas de información geográfica.

2.15.2. DIPS – Rocscience

DIPS - Rocscience es un software libre, en la que permite trabajar en la evaluación y representación de datos de orientación, donde maneja una red estereográfica, simboliza el hemisferio de un globo, manejado para análisis de datos direccionales tridimensionales, como planos y líneas, utilizado como una herramienta aplicada a una variedad de problemas geológicos estructurales.

2.15.3. AutoCAD – Promine

La Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) maneja licencias académicas para el uso del software Promine. Es una extensión de AutoCAD diseñada para tareas de minería y topografía; con funciones orientadas a la evaluación de recursos, planificación, planes de operación y cierre de mina, la cual utiliza una forma 3D creada por el usuario, y genera modelo de mina tanto a cielo abierto como minería subterránea.

CAPÍTULO 3

3. MARCO GEOLOGICO

Ecuador tiene una ubicación privilegiada, con un área de 283 561 Km^2 , favorecida por la cordillera de los Andes, que permite una variabilidad topográfica y climática, de llanuras costeras a páramos andinos; su punto más alto es el Chimborazo a 6310 m.s.n.m.; se caracteriza por su amplia diversidad de ecosistemas y paisajes. Presenta rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias, así como estructuras geológicas influenciadas por la zona de subducción activa entre las placas Sudamericana y Nazca, en la cual se desarrollan distintos ambientes magmáticos entre ígneos y volcánicos, que son los de mayor intereses geológicos nacionales (Sánchez, 2019).

Básicamente la cordillera de los Andes fragmenta al Ecuador en tres regiones geológicas y geomorfológicas diferentes: Litoral, Sierra y Amazonia. El Litoral representado principalmente por depósitos terciarios y material cuaternario transportado por cuencas hidrográficas, la región Sierra formando por los Andes que atraviesan el país con una altura promedio de 4000 m.s.n.m. y se subdivide en dos ramas debido a la depresión interandina; Cordillera Occidental donde aparecen paquetes volcánicos Mesozoicos y sedimentos consolidados del Neógeno, y Cordillera Oriental que presenta rocas metamórficas del Paleozoico, con manifestaciones intrusivas Jurásico-Cretácico y algunos estratovolcanes. Finalmente, la Amazonia que comprende una amplia zona de penillanura, establecida sobre rocas sedimentarias del Jurásico, Cretácico, Paleógeno y Neógeno. (Baby et al., 2014)

Los Andes ecuatorianos, proporcionan grandes intereses para la exploración de recursos minerales, con la presencia de yacimientos hidrotermales, que han sido un factor importante en la comprensión de procesos de deformación de los distintos depósitos metalíferos y no metalíferos del país. En este capítulo se esquematiza la geología regional de la Cordillera Occidental del sur de Ecuador relacionada al complejo metamórfico de El Oro y se representa con énfasis en el distrito minero Zaruma-Portovelo considerando aspectos geomorfológicos, estratigráficos y geotectónicos.

3.1. Geología Regional

3.1.1. Complejo Metamórfico de El Oro (EOMC)

El EOMC se encuentra a 150 km al oeste de la Cordillera Occidental; el límite entre la Cordillera Real y el EOMC está cubierto por la Cuenca del Cretácico Celica-Lancones, así como unidades volcánicas e intrusivas del Cenozoico. Se subdivide en tres principales complejos adyacentes de norte a sur: el Complejo Birón, el Complejo Raspas y el Complejo El Oro, (Figura 3.1). (Suhr et al., 2019)

3.1.1.1. Complejo Biron

El Complejo Birón se establece en el basamento continental, al norte del Complejo Raspas y fragmentado por la falla La Palma, la geocronología U – Pb del terreno establece dos edades, entre 200 ± 30 Ma, asociado con el evento del Triásico Tardío del Complejo El Oro y entre 60 a 70 Ma donde se exhibe un evento de intensa deformación, a elevadas temperaturas durante la acreción hacia al norte de la unidad Pallatanga. (Noble et al., 1997)

3.1.1.2. Complejo Raspas

El Complejo Raspas comprendida principalmente por la unidad meta peridotítico de El Toro y rocas de alta presión de las unidades La Chilca y Río Panupalí, colindante con las megas fallas La palma y Naranjo. El Complejo Raspas es una continuidad ofiolítica metamorizadas con facies de esquistos azules, en el cual se presentan rasgos geoquímicos de montes submarinos y eclogitas con aspectos de similitud de basalto de cresta (MORB).(Bosch et al., 2002)

3.1.1.3. Complejo El Oro

El Complejo de El Oro se encuentra entre el Complejo Raspas y Cuenca Cretácica Celica-Lancones, formado por unidades continentales y oceánicas, se constituye de sedimentos del Paleozoico tardío, así como de terrenos metamorfoseados durante el Triásico, colindante con la unidad de Piedras (Gabro) y la unidad de Arenillas-Panupalí (esquistos azules). (Riel et al., 2013)

3.1.1.4. Cuenca del antearco “Celica-Lancones” (Rocas sedimentarias volcánicas terciarias)

Al SE del EOMC, se encuentra la cuenca del antearco Celica Lancones compuesto de depósitos cretácicos principalmente clásticos y poco fosilíferos producto del desarrollo de una plataforma carbonatada, interrumpida por la creación de una cuenca turbidítica tectónicamente activa. (Aguirre, 1992) Al NE del complejo se encuentran rocas sedimentarias volcánicas del Terciario, fruto de una erupción a gran escala de flujos piroclásticos, seguido de grandes masas de lavas andesíticas, dominados por actividad volcánica explosiva con erupciones y flujos de ceniza riolítica. (Jaillard et al., 1999)

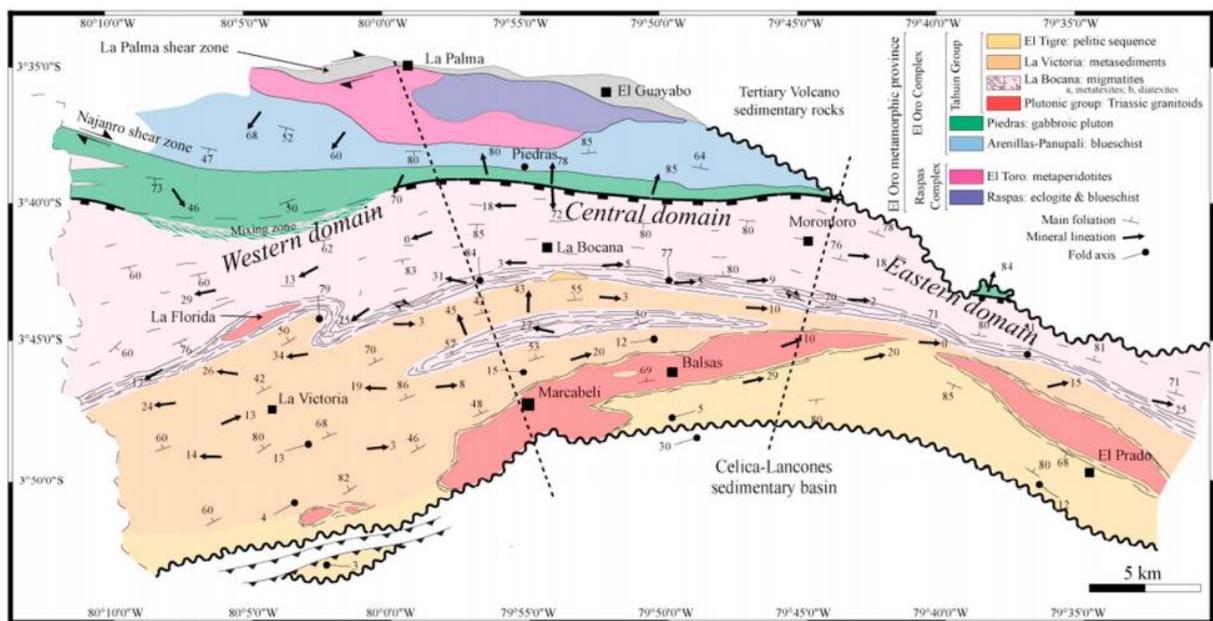


Figura 3.1: Mapa geológico y estructural de la provincia metamórfica de El Oro (Nicolas Riel et al., 2013)

3.1.2. Distrito Minero Zaruma-Portovelo

La región de minerales auríferos polimetálicos de Zaruma-Portovelo se encuentra al suroeste de la Cordillera Occidental de los Andes ecuatorianos y se despliega los distritos “Pucará – Alausí” y “Zaruma – Portovelo” agrupándose en el Distrito Azuay, denominando a “Zaruma – Portovelo” como subdistrito “El Oro”.S (PRODEMINCA, 2000)

3.2. Estratigrafía

Las unidades geológicas relacionadas a la concesión CEBRAL ocupan parte de la faja de mineralización aurífera-polimetálica Zaruma-Portovelo relacionadas al EOMC. (En base a la hoja Geológica “Santa Rosa” 1:100000 del Instituto de Investigación Geológico y Energético)

3.2.1. Paleozoico

3.2.1.1. Rocas Metamórficas (M)

Son parte del EOMC, conforman la Unidad Chaucha-Tahuín, con tendencia EO, colindante a la falla “Piñas – Portovelo”, formada principalmente por meta - basitas y meta – pelitas, presentando facies litológicas metamórficas de edades del paleozoico al cretácico. Estudios anteriores la relacionan como agregados de granito y esquistos que envuelven eclogitas, esquistos azules y serpentinas de la Unidad Raspas.(Bonilla, 2009)

3.2.2. Mesozoico

3.2.2.1. Unidad el Toro (JK-T)

Es parte del Complejo ofiolítica metamórfico Raspas, de edad Jurásico - Cretácico temprano, ubicado al sur de la falla Jubones con rumbo EO, cubierto por material volcánico del Grupo Saraguro, presentando litologías plutónicas y basálticas, compuestas por antigorita, olivino, orto-piroxeno con poca presencia de anfíboles (Bosch et al., 2002)

3.2.2.2. Unidad Pallatanga (K-P)

La formación Pallatanga es producto de una meseta oceánica, exhibe sucesiones turbidíticas marinas del Cretácico tardío, contiene materiales de origen ígneo y volcánicos, subaéreos alcalinos calcificadas del Oligoceno-Mioceno pertenecientes al Grupo Saraguro, con presencia de basaltos, almohadillados y amigdaloides. (Bineli et al., 2018)

3.2.3. Cenozoico

3.2.3.1. Grupo Saraguro (EM-S)

Se depositan al NE del distrito minero Zaruma – Portovelo, colindante al sur por la falla Piñas Portovelo. Se han identificado 8 unidades litológicas (INIGEMM, 2017), Calera, Ayapamba, Loma Palta, Portovelo, Yacuviña, Rumipamba Chilla y Mesa Loma. El Grupo Saraguro son estratos de ambientes subaéreos con presencia de tobas de composición dacítica a riolítica, material volcánico, lavas andesíticas y rocas sedimentarias de edad eocénico superior. (Dunkley & Gaibor, 1997)

3.2.3.2. Unidad Portovelo (O?Pv)

La unidad Portovelo del Eoceno Superior (28.4 a 21.5 Ma.) definido por (Pratt et al., 1997) limita la falla Piñas – Portovelo y está en contacto con rocas metamórficas del EOMC, caracterizadas por la actividad magmática plutónica y volcánico efusiva terciaria. Presenta litología relacionada con mantos de lavas basalto andesíticas de texturas afaníticas y porfiríticas. Esta unidad está formada por 3 series: (Bonilla, 2009).

- Serie Muluncay: Compuesta por tobas, flujos de composición andesítica e ignimbritas y Brechas volcánicas
- Serie Portovelo: Formada por lavas y basalitos andesíticos, orientación NO-SE e inclinación de 35° a 40° al SO.
- Serie Faique: Semejante a la serie Muluncay, pero con menor presencia de lavas y mayor proporción de tobas andesíticas

3.2.3.3. Unidad Ayapamba (OM-Ay)

Definida como lavas andesíticas silicificadas de la Unidad Portovelo, compuestas de tobas, lavas andesíticas e imprevistos diques andesíticos, con dirección NO-SE, se encuentra en las parroquias de Malvas, Arcapamba y Ayapamba. (INIGEMM, 2017)

3.2.3.4. Depósito Aluvial (Q-DA)

Abarca una serie de material sedimentario, como limos, arenas y gravas, generalmente presenta litología arcillosa en los horizontes, asentados en los terrenos del Cretácico terciario y el grupo Saraguro. Por otra parte, las terrazas aluviales se ubican al pie de los

relieves montañosos, formando conglomerados y areniscas consolidadas con presencia de rocas metamórficas y granodioritas. (Bonilla, 2009)

3.2.3.5. Rocas Intrusivas

Surgen en terrenos del grupo Saraguro y la unidad Portovelo, las rocas intrusivas pueden ser riolitas, pórfidos andesíticos y granodioritas, con orientación NO-SE. Según Pratt et al.,1997, los macizos Granodioríticos, son del Mioceno Temprano (16-19 Ma.). Además dada la actividad de fallas cercanas, presenta litología de grano grueso a medio, estructura masiva, textura fanerítica foliación leve y características de enfriamiento repentino (INIGEMM, 2017).

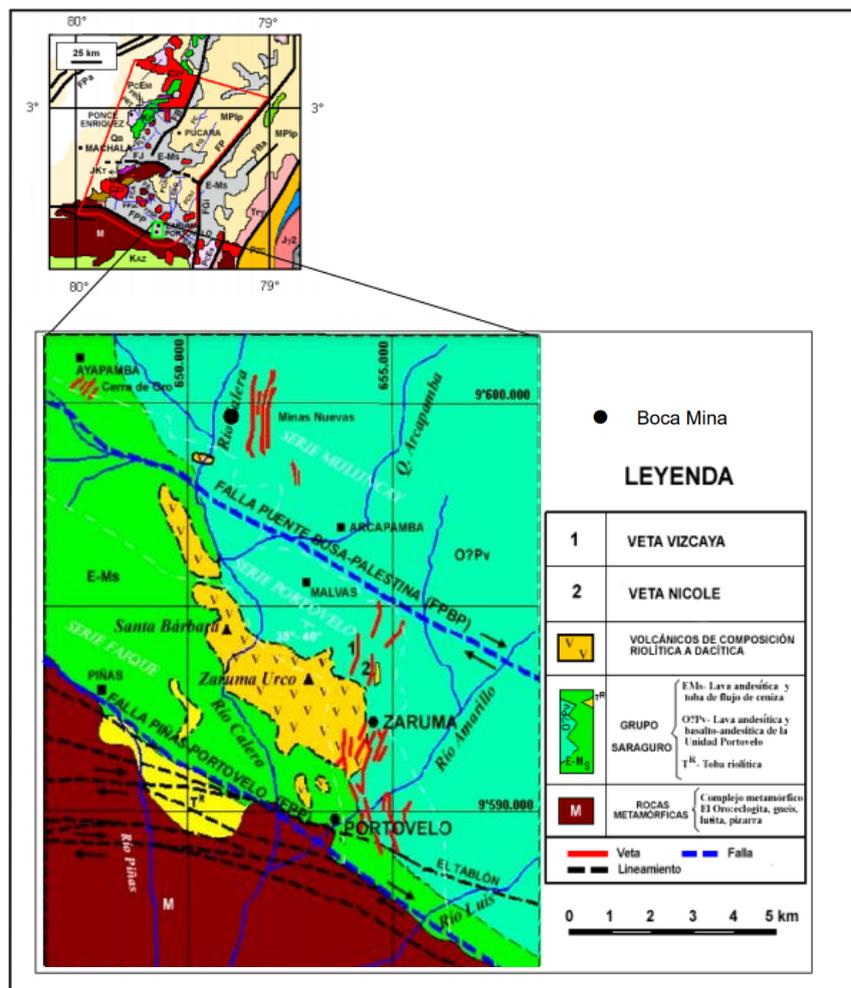


Figura 3.2: Mapa geológico del distrito minero Zaruma-Portovelo, relación al AOI, georreferenciación BC, punto de acceso área CEBRAL, fuente: (PRODEMINCA, 2000)

3.3. Geología Estructural

En el distrito minero Zaruma – Portovelo las estructuras geológicas se catalogan como de segundo orden y están situadas al norte por la “Falla Jubones”, al sur por la “Falla Piñas – Portovelo” y al este por la “Falla Girón”. (Figura 3.3) (PRODEMINCA, 2000)

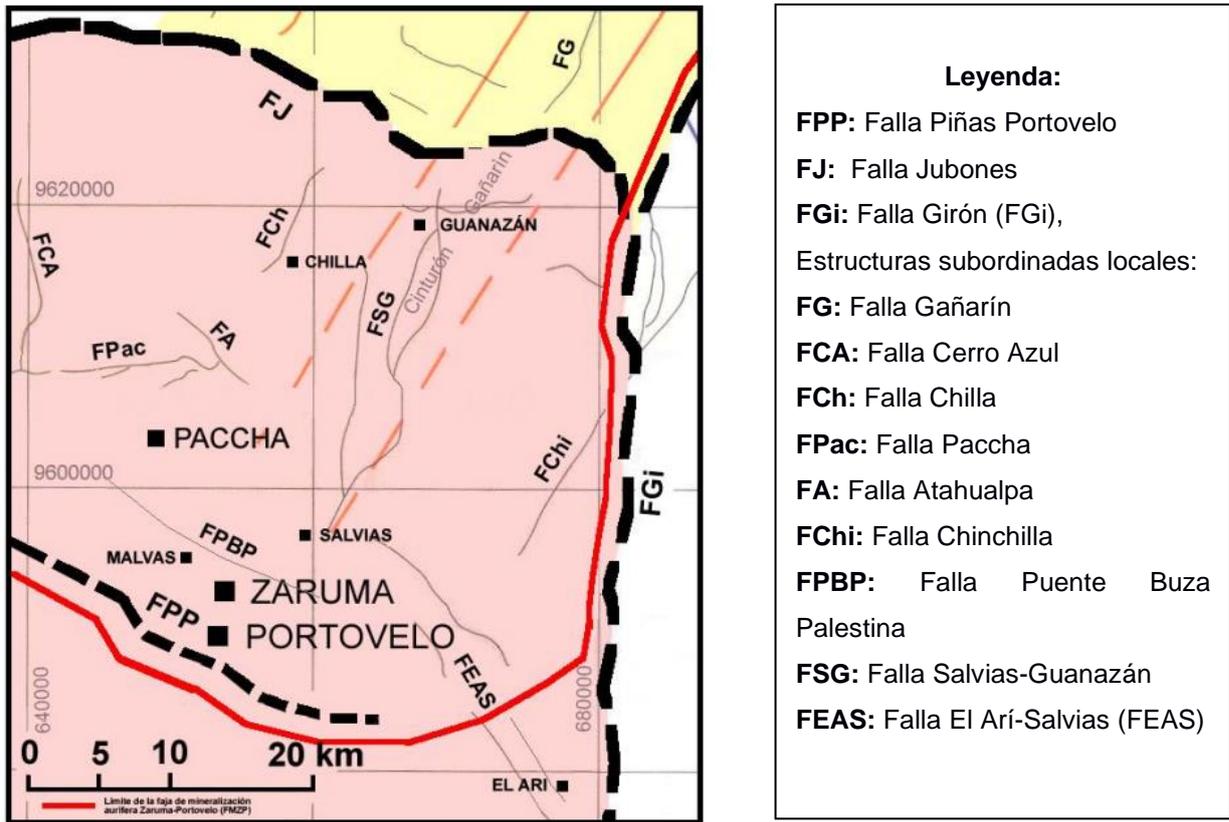


Figura 3.3: . Mapa de estructuras geológicas del distrito minero Zaruma-Portovelo, representando fallas de segundo y tercer orden fuente: (PRODEMINCA, 2000) modificado por (Bonilla, 2009)

La falla Girón con rumbos NNE a N, presenta tanto cabalgamientos, pliegues cerrados y fallas inversas, la cual procede la falla “Salvias – Guanazán” de rumbo NNE-SSO, donde se destacan estructuras en zonas de alteración hidrotermal. (Bonilla, 2009)

La falla de cabalgamiento “Piñas-Portovelo”, con una tendencia NW-SE, fragmenta el basamento de las rocas volcánicas del Cretácico y las unidades del Mesozoico del EOMC, a lo largo de esta falla los terrenos exhiben brechamiento, cataclasitas y se

establece el sistema vetiforme como límite sur de la mineralización. (Van-Thournout et al., 1996)

La “falla Jubones” con posible tendencia inversa, en conjunto a la falla “Piñas - Portovelo” originan estructuras de tercer orden, con orientaciones: NS (Falla Cerro Azul), EO (Falla Pacha), NE-SO (Fallas Chilla y Chinchilla) y ONO-ESE (Falla puente de Buza – Palestina). (Pratt et al., 1997).

La falla “Puente de Busa – Palestina” ubicada al norte de Zaruma, presenta características semejantes a la falla “Piñas – Portovelo”, paralela a ella, de movimiento inverso dextral, entre estas dos fallas se integra la importante afluencia de filones “Minas Nuevas – Muluncay”, formando una zona de transtención NS, que hospeda la depositación de minerales característicos de la Unidad Portovelo en rocas andesíticas (Bonilla, 2009).

3.4. Geomorfología

El AOI está ubicada en los bordes de la Cordillera Occidental, en la parroquia Huertas, cantón Zaruma, un sector caracterizado por trabajos de exploración y extracción minera, además de presencia de fuertes pendientes, colinas con direcciones variantes, dado a la presencia de los esfuerzos sometidos en este sector, generando el sistema Mineralizado de “Minas Nuevas Muluncay”, donde se encuentra dominada por basalto y andesitas de la Unidad Portovelo.

En el cantón Zaruma, caracterizado por su relieve montañoso, con pendientes marcadas, zonas muy escarpadas y de difícil acceso, altitudes que van desde los 600 a 3800 m.s.n.m., sectores de escaza a altas precipitaciones, con isoyetas de 0-500 mm y de 2000-2500 mm, la temperatura media anual es de 21.3°C, y la humedad relativa media es de 86%. (Val et al., 2015), lo que ha permitido demarcar varios dominios fisiográficos, desde paisajes glaciares hasta medios aluviales. (Tabla 3.1)

Tabla 3.1: Dominios Fisiográficas, Contextos y Unidades Geomorfológicas del cantón Zaruma (Val et al., 2015)

Dominios Fisiográficos	Contextos Geomorfológicos	Unidades Geomorfológicas
Cimas frías	<ul style="list-style-type: none"> • Paisajes Glaciares • Paisajes de Paramo con modelado periglaciario • Relieve de los márgenes de cimas Frías 	Circo glaciar, cubeta glaciar, fondo de valle glaciar, vertiente de valle glaciar, depósito glaciar modelado por acción fluvial y afloramientos rocosos en ambiente peri glaciar
Vertientes externas	<ul style="list-style-type: none"> • Relieves diversificados • Vertientes homogéneas • Relieves escarpados • Zonas deprimidas o abrigadas 	Coluviones, depósitos de deslizamiento, coluvio-aluviales, interfluvios. Barrancos, valles en V.
Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas	<ul style="list-style-type: none"> • Vertientes y relieves superiores • Vertientes y relieves inferiores 	Laderas, vertientes rectilíneas y heterogéneas. barrancos, valles en V, relieves volcánicos, relieves colinados, coluvio -aluviales recientes y antiguos e interfluvios de cimas estrechas y redondeadas.
Relieves de fondo de Cuencas Interandinas	<ul style="list-style-type: none"> • Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica 	Vertientes heterogéneas y las vertientes abruptas
Medio aluvial de Sierra	<ul style="list-style-type: none"> • Contexto morfológico homónimo. 	Valle fluvial, llanura de inundación, terraza baja, valle en V, encañonamiento y barranco

3.5. Geología Local

El sistema de filones “Minas Nuevas – Muluncay” ubicada al norte del río Calera establece la producción significativa de la empresa GRUMINCAB.

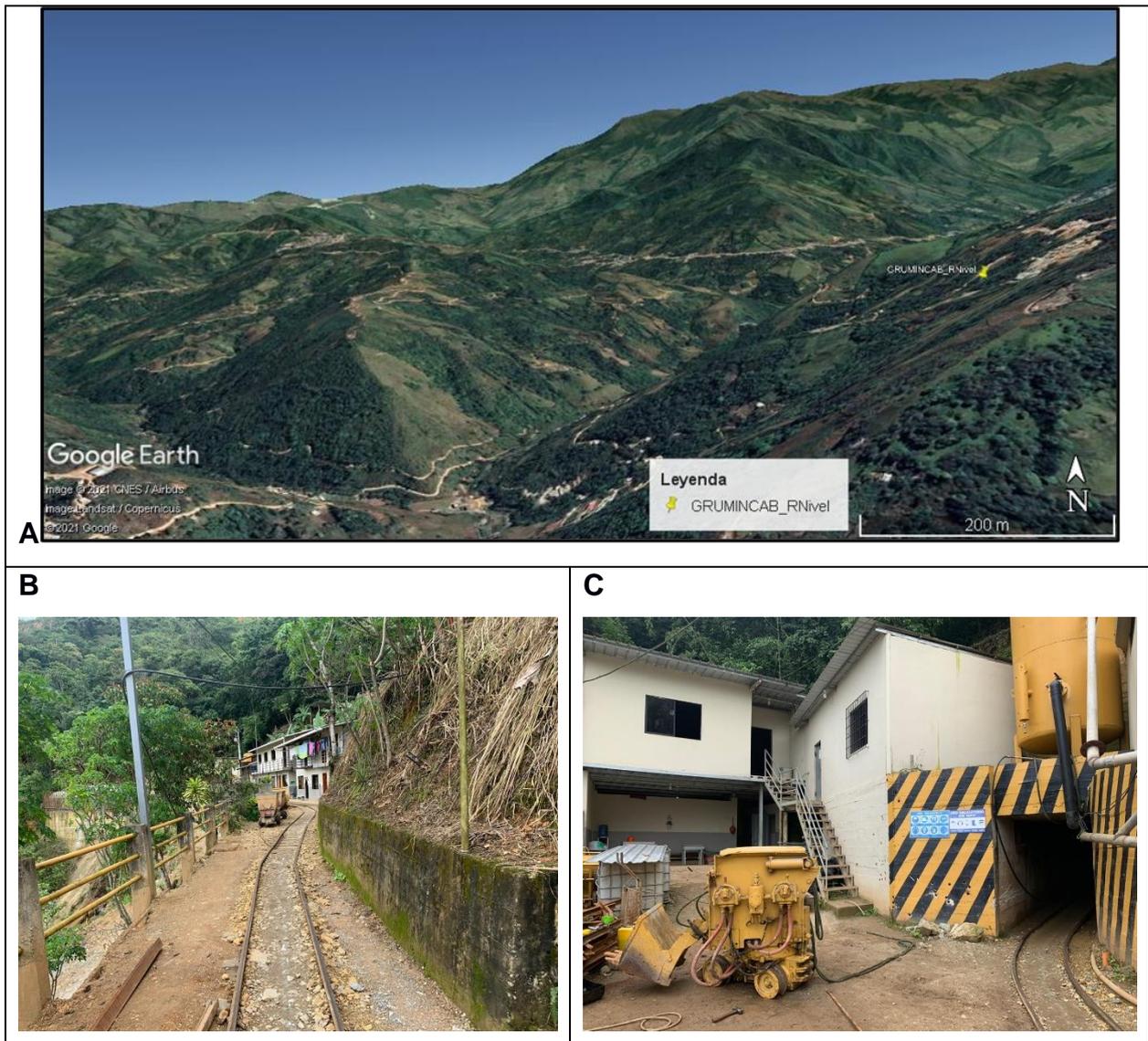


Figura 3.4: (A) Ubicación de la Mina RNivel fuente Google Earth. (B) Campamento e instalaciones de la mina RNivel. (C) Bocamina RNivel acceso al área CEBRAL

Dentro de la zona de estudio hay informes técnicos realizados por el jefe de Mina, donde se ha identificado geología característica de la Unidad Portovelo del Eoceno Superior (28.4 a 21.5 Ma.) definido por (Pratt et al., 1997), litologías como andesita, riolita, toba andesítica, toba riolítica y cuarzo diorita. Interpretación mineralógica especialmente de la roca caja que se caracteriza, por la presencia de minerales primarios como hornblenda, plagioclasa, piroxeno y secundarios como cuarzo, sericita, clorita, epidota, calcita, pirita y calcopirita.

Además, se ha considerado que en el AOI el comportamiento estructural es característico, donde se han identificado fallas, así como diaclasamientos y vetillas lo que establecen la geología y geometría del depósito mineral. Por otra parte, la identificación y detalle de las principales Vetas: “Cristina”, “X”, “PACAY”, “Jane” y el conjunto de Vetas que pasan por la línea principal de las galerías enumeradas del 1 al 10. (Figura 3.5).



Figura 3.5: Intersección conjunto de Vetas “2”, “3”, “4”, dentro de las galerías exploradas por la empresa GRUMINCAB fuente: autores

CAPÍTULO 4

4. METODOLOGÍA

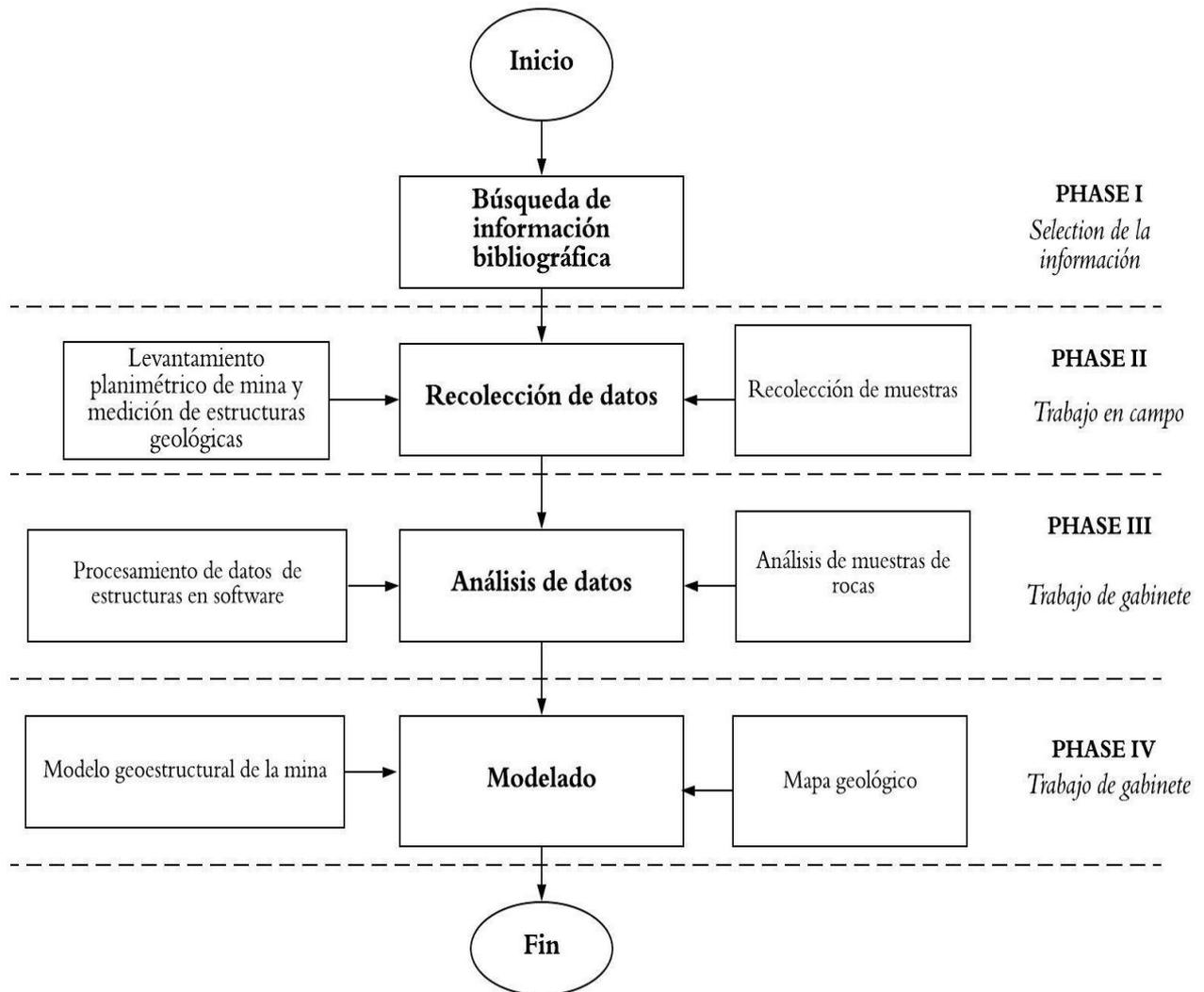


Figura 4.1 Esquema de metodología resumido. Fuente: Elaboración propia.

La metodología de este trabajo fue dividida en cuatro fases, la primera corresponde al trabajo de investigación y selección de información, la segunda fase corresponde al trabajo en campo en donde se obtuvieron datos de utilidad para las dos últimas fases correspondientes a trabajo de gabinete donde se realiza el análisis y procesamiento de datos para finalmente obtener el modelo geo-estructural de la mina como se observa en la Figura 4.1

4.1. Fase I

4.1.1. Búsqueda de información bibliográfica

En esta fase se realizó la búsqueda de información relevante para el proyecto, estudios afines exclusivamente a geología estructural, donde fueron considerados como documentos bibliográficos: libros, artículos de revistas, artículos de revistas indexados, tesis y datos de la empresa. En relación al AOI se recopiló las hojas geológicas de Ecuador y Santa Rosa, imágenes satelitales ALOS PALSAR, el catastro minero nacional obtenido del Geo portal y la tesis doctoral “Metalogenia del distrito minero Zaruma – Portovelo” (Bonilla, 2009), cuyo principal objetivo es analizar las particularidades morfo-económico estructurales del distrito, abarcando la geología del sistema de filones Minas Nuevas Muluncay, Figura 4.2.

El levantamiento planimétrico de la mina R-Nivel brindada por la empresa GRUMINCAB S.A., sirvió para limitar el AOI, considerando la galería que se encuentra en el área CEBRAL para explotación de la veta 4 y la galería principal, la cual recorre parte del área CEBRAL, MACHAY y PACAY BLANCO construida por la compañía americana SAC y utilizada como servidumbre de tránsito para entrada y salida de material mineralizado. Apéndice E (Figura 8.3).

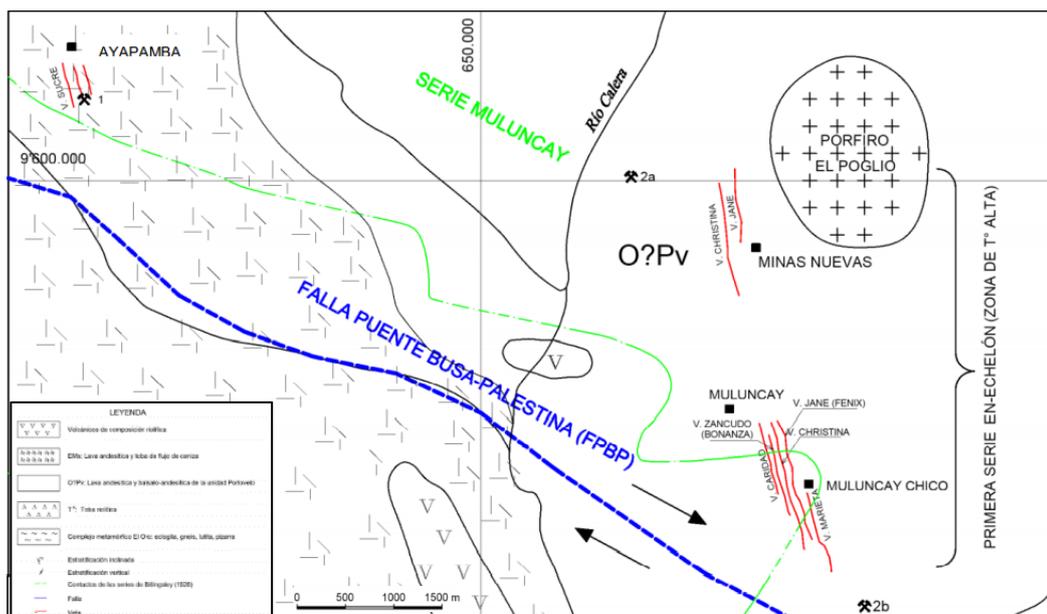


Figura 4.2: . Mapa geológico de los sistemas de filones que muestra la localización de la primera serie en echelón del distrito minero Zaruma-Portovelo (Bonilla, 2009)

4.2. Fase II

4.2.1. Levantamiento planimétrico de mina y Medición de estructuras geológicas

A partir del levantamiento planimétrico brindado se estableció el AOI con el mismo abscisaje de trabajo de la mina, dando inicio en el punto E9 (coordenadas UTM PSAD56 Zona 17s; X: 651761 , Y:9599837 con una altitud de 1169 m.s.n.m.) y finalizando en el frente de la galería para explotación de la veta 4, generando un total de 51 plantillas, planos de secciones que comprendan una hoja A4 210 x 297 mm, a escala 1:100 (ver Figura 4.3); bajo un orden numérico consecutivo, con un recorrido de 1376.59 metros en línea recta, donde se empleó el criterio de abatimiento de plano, considerando la condición promedio de la tunelación: 2 m de alto y 2 m de ancho.

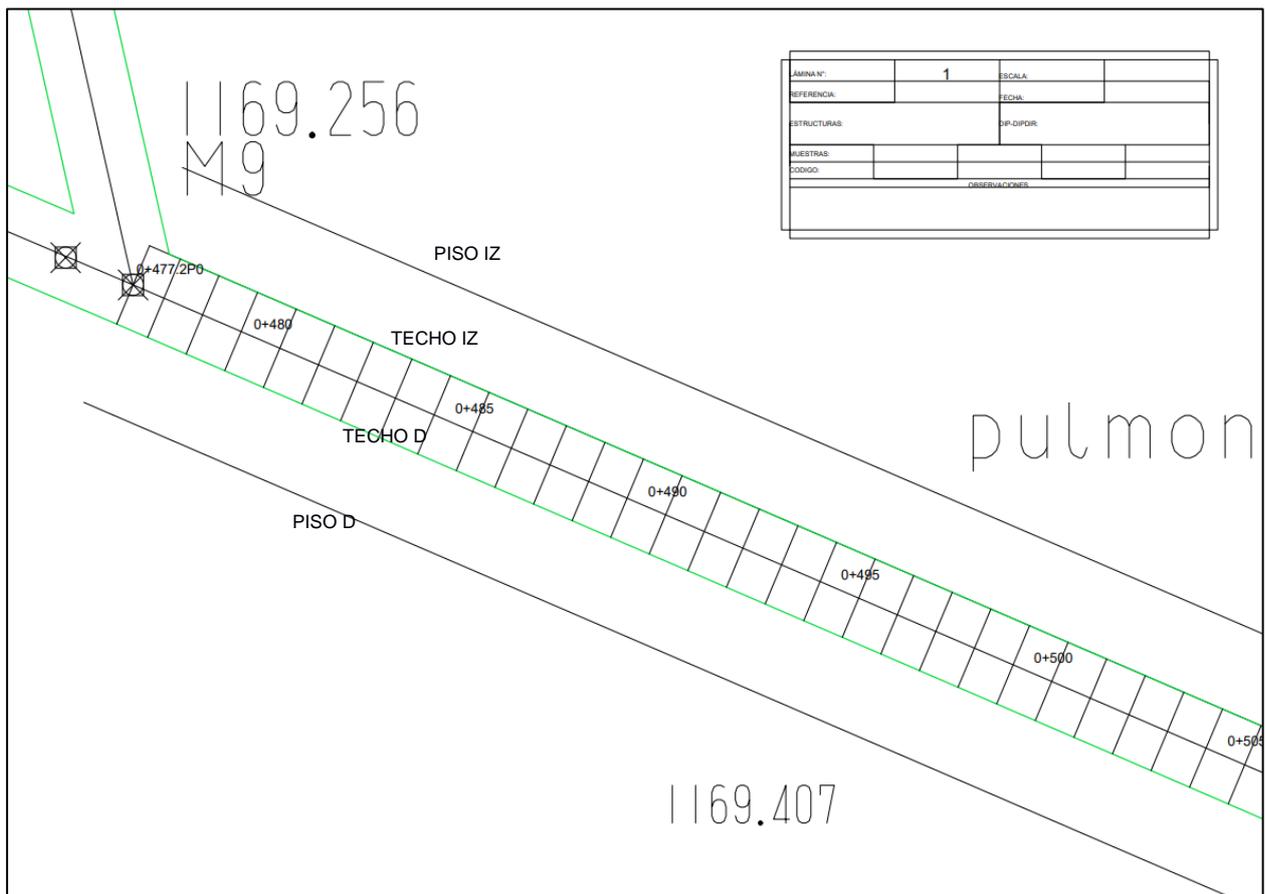


Figura 4.3: Ejemplo de planilla estructural, para la identificación de estructuras a detalle, galería con abscisas. Fuente: Autores

Las estructuras consideradas en este estudio fueron: vetas, vetillas, fracturas y diaclasas, las cuales fueron codificadas y marcadas en las galerías para su posterior medición y registro. Con la ayuda de la aplicación “CLINO” de las diaclasas se tomó buzamiento (BZ) y dirección de buzamiento (DB), igualmente para la veta 4 con la diferencia de que se registró el espesor en tramos cada 25 metros.



Figura 4.4: Metodología aplicada para levantamiento de información estructural en la mina R-Nivel. (A) Colocación de la cinta. (B) Identificación de estructuras. (C) Toma de abscisaje. (D) Toma de Dip y DipDir. (E) Toma de espesor veta. (F) Graficación de las estructuras identificadas

Para comprender la metodología, dentro de la galería se colocó la cinta en el eje del piso cada 50 metros, a partir de ello se procedió a la identificación de las estructuras con la ayuda de un aerosol de color verde, donde los datos de campo se efectuaron mediante dos fases. (Figura 4.4)

- **Graficación:** Consistía en realizar el bosquejo de las estructuras en la planilla, con ayuda de lápices de colores que permitió diferenciar el tipo de estructuras que se ven reflejadas dentro de la mina, en referencia a la planilla estructural (Figura 4.3)
- **Libreta de Campo:** A partir del abscisaje se estableció un formato, en base a la orientación inicio-fin de la galería considerando la altura, piso y techo en donde se encuentran las estructuras (Tabla 4.1)

Tabla 4.1: Formato de libreta estructural, fuente: autores (Iz: izquierda, D: derecha)

ALT. IZ	PISO IZ	TECHO IZ	TECHO D	PISO D	ALT D	OBSERVACIÓN

4.2.2. Recolección de muestras

Corresponde a la actividad posterior al reconocimiento de las estructuras. Las muestras fueron tomadas desde el interior de la mina hacia la salida, de manera progresiva, considerando los flancos de la galería principal, tomando observaciones a partir de fallamiento o vetas importantes, donde se determinó un cambio de alteración de la roca caja. Para el registro se colocó una codificación en las fundas de muestreo, y en la ficha estructural se apuntó la referencia a partir del ingreso de la galería (abscisaje), el flanco y altura de cada punto donde fue tomada la muestra.

4.3. Fase III

4.3.1. Procesamiento de datos estructurales

El procesamiento de datos estructurales consistió en clasificar los datos en tablas con formato csv de excel subdivido en tres grupos:

- **Grupo 1:** Datos estructurales a partir del abscisaje considerando vetas, vetillas y fracturas en referencia a la Tabla 4.1 de la galería principal.
- **Grupo 2:** Datos de conjuntos de vetillas, planos y familias de diaclasas, determinadas en referencia a los flancos de las galerías (Tabla 4.2)

Tabla 4.2: Formato clasificación de datos de familia de diaclasas

ABSCISAJE	ALT D.	ALT I.	BZ	DB	OBSERVACIONES

- **Grupo 3:** Datos de la veta 4 con los puntos georreferenciados, considerando espesor, BZ (Buzamiento) y DB (Dirección de Buzamiento) (Tabla 4.3).

Tabla 4.3: Formato clasificación de datos Veta 4 (Coordenadas UTM PSAD 56 Zona17S)

ID	X	Y	Z	BZ	DB	ESPESOR	DISTANCIA	ALT D.	ALT IZ.

Para ingresarlos en el software de “DIPS – Rocscience” y posteriormente la interpretación del sistema estructural de la mina, graficados en el software AutoCAD con la finalidad de representar la geología de la galería principal y con el uso de Promine se construyó el modelo geo estructural de la veta 4.

4.3.2. Análisis de muestras de rocas

El análisis de muestras consistió en una clasificación a macro escala, que fue realizada en el momento del muestreo al interior de la galería y una interpretación a meso escala con la ayuda de un aumento de x60, x30 y x20 para la descripción de las principales características del material recolectado.

4.4. Fase IV

4.4.1. Modelo geo-estructural de la mina R-Nivel

A partir de los datos estructurales procesados en la fase anterior, se clasificó el modelo geo estructural en dos etapas:

4.4.1.1. Galería Principal

Se empleo el criterio de abatimiento de plano con la ayuda del software AutoCAD, con la finalidad de representar el cambio de alteración de la roca caja 2D, considerando el grupo de datos 1 y 2, y el análisis de muestras tomadas en el interior de la mina, para la zonación de la galería principal.

4.4.1.2. Veta 4

Se digitalizaron los datos utilizando el software Promine con la finalidad de modelar y representar el comportamiento de la veta dentro de la galería que recorre el área CEBRAL.

CAPÍTULO 5

5. RESULTADOS Y ANÁLISIS

A partir del levantamiento planimétrico brindado por la empresa y la orientación del abscisaje dentro de la galería principal de la mina R-Nivel, el plano estructural se subdivide en un mapa en 2D de la galería principal donde se empleó el criterio de abatimiento de plano representado en el software ArcMap y la representación tridimensional del modelo estructural de la Veta 4 dentro del área CEBRAL con el uso del software Promine. De esta manera se procesó un total de 42 datos de vetas, 134 datos de vetillas, 19 datos de fallas, 100 datos de diaclasas y 15 datos de la veta 4 considerando el espesor, buzamiento y dirección de buzamiento cada 25 metros dentro del área CEBRAL. (Apéndice A)

5.1. Galería Principal “Mapa Geológico – Estructural”

La galería principal recorre parte del área R-NIVEL, CEBRAL, MACHAY y PACAY BLANCO, estableciendo 6 zonas de interés para la representación de 1026.59 metros (Figura 5.1). El criterio que se consideró fue la escala 1:500 para la visualización de las estructuras geológicas empleando la metodología correspondiente.

5.1.1. Zona A

En el Apéndice C (Plano 1) (Abs. 0+477 – 0+680), se representaron las estructuras presentes, dando como resultado un conjunto de vetillas, familias de diaclasas, y vetas importantes con espesor promedio de 20 cm buzando al NO-SE, cuyo comportamiento en esta zona es característico dada la presencia de un enjambre de vetillas de material mineralizado (Figura 5.2), configurando el sistema mineralizado con distintos comportamientos y estructuras dentro del área de estudio.

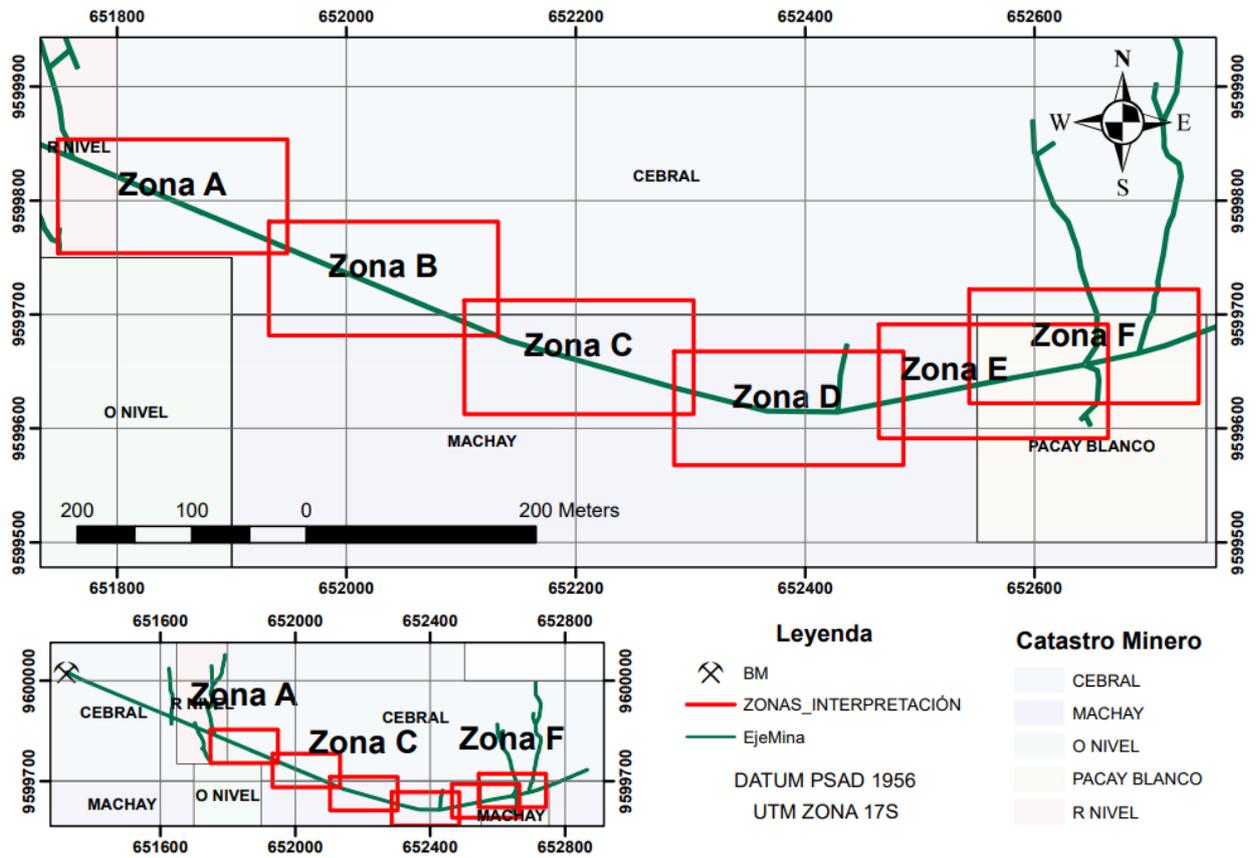


Figura 5.1: Representación de las 6 zonas de interés (1026.59 metros), mostrando planos y estructuras de la zona de estudio, fuente: autores



Figura 5.2: Enjambre de vetillas mineralizadas. (Abs. 0+644 – Flanco izquierdo), fuente: autores

5.1.2. Zona B

En el Apéndice C (Plano 2) (Abs. 0+664 – 0+885) representado por estructuras semejantes al área anterior, con la diferencia de presentar vetas que alcanzan espesores de hasta 30 cm, además de fallas orientadas al eje de la galería y que se caracterizan por presentar distintas alteraciones de la roca caja (Andesita), dado a la percepción de cambio de zonas mineralizada pasando color gris a oxido.

5.1.3. Zona C

En el Apéndice C (Plano 3) (Abs. 0+849 – 1+057). El área de MACHAY muestra la presencia de diaclasas con buzamiento promedio de 73° orientadas NE-SO, esta zona es particular por presentar conjuntos de vetillas y vetas que interceptan entre sí, además de variaciones litológicas dada al sector alterado de la roca caja (Andesita) por la fuerte mineralización.

5.1.4. Zona D

En el Apéndice C (Plano 4) (Abs. 1+040 – 1+243), se presenta la veta “1 Norte” con orientación N-S, buzamiento perpendicular y con un espesor de 30 cm, dando paso a una nueva galería. Está representada por un conjunto de vetas, vetillas, fallas y familia de diaclasas que se interceptan entre sí, generando cambios fuertes en la roca caja (Andesita) obteniendo promedios de juegos de vetillas, y vetas con espesores que van de 20 a 50 cm. (Figura 5.3)

5.1.5. Zona E

En el Apéndice C (Plano 5) (Abs. 1+223 – 1+425), finalizando el área MACHAY e ingresando a la zona de PACAY BLANCO, se presentan las estructuras más importantes para la extracción de material mineralizado proyectado a la labor en el área CEBRAL, donde se encuentran sistemas de vetas que alcanzan espesores de 20 a 60 cm, con juegos de vetillas que sobresalen e intersecan con fallas y familias diaclasas. Esta zona representa el ingreso al CEBRAL con una mayor concentración de vetas y mineralización, con la intersección de la “Veta 2-3 Norte” (Abs.1+409) (Tabla 5.1), además del sistema de vetas NO-SE representado en la Figura 5.4



Figura 5.3: Estructuras importantes Zona D. (A) Veta característica (Abs. 1+307. Flanco derecho). (B) Veta "1 Norte" (Abs. 1+182. Flanco izquierdo). (C) Representación en plano abatido de sistema de vetas importantes Zona D Fuente: autores

Tabla 5.1: Datos de estructuras más importantes presentes en la Zona E y F

Piso Iz	Techo Iz	Techo D	Piso D	Descripción	BZ(°)	DB(°)
1389,9	1389,8	1392	1392	Veta 8; espesor= 20 cm	89	212
1389,3	1389,8	1392	1392	Veta N°10	83	32
1390,8	1391,3	1392	1394	Veta N°7 espesor= 30 cm	69	60
1393	1393	1392	1394	Promedio vetas=2-3-4-5 espesor= 20-30 cm	63	106
1399	1399,8	1399	1400	Vetilla	87	101
1409,7	1409	1408,1	1409,1	Veta "2 – 3 Norte" espesor de 90 cm Derecho lado izquierdo 60 cm	67	102

5.1.6. Zona F

En el Apéndice C (Plano.6), (Abs. 1+302 – 1+505), en el área de PACAY BLANCO, Zona F concordante con la Zona E, se encuentra el sector más importante de la mina “R-Nivel” donde se representa el sistema de vetas característicos (Figura 5.4) con la diferencia de mostrar la “Veta 4” (e=50cm, BZ:71° DB:114°) que conecta al área CEBRAL, además de las distintas familias de diaclasas, importantes para el modelo estructural tridimensional de la veta.

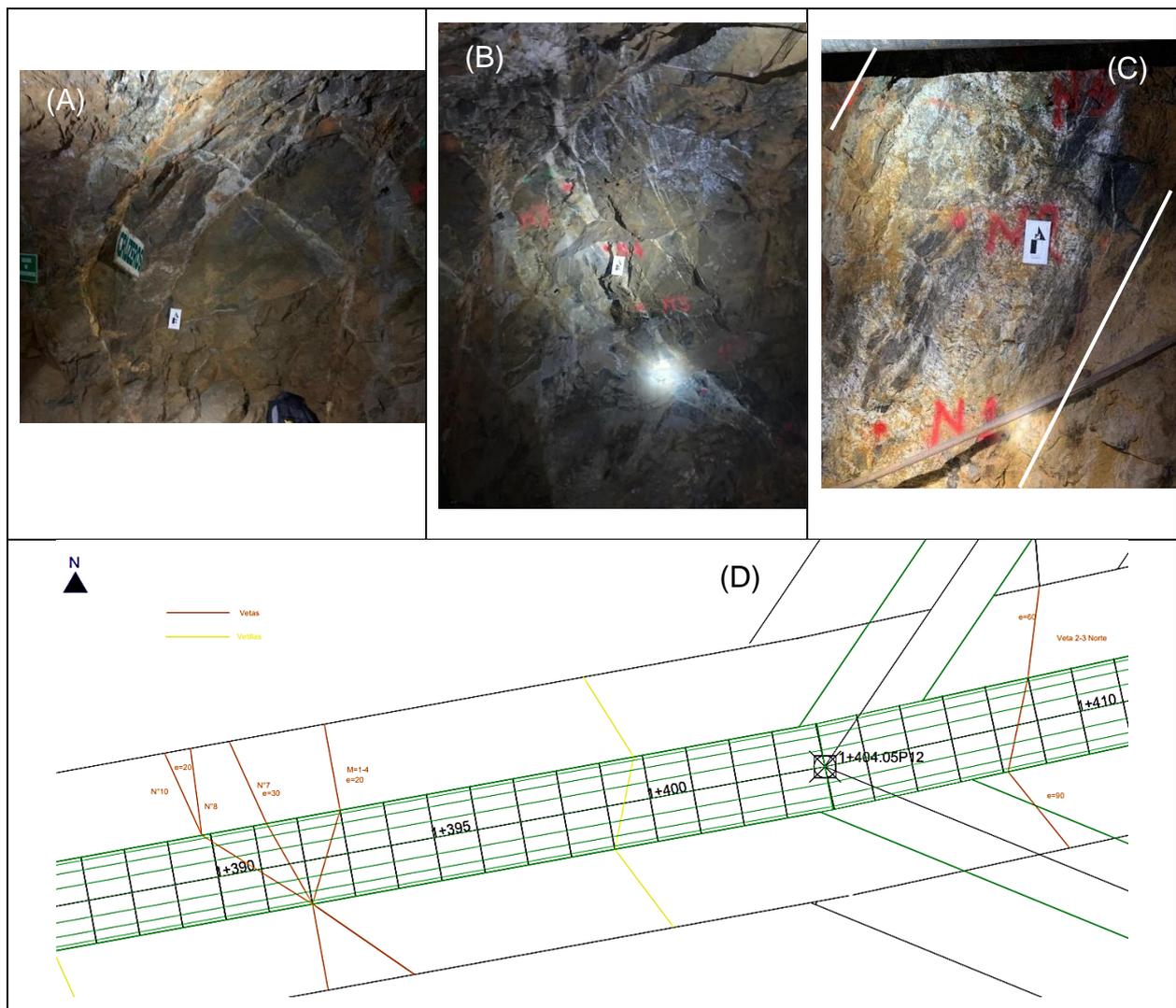


Figura 5.4: Sistema de Vetas característicos Zona E y F. (A) Veta 8 y 10 (Abs. 1+390. Flanco izquierdo). (B) Vetass 2-3-4-5 (Abs. 1+393. Flanco izquierdo). (C) Vetass “2 – 3 Norte” (Abs. 1+409. Flanco derecho). (D) Representación en plano abatido de sistema de vetas importantes Zona E. Fuente: Autores.

Por medio de estereogramas de densidad polar y representaciones estadísticas a partir del diagrama de rosas, se empleó el software DIPS para interpretar cada una de las familias de vetas (Figura 5.5), vetillas (Figura 5.6), fallas (Figura 5.7) y diaclasas (Figura 5.8), considerando el rumbo (BZ) y dirección de Buzamiento (DB). Donde se consideró los principales esfuerzos de compresión de fallas (Tabla 5.4) y diaclasas (tabla: 5.5), resultados Apéndice B (Figura 8.3-8.4), que tienen una dirección NO-SE, SO-NE respectivamente, perpendiculares a la falla de rumbo “Puente Buza-Palestina”

5.2. Vetas

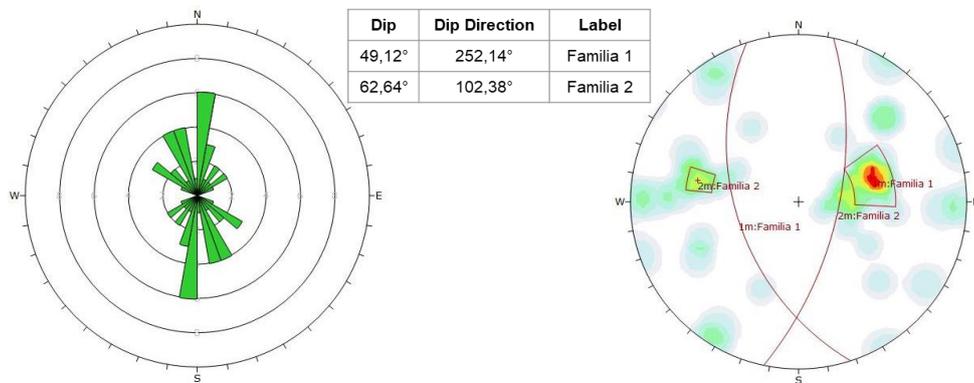


Figura 5.5: Posibles vetas principales, diagrama de rosetas y concentración de esfuerzos. Fuente: autores

5.3. Vetillas

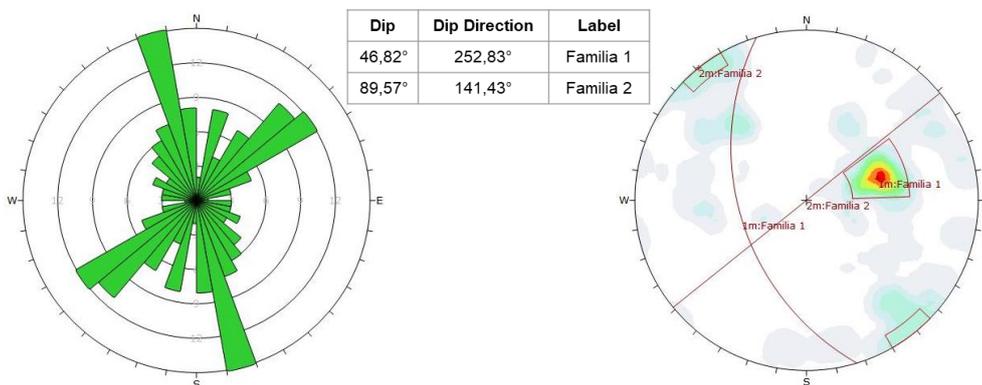


Figura 5.6: Posibles vetillas principales, diagrama de rosetas y concentración de esfuerzos. Fuente: autores

5.4. Fallas

Tabla 5.2: Esfuerzos principales de Fallas

	DIP	DIP DIRECTION
S1	51.57	208.39
S2	77.48	308.53
S3	41.17	53.24

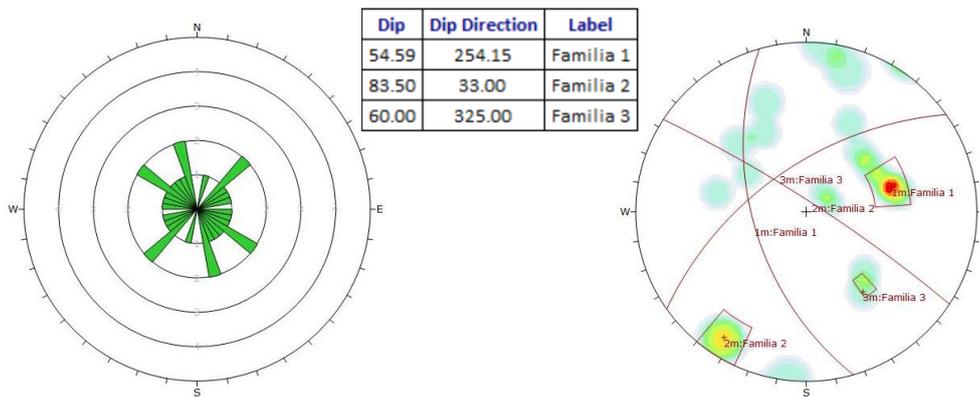


Figura 5.7: Posibles fallas principales, diagrama de rosetas y concentración de esfuerzos. Fuente: autores

5.5. Diaclasamientos

Tabla 5.3: Esfuerzos principales de Diaclasamientos

	DIP	DIP DIRECTION
S1	74.67	176.06
S2	88.15	266.57
S3	15.45	3.28

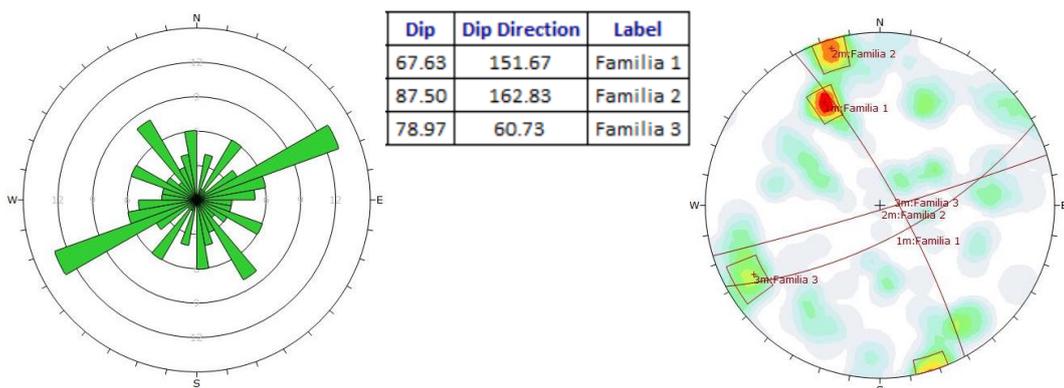


Figura 5.8: Posibles diaclasas principales, diagrama de rosetas y concentración de esfuerzos. Fuente: autores

5.6. Análisis de muestras “Mapa Geológico – Estructural”

Para zonificar la galería principal se consideraron aspectos en la alteración de la roca caja (Andesita), en conjunto con las estructuras donde se determinó el cambio de alteración (Tabla 5.6). Se realizaron 2 etapas, codificadas por M#A y M#B dado a los días en las que fueron tomadas debido al tiempo limitado que se podía permanecer en la galería.

Tabla 5.4: Muestras tomadas dentro de la galería para zonación

Muestra	Abs. Muestra	Flanco	Alt. (m)	Estructura	Abs. Estructura
M22A	0+551	D	1	Veta (e=20cm) y juego de Vetillas	0+565
M21A	0+580	D	0.5	Veta (e=20cm)	0+583
M20A	0+607	D	0.8	Veta (e=20cm)	0+611
M19A	0+642	D	1	Veta (e=25cm)	0+655
M18A	0+663	D	0.8	Falla	0+688
M17A	0+687	Iz	1	Veta (e=20cm)	0+717
M16A	0+719	Iz	1.3	Veta (e=20cm)	0+731
M15A	0+783	Iz	0.9	Falla	0+790
M14A	0+835	Iz	1.2	Veta (e=20cm)	0+845
M13A	0+888	Iz	1.4	Veta (e=25cm)	0+896
M12A	0+932	Iz	1.4	Veta (e=20cm) y juego de Vetillas	0+971
M11A	0+998	Iz	1	Veta (e=20cm)	1+003
M10A	1+009	Iz	1.2	Falla	1+010
M9A	1+031	Iz	1	Veta (e=30cm) y juego de vetillas	1+037
M8A	1+043	D	0.7	Veta (e=20cm)	1+046
M7A	1+063	D	1.3	Veta (e=50cm)	1+066
M6A	1+095	D	1.4	Falla	1+136
M5A	1+173	D	0.7	Veta (e=30cm)	1+159
M4A	1+195	D	0.9	Veta (e=30cm)	1+184
M3A	1+203	Iz	1	Veta (e=20cm)	1+206
M2A	1+212	Iz	1	Veta (e=20cm)	1+231
M1A	1+239	Iz	1.3	Falla	1+269
M1B	1+276	Iz	1	Falla	1+294
M2B	1+298	D	1.3	Grupo de Fallas	1+322
M3B	1+325	Iz	1	Veta (e=20cm)	1+361
M4B	1+369	Iz	1.4	Veta “2-3 Norte” (e=80cm)	1+409
M5B	1+425	Iz	1	Veta (e=25cm)	1+439
M6B	1+446	D	1	Veta 4 (e=50cm)	1+454
M7B	1+485	Iz	1.3	Vetilla	1+501

Las Alteraciones Hidrotermales están divididas en 6 tipos: Fílica, Propilítica, Potásica, Greisen, Argílica y Argílica Avanzada. En la zona de estudio se identificaron 3 tipos de alteraciones como: Propilítica, Potásica y Fílica; que están directamente relacionadas con la mineralización de este yacimiento. (Figura 5.9)



Figura 5.9: Rocas con diferente mineralización encontradas en la zona de estudio. (A) Alteración Potásica. (B) Alteración Fílica. (C) Alteración Propilítica

Para la zonificación de la galería principal se describe las alteraciones, a partir del Apéndice C.

5.6.1. Zona A

En esta sección se tomaron 5 muestras (M18A – M22A) para poder conocer los cambios que se dan en la roca caja (Apéndice D, Fichas: 1-5), está dividida en dos alteraciones: Propilítica y Fílica. La muestra M22A se caracteriza por contener minerales como: Cuarzo-Sericita-Pirita (Fílica), cambia a una alteración Propilítica (muestra M21A, ficha:2) donde los minerales predominantes son clorita-epidota. Luego, en la muestra M20A vuelve la alteración Fílica, cortándose en la veta (abs: 0+611). Finalmente se encontró la alteración una Propilítica, a partir de la muestra M19A (ficha: 4), como producto de distintas estructuras enunciadas en la Tabla 5.6

5.6.2. Zona B

Las muestras que permitieron zonificar esta sección son desde M17A – M14A (Apéndice D, Fichas: 6-9), en esta zona encontramos Alteración Propilítica y Fílica. En la falla (abs.

0+688) se da el cambio a una Alteración Fílica (muestras M17A, M16A, M15A). Debido al fallamiento que se da en la abs. 0+800 y en la muestra M14A se da un cambio de alteración a Propilítica.

5.6.3. Zona C

En esta sección predominan tres tipos de alteración: Fílica, Propilítica y Potásica. Las muestras recogidas para zonificar este tramo van desde la M13A – M8A (Apéndice D, Fichas: 10-15), la veta (e=20cm, abs. 0+896) genero una alteración de tipo Potásica; conocida por encontrarse en las partes profundas y centrales del yacimiento hidrotermal. En la veta (e=20cm, 0+971) se presenta un cambio de alteración Potásica a Propilítica (M11A). La veta (e=20 cm, abs.1+004) corta la alteración Propilítica para dar paso a una alteración Fílica de poca extensión (M9A); la falla (abs.1+010) permite encontrar una alteración de tipo Potásica que se pierde en la veta (e=30cm, abs. 1+038) que ocasiona se presente una alteración Propilítica, una zona con eventos importantes producto de la mineralización dentro de esta zona.

5.6.4. Zona D

Semejante a la zona anterior y presentando la “Veta 1 Norte”, existen 3 tipos de alteraciones en la roca caja (Apéndice D, Fichas: 15-17), las muestras que van desde M8A – M6A representan una Alteración Potásica, esto se debe al conjunto de vetillas que se encuentran en esta zona, en la falla (abs. 1+136) pasa a un cambio de alteración de tipo Fílica (M5A, abs. 1+153) cortándose en la veta (e=30 cm, abs. 1+158) y presentando nuevamente una alteración Potásica, hasta encontrarse con la veta “1 norte”, donde presenta un pasa a Propilítica (M3A-M2A), (Figura 5.10)

5.6.1. Zona E

Se recogió las muestras M1B – M4B (Apéndice D, Fichas: 23-26) esta zona posee cierta cantidad de estructuras geológicas, que permiten comprender los cambios de Fílica – Propilítica producto de la mineralización, ya que debido a las fallas (abs. 1+269) (abs. 1+324) se presenta dicha variación, de igual manera por la presencia de una veta mineralizada (e=20 cm, abs. 1+361) dando paso a la alteración de la roca caja.

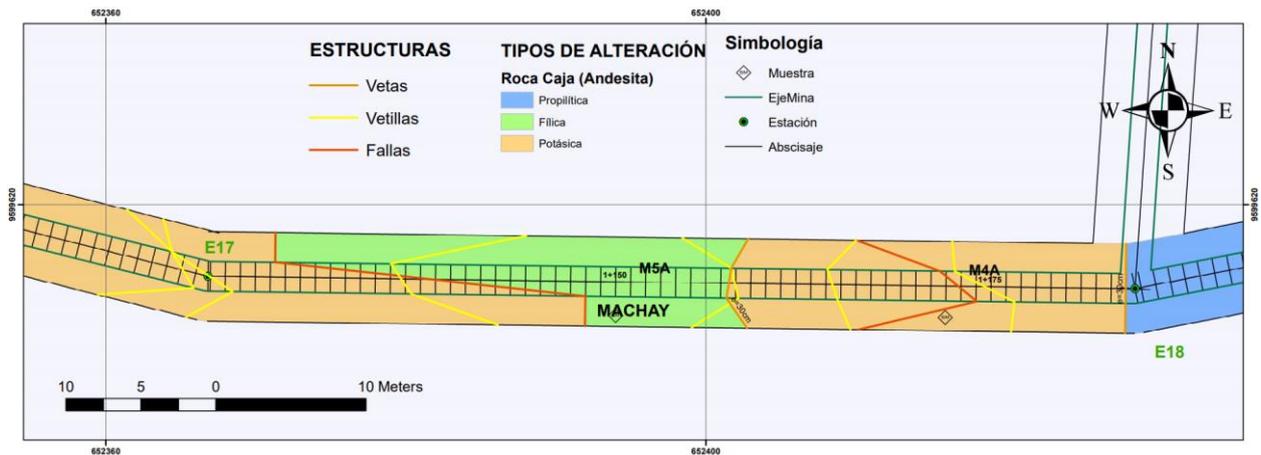


Figura 5.10: Modelo Geológico Estructural, Galería Principal, Zona D (abs. 1+129 - 1+196), representación de cambios de alteración (fuente: autores)

5.6.2. Zona F

Conjunto con la zona E se consideran las zonas más importantes de la galería principal donde se encuentran el conjunto de vetas (Figura 5.4). Se recogió las muestras M3B – M7B (Apéndice D, Fichas: 25 – 29). Con la diferencia de presentar tres tipos de alteraciones, donde pasa de Fílica a Propilítica por la veta (e=25cm, abs. 1+439) cortándose en la veta “4, encontrando una alteración Potásica (Figura 5.11)

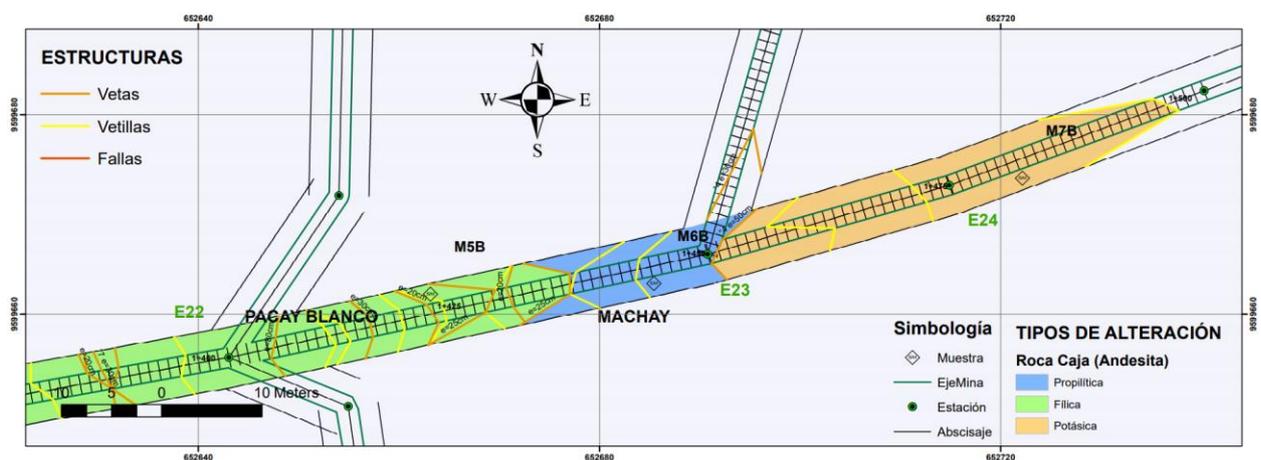


Figura 5.11: Modelo Geológico Estructural, Galería Principal, Zona F (abs. 1+129 - 1+196), representación de cambios de alteración (fuente: autores)

5.7. Modelo Geológico “Veta 4”

En el Apéndice C (Plano: 7) el modelo estructural de la Veta 4 representa las características geológicas estructurales del cuerpo mineralizado a partir de la información del apéndice A (Tabla 8.3), donde se proyecta al área CEBRAL y se modela el cuerpo para identificar su comportamiento, proyectando las familias de diaclasas aledañas, donde a partir de su densidad aproximada de “ 2.0 t/m^3 ” y un factor de oleaje de 1.0, se calculó el volumen y tonelaje de la estructura geológica con la ayuda del software Promine.

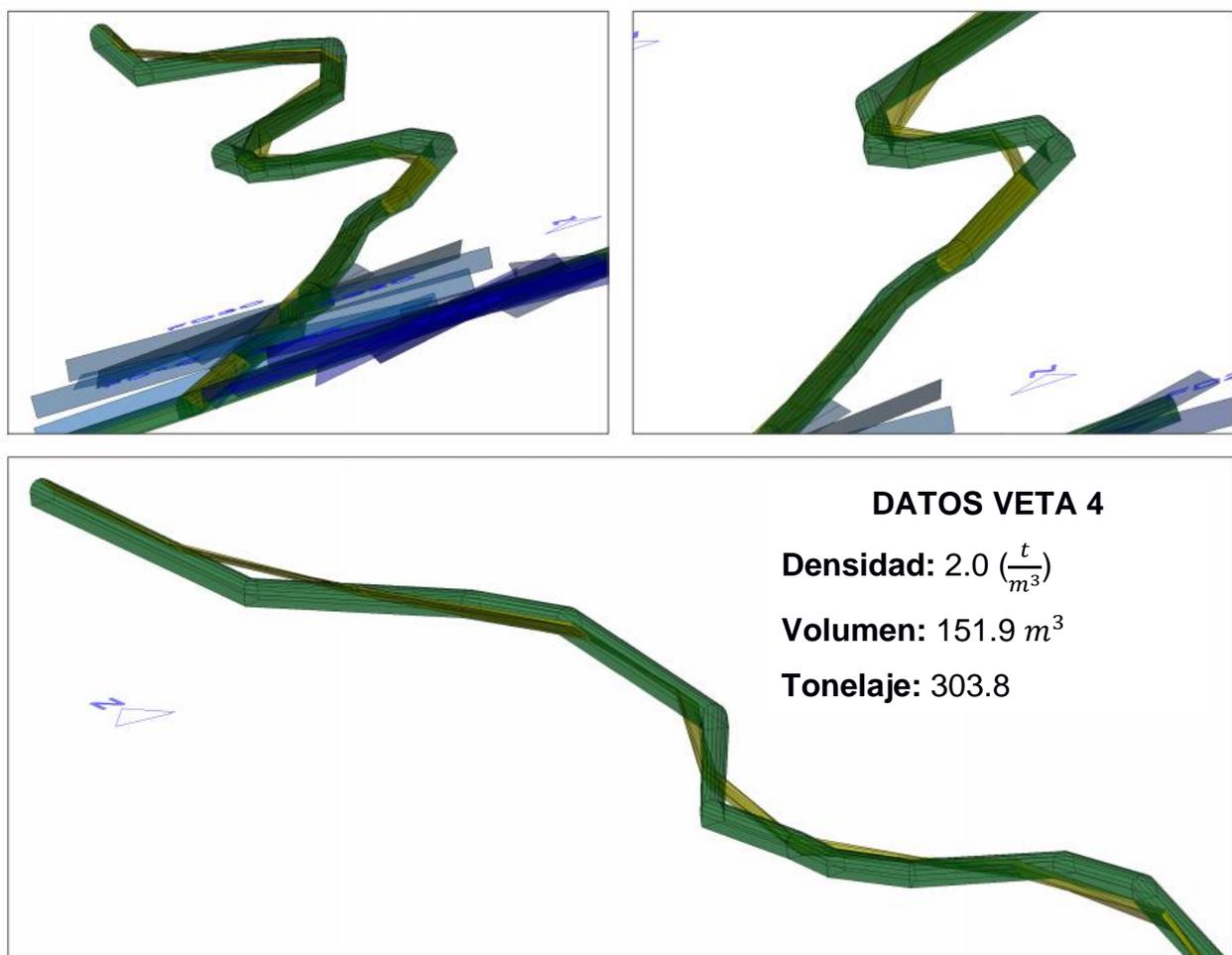


Figura 5.12: Modelo Tridimensional de la Veta 4. Fuente: autores

En el modelo se identifica tramos que existen sectores de material mineralizado que no han sido extraído obteniendo un promedio total de 83.5 m^3 equivalente 167.1 toneladas debido al comportamiento de la veta y las secciones de la galería identificadas.

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Los esfuerzos de compresión concuerdan con la “Falla Puente de Buza – Palestina” ONO-ESE, generando distintos cambios de alteración de la roca caja (andesita, característica de la unidad Portovelo) relacionado a los sectores de mayor mineralización, a lo largo de la galería principal de la mina “R-Nivel” en las concesiones CEBRAL, MACHAY y PACAY BLANCO

Las muestras determinaron alteraciones Propilíticas (Biotita, Clorita) , Fílicas (Cuarzo, Sericita, Pirita) y Potásicas (Feldespatos Potásico, Adularia), producto de sistemas de vetas, vetillas, fallas, y diaclasas, en donde se determina la relación de las alteraciones con zonas de poca (Propilítica), media (Fílica) y fuerte (Potásica) mineralización dentro de la galería principal.

La zonación de la alteración estuvo controlada por las estructuras principales como vetas y fallas, relacionadas a la mineralización de Au y Ag, visualizando condiciones variables debido a alteraciones pervasivas a partir de las vecindades de las fracturas donde circuló el fluido mineralizado.

El estadístico de las estructuras identificadas se determinó con la ayuda del software DIPS, determinando vetas (F1(BZ:63°,DB:102°)-F2(BZ:49°,DB:252°)) que alcanzan espesores entre 20 a 90 cm. Vetillas (F1(BZ:47°,DB:253°)-F2(BZ:90°,DB:141°)) con espesores de 1 a 10 cm. Fallas (F1(BZ:55°,DB:254°)-F2(BZ:84°,DB:33°)-F3(BZ:60°,DB:325°)) que van a lo largo de la galería y finalmente, planos y familia de diaclasas (F1(BZ:68°,DB:152°)-F2(BZ:88°,DB:163°)-F3(BZ:79°,DB:61°)).

A partir del modelo tridimensional de la Veta 4 que se encuentra en el área CEBRAL, con la ayuda de Promine, se visualiza el comportamiento y los planos de las familias de diaclasas aledañas a la veta, determinando a partir de su densidad “2.0 t/m³” el volumen 151.9 m³ equivalente a 303.8 toneladas totales proyectada en mencionada área.

El modelo tridimensional es importante porque nos ayuda a optimizar la producción y no dejar parte del material mineralizado, obteniendo un total de 83.5 m^3 equivalente a 167.1 toneladas que no ha sido extraído.

El análisis estructural de la mina R-Nivel de la galería principal y el área CEBRAL se realizó con el software ArcMap, Promine y DIP ya que se determinó el comportamiento de las principales estructuras geológicas (vetas, vetillas, fallas, diaclasas), generando su proyección a partir de datos mediante plano abatido en 2D y 3D de los mismos, de igual forma la representación de las principales familias de cada una de las estructuras y las direcciones de la acumulación de esfuerzos relacionados.

Recomendaciones

- Manejar con orden los datos, pues al presentarse con bastante información se puede generar problemas en la interpretación de resultados.
- Para generar una interpretación litológica a mayor detalle, convendría obtener mayor número de muestras en los tramos de la galería principal, debido a la fuerte mineralización, para su identificación microescala
- Levantar más información geológica estructural (DIP, DIPDIR, espesor) para el modelamiento de la Veta “4” (menor tramo), de manera que se pueda identificar con mayor precisión el comportamiento dentro del área CEBRAL, generando una mejor proyección y estimación de dicha estructura.
- Proceder a levantar información de la Veta “2-3” Norte para generar un modelo estructural que permita comprender el comportamiento de la mineralización a detalle.
- Generar un modelo de menor escala, más detallado, a partir de la ley mineral de las estructuras más importantes en el área CEBRAL, para realizar una estimación de recursos y cálculo de reservas.
- Es de suma importancia contar con un medidor de gases al momento de ingresar a la mina, para llevar un control del nivel de CO (25 ppm) y O_2 (23.5% - 19.5%), en caso de exceder los niveles permitidos, para evitar severas lesiones.

BIBLIOGRAFÍA

7. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, L. (1992). Metamorphic pattern of the Cretaceous Celica Formation, SW Ecuador, and its geodynamic implications. *Tectonophysics*, 205(1–3), 223–237. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(92\)90428-9](https://doi.org/10.1016/0040-1951(92)90428-9)
- Ayala, C., & Rey, C. (2009). Modelización 2d y 3d. In *Establecimiento de bases metodológicas para la obtención de cartografía gravimétrica 1:50.000. Aplicación a la modelización 2d y 3d en varias zonas de la península ibérica*. (p. 80).
- Baby, P., Rivadeneira, M., & Roberto, B. (2014). Cuenca Oriente Geología Y Petroleo. In *IFEA - PetroAmazonas: Vol. 3a. edición* (ISBN 9978-).
- Bineli, T., Ponce, M., & Chiaradia, M. (2018). Petrogenesis of the Rio Blanco epithermal Au-Ag mineralization in the Cordillera Occidental of southwestern Ecuador: Assessment from host rocks petrochemistry and ore constituents isotopic (O, S, H, and Pb) compositions. *Journal of South American Earth Sciences*, 86(January), 70–93. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2018.06.003>
- Bonilla, W. R. (2009). *Metalogenia del distrito minero Zaruma-Portovelo, República del Ecuador*. 219.
- Bosch, D., Gabriele, P., Lapiere, H., Malfere, J. L., & Jaillard, E. (2002). Geodynamic significance of the Raspas Metamorphic Complex (SW Ecuador): Geochemical and isotopic constraints. *Tectonophysics*, 345(1–4), 83–102. [https://doi.org/10.1016/S0040-1951\(01\)00207-4](https://doi.org/10.1016/S0040-1951(01)00207-4)
- Camus, F., & Duhalde, M. (1982). Geología de los yacimientos hidrotermales de oro en Chile. *Revista Geológica de Chile: An International Journal on Andean Geology*, 17, 47–70.
- Dunkley, P., & Gaibor, A. (1997). *Mapa Geológico Cordillera Occidental del Ecuador entre 2°-3°S - escala 1 200.000.pdf*.
- Duque, G. (2017). Manual de geología para ingenieros. *Universidad Nacional*, 281–306. <http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/>
- Duque, J. (1998). Problemas de geología estructural para la geología del bachillerato: un acercamiento cuantitativo a los mapas geológicos. *IES Politecnico de Palma de Mallorca, Enseñanza(c/ Menorca 1. 07014 Palma de Mallorca.)*, 162–171.
- Echeveste, H., & González, P. D. (2005). Mapeo de Estructuras. In *Manual de Levantamiento Geológico. Una Introducción a la Geología de Campo* (Edulp, p. 2018). Universidad Nacional de la Plata.
- Gala, A., Tost, M., Kot-Niewiadomska, A., Czerw, H., Warell, L., & Gala, S. (2021). Impact of Covid-19 on the Mining Sector and Raw Materials. *Resources*, 10(39), 1–23.
- García, M. (2012). *Geología estructural. Esfuerzos y deformaciones de las rocas. Deformación dúctil: los pliegues y sus tipos. Mecanismos de plegamiento. Deformaciones frágiles: diaclasas y fallas. January 2012*, 5–16.
- Ghosh, S. K. (1993). Structural Geology Fundamentals and Modern Developments. *Pergamon Press*, 1. https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=nWtFVD8EnRcC&oi=fnd&pg=PP1&dq=types+of+structures+geology&ots=Vmc-W08OSA&sig=x6WfsJKoQkrl7TjCYfuMDyloQJ8&redir_esc=y#v=twopage&q&f=true
- IGME, D. E. L. (1982). Análisis de los costes que afectan a la Explotación minera como base para el Desarrollo de las actividades Técnico- empresariales Del IGME.

- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA, 166.
- INIGEMM. (2017). *Hoja Geológica Santa Rosa de El Oro, esc. 1:100000*.
- Jaillard, E., Laubacher, G., Bengtson, P., Dhondt, A. V., & Bulot, L. G. (1999). Stratigraphy and evolution of the Cretaceous forearc Celica-Lancones basin of southwestern Ecuador. *Journal of South American Earth Sciences*, 12(1), 51–68. [https://doi.org/10.1016/S0895-9811\(99\)00006-1](https://doi.org/10.1016/S0895-9811(99)00006-1)
- Katz, Y., Weinberger, R., & Aydin, A. (2004). Geometry and kinematic evolution of Riedel shear structures, Capitol Reef National Park, Utah. *Journal of Structural Geology*, 26(3), 491–501. <https://doi.org/10.1016/j.jsg.2003.08.003>
- Martín, J., & Benítez, Francisco Barrientos, V. (2010). *Prácticas de GEOLOGÍA Mapas Geológicos y Problemas Jordi Delgado Martín Índice*.
- Naranjo, E., & Alvarán, M. (2018). Características geológicas, isotópicas y estructurales del depósito vetiforme Los Mangos, Antioquia-Colombia. *Boletín de Geología*, 40(1), 93–108. <https://doi.org/10.18273/revbol.v40n1-2018006>
- Navelot, V., Géraud, Y., Favier, A., Diraison, M., Corsini, M., Lardeaux, J. M., Verati, C., Mercier de Lépinay, J., Legendre, L., & Beauchamps, G. (2018). Petrophysical properties of volcanic rocks and impacts of hydrothermal alteration in the Guadeloupe Archipelago (West Indies). *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 360, 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2018.07.004>
- Nickerson, D. (1940). History of the Munsell Color System and Its Scientific Application. *Journal of the Optical Society of America*, 30(12), 575. <https://doi.org/10.1364/josa.30.000575>
- Noble, S. R., Aspden, J. A., & Jemielita, R. (1997). Northern Andean crustal evolution: New U-Pb geochronological constraints from Ecuador. *Bulletin of the Geological Society of America*, 109(7), 789–798. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1997\)109<0789:NACENU>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1997)109<0789:NACENU>2.3.CO;2)
- Ortiz, J., & Emery, X. (2004). Categorización de recursos y reservas mineras. 1 *St International Conference on Mining Innovation MININ, January 2004*, 198–208.
- Pratt, W. T., Figueroa, J. F., & Flores, B. G. (1997). *Mapa Geológico Cordillera Occidental del Ecuador entre 3°-4°S - escala 1 200.000.pdf*.
- PRODEMINCA. (2000). *Evaluación de distritos mineros del Ecuador* (BGS Britis). UCP PRODEMINCA, Proyecto MEM BIRP 30-55 EC.
- Ragan, D. (2009). *Structural Geology* (The Edinbu). Cambridge University Press.
- Riel, N., Guillot, S., Jaillard, E., Martelat, J. E., Paquette, J. L., Schwartz, S., Goncalves, P., Duclaux, G., Thebaud, N., Lanari, P., Janots, E., & Yuquilema, J. (2013). Metamorphic and geochronological study of the Triassic El Oro metamorphic complex, Ecuador: Implications for high-temperature metamorphism in a forearc zone. *Lithos*, 156–159, 41–68. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2012.10.005>
- Romero, C., Villacreses, G., Betancourt, F., & Carmen Sanchez, C. (2020). Alternativas para la investigación geológica en tiempos de pandemia COVID-19. *CienciAmérica*, 9(2), 190. <https://doi.org/10.33210/ca.v9i2.309>
- Safari, M., Maghsoudi, A., & Pour, A. B. (2018). Application of Landsat-8 and ASTER satellite remote sensing data for porphyry copper exploration: a case study from Shahr-e-Babak, Kerman, south of Iran. *Geocarto International*, 33(11), 1186–1201. <https://doi.org/10.1080/10106049.2017.1334834>
- Sánchez, J. L. (2019). Conservation of geoh heritage in Ecuador: Situation and perspectives. In *International Journal of Geoh heritage and Parks* (Vol. 7, Issue 2, pp. 91–101). <https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2019.06.002>
- Suhr, N., Rojas-Agramonte, Y., Chew, D. M., Pinto, A. J., Villagómez-Díaz, D., Toulkeridis, T., & Mertz-Kraus, R. (2019). Detrital-zircon geochronology and

- provenance of the El Oro Metamorphic Complex, Ecuador: Geodynamic implications for the evolution of the western Gondwana margin. *Journal of South American Earth Sciences*, 90(2019), 520–539. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2018.12.010>
- Tarras, N. (2002). Environmental management of small-scale and artisanal mining: The Portovelo-Zaruma goldmining area, southern Ecuador. *Journal of Environmental Management*, 65(2), 165–179. <https://doi.org/10.1006/jema.2002.0542>
- Torres, K. M., Benedicto, A., Raja, G. P., & Borges, J. A. (2012). Tectónica Trancurrente Extensiva en el área de Negritos, Cuenca Talara, Perú. *Conference: Congreso Peruano de Geología At: Lima, Peru*. https://www.researchgate.net/publication/301512450_Tectonica_Transcurrente_Extensiva_en_el_area_de_Negritos_Cuenca_Talara_NO_Peruano
- Val, J., Barinagarrementeria, I., Duque, J., González, X., & Garzón, Ó. (2015). Cantón Zaruma proyecto: “levantamiento de cartografía temática escala. In *Unidad MAGAP-PRAT, SIGTIERRAS & Consorcio TRACASA-NIPSA*.
- Van-Thournout, F., Salemink, J., Valenzuela, G., Merlyn, M., Boven, A., & Muchez, P. (1996). Portovelo: A volcanic-hosted epithermal vein-system in Ecuador, South America. *Mineralium Deposita*, 31(4), 269–276. <https://doi.org/10.1007/BF02280791>
- Vázquez, L. S., Leifsen, E., & Delgado, A. D. V. (2017). Minería a gran escala en Ecuador: Conflicto, resistencia y etnicidad. *AIBR Revista de Antropología Iberoamericana*, 12(2), 169–192. <https://doi.org/10.11156/aibr.120205>
- Vieira, V., Rodrigues Ribeiro, R., Sandoval Salazar, L., Hernández, J., Hernández Rubiano, N., & Moreno Díaz, J. (2009). Modelamiento geológico digital aplicado a una minería de hierro a cielo abierto. *Ingeniería, Investigación y Desarrollo*, 9(2), 5–8.

APÉNDICES

ÍNDICE DE APÉNDICES

APÉNDICE A: Libreta Estructural

Grupo 1: Línea Principal mina R-Nivel, datos estructurales, vetas, vetillas, fallas y fracturas

Grupo 2: Conjunto de datos estructurales, conjunto de Vetillas, planos y familia de diaclasas

Grupo 3: Datos estructurales de la Veta 4, cada 25 metros

APÉNDICE B: Análisis

Vetas

Vetillas

Fallas

Diaclasas

APÉNDICE C: Planos

Plano 1: Mapa Geológico Estructural - Zona A

Plano 2: Mapa Geológico Estructural - Zona B

Plano 3: Mapa Geológico Estructural - Zona C

Plano 4: Mapa Geológico Estructural - Zona D

Plano 5: Mapa Geológico Estructural - Zona E

Plano 6: Mapa Geológico Estructural - Zona F

Plano 7: Modelo Geológico Estructural – Veta 4

APÉNDICE D: Fichas de muestreo rápido

Muestra M22A

Muestra M21A

Muestra M20A

Muestra M19A

Muestra M18A

Muestra M17A

Muestra M16A

Muestra M15A

Muestra M14A

Muestra M13A

Muestra M12A

Muestra M11A

Muestra M10A

Muestra M9A

Muestra M8A

Muestra M7A

Muestra M6A

Muestra M5A

Muestra M4A

Muestra M3A

Muestra M2A

Muestra M1A

Muestra M1B

Muestra M2B

Muestra M3B

Muestra M4B

Muestra M5B

Muestra M6B

Muestra M7B

APÉNDICE E: Información Brindada

Levantamiento Planimétrico

APÉNDICE A

Grupo 1:

Línea Principal mina R-Nivel, datos estructurales, vetas, vetillas, fallas y fracturas

ID	Alt. Iz.	Piso Iz	Techo Iz	Techo D	Piso D	Alt. D	Observaciones	BZ (°)	DB (N)
1		481,5	480,1	480,5	481,8		Falla Inicio P0, Primer día	56	102
2	1,5	480,7	482	481,5	480,4	1,8	Vetilla	59	307
3		487,1	484,2	486,5	491		Vetilla pierde en piso D dado a labores mineros (Abs.4870492)	28	64
4		493,8	492,7	492,9	493,8		Vetilla	63	107
5		495,1	495,2	494,5	493,8		Vetilla	79	312
6		503,5	509,4	511,1	504,9		Fallamiento o Fracturamiento	18	253
7		511,8	509,4	511,1	504,9		Vetilla pierde en fallamiento anterior	46	253
8		518	516,8	517,6	517		Veta Pierde en P. Iz por presencia de material y P. D dada Intersección	81	91
9		523,2	521,4	519,8	520,8		Fallamiento o Fracturamiento	55	152
10		523,2	523,7	520,6	520,4	1,5	Vetilla	80	350
11		530,6	528,4	527,6	527,8		Fracturamiento	59	135
12		525	525,4	524,3	524		Vetilla	80	322
13		526,8	527,3	526,2	525,6		Vetilla	75	322
14		529,7	529,9	529,5	529,3		Vetilla se pierde en Fracturamiento	84	303
15		531,7	532	531,6	530,5		Vetilla	71	124
16		531,7	532,2	531,2	530,5		Vetilla	73	140
17		541,1	541,7	540,6	540,1		Vetilla	75	322
18		553,3	554,9	556,3	553,1		vetilla	40	258
19	0,5	561,9	565,1	564,9	563		A 0,5 de la pared izquierda Vetilla	38	299
20		561,9	565,1	565,6	563		Veta espesor= 20 cm "Cambio de Material"	36	279
21	1,1	578,8	578,9	571,6	571,2		Vetilla	83	8
22		582,3	583,2	583,8	582,3		Veta espesor= 20 cm "Cambio de Material"	59	276
23		598,6	597,5	596,4	597,4		Vetilla	62	142
24		603,7	602,7	601,8	603,1		Vetilla	60	136
25		610,4	612,3	612	610,8		Veta espesor= 20 cm "Cambio de Material"	52	302
26		621,6	620,3	619	618,8		Vetilla	75	121
27		627,2	627,4	626,6	626,6		vetilla	87	315
28		628,2	627,8	628,7	630		Vetilla	67	89
29		634,7	635	633,8	633,5		Veta espesor = 25 cm	81	144
30		653,4	655,6	656,4	651,8		Veta espesor = 25 cm "Cambio de Material"	30	271
31		665,2	663,8	660,8	660,6		Vetilla	73	169
32		667	668,4	669,4	668,4		Vetilla. Cristales como bastones	59	266
33		678	677,8	676,3	676,3		Vetilla	87	150

34		680,7	679,4	678,1	680		Vetilla	51	146
35		682,7	682	680,2	680,2		Vetilla	80	155
36		685	687	689	687,8		Falla importante, milonita que pasa a zona mineralizada cambia de color gris a oxido	51	248
37		693,6	693	692,2	690		Veta espesor = 30 cm	68	315
38		714	716,2	717,3	716,1		veta espesor = 20 cm "Cambio de Material"	50	264
39		719,2	719,3	718,7	718,7		Vetilla	89	134
40		724	723,8	722,3	722,3		Vetilla	87	149
41		731,2	731,2	730,8	730,8		Veta espesor= 20 cm "Cambio de Material"	84	303
42		734,9	734,9	733,9	733,9		Vetilla	76	319
43		759,7	759,1	758,8	758		Vetilla	87	301
44		766,9	766,3	766,6	767,7		Vetilla	67	104
45		772,5	772,6	773,3	773,4		Veta AA espesor= 25 cm	80	273
46		774	778	778,1	775,1		Vetilla se cruza con vetilla	30	290
47		775	774,5	774,9	775,1		Vetilla	80	281
48		781	781,7	794	795,2		Falla	83	32
49		798,5	797,7	781,3	781,1		Falla importante "Cambio de Material"	81	196
50		803,1	802,6	799,6	799,6		Vetilla	83	349
51		803,1	802,6	797,7	797,7		Vetilla	83	1
52		810,2	810,1	809	809		Vetilla	89	322
53		818,5	818,5	817	817		Vetilla	69	330
54		822,8	822,6	820,4	819,6		Vetilla	81	340
55		827,1	826,8	825,2	825		Veta espesor =20 cm	88	150
56		830,8	830,1	831,3	832,9	1,3	Vetilla	60	82
57		839,8	838,8	839,6	841,2		Vetilla	57	91
58		847,9	846,2	844,8	845,9		veta espesor = 20 cm "Cambio de Material"	55	148
59		859,2	859,6	860,9	861,5		Vetilla	87	260
60		862,8	862,6	862,6	860,5		Vetilla	65	293
61		876,4	876,4	876,7	876,7		Vetilla, toma muestra Andesita	86	284
62		883,8	886,5	887,8	886		Vetilla	42	260
63		891,8	895,5	897	893,8		veta espesor = 20 cm "Cambio de Material"	30	249
64		909,5	908,8	907,2	907,5		Vetilla	76	145
65		917	915,6	915	915,4		Vetilla	66	123
66		922,5	924,3	926,6	924		Vetilla	42	125
67		924,1	922,9	922,2	922,4		Vetilla	71	128
68		924,5	924,3	923,5	924		Vetilla, Toma de muestra perdida de mineralización	80	237
69		944,2	943,9	942,3	942		Vetilla	90	325
70	1	953,2	954	955,1	953,6		Vetilla	60	79
71		955	954	952,6	953,6		Vetilla	63	141
72		960,2	962	962,2	960,6		Vetilla	50	280
73		963,1	966,7	966,4	964,3		Vetilla	35	295
74		969,2	970,2	971,7	969,8		Vetilla	54	249

75		969,2	970,4	971,7	969,8		veta espesor = 20 cm "Cambio de Material"	52	253
76		969,2	971	971,7	969,8		Vetilla	47	267
77		983,9	986,3	987,6	986,2		Toma de Muestra vetilla cambio de material	46	253
78		987,4	988,7	987,8	986,2		Vetilla	54	310
79		991,1	994,6	994,8	989,5		Vetilla	24	280
80		993,1	994,6	996,9	994,8		Vetilla	48	237
81		1000,6	1002,6	1003,9	1001,6		veta espesor= 20 cm "Cambio de Material"	43	251
82		1003	1004,5	1005,8	1003,8		Vetilla	49	253
83		1005,3	1006,2	1007,3	1005,4		vetilla	55	257
84		1012,8	1010,6	1010	1011,9		Falla "Cambio de Material"	44	123
85		1025,8	1026,2	1025,2	1026		vetilla	84	133
86		1027,8	1029,9	1027,6	1026,7		vetilla	53	335
87		1031,7	1032,8	1033,9	1032,2		vetilla	55	257
88		1033,6	1037	1038,4	1041,8		Veta espesor =30 cm "Cambio de Material"	90	251
89		1040,8	1037	1038,4	1041,8		vetilla	29	71
90		1041,5	1041,3	1042	1043		vetilla	73	86
91		1044,5	1045,7	1046,9	1045		veta espesor= 20 cm "Cambio de Material"	52	253
92		1046,3	1049	1051,5	1048,8		vetilla	37	233
93		1062,8	1065,8	1067	1064,4		Veta característica espesor 50 cm Foto 1 muestra 1307-1 cambio de material	35	253
94		1066,8	1068,5	1069,5	1067		vetilla	44	258
95		1073	1071,2	1070	1070,7		vetilla "Inicio Juego de Vetillas"	58	136
96		1073	1071,2	1073,3	1070,7		vetilla	79	238
97		1075,5	1075,5	1073,3	1073,3		vetilla intersección anterior	90	332
98	1,5	1075,5	1076,3	1077,8	1074,9		vetilla	47	243
99		1075,4	1079	1080,4	1077,8		vetilla	33	249
100		1079	1079	1077,8	1077,8		vetilla	90	315
101		1076	1079	1082,8	1079,7		vetilla "Fin juego Vetilla"	33	222
102		1093,2	1091,5	1093	1097	1	vetilla	35	67
103		1093,2	1097,3	1098,5	1096,2		vetilla misma intersección anterior	32	253
104		1094,8	1103,8	1106,1	1096,6		Conjunto de vetillas Promedio (1112,5-1117)	12	237
105		1117,5	1121,1	1123,1	1117		vetilla	22	239
106		1120	1121,1	1125,5	1123,1		Vetilla intercepta interior abs 1122,5	49	213
107		1128,3	1128,3	1149	1149		Falla dirección a la galería, poco mineralizada "Cambio de Material"	90	186
108		1145	1136	1137,4	1143,2		conjunto de vetillas	15	56
109		1159,8	1158,7	1158,4	1159,8		Veta espesor = 30 cm "Cambio de Material"	58	99
110		1155,4	1158,7	1159,2	1156,1		vetilla	32	257
111		1167	1165,1	1165,8	1166,7		vetilla	55	71
112		1167	1172,6	1175,1	1167,2		Falla	17	219
113		1173,4	1173,6	1177,6	1177,4		Vetilla	84	207

114		1181,6	1181,6	1181,6	1181,6		Veta 1 norte se dirige a intersección (1180-1185) espesor 30 cm "Cambio de Material"	90	91
115		1195	1200,3	1199,6	1194,5		Vetilla	21	278
116		1200	1201,5	1201,6	1201,6		Vetilla	69	256
117		1202,3	1202,3	1202,3	1202		Vetilla	86	259
118		1207,5	1206,4	1207,5	1207,8		Veta espesor 25 cm "Cambio de Material"	71	93
119		1207,5	1206,4	1205,9	1207,8		Vetilla	53	50
120		1215,2	1217,3	1217,8	1216		vetilla	47	245
121		1215,2	1217,3	1217,7	1216		vetilla	46	248
122		1220,2	1219,3	1218,5	1218,7		vetilla	75	101
123		1225,6	1226,7	1227,3	1226,1		vetilla	60	242
124		1233,3	1231,5	1230,5	1232		Veta espesor = 20 "Cambia de Material"	50	105
125		1243,1	1243,1	1230,5	1232		Falla en el centro de la galería	69	160
126		1253,7	1254	1254,5	1254,2		vetilla	81	245
127		1260,7	1263	1263	1258,8		vetilla	32	259
128		1258,3	1258,5	1258,8	1258,8		vetilla	87	250
129		1261,5	1263	1266,7	1266,2		vetilla	63	201
130		1263,3	1262,2	1266,2	1264,8		vetilla	86	197
131		1269	1271,3	1266,7	1266,2		Falla "Cambio de Material"	60	325
132		1272,5	1271,8	1276,5	1275		Vetilla	79	12
133		1276,4	1274,5	1276,5	1275		Fallamiento	84	34
134		1276,3	1277,9	1278,1	1276		Vetilla	47	253
135		1276,3	1279,8	1278,1	1276		Veta espesor = 20 cm	36	299
136		1282,8	1284,1	1284,1	1282,3		Vetilla	52	259
137		1282,8	1285,6	1284,4	1284,6		Vetilla	57	290
138		1290,4	1291,1	1290,3	1288,1		Vetilla	54	281
139		1290,4	1292,3	1292,1	1291		Vetilla	53	265
140		1293	1294,4	1294,5	1293,4		Falla, poca mineralización "Cambio de Material"	58	258
141		1297,5	1298	1295	1297,6		Vetilla	62	135
142		1299,2	1300	1299,4	1298,4		Conjunto de Vetillas que interceptan en el centro 1299	66	276
143		1299,2	1300	1298,3	1297,8		Vetilla	72	299
144		1299,2	1300	1297	1296		Vetilla	66	315
145		1303,1	1305,6	1301,5	1300,3		Vetilla	47	323
146		1306,3	1307,9	1304,8	1303,3		Fracturamiento	52	316
147		1306,3	1307,9	1308,8	1306,9		Fracturamiento	49	235
148		1309,6	1310,7	1310,7	1309,5		Vetilla	60	259
149		1312	1311,1	1312,8	1313,6		Vetilla	67	47
150		1314,5	1313,1	1315	1316		Veta espesor = 30 cm	59	23
151		1318,2	1320,5	1322,1	1321		Falla	50	222
152		1319,9	1321,2	1323,8	1322,8		Cambio de material (Oxidado a Gris)/ Falla	60	206
153		1324,1	1325,3	1325,6	1324		Falla	55	256
154		1329,9	1331	1332,3	1332		Conjunto de Vetas, espesor 20 cm	71	226

155		1331,3	1331	1332,3	1332		Conjunto de Vetillas	90	226
156		1336,3	1337,7	1338	1336		Vetilla	50	250
157		1339,3	1341,4	1343,6	1342,2		Veta espesor = 20 cm	49	212
158		1342,8	1342,8	1344	1344,3		Vetilla	85	228
159		1346,8	1348	1348,8	1348,2		Vetilla	66	238
160		1346,8	1348	1350,2	1348,9		Vetilla	58	212
161		1349	1350,5	1352,9	1350,9		Vetilla	49	209
162		1351,3	1353,1	1355,5	1354,5		Vetilla	55	209
163		1355,8	1357,2	1357,8	1355,8		Vetilla	50	243
164		1355,8	1357,2	1361,4	1359,6		Vetilla	51	195
165		1358,6	1360,8	1361,4	1359,6		veta espesor = 20 cm "Cambio de Material"	45	243
166		1362,1	1364	1365,2	1363,7		Vetilla	50	229
167		1362,1	1367,1	1370,7	1368,3		Vetilla	28	198
168		1372,5	1374,1	1374,7	1373,8		Veta espesor= 20 cm	58	243
169		1376	1376,2	1375,9	1373,8		vetilla	60	268
170		1376	1378	1379,4	1380	0,6	Veta espesor= 25 cm	71	225
171		1379,6	1382	1381,6	1379,3		Veta espesor= 20 cm	40	271
172		1384,5	1384,1	1386	1386,5		Vetilla	77	216
173		1389,9	1389,8	1392	1392		Veta se une con el siguiente espesor= 20 cm	89	212
174		1389,3	1389,8	1392	1392		Veta N°10	83	32
175		1390,8	1391,3	1392	1394		Veta N°7 espesor= 30 cm	69	60
176		1393	1393	1392	1394		Promedio vetas= 1,2,3,4,5 espesor= 20-30 cm	63	106
177		1399	1399,8	1399	1400		Vetilla	87	101
178		1409,7	1409	1408,1	1409,1		Veta ,2,3 norte Foto, espesor de 90 cm Derecho lado izquierdo 60 cm "Cambio de Material"	67	102
179		1412,6	1413,9	1414,7	1413,2		Vetilla	55	236
180		1412,6	1415,6	1416,2	1414,4		Vetilla	40	246
181		1417	1418,5	1418,5	1417,3		Veta espesor 30 cm	56	258
182		1420	1421,6	1421,7	1420,6		Vetilla	56	255
183		1422,6	1424,4	1425,2	1423,7		Veta espesor= 20 cm	50	236
184		1422,6	1426	1426	1423,7		Vetilla	35	255
185		1425	1431,4	1430	1423,5		Veta espesor= 25 cm	17	293
186		1433,4	1431,4	1430	1431,5		Vetilla	49	113
187		1433,6	1432,5	1432,8	1433,7		Veta espesor 20 cm	63	69
188		1434,7	1439	1438,6	1433		Veta espesor = 25 cm "Cambio de Material"	22	269
189		1445	1439,6	1437,7	1441,2		Vetilla	24	104
190		1449,8	1446,1	1445,3	1446,3		Vetilla	40	100
191		1458,8	1459,7	1454,5	1454		Veta 4 entrada a Cedral espesor 50 cm "Cambio de Material"	71	114
192		1463,1	1459,3	1465,8	1464,7		Vetilla	56	1
193		1473	1474,3	1475,3	1475,4		Vetilla	73	227
194		1488,6	1500	1502	1491,3		Vetilla	10	205
195		3,2	3,2	13,2	9,1		Entrada CEBRAL Veta espesor 20 cm	44	117

Grupo 2:**Conjunto de datos estructurales "Diaclasas"**

ID	ABSCISAJE	ALT D.	ALT I.	BZ(°)	DB(N)	OBSERVACIONES
1	572		1	82	334	Plano de diaclasas 1
2	589,2		1,5	80	176	Plano de diaclasas 2
3	590		1,5	83	57	Plano de diaclasas 3
4	589,9		0,6	52	260	Plano de diaclasas 4
5	617		1,5	18	208	Plano de diaclasas 5
6	616,9		1,6	86	167	Plano de diaclasas 6
7	617,1		1,7	76	77	Plano de diaclasas 7
8	642		1,5	46	233	Familia de diaclasas 1
9	642		1,5	67	34	Familia de diaclasas 1
10	644,6		1,7	24	197	Conjunto de Vetillas A
11	644,6		1,7	35	275	Conjunto de Vetillas A
12	644,6		1,7	50	120	Conjunto de Vetillas A
13	644,6		1,9	33	110	Conjunto de Vetillas A
14	644,6		1,9	3	122	Conjunto de Vetillas A
15	645,3		1,7	36	113	Conjunto de Vetillas B
16	645,3		1,7	19	156	Conjunto de Vetillas B
17	702,8	1		54	358	Familia de diaclasas 2
18	702,8	1		80	265	Familia de diaclasas 2
19	715		1,5	53	159	Familia de diaclasas 3
20	715		1,5	46	350	Familia de diaclasas 3
21	715		1,5	79	62	Familia de diaclasas 3
22	733,3		1,5	53	159	Plano de diaclasas 8
23	751		1,7	60	58	Plano de diaclasas 9
24	758,2		1,7	79	2	Plano de diaclasas 10
25	795	1		69	158	Plano de diaclasas 11
26	810,1	1		85	342	Plano de diaclasas 12
27	811	1		69	267	Plano de diaclasas 13
28	816	1,2		86	236	Familia de diaclasas 4
29	816,8		1,2	82	230	Familia de diaclasas 4
30	851,7		0,8	68	152	Plano de diaclasas 14
31	853		1	80	73	Plano de diaclasas 15
32	855		1	70	147	Plano de diaclasas 16
33	855,7		1	65	150	Familia de diaclasas 5
34	856,4		1	68	150	Familia de diaclasas 5
35	855,5	1		78	85	Familia de diaclasas 6
36	855,5	1		71	174	Familia de diaclasas 6
37	856,9	1		88	58	Plano de diaclasas 17
38	859,1	1		89	161	Plano de diaclasas 18
39	1026,8		1	60	292	Familia de diaclasas 7
40	1026,8		1	77	158	Familia de diaclasas 7

41	1026,8		1	66	248	Familia de diaclasas 7
42	1038,3		0,8	63	199	Familia de diaclasas 8
43	1038,3		0,8	81	163	Familia de diaclasas 8
44	1038,3		0,8	65	42	Familia de diaclasas 8
45	1047,7		0,8	80	320	Familia de diaclasas 9
46	1047,7		0,8	89	71	Familia de diaclasas 9
47	1047,7		0,8	38	240	Familia de diaclasas 9
48	1090		1,5	87	163	Familia de diaclasas 10
49	1090		1,5	62	263	Familia de diaclasas 10
50	1090		1,5	36	3	Familia de diaclasas 10
51	1129,8	1,5		53	24	Familia de diaclasas 11
52	1129,8	1,5		75	333	Familia de diaclasas 11
53	1129,8	1,5		37	229	Familia de diaclasas 11
54	1144	1,5		41	304	Familia de diaclasas 12
55	1144	1,5		74	251	Familia de diaclasas 12
56	1144	1,5		66	132	Familia de diaclasas 12
57	1148,8		1	37	16	Familia de diaclasas 13
58	1148,8		1	64	287	Familia de diaclasas 13
59	1148,8		1	76	211	Familia de diaclasas 13
60	1154,6	1,5		80	22	Familia de diaclasas 14
61	1154,6	1,5		68	121	Familia de diaclasas 14
62	1154,6	1,5		16	230	Familia de diaclasas 14
63	1190,8		1,5	66	153	Familia de diaclasas 15
64	1190,8		1,5	77	36	Familia de diaclasas 15
65	1190,8		1,5	17	356	Familia de diaclasas 15
66	1194,5		1	61	101	Familia de diaclasas 16
67	1194,5		1	25	296	Familia de diaclasas 16
68	1194,5		1	85	300	Familia de diaclasas 16
69	1216,5	1		74	28	Familia de diaclasas 17
70	1216,5	1		25	239	Familia de diaclasas 17
71	1216,5	1		84	223	Familia de diaclasas 17
72	1252,3		1	80	322	Familia de diaclasas 18
73	1252,3		1	86	4	Familia de diaclasas 18
74	1252,3		1	39	166	Familia de diaclasas 18
75	1275,5		1,5	64	265	Familia de diaclasas 19
76	1275,5		1,5	22	96	Familia de diaclasas 19
77	1275,5		1,5	70	16	Familia de diaclasas 19
78	1316,2		1	43	245	Familia de diaclasas 20
79	1316,2		1	77	57	Familia de diaclasas 20
80	1316,2		1	67	339	Familia de diaclasas 20
81	1372,8		1,5	67	208	Familia de diaclasas 21
82	1372,8		1,5	79	325	Familia de diaclasas 21
83	1372,8		1,5	46	56	Familia de diaclasas 21
84	1475		1	64	302	Familia de diaclasas 22
85	1475		1	47	354	Familia de diaclasas 22
86	1475		1	58	152	Familia de diaclasas 22

87	1480		1	59	121	Familia de diaclasas 23
88	1480		1	62	209	Familia de diaclasas 23
89	1495		0,6	76	197	Familia de diaclasas 24
90	1495		0,6	77	67	Familia de diaclasas 24
91	1495		0,6	52	125	Familia de diaclasas 24
92	19	0,8		29	278	Familia de diaclasas 1C
93	19	0,8		87	161	Familia de diaclasas 1C
94	19	0,8		64	102	Familia de diaclasas 1C
95	32,8		1,4	46	104	Familia de diaclasas 2C
96	32,8		1,4	84	186	Familia de diaclasas 2C
97	32,8		1,4	27	222	Familia de diaclasas 2C
98	50,6		1,5	52	331	Familia de diaclasas 3C
99	50,6		1,5	65	200	Familia de diaclasas 3C
100	50,6		1,5	43	118	Familia de diaclasas 3C

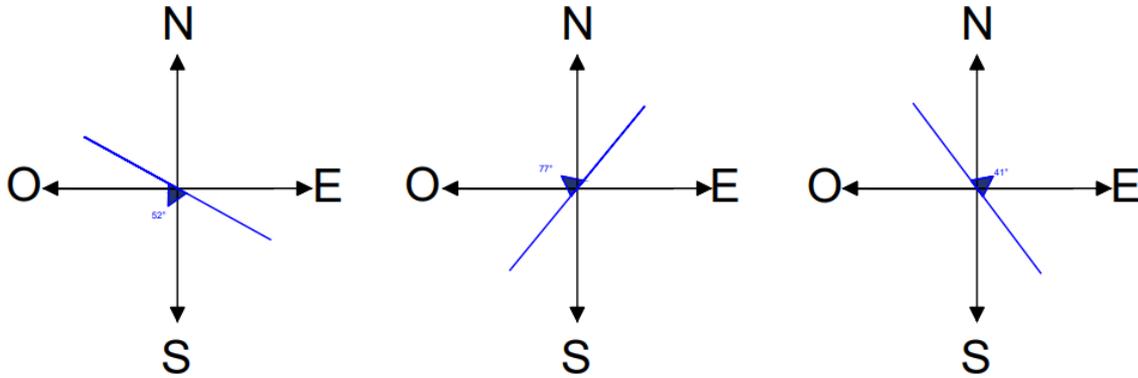
Grupo 3:

Datos estructurales de la Veta 4, cada 25 metros (PSAD56 UTM Zone17S)

ID	X	Y	Z	BZ (°)	DB (N)	ESPESOR (cm)	DISTANCIA (m)	ALTURA	
								D. (m)	IZ. (m)
1	652690,77	9599666,01	1173,406	44	117	20	0	0.4	
2	652697,56	9599690,22	1173,613	45	115	20	25	0.5	
3	652704,557	9599713,636	1173,771	51	101	30	50	0.4	
4	652709,325	9599737,702	1174,071	50	108	25	75	0.6	
5	652713,821	9599762,29	1174,229	56	96	40	100	1.0	
6	652720,313	9599786,319	1174,522	57	84	30	125		0.8
7	652725,707	9599810,608	1174,442	59	106	60	150		1.4
8	652723,707	9599834,068	1174,957	56	93	80	175		1.4
9	652713,002	9599854,658	1175,161	47	95	90	200		1.3
10	652716,46	9599878,619	1175,253	67	120	90	225		1.3
11	652724,686	9599901,898	1175,327	45	89	40	250		1.6
12	652727,042	9599926,787	1175,327	49	87	30	275		1.5
13	652718,138	9599949,491	1175,821	39	61	40	300	0.6	
14	652712,328	9599972,775	1175,974	40	74	30	325	1.0	
15	652712,195	9599997,774	1176,597	51	90	20	350	0.9	

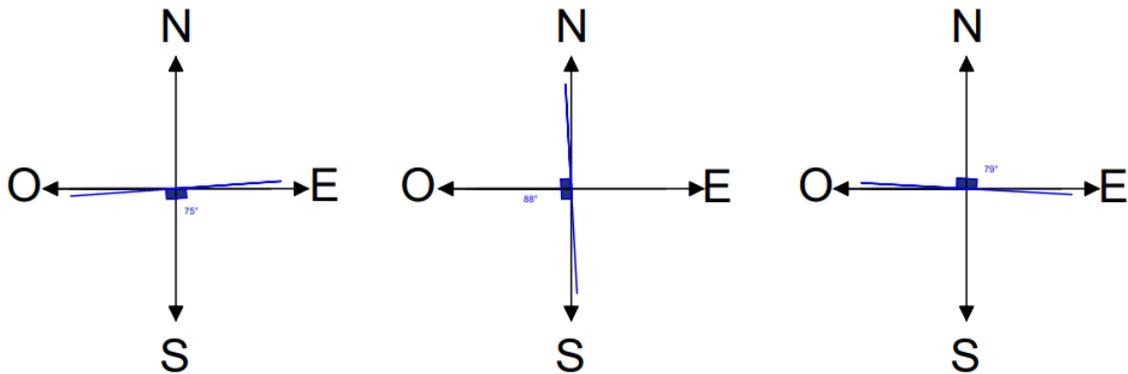
APÉNDICE B

Fallas



Representación de los esfuerzos principales de las fallas. Fuente: autores

Diaclasas

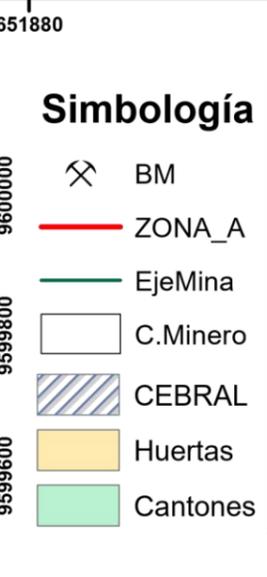
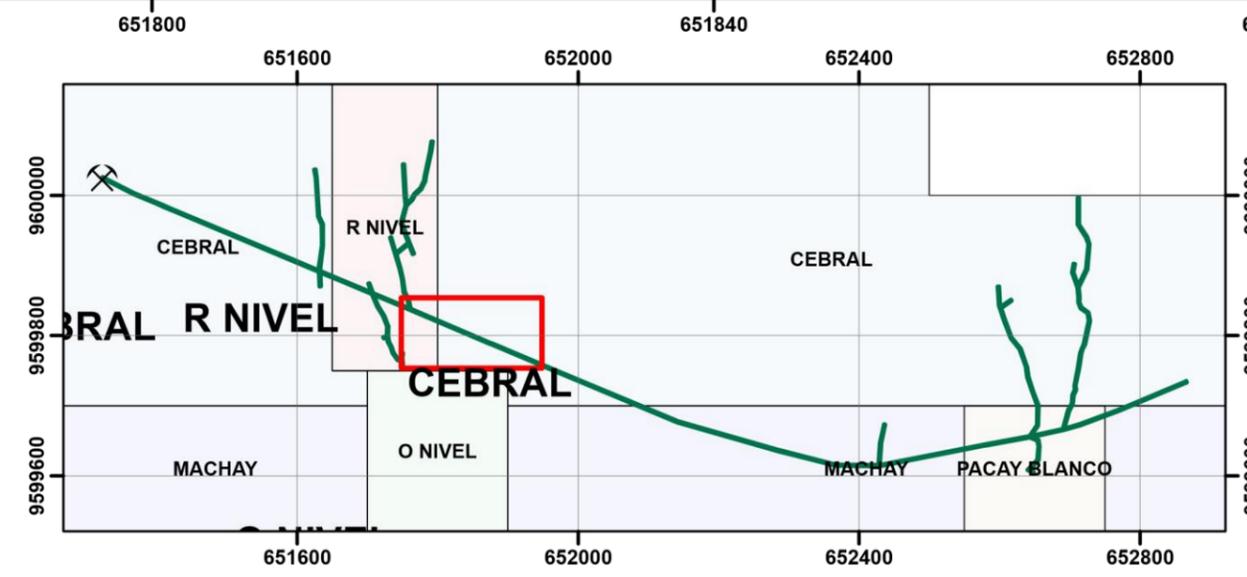
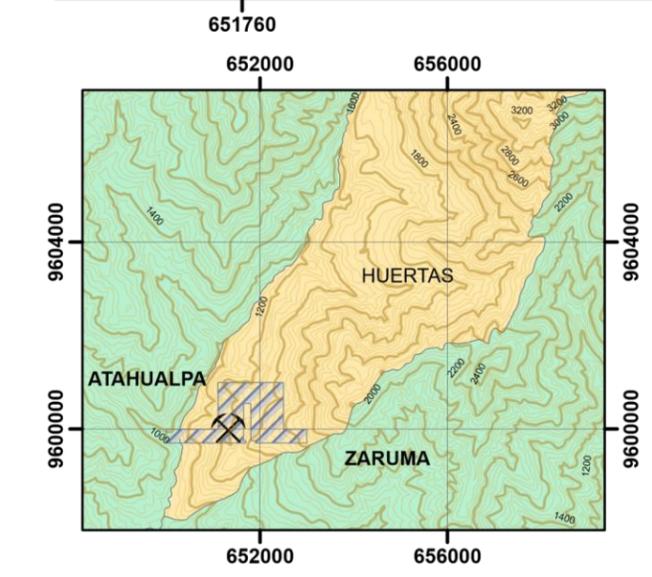
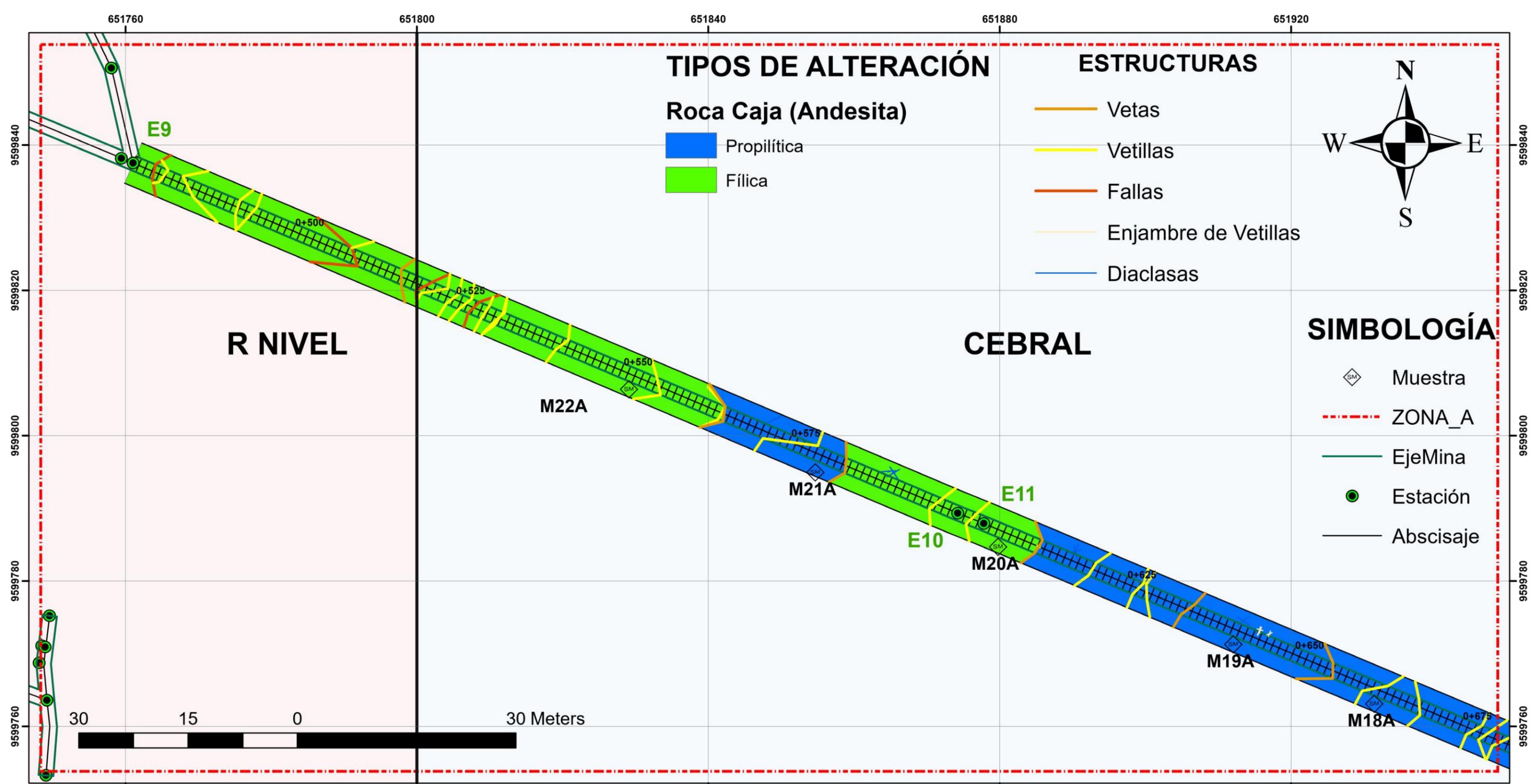


Representación de los esfuerzos principales de las diaclasas. Fuente: autores

APÉNDICE C

Mapa Geológico Estructural - Zona A:

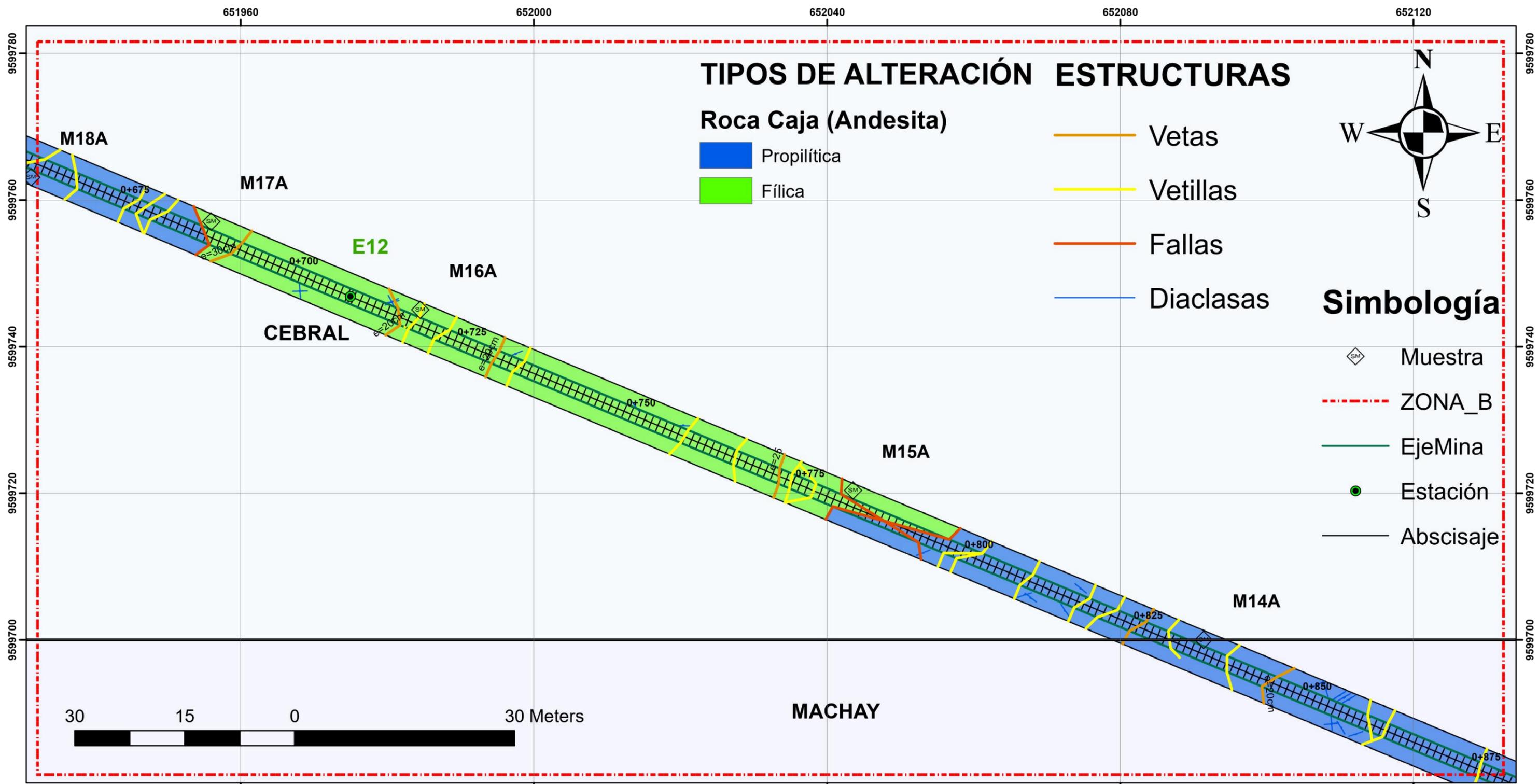
**Plano 1: Mapa Geológico Estructural, Zona A "Galería Principal"
Mina "R-Nivel"**



MAPA GEOLOGICO ESTRUCTURAL "GALERIA PRINCIPAL" MINA "R-NIVEL"	
Lamina:	Zona "A"
Elaborado por:	Encalada P. Henry A. Loaiza C. Fergie N.
Coordenadas:	PSAD 1956 – UTM Zona 17S
Escala:	1 : 500
Fecha:	03 agosto de 2021

Mapa Geológico Estructural - Zona B:

Plano 2: Mapa Geológico Estructural, Zona B “Galería Principal” Mina “R-Nivel”



TIPOS DE ALTERACIÓN ESTRUCTURAS

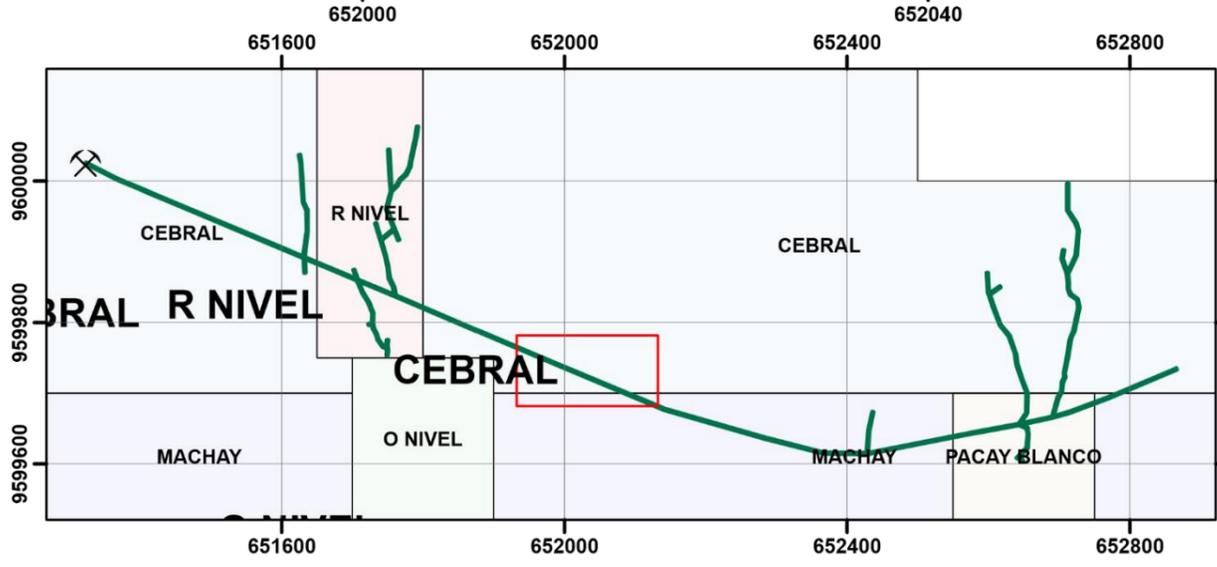
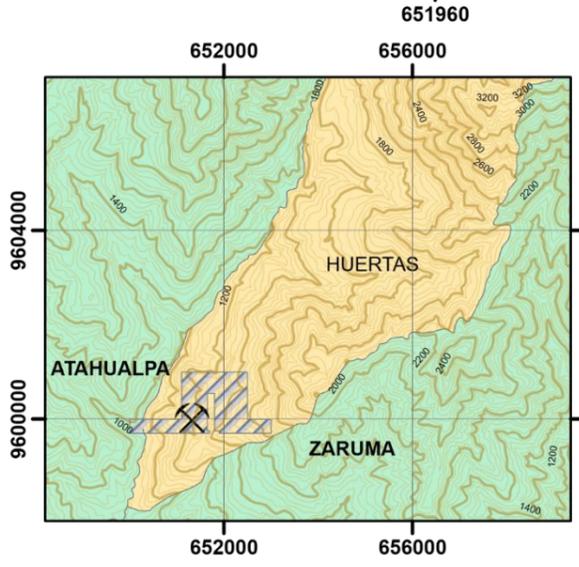
Roca Caja (Andesita)

- Propilítica
- Fílica

- Vetas
- Vetillas
- Fallas
- Diaclasas

Simbología

- Muestra
- ZONA_B
- EjeMina
- Estación
- Abscisaje



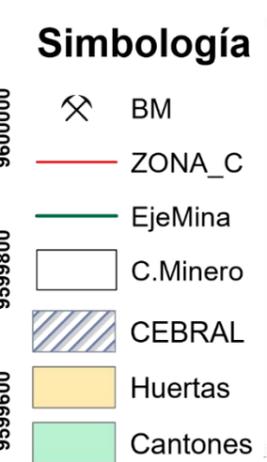
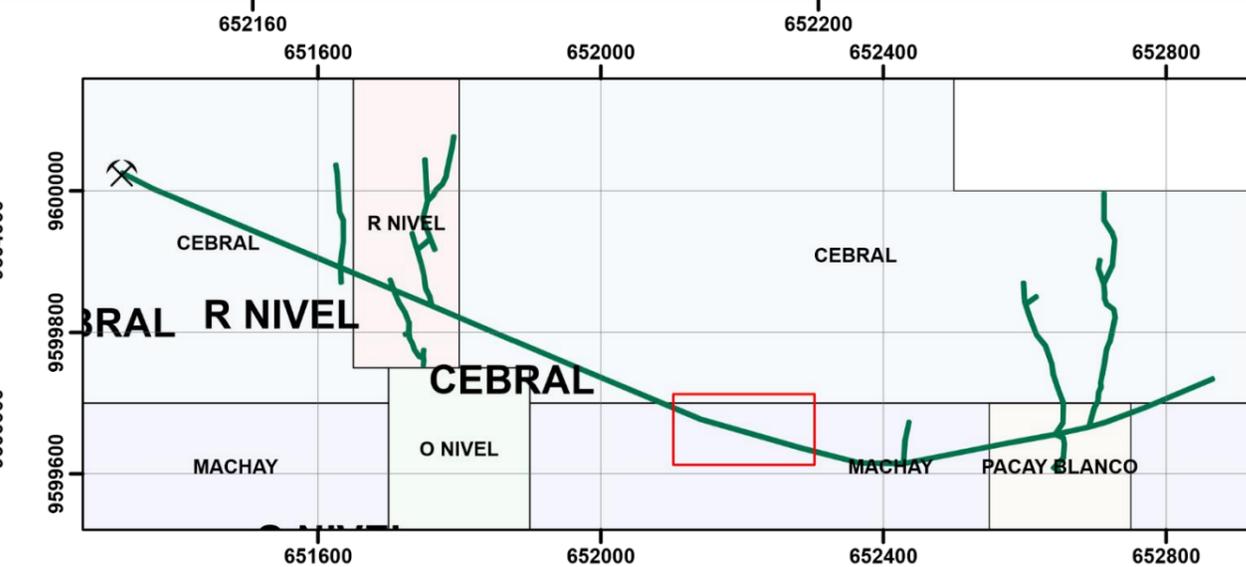
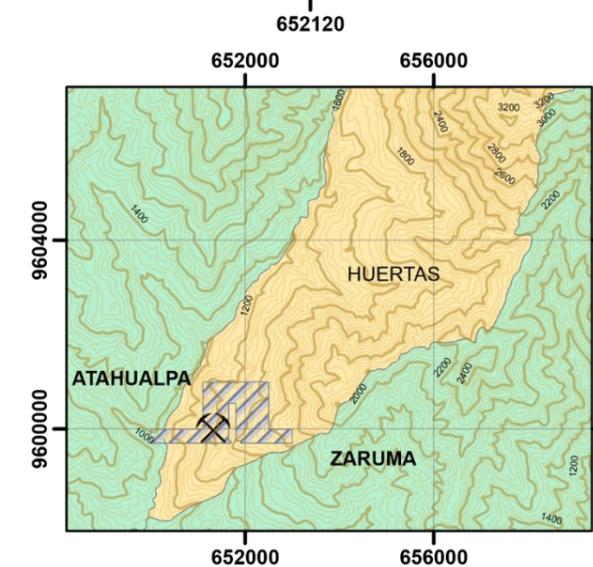
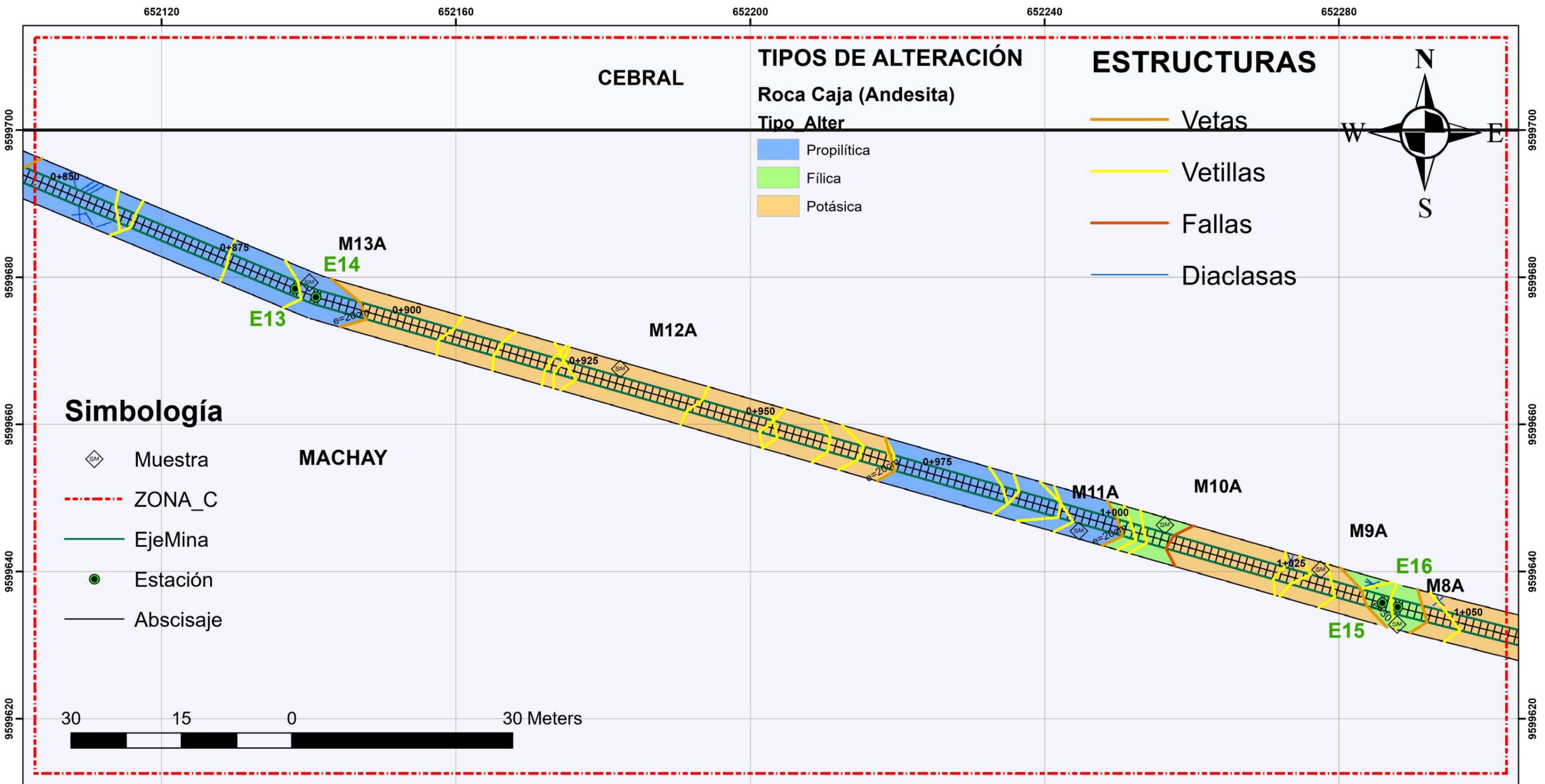
Simbología

- BM
- ZONA_B
- EjeMina
- C.Minero
- CEBRAL
- Huertas
- Cantones

MAPA GEOLOGICO ESTRUCTURAL "GALERIA PRINCIPAL" MINA "R-NIVEL"	
Lamina:	Zona "B"
Elaborado por:	Encalada P. Henry A. Loaiza C. Fergie N.
Coordenadas:	PSAD 1956 – UTM Zona 17S
Escala:	1 : 500
Fecha:	03 agosto de 2021

Mapa Geológico Estructural - Zona C:

**Plano 3: Mapa Geológico Estructural, Zona C “Galería Principal”
Mina “R-Nivel”**

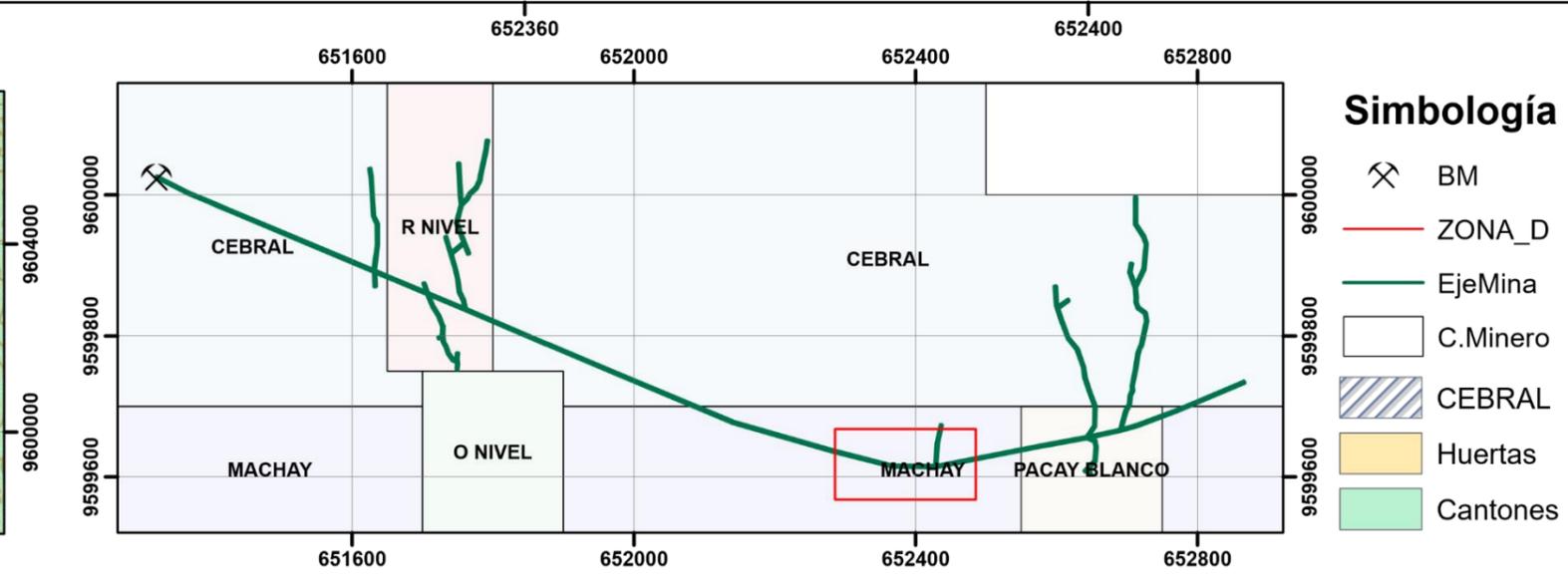
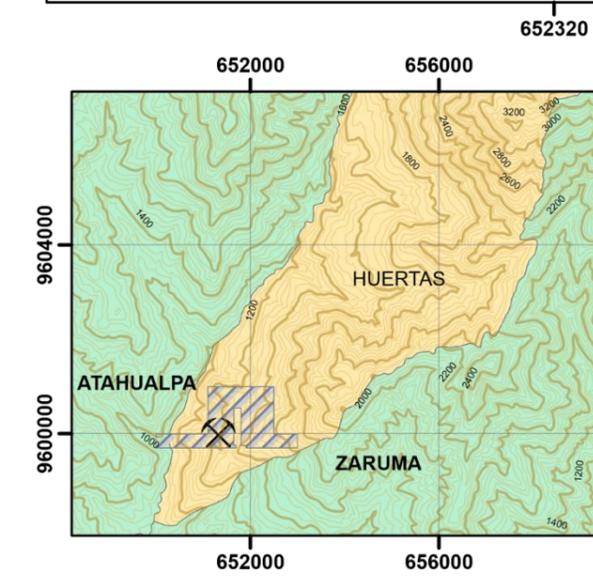
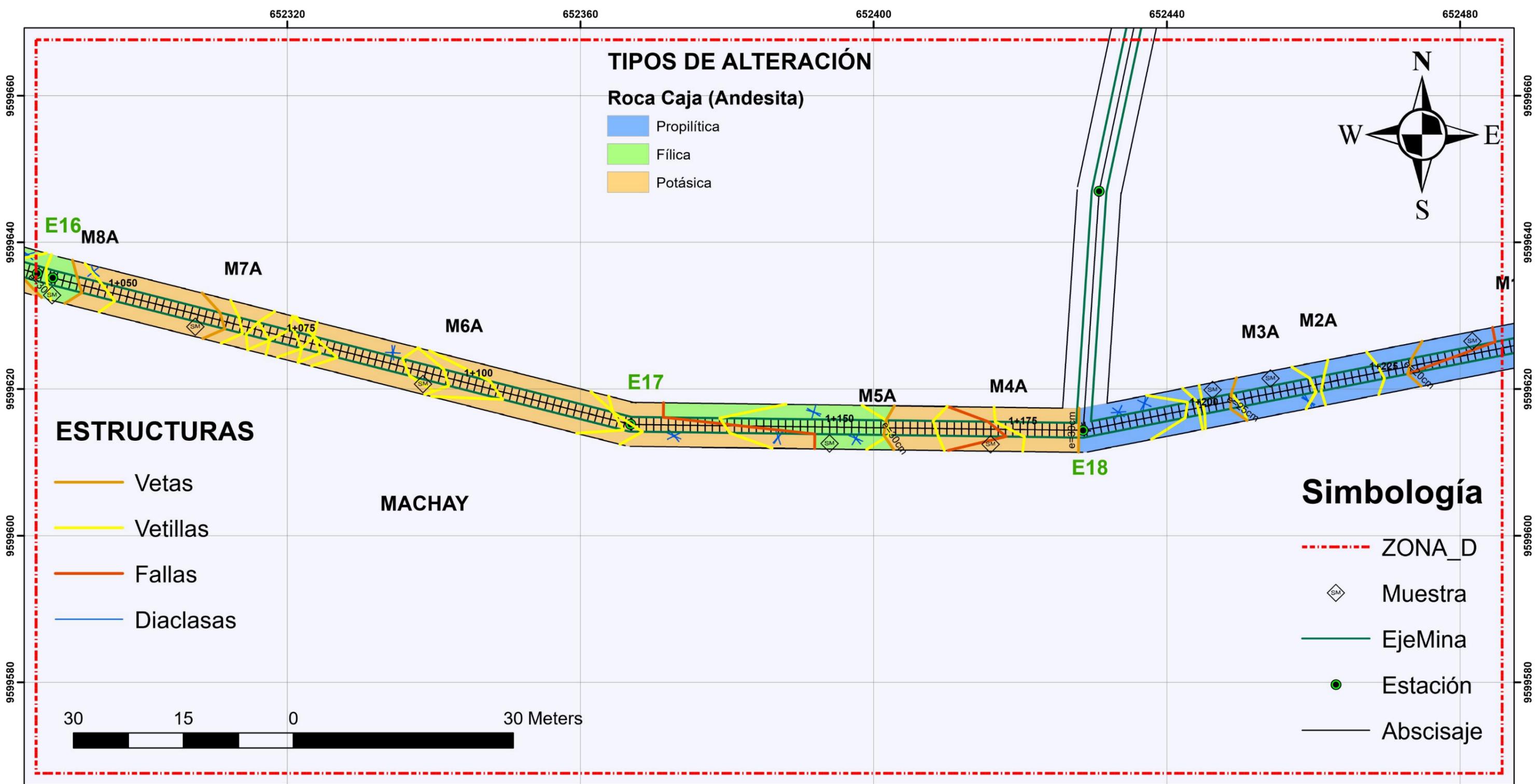


MAPA GEOLOGICO ESTRUCTURAL
"GALERIA PRINCIPAL" MINA "R-NIVEL"

Lamina:	Zona "C"
Elaborado por:	Encalada P. Henry A. Loaiza C. Fergie N.
Coordenadas:	PSAD 1956 – UTM Zona 17S
Escala:	1 : 500
Fecha:	03 agosto de 2021

Mapa Geológico Estructural - Zona D:

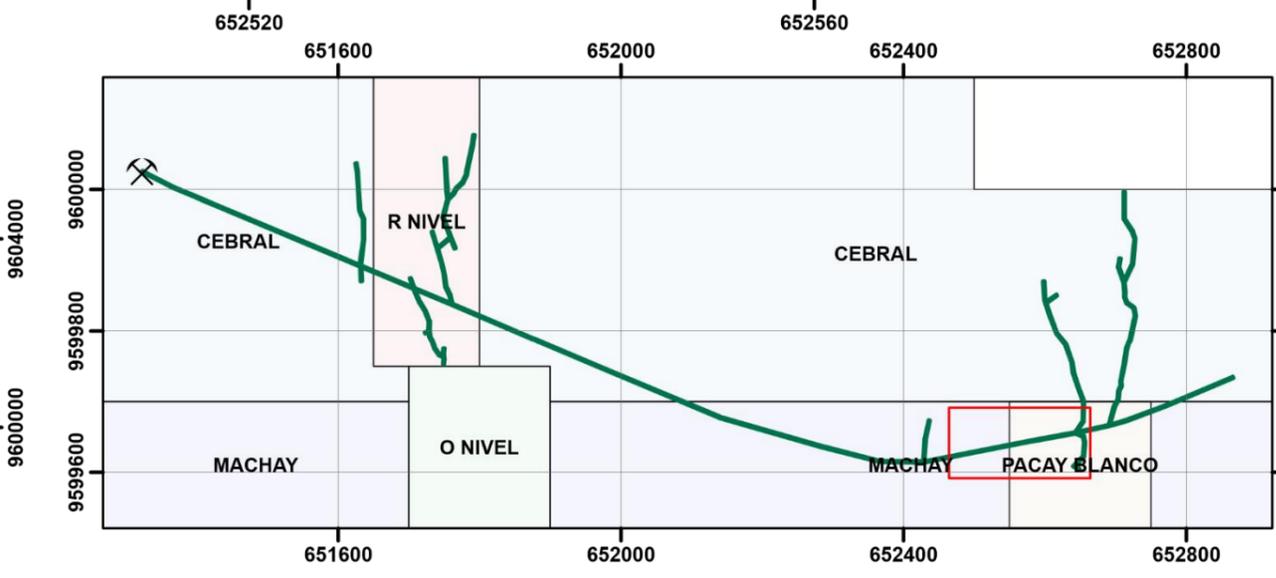
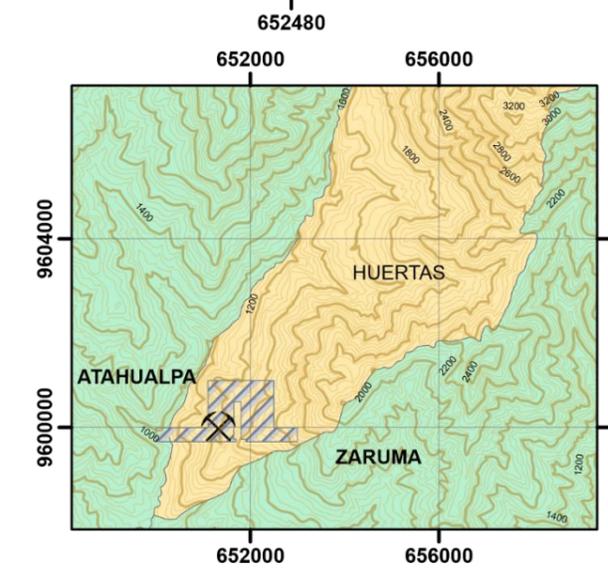
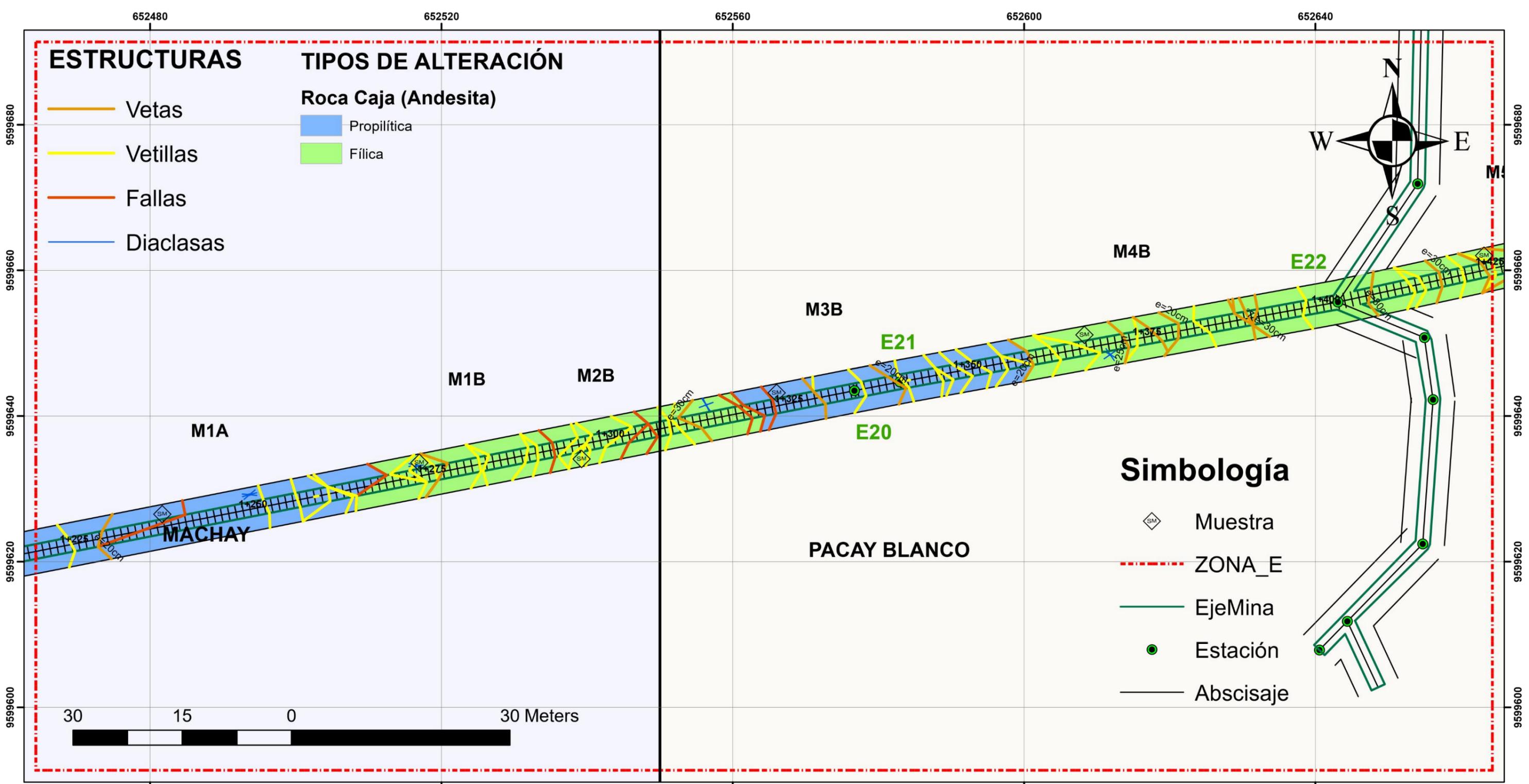
**Plano 4: Mapa Geológico Estructural, Zona D "Galería Principal"
Mina "R-Nivel"**



MAPA GEOLOGICO ESTRUCTURAL "GALERIA PRINCIPAL" MINA "R-NIVEL"	
Lamina:	Zona "D"
Elaborado por:	Encalada P. Henry A. Loaiza C. Fergie N.
Coordenadas:	PSAD 1956 – UTM Zona 17S
Escala:	1 : 500
Fecha:	03 agosto de 2021

Mapa Geológico Estructural - Zona E:

**Plano 5: Mapa Geológico Estructural, Zona E "Galería Principal"
Mina "R-Nivel"**

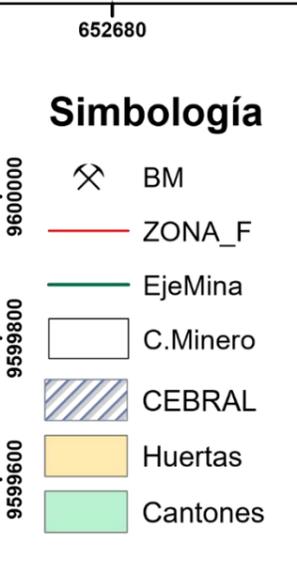
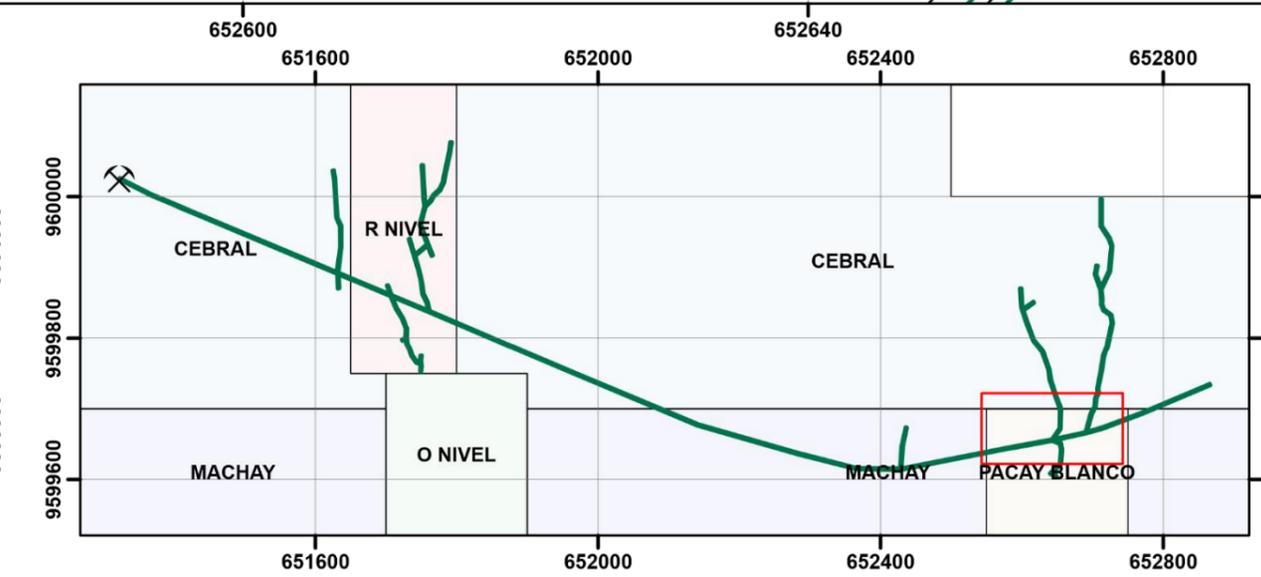
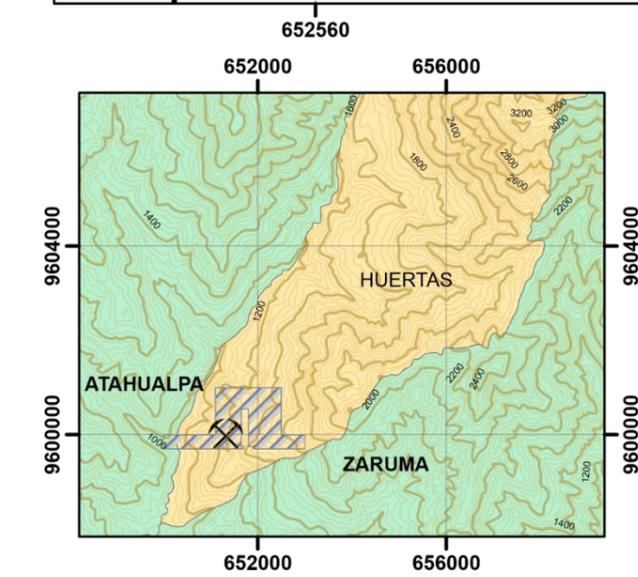
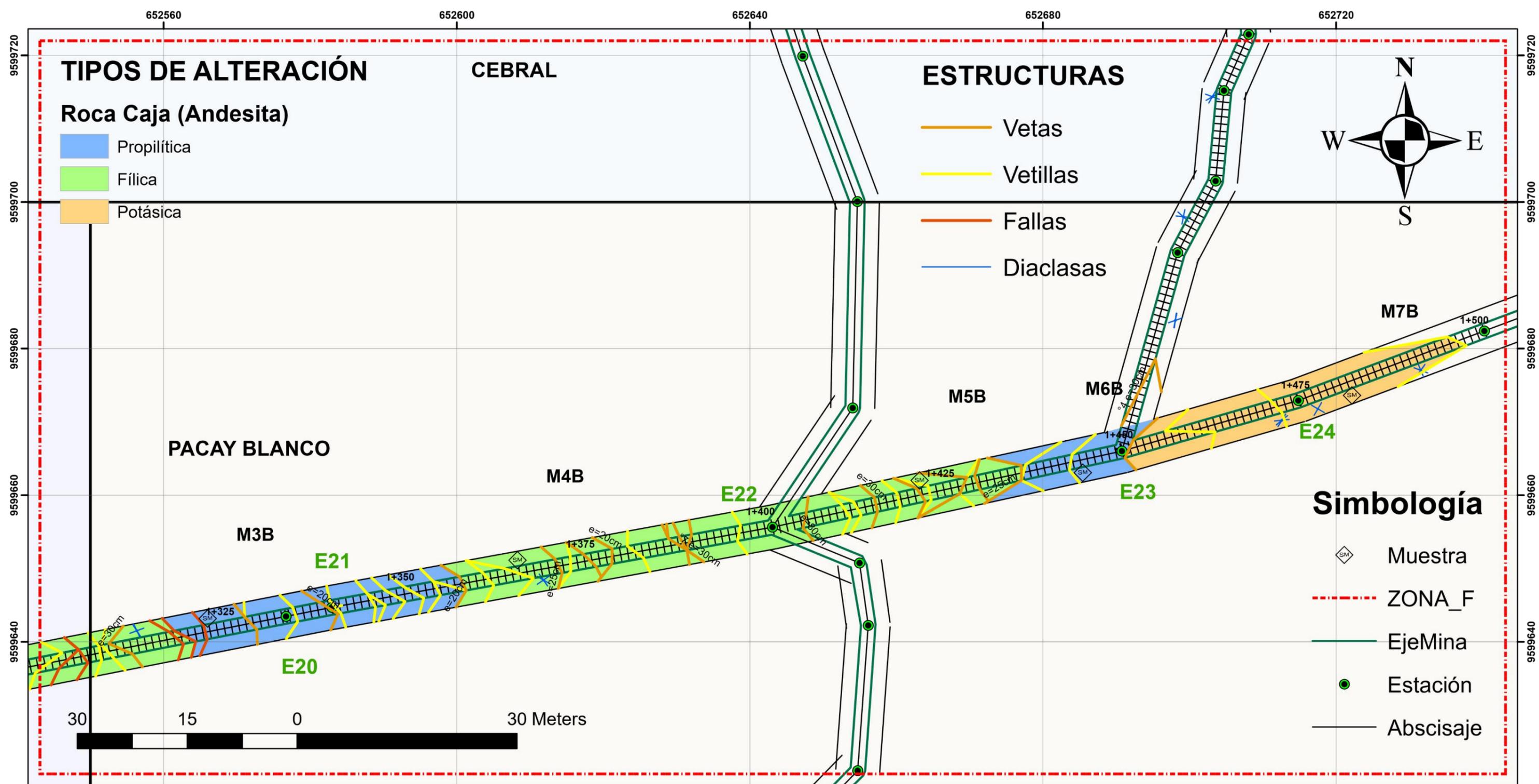


MAPA GEOLOGICO ESTRUCTURAL
"GALERIA PRINCIPAL" MINA "R-NIVEL"

Lamina:	Zona "E"
Elaborado por:	Encalada P. Henry A. Loaiza C. Fergie N.
Coordenadas:	PSAD 1956 – UTM Zona 17S
Escala:	1 : 500
Fecha:	03 agosto de 2021

Mapa Geológico Estructural - Zona F:

**Plano 6: Mapa Geológico Estructural, Zona F “Galería Principal”
Mina “R-Nivel”**

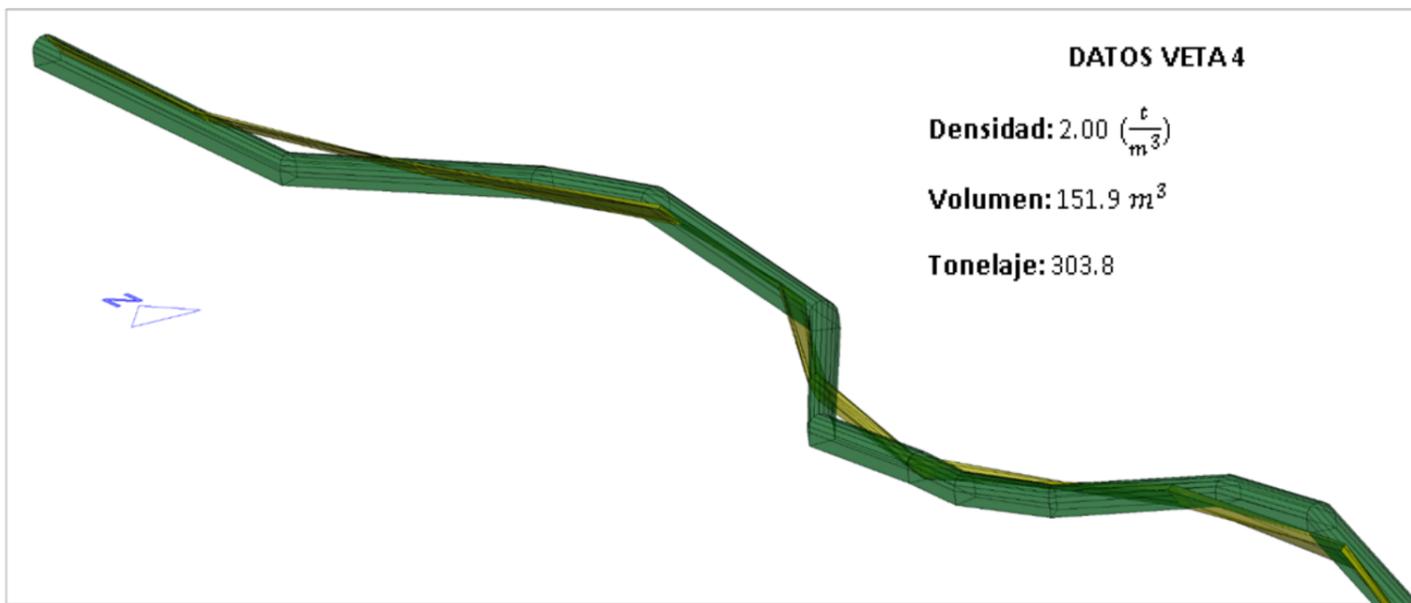
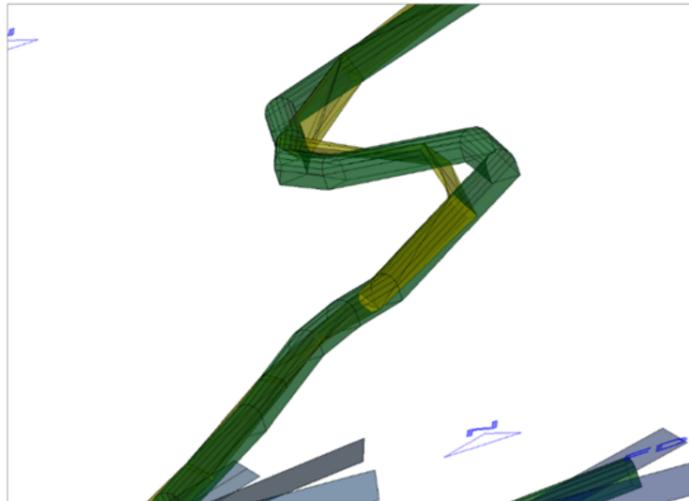
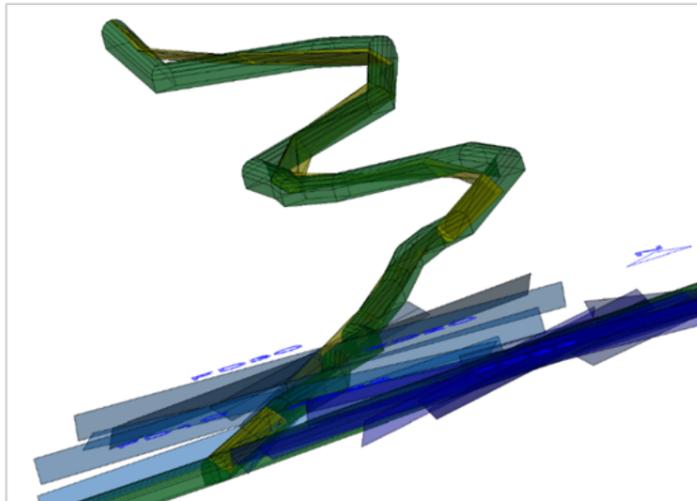
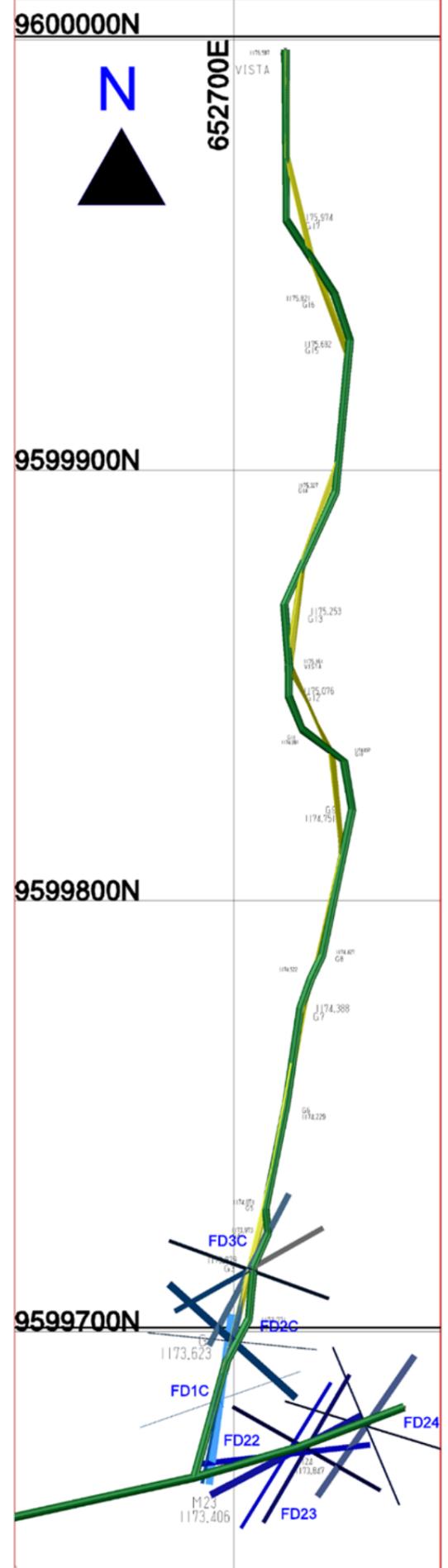
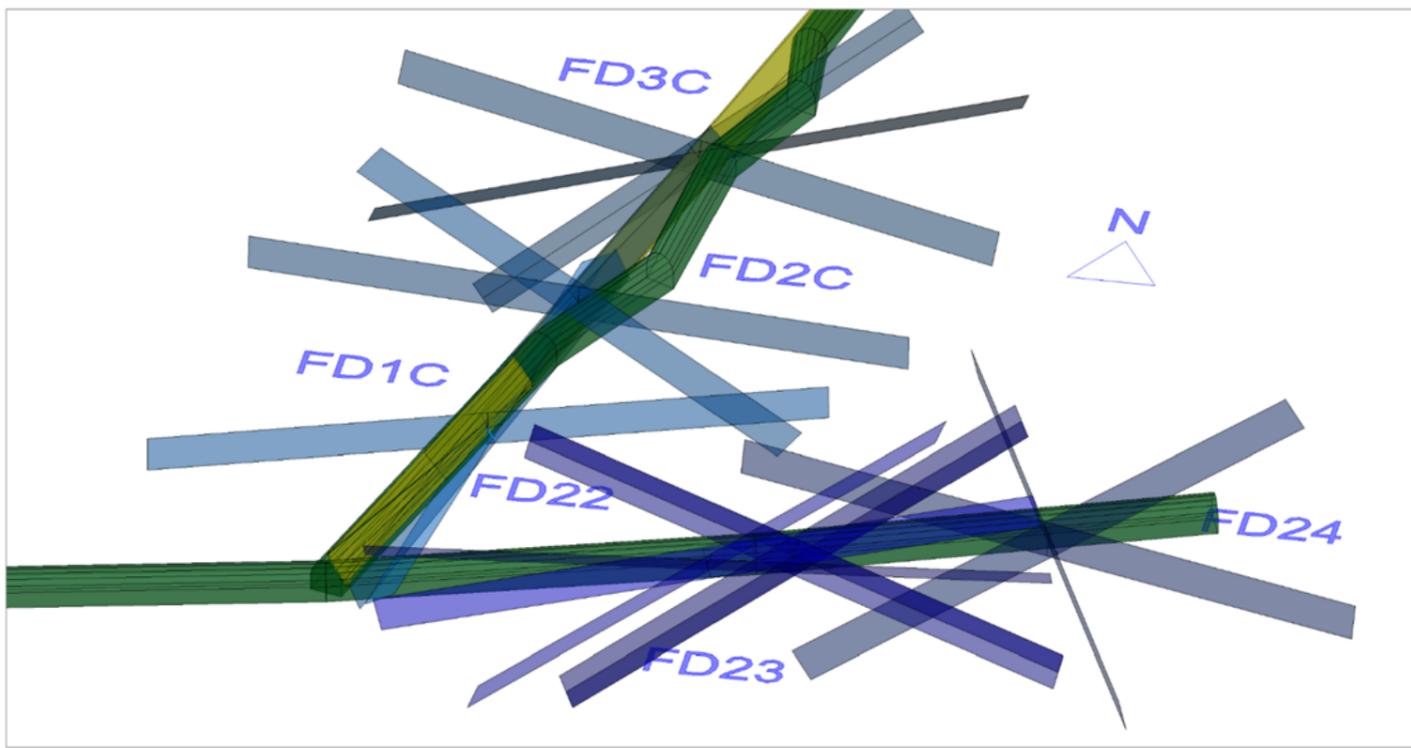


MAPA GEOLOGICO ESTRUCTURAL
"GALERIA PRINCIPAL" MINA "R-NIVEL"

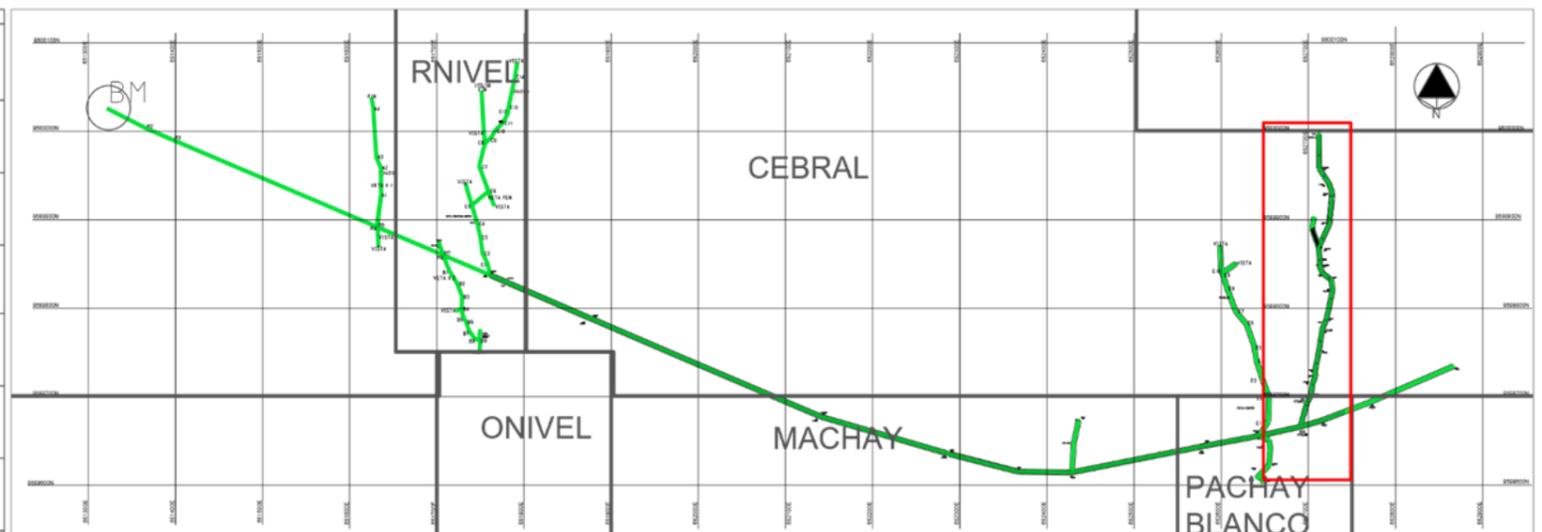
Lamina:	Zona "F"
Elaborado por:	Encalada P. Henry A. Loaiza C. Fergie N.
Coordenadas:	PSAD 1956 – UTM Zona 17S
Escala:	1 : 500
Fecha:	03 agosto de 2021

Modelo Geológico Estructural – Veta 4:

Plano 7: Modelo 3D, Geológico Estructural Veta 4



Leyenda	
	Galería
	Veta 4
	Plano de Diaclasas
	Zona de estudio
	Eje de Galería
	Catastro Minero



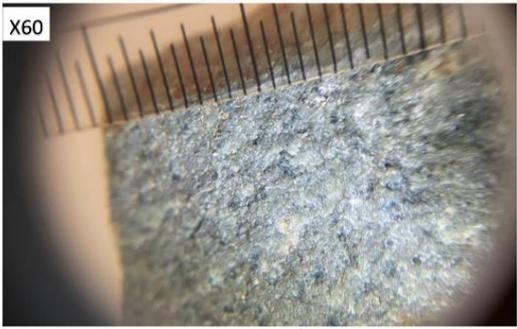
Título:	MINA R-NIVEL	MODELO 3D GEOLOGICO ESTRUCTURAL ANALISIS VETA 4
----------------	---------------------	--

Elaborado por:	ENCALADA P. HENRY A. LOAIZA C. FERGIE N.	Datum:	PSAD 1956 UTM Zona 17S
Escala:	VARIADAS	Lamina N°:	1
Fecha:	05/08/2021	Asignación:	MODELO_VETA4.dwg



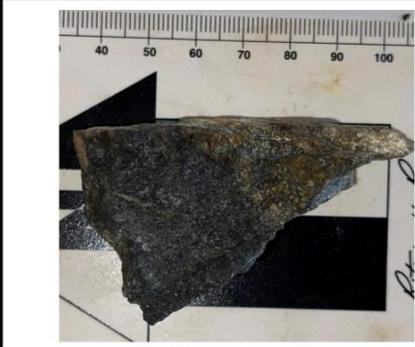
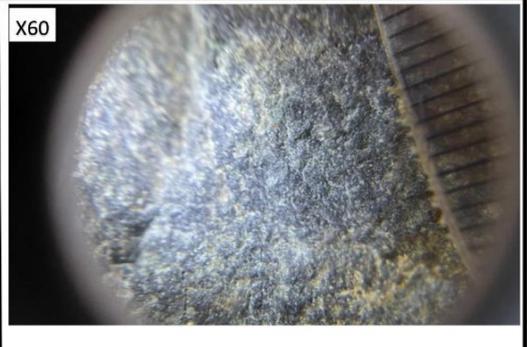
APÉNDICE D

Muestra M22A

TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO		
Muestra: M22A	Absc: 551	
N° de Muestra: 22	Flanco: 1 m Derecho	
Grupo Genético: <u>Volcánico (Extrusivo)</u>		
Contenido Mineralógico:		
<input type="text" value="7%"/> Cuarzo	<input type="text" value="73%"/> Plagioclasa	<input type="text" value="20%"/> Feldespatos Alcalinos <input type="text" value=""/> Feldespatoides
Grado de Cristalinidad:		
<input type="checkbox"/> Holocristalino	<input checked="" type="checkbox"/> Hipocristalino	<input type="checkbox"/> Hialocristalino
Textura:		
<input type="checkbox"/> Fanerítica	<input type="checkbox"/> Afanítica	<input checked="" type="checkbox"/> Porfídica
Tipo de Alteración:		
<input type="checkbox"/> Potásica	<input type="checkbox"/> Propilítica	<input checked="" type="checkbox"/> Fílica
<input type="checkbox"/> Argílica	<input type="checkbox"/> Argílica Avanzada	<input type="checkbox"/> Greisen
Color en corte reciente (Munsell): 5Y 7/1		
Color húmeda (Munsell): 5Y 5/2		
Estructura: Compacta		
Relaciones estratigráficas: Unidad Portovelo		
Clasificación: Andesita		
Observaciones:		
Fecha: 13/07/2021		
		

Ficha 1: Análisis de la muestra M22A

Muestra M21A

TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO		
Muestra: M21A	Absc: 580	
N° de Muestra: 21	Flanco: 0.5 m Derecho	
Grupo Genético: <u>Volcánico (Extrusivo)</u>		
Contenido Mineralógico:		
<input type="checkbox"/> 5% Cuarzo	<input type="checkbox"/> 75% Plagioclasa	
<input type="checkbox"/> 20% Feldespatos Alcalinos	<input type="checkbox"/> Feldespatoides	
Grado de Cristalinidad:		
<input type="checkbox"/> Holocristalino	<input checked="" type="checkbox"/> Hipocristalino	<input type="checkbox"/> Hialocristalino
Textura:		
<input type="checkbox"/> Fanerítica	<input type="checkbox"/> Afanítica	<input checked="" type="checkbox"/> Porfídica
Tipo de Alteración:		
<input type="checkbox"/> Potásica	<input checked="" type="checkbox"/> Propilítica	<input type="checkbox"/> Fílica
<input type="checkbox"/> Argílica	<input type="checkbox"/> Argílica Avanzada	<input type="checkbox"/> Greisen
Color en corte reciente (Munsell): GLEY B Y BG 3/10G		
Color húmeda (Munsell): GLEY B Y BG 2.5/10G		
Estructura: Compacta		
Relaciones estratigráficas: Unidad Portovelo		
Clasificación: Andesita		
Observaciones:		
Fecha: 13/07/2021		
		

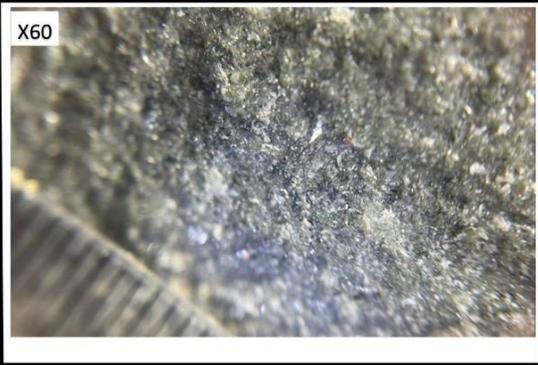
Ficha 2: Análisis de la muestra M21A

Muestra M20A

TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO		
Muestra: M20A	Absc: 607	
N° de Muestra: 20	Flanco: 0.8 m Derecho	
Grupo Genético: <u>Volcánico (Extrusivo)</u>		
Contenido Mineralógico:		
<input type="checkbox"/> 5% Cuarzo	<input type="checkbox"/> 85% Plagioclasa	
<input type="checkbox"/> 10% Feldespatos Alcalinos	<input type="checkbox"/> Feldespatoides	
Grado de Cristalinidad:		
<input type="checkbox"/> Holocristalino	<input checked="" type="checkbox"/> Hipocristalino	<input type="checkbox"/> Hialocristalino
Textura:		
<input type="checkbox"/> Fanerítica	<input type="checkbox"/> Afanítica	<input checked="" type="checkbox"/> Porfídica
Tipo de Alteración:		
<input type="checkbox"/> Potásica	<input type="checkbox"/> Propilítica	<input checked="" type="checkbox"/> Fílica
<input type="checkbox"/> Argílica	<input type="checkbox"/> Argílica Avanzada	<input type="checkbox"/> Greisen
Color en corte reciente (Munsell): 5Y 7/1		
Color húmeda (Munsell): 5Y 5/2		
Estructura: Compacta		
Relaciones estratigráficas: Unidad Portovelo		
Clasificación: Andesita		
Observaciones:		
Fecha: 13/07/2021		
		

Ficha 3: Análisis de la muestra M20A

Muestra M19A

TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO		
Muestra: M19A	Absc: 642	
N° de Muestra: 19	Flanco: 1 m Derecho	
Grupo Genético: <u>Volcánico (Extrusivo)</u>		
Contenido Mineralógico:		
<input type="text" value="5%"/> Cuarzo	<input type="text" value="70%"/> Plagioclasa	<input type="text" value="25%"/> Feldespatos Alcalinos <input type="text"/> Feldespatoides
Grado de Cristalinidad:		
<input type="checkbox"/> Holocristalino	<input checked="" type="checkbox"/> Hipocristalino	<input type="checkbox"/> Hialocristalino
Textura:		
<input type="checkbox"/> Fanerítica	<input type="checkbox"/> Afanítica	<input checked="" type="checkbox"/> Porfídica
Tipo de Alteración:		
<input type="checkbox"/> Potásica	<input checked="" type="checkbox"/> Propilítica	<input type="checkbox"/> Fílica
<input type="checkbox"/> Argílica	<input type="checkbox"/> Argílica Avanzada	<input type="checkbox"/> Greisen
Color en corte reciente (Munsell): GLEY B Y BG 4/10G		
Color húmeda (Munsell): GLEY B Y BG 4/10BG		
Estructura: Compacta		
Relaciones estratigráficas: Unidad Portovelo		
Clasificación: Andesita		
Observaciones:		
Fecha: 13/07/2021		
		

Ficha 4: Análisis de la muestra M19A

Muestra M18A

TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO		
Muestra: M18A	Absc: 663	
N° de Muestra: 18	Flanco: 0.8 m Derecho	
Grupo Genético: <u>Volcánico (Extrusivo)</u>		
Contenido Mineralógico:		
<input type="text" value="7%"/> Cuarzo	<input type="text" value="73%"/> Plagioclasa	
<input type="text" value="20%"/> Feldespatos Alcalinos	<input type="text"/> Feldespatoides	
Grado de Cristalinidad:		
<input type="checkbox"/> Holocristalino	<input checked="" type="checkbox"/> Hipocristalino	<input type="checkbox"/> Hialocristalino
Textura:		
<input type="checkbox"/> Fanerítica	<input type="checkbox"/> Afanítica	<input checked="" type="checkbox"/> Porfídica
Tipo de Alteración:		
<input type="checkbox"/> Potásica	<input checked="" type="checkbox"/> Propilítica	<input type="checkbox"/> Fílica
<input type="checkbox"/> Argílica	<input type="checkbox"/> Argílica Avanzada	<input type="checkbox"/> Greisen
Color en corte reciente (Munsell): GLEY B Y BG 3/10G		
Color húmeda (Munsell): GLEY B Y BG 2.5/10G		
Estructura: Compacta		
Relaciones estratigráficas: Unidad Portovelo		
Clasificación: Andesita		
Observaciones:		
Fecha: 13/07/2021		
		

Ficha 5: Análisis de la muestra M18A

Muestra M17A

TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO			
Muestra: M17A	Abc: 687		
N° de Muestra: 17	Flanco: 1 m Izquierda		
Grupo Genético: <u>Volcánico (Extrusivo)</u>			
Contenido Mineralógico:			
<input type="checkbox"/> 8% Cuarzo	<input checked="" type="checkbox"/> 77% Plagioclasa	<input type="checkbox"/> 15% Feldespatos Alcalinos	<input type="checkbox"/> Feldespatoides
Grado de Cristalinidad:			
<input type="checkbox"/> Holocristalino	<input checked="" type="checkbox"/> Hipocristalino	<input type="checkbox"/> Hialocristalino	
Textura:			
<input type="checkbox"/> Fanerítica	<input type="checkbox"/> Afanítica	<input checked="" type="checkbox"/> Porfídica	
Tipo de Alteración:			
<input type="checkbox"/> Potásica	<input type="checkbox"/> Propilítica	<input checked="" type="checkbox"/> Fílica	
<input type="checkbox"/> Argílica	<input type="checkbox"/> Argílica Avanzada	<input type="checkbox"/> Greisen	
Color en corte reciente (Munsell): 5Y 7/1			
Color húmeda (Munsell): 5Y 5/1			
Estructura: Compacta			
Relaciones estratigráficas: Unidad Portovelo			
Clasificación: Andesita			
Observaciones: Presenta un cambio de alteración de Propilítica a Fílica			
Fecha: 13/07/2021			
			

Ficha 6: Análisis de la muestra M17A

Muestra M16A

TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO		
Muestra: M16A	Absc: 719	
N° de Muestra: 16	Flanco: 1.3 m Izquierda	
Grupo Genético: <u>Volcánico (Extrusivo)</u>		
Contenido Mineralógico:		
<input type="checkbox"/> 10% Cuarzo	<input type="checkbox"/> 70% Plagioclasa	
<input type="checkbox"/> 20% Feldespatos Alcalinos	<input type="checkbox"/> Feldespatoides	
Grado de Cristalinidad:		
<input type="checkbox"/> Holocristalino	<input checked="" type="checkbox"/> Hipocristalino	<input type="checkbox"/> Hialocristalino
Textura:		
<input type="checkbox"/> Fanerítica	<input type="checkbox"/> Afanítica	<input checked="" type="checkbox"/> Porfídica
Tipo de Alteración:		
<input type="checkbox"/> Potásica	<input type="checkbox"/> Propilítica	<input checked="" type="checkbox"/> Fílica
<input type="checkbox"/> Argílica	<input type="checkbox"/> Argílica Avanzada	<input type="checkbox"/> Greisen
Color en corte reciente (Munsell): 5Y 8/2		
Color húmeda (Munsell): 5Y 7/1		
Estructura: Compacta		
Relaciones estratigráficas: Unidad Portovelo		
Clasificación: Andesita		
Observaciones:		
Fecha: 13/07/2021		
		

Ficha 7: Análisis de la muestra M16A

Muestra M15A

TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO			
Muestra: M15A	Absc: 783		
N° de Muestra: 15	Flanco: 0.9 m Izquierda		
Grupo Genético: <u>Volcánico (Extrusivo)</u>			
Contenido Mineralógico:			
<input type="checkbox"/> 5% Cuarzo	<input type="checkbox"/> 80% Plagioclasa	<input type="checkbox"/> 15% Feldespatos Alcalinos	<input type="checkbox"/> Feldespatoides
Grado de Cristalinidad:			
<input type="checkbox"/> Holocristalino	<input checked="" type="checkbox"/> Hipocristalino	<input type="checkbox"/> Hialocristalino	
Textura:			
<input type="checkbox"/> Fanerítica	<input type="checkbox"/> Afanítica	<input checked="" type="checkbox"/> Porfídica	
Tipo de Alteración:			
<input type="checkbox"/> Potásica	<input type="checkbox"/> Propilítica	<input checked="" type="checkbox"/> Fílica	
<input type="checkbox"/> Argílica	<input type="checkbox"/> Argílica Avanzada	<input type="checkbox"/> Greisen	
Color en corte reciente (Munsell): 5Y 8/1			
Color húmeda (Munsell): 5Y 5/2			
Estructura: Compacta			
Relaciones estratigráficas: Unidad Portovelo			
Clasificación: Andesita			
Observaciones:			
Fecha: 13/07/2021			
			

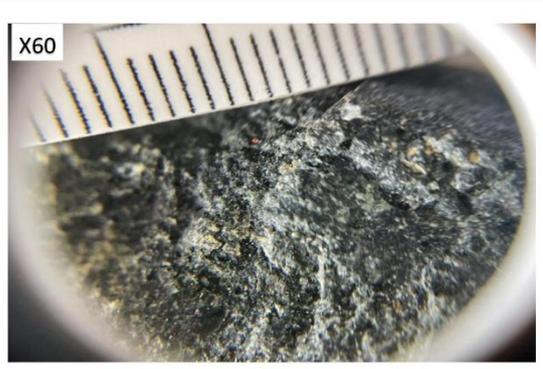
Ficha 8: Análisis de la muestra M15A

Muestra M14A

TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO		
Muestra: M14A	Absc: 835	
N° de Muestra: 14	Flanco: 1.2 m Izquierda	
Grupo Genético: <u>Volcánico (Extrusivo)</u>		
Contenido Mineralógico:		
<input type="text" value="3%"/> Cuarzo	<input type="text" value="77%"/> Plagioclasa	
<input type="text" value="20%"/> Feldespatos Alcalinos	<input type="text"/> Feldespatoides	
Grado de Cristalinidad:		
<input type="checkbox"/> Holocristalino	<input checked="" type="checkbox"/> Hipocristalino	<input type="checkbox"/> Hialocristalino
Textura:		
<input type="checkbox"/> Fanerítica	<input type="checkbox"/> Afanítica	<input checked="" type="checkbox"/> Porfídica
Tipo de Alteración:		
<input type="checkbox"/> Potásica	<input checked="" type="checkbox"/> Propilítica	<input type="checkbox"/> Fílica
<input type="checkbox"/> Argílica	<input type="checkbox"/> Argílica Avanzada	<input type="checkbox"/> Greisen
Color en corte reciente (Munsell): GLEY B Y BG 5/5B		
Color húmeda (Munsell): GLEY B Y BG 4/10BG		
Estructura: Compacta		
Relaciones estratigráficas: Unidad Portovelo		
Clasificación: Andesita		
Observaciones: Mismo material de la Muestra M13A		
Fecha: 13/07/2021		
		

Ficha 9: Análisis de la muestra M14A

Muestra M13A

TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO		
Muestra: M13A	Absc: 888	
N° de Muestra: 13	Flanco: 1.4 m Izquierda	
Grupo Genético: <u>Volcánico (Extrusivo)</u>		
Contenido Mineralógico:		
<input type="checkbox"/> 3% Cuarzo	<input type="checkbox"/> 80% Plagioclasa	
<input type="checkbox"/> 18% Feldespatos Alcalinos	<input type="checkbox"/> Feldespatoides	
Grado de Cristalinidad:		
<input type="checkbox"/> Holocristalino	<input checked="" type="checkbox"/> Hipocristalino	<input type="checkbox"/> Hialocristalino
Textura:		
<input type="checkbox"/> Fanerítica	<input type="checkbox"/> Afanítica	<input checked="" type="checkbox"/> Porfídica
Tipo de Alteración:		
<input type="checkbox"/> Potásica	<input checked="" type="checkbox"/> Propilítica	<input type="checkbox"/> Fílica
<input type="checkbox"/> Argílica	<input type="checkbox"/> Argílica Avanzada	<input type="checkbox"/> Greisen
Color en corte reciente (Munsell): GLEY B Y BG 5/10G		
Color húmeda (Munsell): GLEY B Y BG 3/10G		
Estructura: Compacta		
Relaciones estratigráficas: Unidad Portovelo		
Clasificación: Andesita		
Observaciones:		
Fecha: 13/07/2021		
		

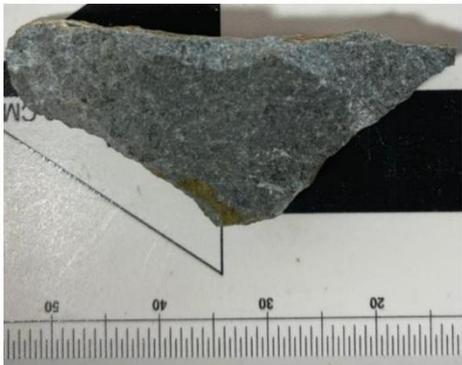
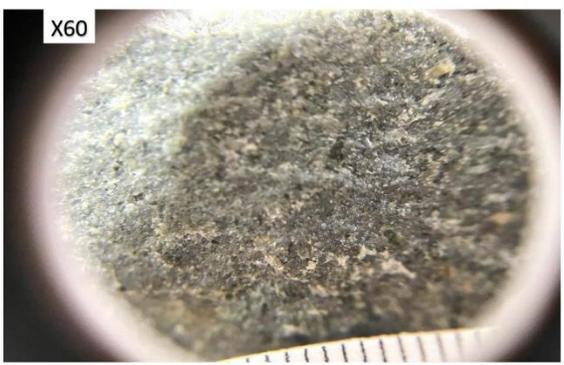
Ficha 10: Análisis de la muestra M13A

Muestra M12A

TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO			
Muestra: M12A	Absc: 932		
N° de Muestra: 12	Flanco: 1 m Izquierda		
Grupo Genético: <u>Volcánico (Extrusivo)</u>			
Contenido Mineralógico:			
<input type="checkbox"/> 5% Cuarzo	<input checked="" type="checkbox"/> 83% Plagioclasa	<input type="checkbox"/> 12% Feldespatos Alcalinos	<input type="checkbox"/> Feldespatoides
Grado de Cristalinidad:			
<input type="checkbox"/> Holocristalino	<input checked="" type="checkbox"/> Hipocristalino	<input type="checkbox"/> Hialocristalino	
Textura:			
<input type="checkbox"/> Fanerítica	<input type="checkbox"/> Afanítica	<input checked="" type="checkbox"/> Porfídica	
Tipo de Alteración:			
<input checked="" type="checkbox"/> Potásica	<input type="checkbox"/> Propilítica	<input type="checkbox"/> Fílica	
<input type="checkbox"/> Argílica	<input type="checkbox"/> Argílica Avanzada	<input type="checkbox"/> Greisen	
Color en corte reciente (Munsell): 5Y 8/1			
Color húmeda (Munsell): 5Y 6/1			
Estructura: Compacta			
Relaciones estratigráficas: Unidad Portovelo			
Clasificación: Andesita			
Observaciones:			
Fecha: 13/07/2021			
			

Ficha 11: Análisis de la muestra M12A

Muestra M11A

TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO			
Muestra: M11A	Absc: 998		
N° de Muestra: 11	Flanco: 1 m Derecha		
Grupo Genético: <u>Volcánico (Extrusivo)</u>			
Contenido Mineralógico:			
<input type="text" value="4%"/> Cuarzo	<input type="text" value="80%"/> Plagioclasa	<input type="text" value="16%"/> Feldespatos Alcalinos	<input type="text"/> Feldespatoides
Grado de Cristalinidad:			
<input type="checkbox"/> Holocristalino	<input checked="" type="checkbox"/> Hipocristalino	<input type="checkbox"/> Hialocristalino	
Textura:			
<input type="checkbox"/> Fanerítica	<input type="checkbox"/> Afanítica	<input checked="" type="checkbox"/> Porfídica	
Tipo de Alteración:			
<input type="checkbox"/> Potásica	<input checked="" type="checkbox"/> Propilítica	<input type="checkbox"/> Fílica	
<input type="checkbox"/> Argílica	<input type="checkbox"/> Argílica Avanzada	<input type="checkbox"/> Greisen	
Color en corte reciente (Munsell): GLEY B Y BG 6/10G			
Color húmeda (Munsell): 5Y 7/2			
Estructura: Compacta			
Relaciones estratigráficas: Unidad Portovelo			
Clasificación: Andesita			
Observaciones:			
Fecha: 13/07/2021			
			

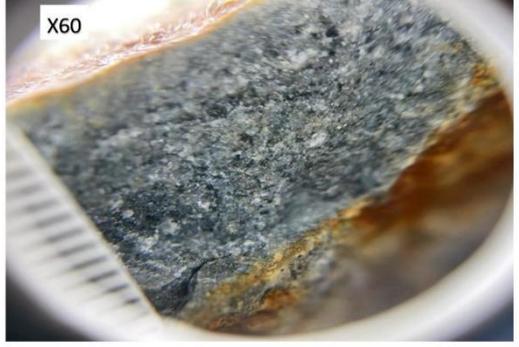
Ficha 12: Análisis de la muestra M11A

Muestra M10A

TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO			
Muestra: M10A	Absc: 1009		
N° de Muestra: 10	Flanco: 1.2 m Izquierda		
Grupo Genético: <u>Volcánico (Extrusivo)</u>			
Contenido Mineralógico:			
<input type="checkbox"/> 5% Cuarzo	<input type="checkbox"/> 87% Plagioclasa	<input type="checkbox"/> 8% Feldespatos Alcalinos	<input type="checkbox"/> Feldespatoides
Grado de Cristalinidad:			
<input type="checkbox"/> Holocristalino	<input checked="" type="checkbox"/> Hipocristalino	<input type="checkbox"/> Hialocristalino	
Textura:			
<input type="checkbox"/> Fanerítica	<input type="checkbox"/> Afanítica	<input checked="" type="checkbox"/> Porfídica	
Tipo de Alteración:			
<input type="checkbox"/> Potásica	<input type="checkbox"/> Propilítica	<input checked="" type="checkbox"/> Fílica	
<input type="checkbox"/> Argílica	<input type="checkbox"/> Argílica Avanzada	<input type="checkbox"/> Greisen	
Color en corte reciente (Munsell): 5Y 8/1			
Color húmeda (Munsell): 5Y 7/1			
Estructura: Compacta			
Relaciones estratigráficas: Unidad Portovelo			
Clasificación: Andesita			
Observaciones:			
Fecha: 13/07/2021			
			

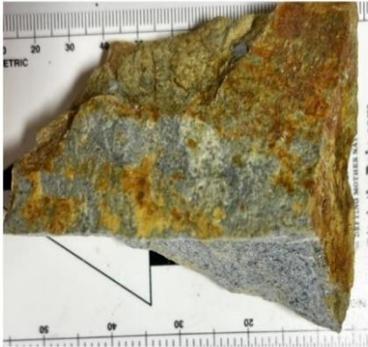
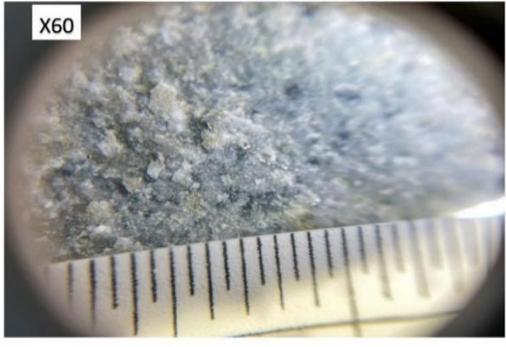
Ficha 13: Análisis de la muestra M10A

Muestra M9A

TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO			
Muestra: M9A	Absc: 1031		
N° de Muestra: 9	Flanco: 1 m Izquierda		
Grupo Genético: <u>Volcánico (Extrusivo)</u>			
Contenido Mineralógico:			
<input type="checkbox"/> 7% Cuarzo	<input type="checkbox"/> 82% Plagioclasa	<input type="checkbox"/> 11% Feldespatos Alcalinos	<input type="checkbox"/> Feldespatoides
Grado de Cristalinidad:			
<input type="checkbox"/> Holocristalino	<input checked="" type="checkbox"/> Hipocristalino	<input type="checkbox"/> Hialocristalino	
Textura:			
<input type="checkbox"/> Fanerítica	<input type="checkbox"/> Afanítica	<input checked="" type="checkbox"/> Porfídica	
Tipo de Alteración:			
<input checked="" type="checkbox"/> Potásica	<input type="checkbox"/> Propilítica	<input type="checkbox"/> Fílica	
<input type="checkbox"/> Argílica	<input type="checkbox"/> Argílica Avanzada	<input type="checkbox"/> Greisen	
Color en corte reciente (Munsell): GLEY B Y BG 6/10G			
Color húmeda (Munsell): GLEY B Y BG 5/10G			
Estructura: Compacta			
Relaciones estratigráficas: Unidad Portovelo			
Clasificación: Andesita			
Observaciones:			
Fecha: 13/07/2021			
			

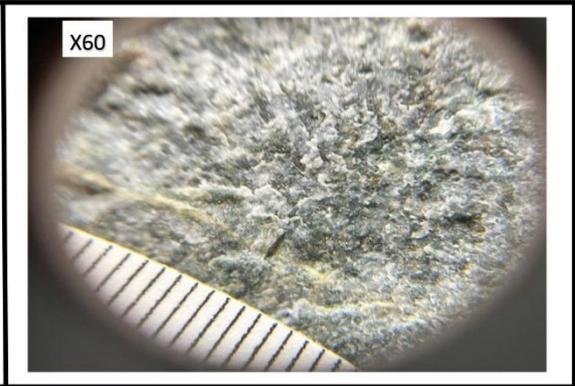
Ficha 14: Análisis de la muestra M9A

Muestra M8A

TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO							
Muestra: M8A	Absc: 1043						
N° de Muestra: 8	Flanco: 0.7 m Derecha						
Grupo Genético: <u>Volcánico (Extrusivo)</u>							
Contenido Mineralógico:							
<input type="checkbox"/> 5%	Cuarzo	<input type="checkbox"/> 85%	Plagioclasa	<input type="checkbox"/> 5%	Feldespatos Alcalinos	<input type="checkbox"/>	Feldespatoides
Grado de Cristalinidad:							
<input type="checkbox"/>	Holocristalino	<input checked="" type="checkbox"/>	Hipocristalino	<input type="checkbox"/>	Hialocristalino		
Textura:							
<input type="checkbox"/>	Fanerítica	<input type="checkbox"/>	Afanítica	<input checked="" type="checkbox"/>	Porfídica		
Tipo de Alteración:							
<input type="checkbox"/>	Potásica	<input type="checkbox"/>	Propilítica	<input checked="" type="checkbox"/>	Fílica		
<input type="checkbox"/>	Argílica	<input type="checkbox"/>	Argílica Avanzada	<input type="checkbox"/>	Greisen		
Color en corte reciente (Munsell): GLEY B Y BG 8/10G							
Color húmeda (Munsell): GLEY B Y BG 7/10G							
Estructura: Compacta							
Relaciones estratigráficas: Unidad Portovelo							
Clasificación: Andesita							
Observaciones:							
Fecha: 13/07/2021							
							

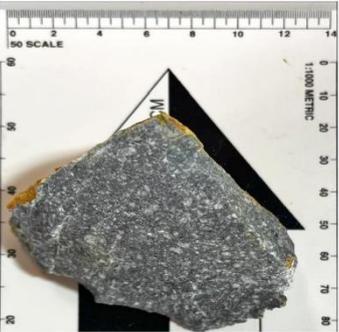
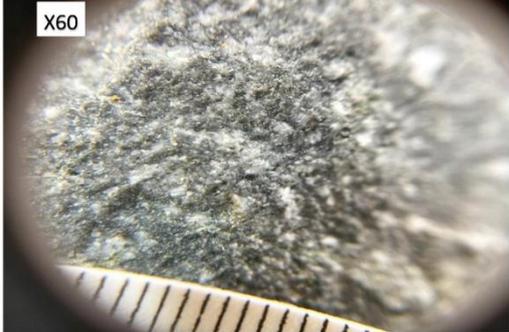
Ficha 15: Análisis de la muestra M8A

Muestra M7A

TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO			
Muestra: M7A	Absc: 1063		
N° de Muestra: 7	Flanco: 1.3 m Derecha		
Grupo Genético: <u>Volcánico (Extrusivo)</u>			
Contenido Mineralógico:			
<input type="checkbox"/> 13% Cuarzo	<input type="checkbox"/> 78% Plagioclasa	<input type="checkbox"/> 9% Feldespatos Alcalinos	<input type="checkbox"/> Feldespatoides
Grado de Cristalinidad:			
<input type="checkbox"/> Holocristalino	<input checked="" type="checkbox"/> Hipocristalino	<input type="checkbox"/> Hialocristalino	
Textura:			
<input type="checkbox"/> Fanerítica	<input type="checkbox"/> Afanítica	<input checked="" type="checkbox"/> Porfídica	
Tipo de Alteración:			
<input checked="" type="checkbox"/> Potásica	<input type="checkbox"/> Propilítica	<input type="checkbox"/> Fílica	
<input type="checkbox"/> Argílica	<input type="checkbox"/> Argílica Avanzada	<input type="checkbox"/> Greisen	
Color en corte reciente (Munsell): GLEY B Y BG 6/10BG			
Color húmeda (Munsell): GLEY B Y BG 5/10G			
Estructura: Compacta			
Relaciones estratigráficas: Unidad Portovelo			
Clasificación: Andesita			
Observaciones:			
Fecha: 13/07/2021			
			

Ficha 16: Análisis de la muestra M7A

Muestra M6A

TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO			
Muestra: M6A	Absc: 1095		
N° de Muestra: 6	Flanco: 1.4 m Derecha		
Grupo Genético: <u>Volcánico (Extrusivo)</u>			
Contenido Mineralógico:			
<input type="checkbox"/> 7% Cuarzo	<input type="checkbox"/> 80% Plagioclasa	<input type="checkbox"/> 13% Feldespatos Alcalinos	<input type="checkbox"/> Feldespatoides
Grado de Cristalinidad:			
<input type="checkbox"/> Holocristalino	<input checked="" type="checkbox"/> Hipocristalino	<input type="checkbox"/> Hialocristalino	
Textura:			
<input type="checkbox"/> Fanerítica	<input type="checkbox"/> Afanítica	<input checked="" type="checkbox"/> Porfídica	
Tipo de Alteración:			
<input checked="" type="checkbox"/> Potásica	<input type="checkbox"/> Propilítica	<input type="checkbox"/> Fílica	
<input type="checkbox"/> Argílica	<input type="checkbox"/> Argílica Avanzada	<input type="checkbox"/> Greisen	
Color en corte reciente (Munsell): GLEY B Y BG 6/10BG			
Color húmeda (Munsell): GLEY B Y BG 5/10G			
Estructura: Compacta			
Relaciones estratigráficas: Unidad Portovelo			
Clasificación: Andesita			
Observaciones:			
Fecha: 13/07/2021			
			

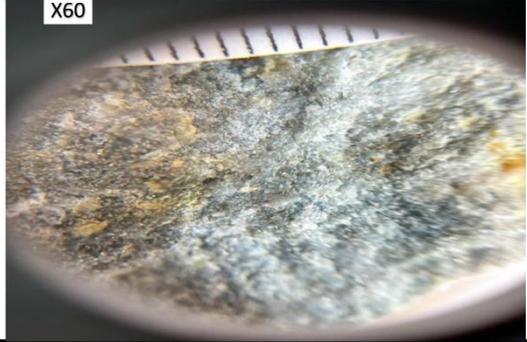
Ficha 17: Análisis de la muestra M6A

Muestra M5A

TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO		
Muestra: M5A	Absc: 1173	
N° de Muestra: 5	Flanco: 0.7 m Derecha	
Grupo Genético: <u>Volcánico (Extrusivo)</u>		
Contenido Mineralógico:		
<input type="checkbox"/> 7% Cuarzo	<input type="checkbox"/> 80% Plagioclasa	
<input type="checkbox"/> 13% Feldespatos Alcalinos	<input type="checkbox"/> Feldespatoides	
Grado de Cristalinidad:		
<input type="checkbox"/> Holocristalino	<input checked="" type="checkbox"/> Hipocristalino	<input type="checkbox"/> Hialocristalino
Textura:		
<input type="checkbox"/> Fanerítica	<input type="checkbox"/> Afanítica	<input checked="" type="checkbox"/> Porfídica
Tipo de Alteración:		
<input type="checkbox"/> Potásica	<input type="checkbox"/> Propilítica	<input checked="" type="checkbox"/> Filica
<input type="checkbox"/> Argílica	<input type="checkbox"/> Argílica Avanzada	<input type="checkbox"/> Greisen
Color en corte reciente (Munsell): 5YR 8/1		
Color húmeda (Munsell): 5YR 7/1		
Estructura: Compacta		
Relaciones estratigráficas: Unidad Portovelo		
Clasificación: Andesita		
Observaciones:		
Fecha: 13/07/2021		
		

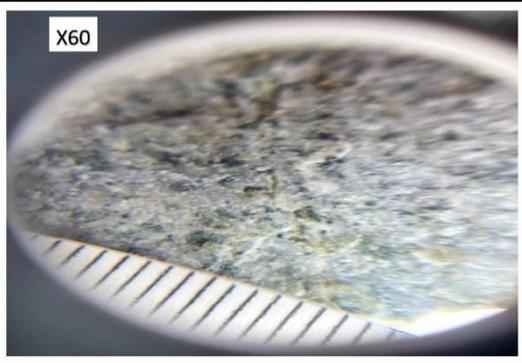
Ficha 18: Análisis de la muestra M5A

Muestra M4A

TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO			
Muestra: M4A	Absc: 1195		
N° de Muestra: 4	Flanco: 0.9 m Derecha		
Grupo Genético: <u>Volcánico (Extrusivo)</u>			
Contenido Mineralógico:			
<input type="checkbox"/> 6% Cuarzo	<input type="checkbox"/> 70% Plagioclasa	<input type="checkbox"/> 24% Feldespatos Alcalinos	<input type="checkbox"/> Feldespatoides
Grado de Cristalinidad:			
<input type="checkbox"/> Holocristalino	<input checked="" type="checkbox"/> Hipocristalino	<input type="checkbox"/> Hialocristalino	
Textura:			
<input type="checkbox"/> Fanerítica	<input type="checkbox"/> Afanítica	<input checked="" type="checkbox"/> Porfídica	
Tipo de Alteración:			
<input checked="" type="checkbox"/> Potásica	<input type="checkbox"/> Propilítica	<input type="checkbox"/> Fílica	
<input type="checkbox"/> Argílica	<input type="checkbox"/> Argílica Avanzada	<input type="checkbox"/> Greisen	
Color en corte reciente (Munsell): GLEY B Y BG 6/10BG			
Color húmeda (Munsell): GLEY B Y BG 6/5BG			
Estructura: Compacta			
Relaciones estratigráficas: Unidad Portovelo			
Clasificación: Andesita			
Observaciones:			
Fecha: 13/07/2021			
			

Ficha 19: Análisis de la muestra M4A

Muestra M3A

TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO		
Muestra: M3A	Absc: 1203	
N° de Muestra: 3	Flanco: 1 m Izquierdo	
Grupo Genético: <u>Volcánico (Extrusivo)</u>		
Contenido Mineralógico:		
<input type="text" value="5%"/> Cuarzo	<input type="text" value="82%"/> Plagioclasa	
<input type="text" value="13%"/> Feldespatos Alcalinos	<input type="text"/> Feldespatoides	
Grado de Cristalinidad:		
<input type="checkbox"/> Holocristalino	<input checked="" type="checkbox"/> Hipocristalino	<input type="checkbox"/> Hialocristalino
Textura:		
<input type="checkbox"/> Fanerítica	<input type="checkbox"/> Afanítica	<input checked="" type="checkbox"/> Porfídica
Tipo de Alteración:		
<input type="checkbox"/> Potásica	<input checked="" type="checkbox"/> Propilítica	<input type="checkbox"/> Fílica
<input type="checkbox"/> Argílica	<input type="checkbox"/> Argílica Avanzada	<input type="checkbox"/> Greisen
Color en corte reciente (Munsell): GLEY B Y BG 6/10G		
Color húmeda (Munsell): GLEY B Y BG 5/10G		
Estructura: Compacta		
Relaciones estratigráficas: Unidad Portovelo		
Clasificación: Andesita		
Observaciones: Igual a la muestra M2A		
Fecha: 13/07/2021		
		

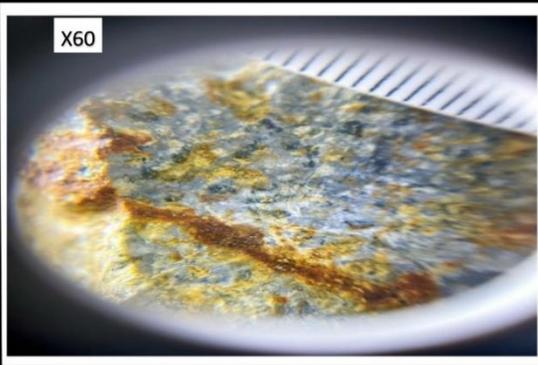
Ficha 20: Análisis de la muestra M3A

Muestra M2A

TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO			
Muestra: M2A	Absc: 1212		
N° de Muestra: 0 2	Flanco: 1 m Izquierdo		
Grupo Genético: <u>Volcánico (Extrusivo)</u>			
Contenido Mineralógico:			
<input type="checkbox"/> 8% Cuarzo	<input type="checkbox"/> 80% Plagioclasa	<input type="checkbox"/> 12% Feldespatos Alcalinos	<input type="checkbox"/> Feldespatoides
Grado de Cristalinidad:			
<input type="checkbox"/> Holocristalino	<input checked="" type="checkbox"/> Hipocristalino	<input type="checkbox"/> Hialocristalino	
Textura:			
<input type="checkbox"/> Fanerítica	<input type="checkbox"/> Afanítica	<input checked="" type="checkbox"/> Porfídica	
Tipo de Alteración:			
<input type="checkbox"/> Potásica	<input checked="" type="checkbox"/> Propilítica	<input type="checkbox"/> Fílica	
<input type="checkbox"/> Argílica	<input type="checkbox"/> Argílica Avanzada	<input type="checkbox"/> Greisen	
Color en corte reciente (Munsell): GLEY B Y BG 6/10G			
Color húmeda (Munsell): GLEY B Y BG 5/10G			
Estructura: Compacta			
Relaciones estratigráficas: Unidad Portovelo			
Clasificación: Andesita			
Observaciones: Poca alteración			
Fecha: 13/07/2021			
			

Ficha 21: Análisis de la muestra M2A

Muestra M1A

TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO		
Muestra: M1A	Absc: 1239	
N° de Muestra: 1	Flanco: 1.3 m Izquierdo	
Grupo Genético: <u>Volcánico (Extrusivo)</u>		
Contenido Mineralógico:		
<input type="checkbox"/> 11% Cuarzo	<input type="checkbox"/> 73% Plagioclasa	
<input type="checkbox"/> 16% Feldespatos Alcalinos	<input type="checkbox"/> Feldespatoides	
Grado de Cristalinidad:		
<input type="checkbox"/> Holocristalino	<input checked="" type="checkbox"/> Hipocristalino	<input type="checkbox"/> Hialocristalino
Textura:		
<input type="checkbox"/> Fanerítica	<input type="checkbox"/> Afanítica	<input checked="" type="checkbox"/> Porfídica
Tipo de Alteración:		
<input type="checkbox"/> Potásica	<input checked="" type="checkbox"/> Propilítica	<input type="checkbox"/> Fílica
<input type="checkbox"/> Argílica	<input type="checkbox"/> Argílica Avanzada	<input type="checkbox"/> Greisen
Color en corte reciente (Munsell): GLEY B Y BG 7/10G		
Color húmeda (Munsell): GLEY B Y BG 8/10G		
Estructura: Compacta		
Relaciones estratigráficas: Unidad Portovelo		
Clasificación: Andesita		
Observaciones: Nc		
Fecha: 13/07/2021		
		

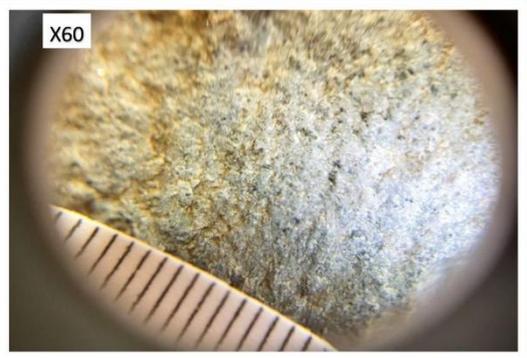
Ficha 22: Análisis de la muestra M1A

Muestra M1B

TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO		
Muestra: M1B	Absc: 1276	
N° de Muestra: 23	Flanco: 1m Izquierdo	
Grupo Genético: <u>Volcánico (Extrusivo)</u>		
Contenido Mineralógico:		
<input type="checkbox"/> 13% Cuarzo	<input type="checkbox"/> 70% Plagioclasa	
<input type="checkbox"/> 17% Feldespatos Alcalinos	<input type="checkbox"/> Feldespatoides	
Grado de Cristalinidad:		
<input type="checkbox"/> Holocristalino	<input checked="" type="checkbox"/> Hipocristalino	<input type="checkbox"/> Hialocristalino
Textura:		
<input type="checkbox"/> Fanerítica	<input type="checkbox"/> Afanítica	<input checked="" type="checkbox"/> Porfídica
Tipo de Alteración:		
<input type="checkbox"/> Potásica	<input type="checkbox"/> Propilítica	<input checked="" type="checkbox"/> Fílica
<input type="checkbox"/> Argílica	<input type="checkbox"/> Argílica Avanzada	<input type="checkbox"/> Greisen
Color en corte reciente (Munsell): GLEY B Y BG 7/10G		
Color húmeda (Munsell): GLEY B Y BG 8/10G		
Estructura: Compacta		
Relaciones estratigráficas: Unidad Portovelo		
Clasificación: Andesita		
Observaciones: No existe cambio de alteración entre la muestra 2B y 1B		
Fecha: 13/07/2021		
		

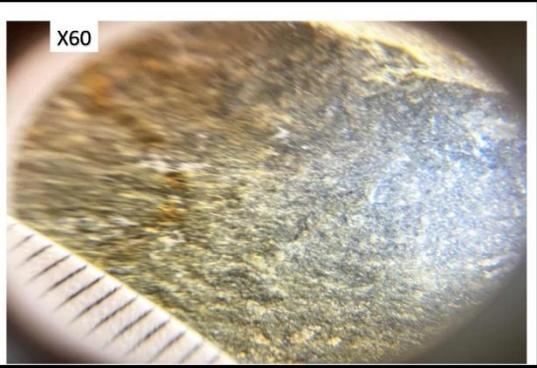
Ficha 23: Análisis de la muestra M1B

Muestra M2B

TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO			
Muestra: M2B	Absc: 1 1298		
N° de Muestra: 24	Flanco: 1.3 m Derecho		
Grupo Genético: <u>Volcánico (Extrusivo)</u>			
Contenido Mineralógico:			
<input type="checkbox"/> 9% Cuarzo	<input checked="" type="checkbox"/> 80% Plagioclasa	<input type="checkbox"/> 11% Feldespatos Alcalinos	<input type="checkbox"/> Feldespatoides
Grado de Cristalinidad:			
<input type="checkbox"/> Holocristalino	<input checked="" type="checkbox"/> Hipocristalino	<input type="checkbox"/> Hialocristalino	
Textura:			
<input type="checkbox"/> Fanerítica	<input type="checkbox"/> Afanítica	<input checked="" type="checkbox"/> Porfídica	
Tipo de Alteración:			
<input type="checkbox"/> Potásica	<input type="checkbox"/> Propilítica	<input checked="" type="checkbox"/> Fílica	
<input type="checkbox"/> Argílica	<input type="checkbox"/> Argílica Avanzada	<input type="checkbox"/> Greisen	
Color en corte reciente (Munsell): 5YR 7/1			
Color húmeda (Munsell): 5Y 7/1			
Estructura: Compacta			
Relaciones estratigráficas: Unidad Portovelo			
Clasificación: Andesita			
Observaciones:			
Fecha: 13/07/2021			
			

Ficha 24: Análisis de la muestra M2B

Muestra M3B

TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO			
Muestra: M3B	Absc: 1 1325		
N° de Muestra: 25	Flanco: 1 m Izquierdo		
Grupo Genético: <u>Volcánico (Extrusivo)</u>			
Contenido Mineralógico:			
<input type="checkbox"/> 5% Cuarzo	<input type="checkbox"/> 75% Plagioclasa	<input type="checkbox"/> 20% Feldespatos Alcalinos	<input type="checkbox"/> Feldespatoides
Grado de Cristalinidad:			
<input type="checkbox"/> Holocristalino	<input checked="" type="checkbox"/> Hipocristalino	<input type="checkbox"/> Hialocristalino	
Textura:			
<input type="checkbox"/> Fanerítica	<input type="checkbox"/> Afanítica	<input checked="" type="checkbox"/> Porfídica	
Tipo de Alteración:			
<input type="checkbox"/> Potásica	<input checked="" type="checkbox"/> Propilítica	<input type="checkbox"/> Fílica	
<input type="checkbox"/> Argílica	<input type="checkbox"/> Argílica Avanzada	<input type="checkbox"/> Greisen	
Color en corte reciente (Munsell): 5YR 5/1			
Color húmeda (Munsell): 5Y 5/1			
Estructura: Compacta			
Relaciones estratigráficas: Unidad Portovelo			
Clasificación: Andesita			
Observaciones:			
Fecha: 13/07/2021			
			

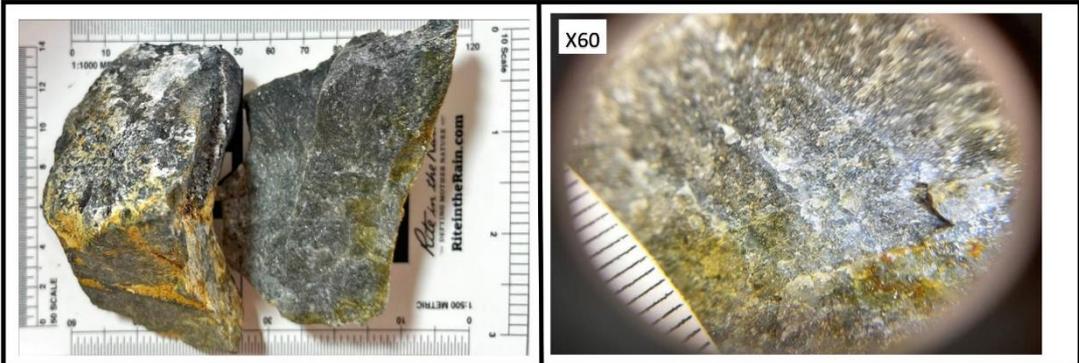
Ficha 25: Análisis de la muestra M3B

Muestra M4B

TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO		
Muestra: M4B	Absc: 1 1369	
N° de Muestra: 26	Flanco: 1.4 m Izquierdo	
Grupo Genético: <u>Volcánico (Extrusivo)</u>		
Contenido Mineralógico:		
<input type="checkbox"/> 7% Cuarzo	<input type="checkbox"/> 82% Plagioclasa	
<input type="checkbox"/> 11% Feldespatos Alcalinos	<input type="checkbox"/> Feldespatoides	
Grado de Cristalinidad:		
<input type="checkbox"/> Holocristalino	<input checked="" type="checkbox"/> Hipocristalino	<input type="checkbox"/> Hialocristalino
Textura:		
<input type="checkbox"/> Fanerítica	<input type="checkbox"/> Afanítica	<input checked="" type="checkbox"/> Porfídica
Tipo de Alteración:		
<input type="checkbox"/> Potásica	<input type="checkbox"/> Propilítica	<input checked="" type="checkbox"/> Fílica
<input type="checkbox"/> Argílica	<input type="checkbox"/> Argílica Avanzada	<input type="checkbox"/> Greisen
Color en corte reciente (Munsell): 5YR 7/1		
Color húmeda (Munsell): 5Y 7/1		
Estructura: Compacta		
Relaciones estratigráficas: Unidad Portovelo		
Clasificación: Andesita		
Observaciones:		
Fecha: 13/07/2021		
		

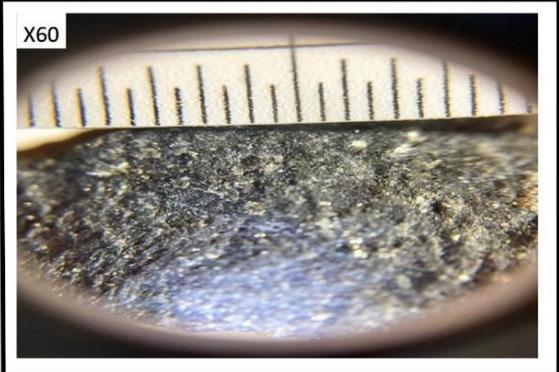
Ficha 26: Análisis de la muestra M4B

Muestra M5B

TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO		
Muestra: M5B	Absc: 1 1425	
N° de Muestra: 27	Flanco: 1 m Izquierdo	
Grupo Genético: <u>Volcánico (Extrusivo)</u>		
Contenido Mineralógico:		
<input type="text" value="10%"/> Cuarzo	<input type="text" value="82%"/> Plagioclasa	
<input type="text" value="8%"/> Feldespatos Alcalinos	<input type="text"/> Feldespatoides	
Grado de Cristalinidad:		
<input type="checkbox"/> Holocristalino	<input checked="" type="checkbox"/> Hipocristalino	<input type="checkbox"/> Hialocristalino
Textura:		
<input type="checkbox"/> Fanerítica	<input type="checkbox"/> Afanítica	<input checked="" type="checkbox"/> Porfídica
Tipo de Alteración:		
<input type="checkbox"/> Potásica	<input type="checkbox"/> Propilítica	<input checked="" type="checkbox"/> Fílica
<input type="checkbox"/> Argílica	<input type="checkbox"/> Argílica Avanzada	<input type="checkbox"/> Greisen
Color en corte reciente (Munsell): 7.5YR 5/1		
Color húmeda (Munsell): 5YR 3/1		
Estructura: Compacta		
Relaciones estratigráficas: Unidad Portovelo		
Clasificación: Andesita		
Observaciones:		
Fecha: 13/07/2021		
		

Ficha 27: Análisis de la muestra M5B

Muestra M6B

TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO		
Muestra: M6B	Absc: 1446	
N° de Muestra: 28	Flanco: 1 m Derecho	
Grupo Genético: <u>Volcánico (Extrusivo)</u>		
Contenido Mineralógico:		
<input type="checkbox"/> 6% Cuarzo	<input checked="" type="checkbox"/> 82% Plagioclasa	
<input type="checkbox"/> 12% Feldespatos Alcalinos	<input type="checkbox"/> Feldespatoides	
Grado de Cristalinidad:		
<input type="checkbox"/> Holocristalino	<input checked="" type="checkbox"/> Hipocristalino	<input type="checkbox"/> Hialocristalino
Textura:		
<input type="checkbox"/> Fanerítica	<input type="checkbox"/> Afanítica	<input checked="" type="checkbox"/> Porfídica
Tipo de Alteración:		
<input type="checkbox"/> Potásica	<input checked="" type="checkbox"/> Propilítica	<input type="checkbox"/> Fílica
<input type="checkbox"/> Argílica	<input type="checkbox"/> Argílica Avanzada	<input type="checkbox"/> Greisen
Color en corte reciente (Munsell): 5YR 3/1		
Color húmeda (Munsell): 5YR 2.5/1		
Estructura: Compacta		
Relaciones estratigráficas: Unidad Portovelo		
Clasificación: Andesita		
Observaciones: Presenta oxidación.		
Fecha: 13/07/2021		
		

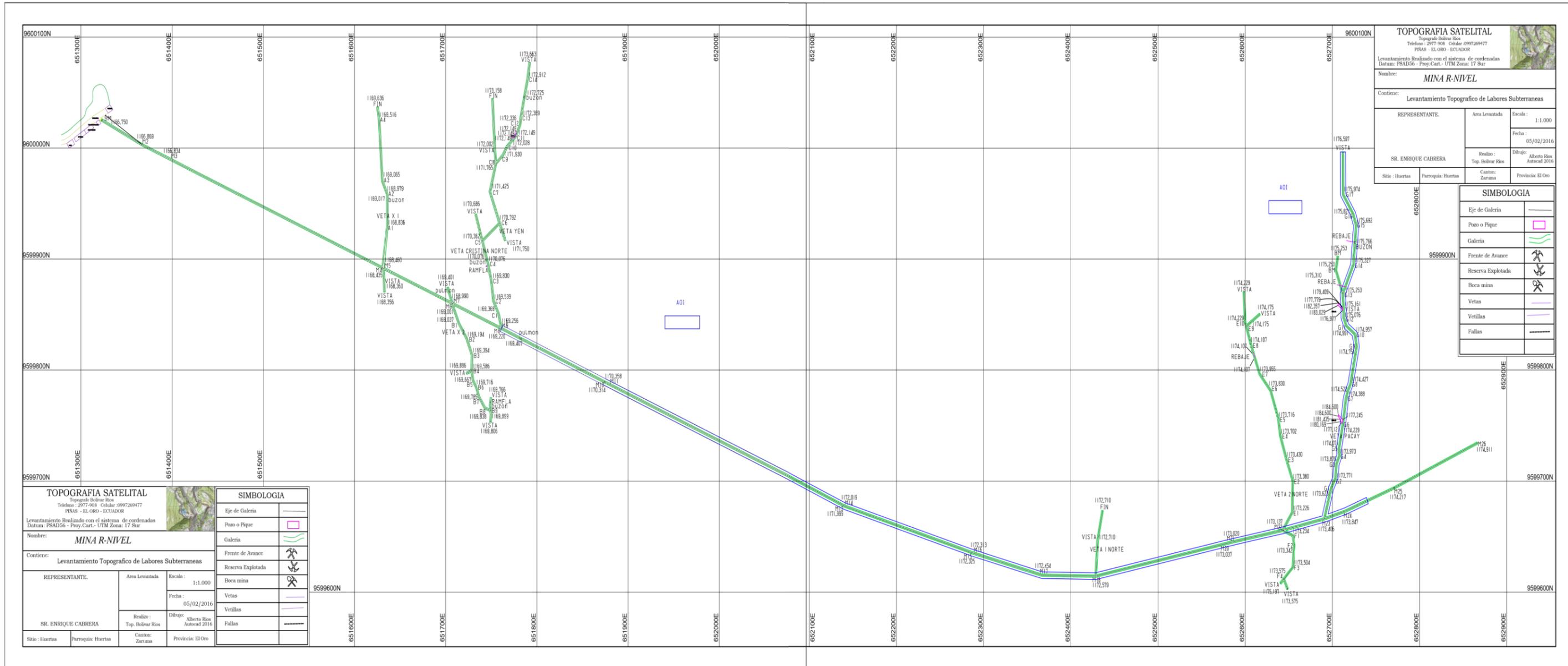
Ficha 28: Análisis de la muestra M6B

Muestra M7B

TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO		
Muestra: M7B	Absc: 12 1485	
N° de Muestra: 29	Flanco: 1.3 m Izquierdo	
Grupo Genético: <u>Volcánico (Extrusivo)</u>		
Contenido Mineralógico:		
<input type="checkbox"/> 15% Cuarzo	<input type="checkbox"/> 75% Plagioclasa	
<input type="checkbox"/> 10% Feldespatos Alcalinos	<input type="checkbox"/> Feldespatoides	
Grado de Cristalinidad:		
<input type="checkbox"/> Holocristalino	<input checked="" type="checkbox"/> Hipocristalino	<input type="checkbox"/> Hialocristalino
Textura:		
<input type="checkbox"/> Fanerítica	<input type="checkbox"/> Afanítica	<input checked="" type="checkbox"/> Porfídica
Tipo de Alteración:		
<input checked="" type="checkbox"/> Potásica	<input type="checkbox"/> Propilítica	<input type="checkbox"/> Fílica
<input type="checkbox"/> Argílica	<input type="checkbox"/> Argílica Avanzada	<input type="checkbox"/> Greisen
Color en corte reciente (Munsell): 5YR 7/1		
Color húmeda (Munsell): 5YR 4/1		
Estructura: Compacta		
Relaciones estratigráficas: Unidad Portovelo		
Clasificación: Andesita		
Observaciones: Aledaña a la veta 4 "Área CebraI"		
Fecha: 13/07/2021		
		

Ficha 29: Análisis de la muestra M7B

APÉNDICE E



Levantamiento Planimétrico de la mina R-Nivel Fuente: GRUMINCAB S.A.