



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

“ESTUDIO GEOMECÁNICO DE LA VETA EL CALVARIO PARA DETERMINAR SU MÉTODO DE EXPLOTACIÓN DE LA MINA EL POTRERO, PROVINCIA DE CONTUMAZÁ, REGIÓN CAJAMARCA”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autores:

Bach. Edwin Elmer Lopez Aguilar

Bach. Marco Ruiz Castillo

Asesor:

Ing. Rafael Napoleón Ocas Boñon

Cajamarca - Perú

2020

DEDICATORIA

En memoria a mi madre Luzmila, por su incondicional apoyo que en todo momento me ha motivado para culminar esta investigación.

A mis queridos hijos Lucas y Renato, inspiración y motivación constante son razón de mi superación.

Edwin López.

A mis padres, Gloria Angélica y Santos Andrés, y a toda mi familia que son un ejemplo de superación y coraje Por brindarme sus consejos, apoyo y por demostrarme que con esfuerzo y sacrificio se consigue las cosas más lindas de la vida.

A una persona muy especial que Significo mucho para mí que dedicó su vida a la geología para quien me dijo: Para ser ingeniero solo necesitas ser responsable en tus estudios.

A la cual le debo todo, que con sus consejos y apoyo engrandeció mis deseos de superación. Hoy este título va dedicado a Marleny Leonor Soto Miranda.

Marco Ruiz.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por darnos salud, bienestar para nosotros y para nuestra familia para así alcanzar una de nuestras más grandes metas de llegar a ser Ingenieros de Minas.

Agradecemos mucho los ingenieros con quienes con sus experiencias nos enseñaron y nos dio a conocer muchos conocimientos de esta carrera como es Ingeniería de Minas.

Edwin López y Marco Ruiz.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
TABLA DE CONTENIDOS.....	4
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1. Realidad problemática	8
1.2. Formulación del problema	10
1.3. Objetivos.....	10
1.4. Hipótesis	11
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	12
2.1. Tipo de investigación.....	12
2.2. Población y muestra.....	12
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
2.4. Procedimiento	13
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	16
3.1. Aspectos generales.....	16
3.2. Análisis mineralógico de la veta El Calvario.....	17
3.3. Estudio geomecánico de la veta El Calvario.....	20
3.4. Sostenimiento adecuado.....	44
3.5. Geometría del yacimiento	47
3.6. Selección del método	49
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	54
4.1. Discusión	54
4.2. Conclusiones.....	55
REFERENCIAS	56
ANEXOS	59
ANEXO n.º 1. Ficha de observación de características de la labor El Calvario.....	59
ANEXO n.º 2. Fichas de caracterización geomecánica de la labor El Calvario.....	60
ANEXO n.º 3. Ensayos de laboratorio químico.....	61
ANEXO n.º 4. Fotografías.....	63
ANEXO n.º 5. Petitorio Minero	65
ANEXO n.º 6. Plano de ubicación	75
ANEXO n.º 7. Plano Geológico.....	76
ANEXO n.º 8. Plano Geomecánico.....	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resultados de laboratorio.....	18
Tabla 2 Resistencia a la compresión uniaxial.....	20
Tabla 3 Clasificación de la resistencia a la compresión uniaxial.....	21
Tabla 4 RQD en las estaciones.....	22
Tabla 5 Determinación del RQD estación 1.....	23
Tabla 6 Determinación del RQD estación 2.....	25
Tabla 7 Determinación del RQD estación 2.....	26
Tabla 8 Espaciado entre discontinuidades estación 1.....	26
Tabla 9 Espaciado entre discontinuidades estación 2.....	28
Tabla 10 Espaciado entre discontinuidades estación 3.....	29
Tabla 11 Espaciado de las discontinuidades en las estaciones.....	30
Tabla 12 Descripción del espaciado.....	30
Tabla 13 Persistencia de las discontinuidades en la estación 1.....	31
Tabla 14 Espaciado entre discontinuidades estación 2.....	32
Tabla 15 Persistencia en las discontinuidades estación 3.....	34
Tabla 16 Persistencia de las discontinuidades en las estaciones.....	35
Tabla 17 Descripción de persistencia.....	36
Tabla 18 Abertura de las discontinuidades para estación 1.....	36
Tabla 19 Abertura de las discontinuidades para estación 2.....	37
Tabla 20 Abertura de las discontinuidades para estación 2.....	37
Tabla 21 Clasificación de la rugosidad.....	39
Tabla 22 Relleno de las discontinuidades.....	39
Tabla 23 Meteorización de las discontinuidades.....	40
Tabla 24 Valoración de descripción de las discontinuidades.....	41
Tabla 25 Presencia de agua.....	41
Tabla 26 Cálculo del RMR para el macizo rocoso.....	43
Tabla 27 Clasificación RMR para el macizo rocoso.....	43
Tabla 28 Excavación de acuerdo a rumbo y buzamiento.....	46
Tabla 29 Potencia de la veta.....	47
Tabla 30 Rumbo y Buzamiento de la veta.....	48
Tabla 31 Parámetros de clasificación numérica por geometría del yacimiento y distribución de leyes.....	49
Tabla 32 Parámetros de evaluación geomecánica.....	50
Tabla 33 Clasificación del método de explotación por geometría del yacimiento y leyes.....	52
Tabla 34 Clasificación del método de explotación por características geomecánicas.....	52
Tabla 35 Determinación del método de explotación por sumatoria.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Plano Geológico - litológico de la Labor subterránea El Calvario.....	17
Figura 2 Extracción de la muestra 1.....	18
Figura 3 Extracción de las muestras.....	19
Figura 4 Zona de interés con detector de metales.....	20
Figura 5 Determinación de la resistencia de la roca.....	21
Figura 6 Conteo de discontinuidades estación 1.....	22
Figura 7 Conteo de discontinuidades estación 2.....	24
Figura 8 Conteo de discontinuidades estación 3.....	25
Figura 9 Medición del espaciamiento en estación 1.....	27
Figura 10 Medición del espaciamiento en estación 2.....	29
Figura 11 Medición del espaciamiento en estación 3.....	30
Figura 12 Medición de persistencia en estación 1.....	32
Figura 13 Persistencia en estación 2.....	34
Figura 14 Persistencia en estación 3.....	35
Figura 15 Abertura en estación 1.....	36
Figura 16 Abertura en estación 2.....	37
Figura 17 Abertura en estación 3.....	38
Figura 18 Rugosidad de la roca.....	38
Figura 19 Meteorización de la roca.....	40
Figura 20 Estado de la roca dentro de la labor.....	42
Figura 21 Tipo de sostenimiento en Labor El Potrero.....	46
Figura 22 Medición de la veta aflorante.....	47
Figura 23 Medición de la veta al interior mina.....	48
Figura 24. Toma de rumbo y buzamiento de la veta.....	49
Figura 25: Estación geomecánica del macizo rocoso N°1.....	63
Figura 26: Estación geomecánica del macizo rocoso N°2.....	64

RESUMEN

El objetivo de la investigación es realizar el estudio geomecánico de la veta el calvario, para plantear su método de explotación adecuado en la mina El Potrero en la provincia de Contumazá, Cajamarca. Los objetivos específicos son: determinar la mineralización predominante en la veta, analizar las características geométricas, realizar la caracterización geomecánica y plantear el método de explotación de acuerdo al estudio geomecánico. La investigación es de tipo aplicada, explicativa, cuantitativa y experimental. El análisis mineralógico es mediante el método de fundición , copelación y absorción atómica, en el laboratorio Polimetals S.A.; con ello se obtuvo una ley de oro de 1.20 gr/ton, lo cual no es rentable para ser explotado; la ley de plata es de 10.42 gr/ton, lo cual tampoco es rentable, la ley de cobre es de 0.13% y para ser rentable debe ser superior a 5%; sin embargo, en Fierro la ley es de 41.84%, por lo tanto la mina va a extraer Fierro. Las tres estaciones geomecánicas están ubicadas a lo largo de la labor subterránea, en donde se caracteriza una roca con resistencia que varía desde 100 a 250 MPa, el RQD es 49% calificándola como una roca mala, el macizo rocoso tiene un promedio de 65% de RMR, clasificándola como una roca buena. La veta El Calvario tiene una potencia promedio de 0.93 cm en promedio, el rumbo promedio es N26E, el buzamiento 74°, y la dirección del buzamiento es N285W. De acuerdo a las condiciones geométricas se determina que el método más óptimo es el corte y relleno, asimismo se tomó en consideración los antecedentes de algunos autores.

Palabras clave: Geomecánica, mineralogía, método de explotación.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Hoy en día, el análisis geomecánico de labores subterráneas es muy deficiente y no se cuenta con la información integral para la selección del método de explotación, sabiendo que el método de explotación de las minas debe cumplir dos requisitos: seguridad y rentabilidad (Chapilliquen, 2017).

En ese contexto, la minería peruana considera que al invertir en seguridad incrementa la calidad y la productividad dando un valor agregado y explotando eficientemente los recursos naturales (López, 2016).

Sabiendo que para explotar la labor subterránea El Calvario de la mina El Potrero involucra la realización de labores de desarrollo, preparación y explotación, y ello traerá como consecuencia la apertura de excavaciones subterráneas y por ende generará la inestabilidad del macizo rocoso, es necesario las excavaciones subterráneas, así mismo se debe realizar el estudio geomecánico para determinar el método de explotación que cumpla con los factores de seguridad, salud ocupación, medio ambiente y económicos para el manejo del terreno y prevenir accidentes incapacitantes y mortales por caída de rocas, y la mejor recuperación del mineral.

Uno de los propósitos fundamentales de realizar el estudio geomecánico, es dar a conocer a los empresarios y/o dueños de títulos mineros circunvecinos los métodos de explotación adecuados para la zona, la importancia de la planificación de todas las actividades mineras que deben realizarse para optimizar la extracción del recurso minero y aumentar la duración de las infraestructuras mineras, así como también garantizar la seguridad de las personas y equipos mineros que interactúan constantemente con la actividad.

Ortega (2018) abordó el tema sobre un estudio geomecánico para el diseño del túnel principal de la mina Polveros en Colombia. Con los datos obtenidos en campo respecto al diaclasamiento se pudo realizar la representación estereográfica de los planos y los polos predominantes en el macizo rocoso, otro dato tomado en campo fue el índice de fracturamiento, y como consecuencia de ello, se pudo obtener el RQD (Rock Quality Designation).

Cuadros (2015) analiza el macizo rocoso en donde se encuentra emplazada las vetas, que es el batolito de Patáz que se halla perturbada a consecuencia de los esfuerzos sometidos en épocas pasadas, dando como resultado la presencia de, fracturas y fallas los cuales inciden en la estabilidad de las labores subterráneas. Conforme al estudio geomecánico realizado se ha determinado los siguientes tipos de rocas: 1-B muy buena, 11-A Buena A, 11-B Buena B, 111-A regular A, 111- B regular B, IV-A mala A, IV-B mala B y V-A muy mala A. En base a la evaluación geomecánica se ha visto por conveniente cambiar al método de corte y relleno ascendente convencional, que es un método de mejor rendimiento y seguro.

Guerrero (2017) analizó las características de la roca presente en la mina son de tipo III-A, III-B, en el programa “DIPS” a través del menú SELECT/ADD SET y la selección de la concentración de polos nos permite obtener los valores promedio en DIP/DIPDIRECTION para cada sistema de discontinuidades. La selección óptima del método de explotación “Cut and Fill Stopping” (puntaje 28.25, segundo en el ranking de puntuación), fue seleccionado para la explotación de la veta Almiranta y fue determinado después de evaluar los métodos Open Pit (puntaje 29.27) y el Square Set (puntaje 24.5, tercero en el ranking de puntuación).

Cuchugay Pelayo, Mojica Villamizar y Castillo (2010). Plantea que para la elección de un método de explotación se debe tener en cuenta parámetros de tipo geomecánico, geológico, ambientes y económicos. Entre los más destacados tenemos las características estructurales del manto de carbón, características geomecánicas de la roca encajante, tipo de transporte tratamiento del techo y el espacio vacío dejado por la explotación, el arranque, tipo de descargue, sostenimiento a emplear, grado de mecanización y producción.

Dada los antecedentes mencionados por los autores, el problema de la siguiente investigación está relacionado con el área de estudio y trataremos de identificar los factores claves que nos lleva al procesar los datos geomecánicos obtenidos en campo para así analizar y poder plantear un método de explotación de forma adecuada para su extracción de mineral de la veta El Calvario.

1.2. Formulación del problema

¿Cuáles son las características geomecánicas para determinar el método de explotación de la Veta El Calvario, en la Mina El Potrero en Contumazá Cajamarca?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Realizar el estudio geomecánico de la veta el calvario para determinar su método de explotación de la labor subterránea El Calvario, de la mina El Potrero, en Contumazá, Cajamarca.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la mineralización predominante en la veta El Calvario, de la mina El Potrero, en Contumazá, Cajamarca.

- Analizar las características geométricas de la veta El Calvario, de la mina El Potrero, en Contumazá, Cajamarca.
- Realizar la caracterización geomecánica de la veta El Calvario, de la mina El Potrero, en Contumazá, Cajamarca.
- Plantear el método de explotación de acuerdo al estudio geomecánico de la veta El Calvario, de la mina El Potrero, en Contumazá, Cajamarca.

1.4. Hipótesis

1.3.3. Hipótesis general

El estudio geomecánico de la veta el calvario determina el método de explotación de la labor subterránea El Calvario, de la mina El Potrero, en Contumazá, Cajamarca.

1.3.4. Hipótesis específicas

- La mineralización predominante en la veta El Calvario determina los minerales rentables, de la mina El Potrero, en Contumazá, Cajamarca.
- Las características geométricas de la veta El Calvario determinan el método de explotación, de la mina El Potrero, en Contumazá, Cajamarca.
- La caracterización geomecánica de la veta El Calvario determina el método de explotación, de la mina El Potrero, en Contumazá, Cajamarca.
- El método de explotación se plantea de acuerdo al estudio geomecánico de la veta El Calvario, de la mina El Potrero, en Contumazá, Cajamarca.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Según su propósito: La investigación es aplicada, ya que se aplica teoría ya conocida como lo es la caracterización geomecánica y los métodos de explotación minera.

Según su profundidad: La investigación fue explicativa, porque se estudió las relaciones de influencia entre las dos variables, es decir del estudio geomecánico y el método de explotación.

Según la naturaleza de datos: La investigación es cuantitativa, ya que se va a medir las discontinuidades del macizo rocoso.

Según su manipulación de la variable: La investigación es experimental, ya que se ha manipulado la variable independiente que es el estudio geomecánico para determinar la variable dependiente que es el método de explotación (Oblitas, 2018).

2.2. Población y muestra

2.2.1. Unidad de estudio

Una veta de la labor El Calvario.

2.2.2. Población

150 metros de la labor minera El Calvario.

2.2.3. Muestra

03 estaciones geomecánicas de 10 metros de cada una en la labor minera El Calvario.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.3.1. Técnicas utilizadas

- Observación directa: esta técnica de recolección de datos consistió básicamente en observar las particularidades de la labor subterránea El Calvario. En la investigación se observaron el tipo de roca, los minerales presentes, el diaclasamiento y fallamiento.
- Caracterización geomecánica – RMR89: tiene como objetivo definir la calidad de los macizos rocosos en función al índice RMR, este índice se calculó teniendo en cuenta la resistencia de la matriz rocosa, el índice RQD, condición de las discontinuidades y parámetros hidrogeológicos.

2.3.2. Instrumentos

- Ficha de observación de características de la labor El Calvario (ver anexo 1).
- Fichas de caracterización geomecánica de la labor El Calvario (ver anexo 2).

2.4. Procedimiento

Etapa pre-campo:

Se recopiló la información de la Carta Geológica Nacional Escala 1: 100,000 del cuadrángulo de Chepen 15-e utilizando como fuente principal la página web del INGEMMET, Se imprimió el plano geológico para cartografiar el terreno de la concesión minera, también se realizó impresiones de caracterización geomecánica del RMR de Bieniaski para la toma de datos del macizo rocoso.

Etapa de campo:

Se realizó la visita a la zona de investigación, Basado en la observación directa, descripción y el levantamiento de información geológica y geomecánica del macizo rocoso, la toma de muestras de la veta El Calvario y macizo rocoso para sus análisis

químicos y ensayos de propiedades físico-mecánicas de la roca. Como materiales se utilizó, plano topográfico, GPS, para determinar la ubicación de los cuerpos mineralizados, brújula, para determinar la dirección, inclinación, dirección de la inclinación de los cuerpos mineralizados, picota, para medir la resistencia de la roca intacta y extraer muestras, lupa, para reconocer los minerales presentes en las rocas y rayador para determinar la dureza de las muestras de roca, formatos geomecánicos para determinar la calidad del macizo rocoso.

Se han realizado el muestreo mineralógico mediante la técnica para la selección de una porción de suelo o roca a partir de una población. Al elegir una muestra aleatoria se espera conseguir que sus propiedades sean extrapolables a la población. Este proceso permite ahorrar recursos, y a la vez obtener resultados parecidos a los que se alcanzarían si se realizase un estudio de toda la población.

Este proceso comprende:

- Selección y recojo de las muestras
- Tratamiento de las muestras
- Análisis mineralógico

Las rocas de la mina El Potrero se han muestreado mediante el Grab samples o muestreo en cancha.

Este método por ser aleatorio proporcionará una aproximación del contenido de minerales metálicos de interés económico, pero no representa directamente la ley del mineral.

Etapas de gabinete:

Recogida la información de datos de la veta El Calvario y los análisis químicos de laboratorio se inició Se elaboró las secciones donde se muestra la forma y disposición

en el espacio de los cuerpos mineralizados respecto a las excavaciones realizadas por los antiguos mineros de forma empírica donde se propondrá un método adecuado para la explotación de la extracción del mineral.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Aspectos generales

3.1.1. Ubicación

La zona de estudio de la labor minera el Calvario está ubicada en el distrito de Cupisnique, provincia de Contumazá, departamento de Cajamarca dentro de la zona 17 de la carta nacional (13-D). Con una extensión de cien (100) hectáreas, Petitorio Minero N°:06-00014-19.

La concesión minera está ubicada dentro de la franja metalogenética XXI. Franja de epitermales de Au-Ag del Mioceno hospedado en roca volcánicas Cenozoicas que se distribuye ampliamente en el dominio volcánico Cenozoico de la Cordillera Occidental el norte (5°- 9° 30') está controlada por fallas NO-SE que van cambiando a ONO-ESE al aproximarse a la deflexión de Cajamarca, para luego pasar a N-S, conforme se aproximan a la deflexión de Huancabamba.(Acosta et al., 2009)

El área de la concesión el calvario está ubicada geográficamente dentro de la cuenca de Jequetepeque por las quebradas Poñes y quebrada Cholol, en su zona de topografía es escabrosa, con altitudes de 1238 m.s.n.m. y 1709 m.s.n.m (ver plano de ubicación).

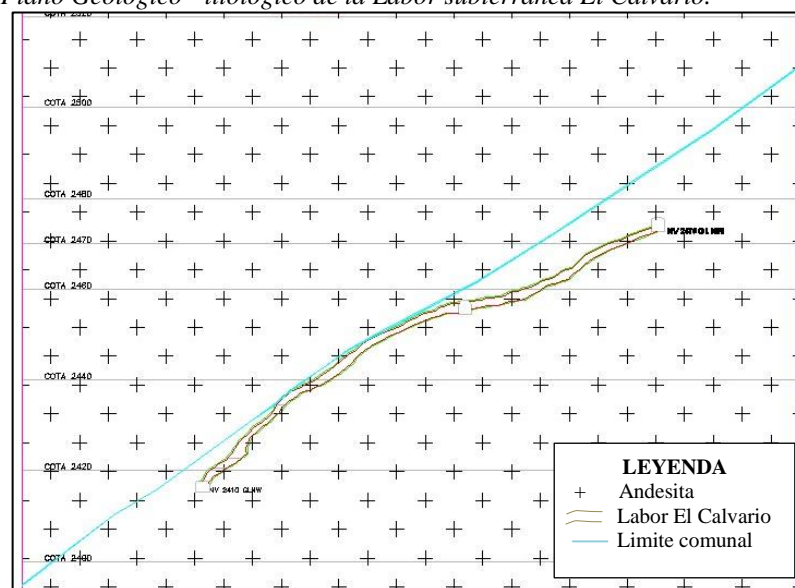
3.1.2. Accesibilidad

El proyecto El Potrero se encuentra en el distrito de Cupisnique, provincia de Contumazá, ubicado al Oeste de la ciudad de Cajamarca a una altura de 1208 msnm. Se puede llegar partiendo de la ciudad de Cajamarca con dirección hacia la costa por la vía PE 08 a 251 Km en la localidad de Yonan luego se toma la carretera trocha carrozal con dirección al sur distrito de Trinidad con un trayecto de 15 Km, hasta la altura del C.P Santa Catalina, finalmente 04 Km hacia el Nor-oeste hasta la zona con las coordenadas: 9 191 170 Norte y 716 039 Oeste (WGS84).

3.1.3. Geología de la Labor El Calvario

La labor subterránea El Calvario es una veta de orientación NW-SE con Buzamiento promedio de 35° a 60° , típica veta formada por falla con arrastre estructuralmente está controlada por fallas longitudinales reactivadas que determinan la geometría de la veta y sistemas de fallas secundarias que desplazan a la veta en forma transversal. Litológicamente está emplazada en una roca andesita la cual brinda el factor físico químico principal para la precipitación del oro. Mineralógicamente comprende Qzo blanco, sílice gris, pirita fina deleznable, galena y esfalerita en zonas de bonanza. La roca encajonante presenta alteración cuarzo sericita, filica y propilitica conforme se aleja de la silisificación

Figura 1
Plano Geológico - litológico de la Labor subterránea El Calvario.



Fuente: (Elaboración propia, 2020).

3.2. Análisis mineralógico de la veta El Calvario.

Se realizaron muestreos en la zona de estudio, y se obtuvieron los siguientes resultados mostrados en la tabla 1.

Tabla 1

Resultados de laboratorio.

Código de la muestra	Ubicación del muestreo	Ley de oro (gr/tn)	Ley de plata (gr/tn)	% Fierro
M-01010	Muestra superficial	0.24	4.10	6.10
M-01011	Muestra a 50 metros de avance	1.20	10.42	41.84

Fuente: (Elaboración propia, 2020).

El Hierro se encuentra emplazado en la magnetita, dentro de la roca andesita, tal como se muestra en la figura 2 (ver anexo 7. Plano geológico), en donde el imán se impregna en la roca.

La magnetita, es un mineral de origen hidrotermal, emplazado en un yacimiento Pirometasomático.

Figura 2

Extracción de la muestra 1.



Fuente: (Elaboración propia, 2020).

Figura 3

Extracción de las muestras.



Fuente: (Elaboración propia, 2020).

Muestra de roca:

Se han tomado 2 muestras, una porción de roca dentro del área y que se considera representativa, de manera íntegra, de todas las características petrográficas de un cuerpo rocoso. En lo posible colectamos rocas sin meteorizarse. Se determinaron las zonas de interés mediante detección.

Figura 4

Zona de interés con detector de metales.



Fuente: (Elaboración propia, 2020).

3.3. Estudio geomecánico de la veta El Calvario

Se han realizado tres estaciones geomecánicas:

3.3.1. Resistencia a la compresión uniaxial

Tabla 2

Resistencia a la compresión uniaxial.

Estación	Ubicación de la estación	Método de medición	Número de golpes	Rango de resistencia aproximada (MPa)
1	A 30 metros de la bocamina	Con golpes de la picota	2 a 3 golpes con la picota	50 - 100
2	A 50 metros de la bocamina	Con golpes de la picota	2 a 3 golpes con la picota	50 - 100
3	A 70 metros de la bocamina	Con golpes de la picota	2 a 3 golpes con la picota	50 - 100
Resistencia promedio 50 – 100 MPa				

Fuente: (Ortega, 2018).

Se ha extraído las tres muestras de la labor y se realizó las pruebas de resistencia con la picota.

Figura 5

Determinación de la resistencia de la roca.



Fuente: (Elaboración propia, 2020).

Por lo tanto, en promedio se obtuvo una resistencia entre 50 y 100 MPa, clasificándola como una roca resistente.

Tabla 3

Clasificación de la resistencia a la compresión uniaxial.

Clase	Clasificación de la roca según su resistencia	Resistencia a la Compresión (MPa)	Estimación en Terreno de la Resistencia
R6	Extremadamente Resistente	> 250	Golpes de la picota, sólo causan descostramientos en la roca.
R5	Muy Resistente	100 – 250	Un trozo de roca requiere varios golpes de la picota para fracturarse.
R4	Resistente	50 – 100	Un trozo de roca requiere más de un golpe de la picota para fracturarse.
R3	Moderadamente Resistente	25 – 50	Un trozo de roca puede fracturarse con un único golpe de la picota, pero no es posible descostrar la roca con un cortaplumas.
R2	Débil	5 – 25	Un golpe con la punta de la picota deja una indentación superficial.
R1	Muy Débil	1 – 5	La roca se disgrega al ser golpeada con la punta de la picota.
R0	Extremadamente Débil	0.25 – 1	La roca puede ser indentada con la uña del pulgar.

Fuente: (Ortega, 2018).

3.3.2. RQD

Tabla 4
RQD en las estaciones.

Estación	Ubicación de la estación	Método de medición	RQD (%)
1	A 30 metros de la bocamina	RQD lineal	63
2	A 50 metros de la bocamina	RQD lineal	51
3	Fuera de la bocamina	RQD lineal	33
RQD Promedio 49%			

Fuente: (Ortega, 2018).

Por lo tanto, en promedio se obtuvo el RQD de 49%, clasificándola como una roca mala.

Estación 1:

Distancia medida = 10 m

Número de discontinuidades = 34

Figura 6
Conteo de discontinuidades estación 1.



Fuente: (Elaboración propia, 2020).

$$RQD = 100e^{(-0.1\lambda)(0.1\lambda+1)}$$

Donde:

$$\lambda = \frac{N^{\circ} \text{ de discontinuidades}}{\text{distancia (m)}}$$

$$\lambda = \frac{34}{10} = 3.4$$

$$RQD = 100e^{(-0.1 \cdot 3.4)(0.1 \cdot 3.4 + 1)}$$

$$RQD = 100e^{(-0.34)(1.34)}$$

$$RQD = 100e^{(-0.4556)}$$

$$RQD = 100 * 0.63$$

$$RQD = 63\%$$

El resultado del RQD se clasificó mediante la ficha de RMR.

Tabla 5
Determinación del RQD estación 1.

RQD (%)	Calidad de la Roca
100 – 90	Muy Buena
90 – 75	Buena
75 – 50	Regular
50 – 25	Mala
0 – 25	Muy Mala

Fuente: (Ortega, 2018).

Estación 2:

Distancia medida = 10 m

Número de discontinuidades = 46

Figura 7

Conteo de discontinuidades estación 2.



Fuente: (Elaboración propia, 2020).

$$RQD = 100e^{(-0.1\lambda)(0.1\lambda+1)}$$

Donde:

$$\lambda = \frac{N^{\circ} \text{ de discontinuidades}}{\text{distancia (m)}}$$

$$\lambda = \frac{46}{10} = 4.6$$

$$RQD = 100e^{(-0.1*4.6)(0.1*4.6+1)}$$

$$RQD = 100e^{(-0.46)(1.46)}$$

$$RQD = 100e^{(-0.6716)}$$

$$RQD = 100 * 0.51$$

$$RQD = 51\%$$

Tabla 6
Determinación del RQD estación 2.

RQD (%)	Calidad de la Roca
100 – 90	Muy Buena
90 – 75	Buena
75 – 50	Regular
50 – 25	Mala
0 – 25	Muy Mala

Fuente: (Ortega, 2018).

Estación 3:

Distancia medida = 1.8 m Número de discontinuidades = 12

Figura 8
Conteo de discontinuidades estación 3.



Fuente: (Elaboración propia, 2020).

$$RQD = 100e^{(-0.1\lambda)(0.1\lambda+1)}$$

Donde:

$$\lambda = \frac{N^{\circ} \text{ de discontinuidades}}{\text{distancia (m)}}$$

$$\lambda = \frac{12}{1.8} = 6.67$$

$$RQD = 100e^{(-0.1*6.67)(0.1*6.67+1)}$$

$$RQD = 100e^{(-0.667)(1.667)}$$

$$RQD = 100e^{(-1.1119)}$$

$$RQD = 100 * 0.33$$

$$RQD = 33\%$$

Tabla 7
Determinación del RQD estación 2.

RQD (%)	Calidad de la Roca
100 – 90	Muy Buena
90 – 75	Buena
75 – 50	Regular
50 – 25	Mala
0 – 25	Muy Mala

Fuente: (Ortega, 2018).

3.3.3. Espaciado de las discontinuidades

Las discontinuidades fueron medidas en un tramo de 10 metros, sin embargo, no todas se encontraron de forma paralelas sino también perpendiculares, las discontinuidades se encontraban espaciadas de la siguiente manera:

Tabla 8
Espaciado entre discontinuidades estación 1.

Fractura	Espaciado	Espaciamiento (cm)
1-2	E1	23
2-3	E2	18
3-4	E3	31
4-5	E4	26
5-6	E5	8
6-7	E6	10
7-8	E7	11
8-9	E8	12
9-10	E9	15
10-11	E10	21
11-12	E11	26
12-13	E12	34
13-14	E13	56
14-15	E14	42
15-16	E15	31
16-17	E16	24

17-18	E17	18
18-19	E18	22
19-20	E19	36
20-21	E20	44
21-22	E21	18
22-23	E22	11
23-24	E23	37
24-25	E24	9
25-26	E25	23
26-27	E26	15
27-28	E27	10
28-29	E28	8
29-30	E29	11
30-31	E30	15
31-32	E31	19
32-33	E32	21
33-34	E33	20
Promedio		21.97

Fuente: (Elaboración propia, 2020).

Figura 9
Medición del espaciamiento en estación 1.



Fuente: (Elaboración propia, 2020).

El promedio del espaciado en la estación 1 es 21.97 cm.

Tabla 9
Espaciado entre discontinuidades estación 2.

Fractura	Espaciado	Espaciamiento (cm)
1-2	E1	30
2-3	E2	10
3-4	E3	9
4-5	E4	33
5-6	E5	8
6-7	E6	18
7-8	E7	38
8-9	E8	29
9-10	E9	5
10-11	E10	18
11-12	E11	11
12-13	E12	21
13-14	E13	8
14-15	E14	9
15-16	E15	4
16-17	E16	10
17-18	E17	6
18-19	E18	22
19-20	E19	36
20-21	E20	44
21-22	E21	18
22-23	E22	11
23-24	E23	37
24-25	E24	9
25-26	E25	23
26-27	E26	15
27-28	E27	10
28-29	E28	8
29-30	E29	11
30-31	E30	15
31-32	E31	19
32-33	E32	21
33-34	E33	20
34-35	E34	22
35-36	E35	36
36-37	E36	44
37-38	E37	18
38-39	E38	11
40-41	E39	37
41-42	E40	9
42-43	E41	15
43-44	E42	22
44-45	E44	23
45-46	E45	28
Promedio		19.34

Fuente: (Elaboración propia, 2020).

Figura 10
Medición del espaciamiento en estación 2.



Fuente: (Elaboración propia, 2020).

El promedio del espaciado en la estación 2 es 19.34 cm.

Tabla 10
Espaciado entre discontinuidades estación 3.

Fractura	Espaciado	Espaciamiento (cm)
1-2	E1	22
2-3	E2	18
3-4	E3	11
4-5	E4	27
5-6	E5	45
6-7	E6	54
7-8	E7	9
8-9	E8	15
9-10	E9	22
10-11	E10	14
11-12	E11	23
Promedio		23.64

Fuente: (Elaboración propia, 2020).

Figura 11
Medición del espaciamiento en estación 3.



Fuente: (Elaboración propia, 2020).

El promedio del espaciado en la estación 3 es 23.64 cm.

Tabla 11
Espaciado de las discontinuidades en las estaciones.

Estación	Ubicación de la estación	Método de medición	Espaciado (cm)
1	A 30 metros de la bocamina	Medición entre fractura y fractura	21.97
2	A 50 metros de la bocamina	Medición entre fractura y fractura	19.34
3	Fuera de la bocamina	Medición entre fractura y fractura	23.64
Espaciado Promedio 21.65 cm			

Fuente: (Elaboración propia, 2020).

Tabla 12
Descripción del espaciado.

Descripción	Espaciado	
	Mm	Cm
Extremadamente cerrado	< 20	< 2cm
Muy cerrado	20 – 60	2cm – 6cm
Cerrado	60 – 200	6cm – 20cm
Moderado	200 – 600	20cm – 60cm
Espaciado	600 – 2000	60cm - 2m
Muy espaciado	2000 – 6000	2m - 6m

Extremadamente espaciado > 600 > 6m

Fuente: (Ortega, 2018).

3.3.4. Condición de las discontinuidades:

Para describir la condición de las discontinuidades se tendrá en cuenta la siguiente tabla:

- Longitud de las discontinuidades

Tabla 13
Persistencia de las discontinuidades en la estación 1.

Fractura	Persistencia (m)
1	0.70
2	0.53
3	0.71
4	1.20
5	1.28
6	2.48
7	1.20
8	1.15
9	0.36
10	2.31
11	1.15
12	3.00
13	1.30
14	2.20
15	1.72
16	0.57
17	0.77
18	0.54
19	1.51
20	0.45
21	0.79
22	0.23
23	0.54
24	0.57
25	0.36
26	0.84
27	0.64
28	0.32
29	0.15
30	0.64
31	0.74
32	0.57
33	0.64
34	0.38

Promedio 0.957
Fuente: (Elaboración propia, 2020).

El promedio de la persistencia en la estación 1 es 0.957 m.

Figura 12
Medición de persistencia en estación 1.



Fuente: (Elaboración propia, 2020).

Tabla 14
Espaciado entre discontinuidades estación 2.

Fractura	Persistencia (m)
1	0.11
2	0.26
3	0.19
4	0.49
5	0.57

6	0.32
7	0.11
8	0.15
9	0.32
10	0.17
11	0.29
12	0.43
13	0.36
14	0.42
15	0.48
16	0.118
17	0.26
18	0.29
19	0.45
20	0.67
21	0.68
22	0.35
23	0.57
24	0.68
25	0.18
26	0.35
27	0.54
28	0.50
29	0.87
30	0.64
31	0.18
32	0.64
33	0.60
34	0.57
35	0.74
36	0.84
37	0.95
38	1.12
39	0.36
40	0.47
41	0.65
42	0.39
43	0.78
44	0.63
45	0.57
46	0.68

Promedio: 0.478 m

Fuente: (Elaboración propia, 2020).

Figura 13
Persistencia en estación 2.



Fuente: (Elaboración propia, 2020).

El promedio de la persistencia en la estación 2 es 0.478 cm.

Tabla 15
Persistencia en las discontinuidades estación 3.

Fractura	Persistencia (m)
1	0.20
2	0.85
3	1.10
4	0.48
5	0.80
6	0.90
7	9.10
8	1.70
9	0.85
10	0.42
11	2.0
12	0.80
Promedio 1.6	

Fuente: (Elaboración propia, 2020).

Figura 14
Persistencia en estación 3.



Fuente: (Elaboración propia, 2020).

El promedio de la persistencia en la estación 3 es 1.6 m.

De acuerdo a estos resultados, se clasificó la persistencia en la siguiente tabla.

Tabla 16
Persistencia de las discontinuidades en las estaciones.

Estación	Ubicación de la estación	Método de medición	Persistencia (m)
1	A 30 metros de la bocamina	Medición con wincha	0.957
2	A 50 metros de la bocamina	Medición con wincha	0.478
3	A 70 metros de la bocamina	Medición con wincha	1.60
Persistencia Promedio 1.01 m			

Fuente: (Elaboración propia, 2020).

Tabla 17

Descripción de persistencia.

Descripción de Persistencia	
Persistencia	Longitud (m)
Muy Baja Persistencia	< 1
Baja Persistencia	1 – 3
Persistencia Media	3 – 10
Alta Persistencia	10 – 20
Muy Alta Persistencia	> 20

Fuente: (Ortega, 2018).

- Abertura

En las tres estaciones la abertura se encontró parcialmente abierta y se clasificó con la siguiente tabla.

Tabla 18

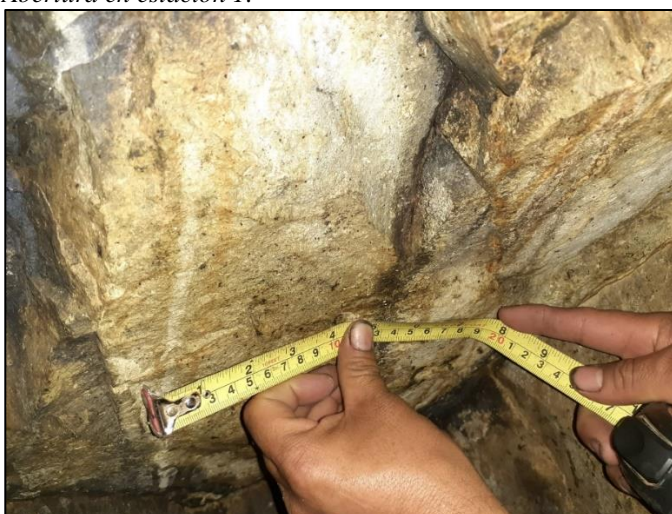
Abertura de las discontinuidades para estación 1.

Descripción de la Abertura	
Descripción	Abertura
Muy Cerrada	Ninguna
Cerrada	< 0.1 mm
Parcialmente Abierta	0.1 – 1.0 mm
Abierta	1 – 5 mm
Muy Abierta	> 5 mm

Fuente: (Ortega, 2018).

Figura 15

Abertura en estación 1.



Fuente: (Elaboración propia, 2020).

Tabla 19

Abertura de las discontinuidades para estación 2.

Descripción de la Abertura	
Descripción	Abertura
Muy Cerrada	Ninguna
Cerrada	< 0.1 mm
Parcialmente Abierta	0.1 – 1.0 mm
Abierta	1 – 5 mm
Muy Abierta	> 5 mm

Fuente: (Ortega, 2018).

Figura 16

Abertura en estación 2.



Fuente: (Elaboración propia, 2020).

Tabla 20

Abertura de las discontinuidades para estación 2.

Descripción de la Abertura	
Descripción	Abertura
Muy Cerrada	Ninguna
Cerrada	< 0.1 mm
Parcialmente Abierta	0.1 – 1.0 mm
Abierta	1 – 5 mm
Muy Abierta	> 5 mm

Fuente: (Ortega, 2018).

Figura 17
Abertura en estación 3.



Fuente: (Elaboración propia, 2020).

- **Rugosidad**

Las discontinuidades presentan una superficie rugosa, en la foto se puede ver claramente.

Figura 18
Rugosidad de la roca.



Fuente: (Elaboración propia, 2020).

Tabla 21:
Clasificación de la rugosidad.

Rugosidad
Muy Rugosa
Rugosa
Ligeramente Rugosa
Ondulada
Lisa

Fuente: (Ortega, 2018).

- **Relleno**

El relleno de las juntas presenta; roca triturada, arcilla dura o calcita secundaria cristalizada; y son menores a 5mm.

Tabla 22
Relleno de las discontinuidades.

Grado	Descripción	Estimación en Terreno de la Resistencia
S1	Arcilla muy blanda	Penetra fácilmente varias pulgadas con el puño.
S2	Arcilla blanda	Penetra fácilmente varias pulgadas con el dedo.
S3	Arcilla semidura	Penetra fácilmente varias pulgadas con el dedo, usando esfuerzo moderado.
S4	Arcilla dura	Deja fácilmente hendidura fácilmente hendidura por la acción del dedo pulgar, pero penetra solamente con gran usando esfuerzo moderado.
S5	Arcilla muy dura	Mallada fácilmente por la uña del pulgar.
S6	Arcilla extremadamente dura	Mallada con dificultad por la uña del pulgar.
R0	Extremadamente Débil	Mallada por la uña del pulgar.

PUNTAJE 4

- **Meteorización**

Las rocas presentes en esta labor, presentan una meteorización leve.

Tabla 23
Meteorización de las discontinuidades.

Término	Descripción
Fresco	No hay señales visibles de meteorización. Si acaso una tenue decoloración en superficies de discontinuidades más desarrolladas.
Levemente meteorizado	Decoloración indica meteorización de la roca intacta y superficies de discontinuidad. La roca puede estar algo más débil externamente que en condición fresca.
Moderadamente meteorizado	Menos de la mitad de la roca está descompuesta y/o desintegrada a suelo. La roca puede estar fresca o descompuesta y/o desintegrada a suelo.
Altamente meteorizado	Más de mitad de la roca está descompuesta y/o desintegrado. La estructura del macizo
Completamente meteorizado	Todo el material rocoso está descompuesto y/o desintegrado. La estructura del macizo original está prácticamente intacta.
Suelo residual	Todo el material rocoso está descompuesta o desintegrada a suelo. La estructura del macizo original y su textura ha sido destruida. Hay un gran cambio de volumen, pero el suelo no ha sido transportado.

PUNTAJE: 5

Fuente: (Ortega, 2018).

Figura 19
Meteorización de la roca.



Fuente: (Elaboración propia, 2020).

Tabla 24

Valoración de descripción de las discontinuidades.

Guías para la Clasificación según las condiciones de las discontinuidades					
Longitud (persistencia)	<1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	>20 m
Puntaje	6	4	2	1	0
Separación (Abertura)	Ninguna	<0.1 mm	0.1-1.0mm	1-5 mm	>5 mm
Puntaje	6	5	4	1	0
Rugosidad	Muy Rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Lisa	Pulida
Puntaje	6	5	3	1	0
Relleno	Ninguno	Duro<5mm	Duro>5mm	Blando<5mm	Blando>5mm
Puntaje	6	4	2	2	0
Meteorización	Inalterada	Ligeramente Meteorizada.	Moderadamente Meteorizada.	Altamente Meteorizada.	Descompuesta
Puntaje	6	5	4	1	0

Fuente: (Ortega, 2018).

La condición de las discontinuidades para las tres estaciones alcanza un puntaje de 20.

3.3.5. Agua Subterránea:

Dentro de las labores no se encuentra flujo de aguas subterráneas, tal como se muestra en la foto siguiente y en la clasificación de la tabla

Tabla 25

Presencia de agua.

DESCRIPCIÓN	RANGO
Completamente Seco	15
Semi Húmedo	10
Húmedo	7
Mojado	4
Flujo de Agua	0

Fuente: (Ortega, 2018).

Figura 20

Estado de la roca dentro de la labor.



Fuente: (Elaboración propia, 2020).

Con todos estos datos se elaboró la tabla de cálculo del RMR, en las tres estaciones teniendo como promedio una roca de buena calidad.

Tabla 26
Cálculo del RMR para el macizo rocoso.

1	Resistencia de la matriz rocosa (MPa)	Ensayo de carga puntual	>10	10-4	4-2	2-1	Compresión Simple (MPa)		
		Compresión simple	>250	250-100	100-50	50-25	25-5	5-1	<1
	Puntuación		15	12	7	4	2	1	0
2	RQD		90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	<25%		
	Puntuación		20	17	13	6	5		
3	Separación entre diaclasas		>2m	0.6-2m	0.2-0.6m	0.06-0.2m	<0.06m		
	Puntuación		20	15	10	8	5		
4	Estado de las discontinuidades	Longitud de la discontinuidad	<1m	1-3m	3-10m	10-20m	>20m		
		Puntuación	6	4	2	1	0		
		Abertura	Nada	<0.1 mm	0.1-1.0 mm	1-5mm	>5mm		
		Puntuación	6	5	4	1	0		
		Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Ondulada	Suave		
		Puntuación	6	5	3	1	0		
		Relleno	Ninguno	Relleno duro <5mm	Relleno duro >5mm	Relleno blando <5mm	Relleno blando >5mm		
		Puntuación	6	4	2	2	0		
		Alteración	Inalterada	Ligeramente alterada	Moderadamente alterada	Muy alterada	Descompuesta		
		Puntuación	6	5	3	1	0		
5	Agua freática	Caudal por 10m de túnel	Nulo	<10litros/min	10-25 litros/min	25-125 litros/min	>125 litros/min		
		Relación de agua / Tensión principal mayor	0	0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5		
		Estado general	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Agua fluyendo		
		Puntuación	15	10	7	4	0		

Fuente: (Ortega, 2018).

La clasificación final del macizo rocoso según el RMR será de “Bueno” con una puntuación de 67:

Tabla 27
Clasificación RMR para el macizo rocoso.

RMR	Descripción
0 – 20	Muy pobre
21 – 40	Pobre
41 – 60	Regular
61 – 80	Bueno
81 – 100	Muy bueno

Fuente: (Ortega, 2018).

3.4. Sostenimiento adecuado

Una forma de corte y relleno sería el más apropiado método para la extracción subterránea de los cuerpos de El Potrero.

El método propuesto para las dos zonas mineralizadas por debajo del foso abierto de El Potrero a 1238 msnm y a 1709 msnm es corte longitudinal y relleno. Los siguientes criterios de diseño fueron dados a AMEC Medio Ambiente e Infraestructura como base del estudio:

No hay pilares a considerar, a excepción de un pilar de la corona entre el metro los trabajos y el hoyo abierto. Se puede considerar la posibilidad de recuperar el mineral contenido, dentro de ella, utilizando métodos subterráneos o de tajo abierto.

La mineralización y la gravedad específica de los desechos son 2,48 t/m³ y 2,53 t/m³, respectivamente.

La principal vía de acceso se aproxima al yacimiento desde el norte; su gradiente es +1.5% y sus dimensiones (máximas) son 5,5 m (anchura) x 4,0 m (altura). El gradiente de la rampa de servicio (que se colocará dentro de la pared del pie) es +15% y las dimensiones son 4,0 m x 4,0 m (ancho x alto).

Los travesaños de acceso a la plataforma, que emanan de la rampa de servicio, tienen 65 m de longitud y tienen gradientes que oscilan entre -15% y +15% para permitir el corte de cinco cortes por subnivel, sus dimensiones son 4,0 m x 4,0 m. Las dimensiones de la unidad de diámetro interior de la huelga son 4.0 m x 4.0 m (ancho x alto).

Existen dos cuerpos subterráneos en El Potrero, uno situado inmediatamente debajo de la labor propuesta y el otro al oeste del área de la labor (ver Figura 22 y Figura 23), mientras que el pit está planeado para mina el ápice y la extremidad norte del

anticlinal, la mina subterránea miembro sur, la porción superior de la extremidad sur se hunde entre 45° y 55° hacia el sur, inclinación a $65^\circ - 85^\circ$ con profundidad. Cortes de grado económico en el grado variable mineral, lo que resulta en restos no minados (que es otra consideración en la elección del método minero).

En base a los resultados del mapeo geológico de superficie de la franja involucrada por el alineamiento de la veta, complementado con la información geomecánica, se ha elaborado un Modelo Geológico - Geotécnico que se espera encontrar durante la explotación de la veta El Calvario. En la elaboración de este modelo se ha aplicado las clasificaciones geomecánicas de macizos rocosos. En base a estas clasificaciones se ha estimado los tipos de calidad del macizo rocoso que atravesará la labor. Los tipos de sostenimiento que se establecieron fueron bajo los resultados ya antes mencionados.

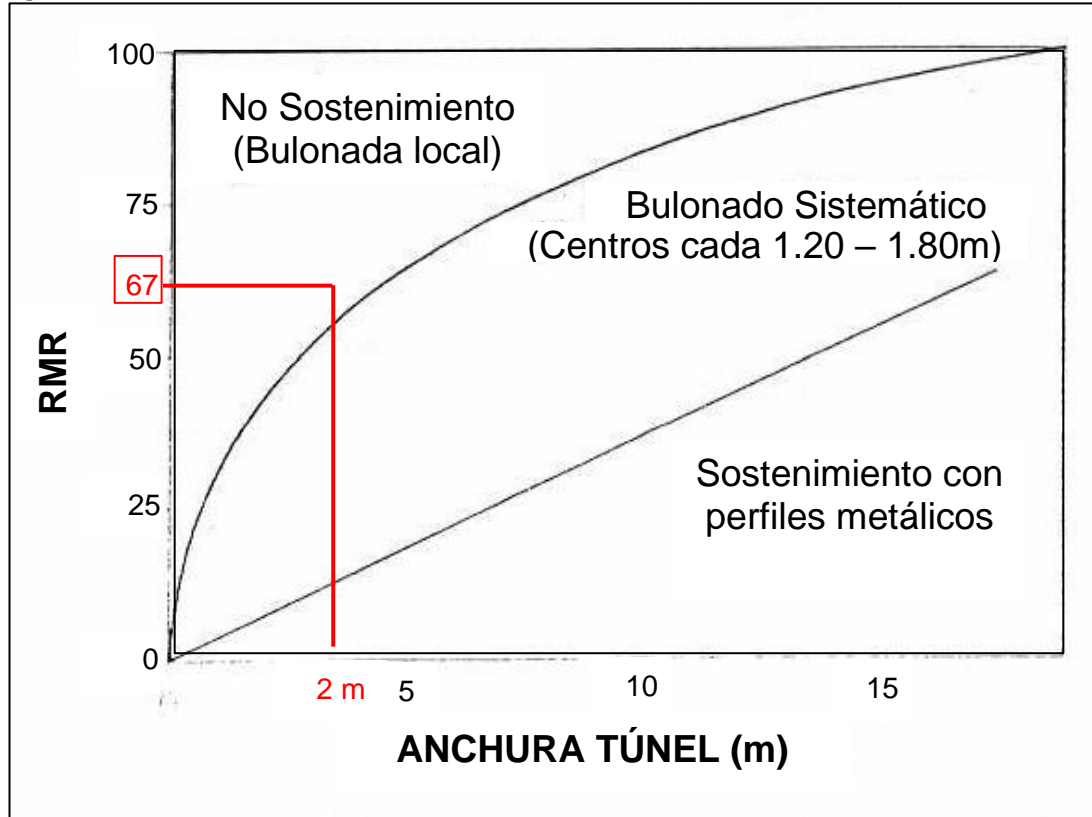
Los resultados de evaluación geomecánica indican una roca de calidad Regular, soportando una cobertura de roca en un espesor de 0.98m y una presión sobre el techo de la labor correspondiente a 2.24 Tn/m².

Actualmente esta labor tiene sostenimiento de madera deteriorado, por ello para mejorar la seguridad es necesario aplicar otro tipo de sostenimiento.

A partir de la definición del RMR propuesto por Merrit (1972), se propone una clasificación de la calidad de la roca en 5 categorías. La definición de RMR y la propuesta de Merrit (1972) para decidir el tipo de sostenimiento.

Figura 21

Tipo de sostenimiento en Labor El Potrero.



Fuente: Merrit, (1972).

De acuerdo a la figura 21, el sostenimiento en mina El Potrero no necesita sostenimiento, debido a la anchura de la labor.

Se tiene una inclinación $>$ a 20° en las discontinuidades paralelas a la obra.

Tabla 28

Excavación de acuerdo a rumbo y buzamiento.

Inclinación $>$ 20°		Inclinación $>$ 20°		Inclinación \leq 20°	
Excavación con el buzamiento		Excavación contra el buzamiento		Rumbo de las discontinuidades: Paralelo a la obra	Rumbo y buzamiento de las discontinuidades: Cualquiera
Incl. $45^\circ - 90^\circ$	Incl. $20^\circ - 45^\circ$	Incl. $45^\circ - 90^\circ$	Incl. $20^\circ - 45^\circ$	Incl. $45^\circ - 90^\circ$	Incl. $20^\circ - 45^\circ$
Muy Favorable	Favorable	Media o Regular	Desfavorable	Muy Favorable	Media o Regular

Fuente: Bienawski, 1989.

3.5. Geometría del yacimiento

a. Potencia de la veta

La potencia de la veta se ha tomado in situ en tres puntos a lo largo de la labor subterránea tal como se muestra en la tabla 24:

Tabla 29

Potencia de la veta.

Punto	Potencia (m)
1	0.80
2	1.10
3	0.90
Promedio	0.93

Fuente: (Elaboración propia, 2020).

Figura 22

Medición de la veta aflorante.



Fuente: (Elaboración propia, 2020).

Figura 23

Medición de la veta al interior mina.



Fuente: (Elaboración propia, 2020).

b. Rumbo y Buzamiento de la veta

Para la toma de rumbo y buzamiento de la veta se ha tomado in situ con la ayuda de la brújula y se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla 25:

Tabla 30

Rumbo y Buzamiento de la veta.

Punto	Rumbo	Buzamiento	Dirección del Buzamiento
1	N25°E	72°	N285°W
2	N28°E	76°	N283°W
3	N26°E	74°	N287°W
Promedio	N26°E	74°	N285°W

Fuente: (Elaboración propia, 2020).

Figura 24

Toma de rumbo y buzamiento de la veta.



Fuente: (Elaboración propia, 2020).

3.6. Selección del método

3.6.1. Elección del método mediante análisis numérico

Para la elección del método de explotación se utilizaron las siguientes tablas de clasificación propuestas por Llanque Maquera, et al., (1999).

Tabla 31

Parámetros de clasificación numérica por geometría del yacimiento y distribución de leyes.

1. FORMA	
<input type="checkbox"/>	Equidimensional o masivo: Todas las dimensiones son similares en cualquier dirección.
<input type="checkbox"/>	Tabular: Dos de las dimensiones son mucho mayor que la tercera.
<input type="checkbox"/>	Irregular: Las dimensiones varían a distancias muy pequeñas.
2. POTENCIA DEL YACIMIENTO	
<input type="checkbox"/>	Estrecha: < a 10 m
<input type="checkbox"/>	Intermedia: 10 – 30 m
<input type="checkbox"/>	Potente: 30 – 100 m
<input type="checkbox"/>	Muy potente: > a 100 m
3. INCLINACIÓN	
<input type="checkbox"/>	Echado: < a 20°
<input type="checkbox"/>	Intermedio: 20 – 55°

Inclinado: > a 55°

4. PROFUNDIDAD DESDE LA SUPERFICIE

Pequeña: < a 150 m

Intermedia: 150 – 600 m

Alta: > a 600 m

5. DISTRIBUCIÓN DE LEYES

Uniforme: La ley del yacimiento se mantiene prácticamente constante en cualquier punto del yacimiento mineralizado.

Graduado o diseminado: Las leyes tienen una distribución zonal, identificándose cambios graduales de un punto a otro.

Errático: No existe una relación entre las leyes, ya que estas cambian radicalmente de un punto a otro en distancias muy pequeñas.

Fuente: Llanque *et al.*, (1999).

Asimismo, estas características se contrastaron con la clasificación geomecánica detallada anteriormente.

Tabla 32

Parámetros de evaluación geomecánica.

1. RESISTENCIA DE LA MATRIZ ROCOSA

Resistencia a compresión simple (MPa)

Pequeña : < a 8

Mediana : 8 – 15

Alta : > a 15

2. ESPACIAMIENTO ENTRE FRACTURAS

	Fracturas/m	RQD (%)
<input type="checkbox"/> Muy pequeño	<16	0 – 20
<input type="checkbox"/> Pequeño	10 - 16	20 – 40
<input type="checkbox"/> Grande	3 - 6	40 – 70
<input type="checkbox"/> Muy grande	3	70 – 100

3. RESISTENCIA DE LAS DISCONTINUIDADES

Pequeña: Discontinuidades limpias con una superficie suave o con material de relleno blando.

Media: Discontinuidades limpias con una superficie rugosa.

Grande: Discontinuidades rellenas con un material de resistencia igual o mayor que roca intacta.

Fuente: Llanque *et al.*, (1999).

Con las dos tablas anteriores se pudo clasificar el método de explotación tal como se muestra en las tablas siguientes:

Tabla 33
Clasificación de los métodos atendiendo a las características geomecánicas - caja piso.

Método de Explotación	Resistencia de las rocas			Espaciamiento entre fracturas			Resistencia de las discontinuidades			
	P	M	A	MP	P	G	MG	P	M	G
Cielo abierto	3	4	4	2	3	4	4	2	3	4
Hundimiento por bloques	2	3	3	1	3	3	3	1	3	3
Cámaras por subnivel	0	2	4	0	0	2	4	0	1	4
Hundimiento por subniveles	0	2	4	0	1	3	4	0	2	4
Tajeo largo	2	3	3	1	2	4	3	1	3	3
Cámaras y pilares	0	2	4	0	1	3	3	0	3	3
Cámaras almacén	2	3	3	2	3	3	2	2	2	3
Corte y relleno	4	2	2	4	4	2	2	4	4	2
Entibación con marcos	4	2	2	4	4	2	2	4	4	2

P : Pequeña
 M : Media
 A : Alta

MP : Muy pequeña
 P : Pequeña
 G : Grande
 MG : Muy Grande

P : Pequeña
 M : Media
 G : Grande

Fuente: Llanque Maquera, et al., (1999, pág. 36)

Tabla 33

Clasificación del método de explotación por geometría del yacimiento y leyes.

Geometría y distribución de leyes	Parámetros	Cielo abierto	Hundimiento por bloques	Cámaras por subnivel	Hundimiento por subniveles	Tajeo largo	Cámaras y pilares	Cámaras almacén	Corte y relleno	Entibación con marcos
Forma del yacimiento	Tabular	2	2	2	4	0	4	2	4	2
Potencia del mineral	Estrecho	2	-49	1	-49	4	4	1	4	4
Inclinación	Inclinado	4	4	4	4	-49	0	4	4	3
Distribución de leyes	Uniforme	3	4	3	4	4	3	3	3	3
TOTAL		11	-39	10	-37	-41	11	10	15	12

Fuente: Llanque Maquera, et al., (1999, pág. 36)

De acuerdo a la tabla 33, se determina que el método más óptimo para emplear en la concesión El Potrero es Corte y Relleno, pero se va a corroborar con la tabla 34.

Tabla 34

Clasificación del método de explotación por características geomecánicas.

Características geomecánicas	Parámetros	Cielo abierto	Hundimiento por bloques	Cámaras por subnivel	Hundimiento por subniveles	Tajeo largo	Cámaras y pilares	Cámaras almacén	Corte y relleno	Entibación con marcos
Resistencia de las rocas	Alta	4	1	4	1	0	4	1	2	2
Espaciamiento entre fracturas	Muy Grande	4	3	2	3	4	3	3	2	2
Resistencia de las discontinuidades	Media	4	3	4	4	3	3	3	2	2
TOTAL		12	7	10	8	7	10	7	6	6

Con los valores de estas dos tablas se sumaron en la tabla 35, para determinar cuál es el método más adecuado de acuerdo al mayor puntaje:

Tabla 35
Determinación del método de explotación por sumatoria.

Clasificación	Cielo abierto	Hundimiento por bloques	Cámaras por subnivel	Hundimiento por Subniveles	Tajeo largo	Cámaras y pilares	Cámaras almacén	Corte y relleno	Entibación con marcos
Geometría y distribución de leyes	11	-39	10	-37	-41	11	10	15	12
Características geomecánicas	12	7	10	8	7	10	7	6	6
TOTAL	23	-32	20	-29	-34	21	17	21	18

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

En la presente investigación se ha determinado el RMR mediante la clasificación de Bienawski (1989), sin embargo, existen otras clasificaciones como la de Barton (1993) y de Laubscher (1984), se eligió la de Bienawski porque en diversos antecedentes teóricos se ha corroborado su eficiencia para calcular el RMR.

Uno de los estudios que guarda relación con esta tesis es la de Ortega (2018) quien realizó el estudio geomecánico para el diseño del túnel principal de la mina Polveros, a diferencia de la presente tesis, en el antecedente se pudo realizar la representación estereográfica de los planos y los polos predominantes en el macizo rocoso, no se utilizó el RMR pero sí se pudo obtener el RQD (Rock Quality Designation).

Sin embargo, Cuadros (2015) en su tesis realizó la clasificación geomecánica de Bieniawski, al igual que en esta tesis, pero en el antecedente se ha complementado con la clasificación GSI, que considera el grado de fracturamiento y el tipo de sostenimiento. Al igual que en esta tesis, es el estudio geomecánico quien define el método de explotación.

Guerrero (2017) en su tesis realizó el mapeo geomecánico, lo cual permitió a determinar el tipo de sostenimiento y predecir el terreno adecuado, determinando así la estabilidad de las labores en los diferentes cortes y avances. Sin embargo, en la presente tesis se utilizó para determinar el método de explotación.

La limitación sobre esta investigación se basa en la falta de aplicación de estudios topográficos, uso de software para la aplicación en las labores mineras.

4.2. Conclusiones

- El estudio geomecánico de la veta el calvario determina que el método de explotación de la labor subterránea El Calvario es corte y relleno.
- La mineralización predominante en la veta El Calvario, se realizó mediante el método de fundición y copelación y absorción atómica, en el laboratorio Polimetals S.A.; se determinó que el Fierro tiene ley de 41.84% al interior de mina, por lo tanto, la mina va a extraer Fierro. El Hierro se encuentra emplazado en la magnetita, dentro de la roca andesita, emplazado en un yacimiento Pirometasomático.
- Se analizaron tres estaciones geomecánicas ubicadas a lo largo de la labor subterránea, en donde se caracteriza una roca con resistencia que varía desde 50 a 100 MPa, el RQD es 49% calificándola como una roca mala, el macizo rocoso tiene un promedio de 67% de RMR, clasificándola como una roca buena.
- Las características geométricas de la veta El Calvario es que tiene una potencia promedio de 0.93 cm en promedio, el rumbo promedio es N26E, el buzamiento 74°, y la dirección del buzamiento es N285W.
- De acuerdo a las condiciones geométricas se determinó que el método más óptimo es el corte y relleno, asimismo se tomó en consideración los antecedentes de algunos autores.

REFERENCIAS

- Aguilar, J. (2013). Caracterización Geotécnica y Estructural de la Rampa de Exploración y del Túnel de Drenaje, Mina Chuquicamata. *Memoria para optar el Título de Ingeniero Geólogo*. Santiago, Chile: Universidad de Chile. Obtenido de http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2013/aguilar_j/sources/aguilar_j.pdf
- Chapilliquen, V. (2017). Caracterización geotécnica del suelo y roca para el diseño de pozas sedimentadoras en la zona de Ciénega Norte – Tantauatay, Cajamarca. (*Tesis de pregrado*). Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1536/TESIS%20PROFESIONAL%20100%25_CHAPILLIQUEN%20CELIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cuadros, G. (2015). Evaluación geomecánica para el cambio de método de Open Stopping a corte y relleno ascendente convencional en la veta Atahualpa-Lola de la Mina Poderosa. (*tesis de pregrado*). Ayacucho, Perú: Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Obtenido de http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/998/Tesis%20MN748_Cuadros.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Guerrero, C. (2017). Geomecánica para la selección del método de explotación de la veta Almiranta de la Compañía Minera Quiruvilca S.A. – 2017. (*tesis de pregrado*). Huaráz, Perú: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Obtenido de http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2027/T033_46421644_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- López, E. (2016). Estudio Geotécnico y Diseño del Talud Final de una Mina a Cielo Abierto Aplicando Modelos Numéricos. *Tesis Profesional para Optar el Título Profesional*

de *Ingeniero de Minas*. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Obtenido de cybertesis.unmsm.edu.pe/xmlui/handle/cybertesis

Maruri, J. (2015). Estudio Geotécnico de un Terreno Colapsado en la Zona Sub-Urbana al NW de la Capital del Estado de Hidalgo. *Trabajo Escrito para Obtener el Título Profesional de Ingeniero Geólogo*. Distrito Federal, México: Universidad Nacional Autónoma de México. Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100>.

Ortega, J. (2018). Estudio geotécnico y geomecánico para el diseño del túnel principal de la mina Polveros, Empresa Green Mine Ltda, Maripí – Boyacá, Colombia. (*tesis de maestría*). Huancavelica, Perú: Universidad Nacional de Huancavelica. Obtenido de <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2537>

Quispe, Y. (2012). Comportamiento de Roca Blanda en un Túnel de Exploración Diseñado con el Sistema Q en la Mina La Granja. *Tesis de Maestría con Mención en Ingeniería Geotécnica*. Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1245/1/quispe>.

Sáez, M. (2014). Caracterización Estructural y Geotécnica de los Niveles Superiores de la Mina Este del Yacimiento Los Pelambres. *Memoria para obtener el Título de Ingeniero Geólogo*. Santiago, Chile: Universidad Nacional de Chile. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/103436>.

Toro, D. (2014). Evaluación de la Inestabilidad de Taludes en la Carretera Las Pirias- Cruce Lambayeque, San Ignacio. *Tesis Profesional para Optar Título profesional de Ingeniero Civil*. Jaén, Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC.

Urquiza, H. (2013). Geología y Estratigrafía del Cuaternario y Zonificación Geotécnica-Sísmica del Área Urbana de Arequipa. *Tesis Profesional para Optar el Título de Ingeniero Geólogo*. Arequipa, Perú: Universidad Nacional San Agustín. Obtenido de http://bvpad.indec.gov.pe/doc/estudios_CS/Region_Arequipa/arequipa.

ANEXOS


ANEXO n.º 1. Ficha de observación de características de la labor El Calvario.

Coordenadas de la labor		Departamento	Provincia	Distrito
Norte	Este			
Tipo de roca				
Minerales presentes				
Cantidad de familias de discontinuidades				
Presencia de fallas				
Descripción de la labor subterránea:				

ANEXO n.º 2. Fichas de caracterización geomecánica de la labor El Calvario.

1	Resistencia de la matriz rocosa (MPa)	Ensayo de carga puntual	>10	10-4	4-2	2-1	Compresión Simple (MPa)		
		Compresión simple	>250	250-100	100-50	50-25	25-5	5-1	<1
		Puntuación	15	12	7	4	2	1	0
2	RQD		90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	<25%		
		Puntuación	20	17	13	6	5		
3	Separación entre diaclasas		>2m	0.6-2m	0.2-0.6m	0.06-0.2m	<0.06m		
		Puntuación	20	15	10	8	5		
4	Estado de las discontinuidades	Longitud de la discontinuidad	<1m	1-3m	3-10m	10-20m	>20m		
		Puntuación	6	4	2	1	0		
		Abertura	Nada	<0.1 mm	0.1-1.0 mm	1-5mm	>5mm		
		Puntuación	6	5	4	1	0		
		Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Ondulada	Suave		
		Puntuación	6	5	3	1	0		
		Relleno	Ninguno	Relleno duro <5mm	Relleno duro >5mm	Relleno blando <5mm	Relleno blando >5mm		
		Puntuación	6	4	2	2	0		
		Alteración	Inalterada	Ligeramente alterada	Moderadamente alterada	Muy alterada	Descompuesta		
		Puntuación	6	5	3	1	0		
5	Agua freática	Caudal por 10m de túnel	Nulo	<10litros/min	10-25 litros/min	25-125 litros/min	>125 litros/min		
		Relación de agua / Tensión principal mayor	0	0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5		
		Estado general	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Agua fluyendo		
		Puntuación	15	10	7	4	0		

ANEXO n.º 3. Ensayos de laboratorio químico.




LABORATORIO QUIMICO METALURGICO
Análisis de Minerales Metálicos y No Metálicos

INFORME DE ENSAYE N° 110419-0001

CLIENTE	: Edwin Lopez
PRODUCTO	: MINERAL
ASUNTO	: Análisis de Oro Plata y Fierro en Mineral
MÉTODO ANALÍTICO	: Fundición y Copelación- Digestión Multiácida-ICP
CANTIDAD DE MUESTRAS	: 01
PROCEDENCIA	: CAJAMARCA
FECHA DE RECEPCION	: 10/04/2019
FECHA DE ANALISIS	: 10/04/2019
FECHA DE ENTREGA	: 11/04/2019

Código Muestra	Ley de Oro (gr/tn)	Ley de Plata (gr/tn)	% Fierro
M-01010	0.24	4.10	6.10

Trujillo, 11 de abril de 2019



JUAN ANTONIO RUIZ CASTILLO
ING. QUIMICO
R. C. N° 186270

Se informa a cualquier persona que tenga en su poder este documento, que el contenido del mismo refleja los hallazgos del cliente, solo al momento de intervención y dentro de los límites de las instrucciones del cliente, cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados al máximo de la ley.

Mz. D Lote 04- Urb. Monserrate
- 977749591

Celular RPC 991739253

Polimetals.lab.informes@gmail.com

Trujillo - Perú



LABORATORIO QUIMICO METALURGICO
Análisis de Minerales Metálicos y No Metálicos

INFORME DE ENSAYE N° 080519-0001

CLIENTE : EDWIN LOPEZ AGUILAR
PRODUCTO : MINERAL
ASUNTO : Análisis de Oro Plata Cobre y Hierro en Mineral
MÉTODO ANALÍTICO : Fundición y Copelación –Absorción Atómica
CANTIDAD DE MUESTRAS : 01
PROCEDENCIA : LA LIBERTAD
FECHA DE RECEPCION : 07/05/19
FECHA DE ANALISIS : 08/05/19
FECHA DE ENTREGA : 08/05/19

Código Muestra	Ley de Oro (gr/tn)	Ley de Plata (gr/tn)	%Cu	%Fe ₃ O ₄
M-080519-01	1.20	10.42	0.13	41.84

Trujillo, 08 de Mayo de 2019



EDWIN LOPEZ AGUILAR
ING. QUIMICO
R. C. N° 189270

Se informa a cualquier persona que tenga en su poder este documento, que el contenido del mismo refleja los hallazgos del cliente, solo al momento de intervención y dentro de los límites de las instrucciones del cliente, cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados al máximo de la ley.

Mz. D Lote 04- Urb. Monserrate

Celular RPC 991739253

Polimetals.lab.informes@gmail.com

Trujillo - Perú

ANEXO n.º 4. Fotografías.



Figura 25: Estación geomecánica del macizo rocoso N°1. donde se observa que la roca andesita está ligeramente alterado debido a los fluidos hidrotermales, presenta Diecinueve fracturas con espaciamiento de las discontinuidades tiene un promedio de 0.16m, ligeramente rugosa, apertura promedio es menor a 0.1mm, relleno es suave con alteración moderada en el macizo rocoso.



Figura 26: Estación geomecánica del macizo rocoso N°2. Donde podemos observar que la roca andesita está ligeramente alterada, presenta Dieciséis fracturas presenta el macizo rocoso con espaciamiento de las discontinuidades tiene un promedio de 0.18m, ligeramente rugosa, apertura promedio es menor a 0.1mm, relleno es suave con alteración moderada del macizo rocoso.

ANEXO n.º 5. Petitorio Minero



CONCESIÓN MINERA



NOMBRE

EL CALVARIO

CÓDIGO

06-00014-19

CAJAMARCA INGENMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO
 ORGANISMO DESCENTRALIZADO

RECEPCIÓN DE PETITORIOS - 2019
 2 - ABR 2019
 RECEPCIÓN DE PETITORIOS - 2019

CONSTANCIA DE RECEPCIÓN

2019-04-30 09:18:04

Código Único:



06-00014-19

Datos de la Formulación del Petitorio	
Fecha de Formulación	30/04/2019
Horas de Formulación	11:32
Tipo de Trámite	PETITORIO MINERO
Primeras Coord.	9192000.0000 - 717000.0000
Lugar de recepción	Órgano Descentralizado - Cajamarca (ODDCJ)

IMPORTANTE

Consulta gratuitamente el estado de tramitación de su petitorio minero ingresando el código único en "Consultas de Derechos Mineros" en www.ingenmet.gob.pe

La presentación de esta solicitud no otorga el derecho de explorar ni explotar los recursos minerales en propiedad sobre el terreno

Observaciones

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

ORGANO DESCENTRALIZADO DE CAJAMARCA

Letras: U.M.D.

Número: 1

[Handwritten Signature]
 RECEPCIONADO POR: **HELADOS BIELLA COLLAN**

RECIBIDA POR: **HELADOS BIELLA COLLAN**
 TODA RESPONSA A PSAD SA, EN EL FORMATO DEBEN ENTREGARSE COMO WGS IN (Art. 1º Ley N° 3843)

COPIA INFORMATIVA
 Emitida a través de consultas por Internet. No tiene validez para trámites administrativos, judiciales o notariales.



INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO
ORGANO DESCONCENTRADO DE CAM
 Libro: 005
 Número: 3

(Lugar de recepción, fecha, hora y código del derecho minero)

PETITORIO MINERO

Llenar con letra impresa y legible. Presentar un original y 03 copias.

1.- NOMBRE DEL PETITORIO MINERO:

E L C A L V A R I O

(Si el nombre está compuesto por dos o más palabras, poner en castellano en bloques. No utilice tildes, guiones, comas u otros símbolos. No use un nombre igual al caso Derecho Minero vigente, así como los recursos asignados)

2.- SUSTANCIA:

Metálica

No metálica

3.- DATOS DEL ÁREA SOLICITADA:

DISTRITO(S) : CUPISNIQUE
PROVINCIA(S) : CONTUMAZA
DEPARTAMENTO(S) : CAJAMARCA
EXTENSIÓN(hectáreas) : 100 Hectáreas

DATOS DE LA CARTA NACIONAL WGS 84:

NÚMERO DE LA HOJA DEL IGH: 15-E **NOMBRE DE LA HOJA:** CHEPEN

ZONA : 18 o 19 **ESCALA** 1 : 100,000

4.- COORDENADAS UTM DE LOS VÉRTICES DE LAS CUADRÍCULAS EN EL SISTEMA GEODÉSICO HORIZONTAL OFICIAL (WGS84)

VÉRTICE	NORTE				ÉSTE		
1	9	192	000	00	717	000	00
2	9	191	000	00	717	000	00
3	9	191	000	00	716	000	00
4	9	192	000	00	716	000	00
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
 Y MINERO DEL PERÚ

PETITORIO

 06-09014-19
 INSTITUTO GEOGRÁFICO MINERO Y METALÚRGICO
 OFICINA DE MONITOREO DE CALIDAD
 Lugar: TACS
 Número: 3

5.- DATOS DEL PETICIONARIO

PERSONA NATURAL

A) PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN EN EL PETITORIO

100%

B) DATOS PERSONALES

APELLIDO PATERNO : LÓPEZ **INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO**
APELLIDO MATERNO : AGUILAR **LETRAS: CUATRO**
NOMBRES : EDWIN ELMER **NÚMERO: 3**
NACIONALIDAD : PERUANA
DNI O CARNÉ DE EXT. : 26686696
R.U.C. (activo) : 10266866963
ESTADO CIVIL : CASADO
TELÉFONO : 987874620 **EMAIL: operaciones@348.com**

C) DOMICILIO DONDE SE EFECTUARÁN LAS NOTIFICACIONES DEL PROCEDIMIENTO ORDINARIO MINERO MEDIANTE LA MODALIDAD DE NOTIFICACIÓN PERSONAL, SALVO QUE EXPRESAMENTE SOLICITE SE EFECTÚE OTRA MODALIDAD DE NOTIFICACIÓN.

Jr. Huánuco N° 2056 San Sebastián
Av., Jr., No. Postal, Calle Pk. Cooperativa Urbanización

CAJAMARCA CAJAMARCA CAJAMARCA
Distrito Provincia Departamento

D) DATOS DEL CÓNYUGE

APELLIDO PATERNO : RODRIGUEZ
APELLIDO MATERNO : CAMACHO DE LÓPEZ
NOMBRES : SAYDA VERÓNICA
NACIONALIDAD : PERUANA
DNI O CARNÉ DE EXT. : 40945988

SEPARACIÓN DE PATRIMONIO:
DATOS DE INSCRIPCIÓN N° DE ASIENTO _____ **PARTIDA REGISTRAL N°** _____
INSCRITO EN LOS REGISTROS PÚBLICOS DE: _____

**7.- COMPROMISO PREVIO EN FORMA DE DECLARACIÓN JURADA
DE(L) (OS) PETICIONARIO(S)**

De conformidad con lo estipulado en el inciso i) del numeral 1 del artículo 17 del Decreto Supremo N° 018-92-EM, cum(plo) (plures) con **DECLARAR BAJO JURAMENTO**, que en el caso de desarrollar proyectos mineros en el área de mi peticorio, me comprometo a:

a) Enfoque de Desarrollo Sostenible

Contribuir al desarrollo sostenible de la población ubicada en el área de influencia de la actividad minera, procurando de manera conjunta con ella, el desarrollo y el fortalecimiento de la institucionalidad local, principalmente a través de la articulación con los proyectos de desarrollo productivo, que conlleven a la diversificación económica y la sostenibilidad local más allá de la vida útil de las actividades mineras.

b) Excelencia Ambiental y Social

Realizar las actividades mineras en el marco de la política ambiental del Estado, en su interdependencia con el entorno social buscando la gestión social y ambiental con excelencia y el uso y manejo responsable de los recursos naturales para impulsar el desarrollo sostenible.

c) Cumplimiento de Acuerdos

Cumplir con los compromisos sociales asumidos en convenios, ODS, TUP y otros estudios ambientales.

INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO
ORDEN DE DOCUMENTOS DE CAJAMA
Letra: _____ Fecha: _____

d) Relacionamiento Responsable

Respetar a las personas e instituciones, autoridades, cultura y costumbres locales. Promover acciones que fortalezcan la confianza entre los actores involucrados con la actividad minera a través del establecimiento y vigencia de procesos participativos y negociados, la prevención y gestión de conflictos y la utilización de mecanismos alternativos de solución de conflictos.

Número: 6

e) Empleo Local

Fomentar preferentemente la contratación de personal local, para realizar labores de la actividad minera y relacionadas con la misma según los requerimientos del titular en las diversas etapas del ciclo minero y de forma consensuada con la población del área de influencia, pudiendo brindar para el efecto las oportunidades de capacitación (cuantitativa).

f) Desarrollo Económico

Contribuir al desarrollo económico local y/o regional a través de la adquisición preferente de bienes y servicios locales y/o regionales en condiciones razonables de calidad, oportunidad y precio para ambas partes y la promoción de iniciativas empresariales; que busquen la diversificación de las actividades económicas de la zona.

g) Diálogo Continuo

Mantener un diálogo continuo y oportuno con las autoridades regionales y locales, la población del área de influencia de la actividad minera y sus representantes representativos, bajo un enfoque intercultural, proporcionandoles información transparente, oportuna y accesible sobre sus actividades mineras mediante el lenguaje y los medios de comunicación adecuados, de modo que permita el intercambio de opiniones, manifestación de sugerencias y participación de todos los actores involucrados, de conformidad con las normas de participación ciudadana aplicables.

8.- FIRMAS DEL PETICIONARIO(S) Y/O REPRESENTANTE (ES) LEGAL (ES) Y/O APODERADO REGISTRAL

(Firmar conforme al D.N.I. o Carné de Extranjería)

FIRMAR(ÁN) EL DOCUMENTO EN SEÑAL DE CONFORMIDAD CON LOS DATOS CONSIGNADOS EN EL PRESENTE FORMATO Y LA DECLARACIÓN JURADA DE COMPROMISO PREVIAMENTE.

APellidos y Nombres	FIRMA
LÓPEZ AGUILAR, EDWIN ELMER	<i>[Firma manuscrita]</i>

9.- DATOS DEL APODERADO COMÚN

Literal a) del numeral 1 del artículo 17 del Decreto Supremo N° 915-02-EM

(Llenar estos datos sólo si el petitorio es solicitado por dos o más personas naturales y/o jurídicas)

APELLIDO PATERNO : _____
 APELLIDO MATERNO : _____
 NOMBRES : _____
 NACIONALIDAD : _____
 DNI O CARNÉ DE EXT. : _____
 R.U.C. (activo) : _____
 TELÉFONO : _____ EMAIL : _____
 FIRMA : _____
 (Firmar conforme al D.N.I. o Carné de Extranjería)

10. DOMICILIO DONDE SE EFECTUARÁN LAS NOTIFICACIONES DEL PROCEDIMIENTO ORDINARIO MINERO MEDIANTE LA MODALIDAD DE NOTIFICACIÓN PERSONAL, SALVO QUE EXPRESAMENTE SOLICITE SE EFECTUÉ OTRA MODALIDAD DE NOTIFICACIÓN.

Av. Jr., Rd., Pasaje, Calle N°, Cooperativa : _____ Urbanización : _____
 Distrito : _____ Provincia : _____ Departamento : _____

NOTA: Si el espacio asignado para las firmas de los peticionarios y/o representante legal es insuficiente, fotocopie esta página y consigne lo solicitado.

10.- RÉGIMEN SOCIETARIO A ELEGIR

(Leer este campo sólo si el petitorio es solicitado por dos o más personas naturales y/o jurídicas)

SOCIEDAD CONTRACTUAL

SOCIEDAD LEGAL (SMRL)

10.1 DE OPTAR POR UNA SOCIEDAD LEGAL (SMRL), INDIQUE:

CAPITAL INICIAL (ART. 133 Y SIGTES. DEL D.S. 014-03-EN) _____

NÚMERO DE PARTICIPACIONES: _____

VALOR DE CADA UNA DE LAS PARTICIPACIONES: _____

NOMBRES Y APELLIDOS DEL GERENTE: _____

11.- DOCUMENTOS QUE DEBE PRESENTAR Y/O INDICAR

11.1. Recibo de pago por DERECHO DE TRÁMITE INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO
ÓRGANO DECONCENTRADO DE CAJAMARCA

1 Banco de la Nación (Adjuntar original) Letra: CERO

1 Caja del INGENMET (Indicar los datos del recibo - sujeto a verificación por la Oficina de Administración y la Unidad de Administración Documentaria y Archivo) Número: 8

Nº de constancia de pago: 038046004000001

Fecha de pago: 24/04/2015

11.2. Recibo de pago por DERECHO DE VIOLENCIA (Adjuntar original)

BANCO SCOTIABANK Pecu S.A.A Hora: 15:56:04

Nº de recibo 9710500010166 Monto: \$ 3000

11.3. Certificado de Devolución de Derecho de Vigencia

(Indicar los siguientes datos que serán sujetos a verificación por la Unidad de Administración Documentaria y Archivo y la Dirección de Derecho de Vigencia de INGENMET)

Nº de Certificado: Fecha de Caducidad: Monto:

TITULAR DEL CERTIFICADO: _____

11.4. Constancia:

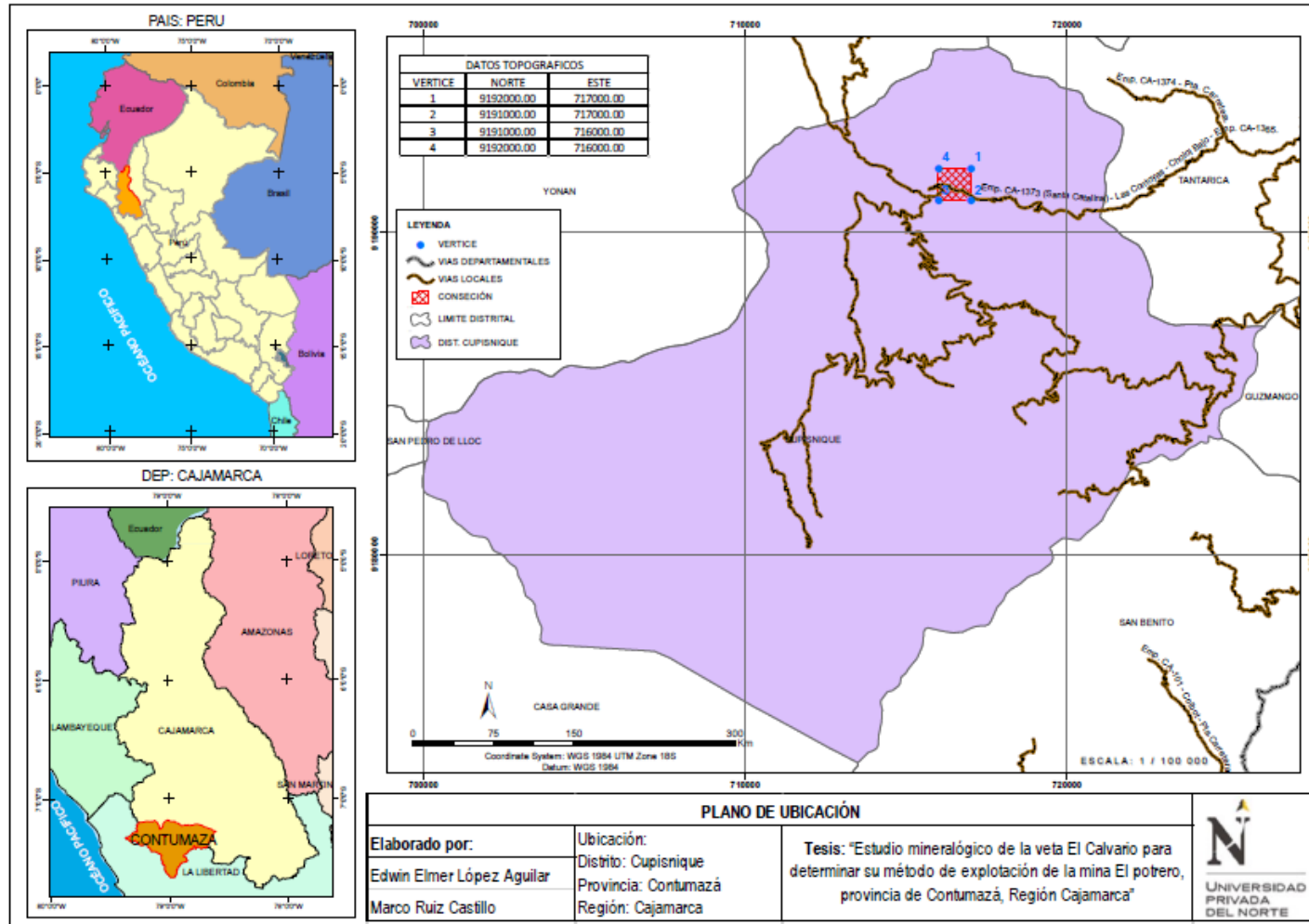
Constancia de Pequeño Productor Minero (PPM)

Constancia de Productor Minero Artesanal (PMA)

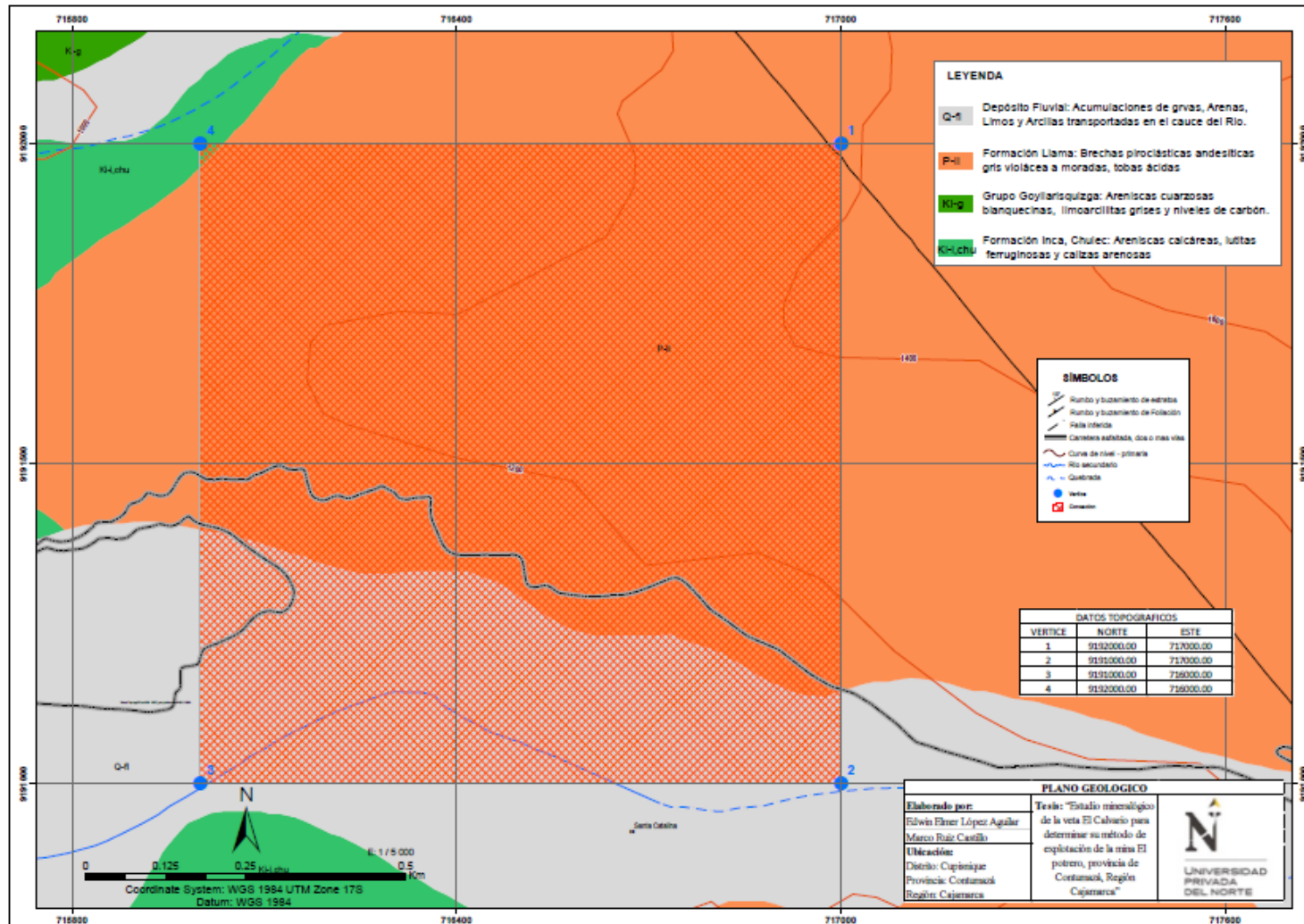
Nº de Constancia: Fecha de aprobación:

Fecha de explotación:

ANEXO n.º 6. Plano de ubicación



ANEXO n.º 7. Plano Geológico



ANEXO n.º 8. Plano Geomecánico

