



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

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

Carrera de Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial

**Estudio Geológico - Estructural de la Galería Principal de Transporte,
Mina R-Nivel, Concesión Minera CEBRAL, Código 300267, Ubicada en el
Cantón Zaruma, Provincia de El Oro**

**Trabajo de Titulación Previo a la obtención
del título de Ingeniero en Geología
Ambiental y Ordenamiento Territorial**

AUTOR:

Jhon Stalin Zhigue Álvarez

DIRECTOR:

Ing. Jimmy Stalin Paladines Mg. Sc

Loja – Ecuador

2022

Certificación

Ingeniero

Jimmy Stalin Paladines, Mg. Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICA:

Que el presente trabajo titulación, realizado por el señor: **Jhon Stalin Zhigue Álvarez** con **C.I. 0705633980**, en su proceso de investigación denominado: **Estudio Geológico - Estructural de la Galería Principal de Transporte, Mina R-Nivel, Concesión Minera CEBRAL, Código 300267, Ubicada en el Cantón Zaruma, Provincia de El Oro** previo a la obtención del título de **Ingeniero en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial**, el mismo que ha cumplido con el cien por ciento (100%) del trabajo de titulación, por lo que autorizo su presentación para la evaluación y posterior sustentación y defensa.

Loja, 29 de mayo del 2020



Ing. Jimmy Stalin Paladines

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Jhon Stalin Zhigüe Álvarez**, declaro ser autor del presente trabajo de titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi trabajo de titulación en el Repositorio Digital Institucional - Biblioteca Virtual.

Firma:  _____

Cédula: 0705633980

Fecha: 28 de julio del 2022

Correo electrónico: jszhigüea@unl.edu.ec

Celular: 0988738835

Carta de Autorización

Yo, **Jhon Stalin Zhigue Álvarez**, declaro ser el autor del trabajo de titulación denominado: **Estudio Geológico - Estructural de la Galería Principal de Transporte, Mina R-Nivel, Concesión Minera CEBRAL, Código 300267, Ubicada en el Cantón Zaruma, Provincia de El Oro**, como requisito para optar al grado de: **Ingeniero En Geología Ambiental Y Ordenamiento Territorial**, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional.

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

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

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veintiocho días del mes de Julio del dos mil veintidós.

Firma: _____ 

Autor: Jhon Stalin Zhigue Álvarez

Cédula: 0705633980

Dirección: Loja, Las Peñas

Correo electrónico: jszhigueda@unl.edu.ec

Celular: 0988738835

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del trabajo de titulación: Ing. Stalin Paladines, Mg. Sc.

Dedicatoria

El presente trabajo de titulación lo dedico a mi madre Maribel Álvarez, que me brindó su constante apoyo y me otorgó su sabiduría a lo largo de estos años. A mi padre Segundo Zhigue, por darme energías para seguir adelante y culminar esta etapa satisfactoriamente. A mis abuelos Efrain y Fanny, que me dieron un techo y se preocuparon diariamente por mi bienestar y avance en mis estudios.

A mis hermanos Jhonny, Mishel y Karla, que siempre se mantuvieron pendientes de mí y me brindaron consejos sobre mi vida universitaria. Finalmente, a mis amigos por las experiencias gratificantes a lo largo de estos años.

Jhon Stalin Zhigue Álvarez

Agradecimiento

Un profundo agradecimiento a mi madre Maribel Álvarez, por su apoyo incondicional durante mi trayectoria académica y realización del trabajo de titulación. A mi padre Segundo Zhigue, por sus constantes elogios y palabras alentadoras para que culmine exitosamente esta etapa.

A mis abuelos Fanny y Efraín, que me brindaron ánimos, cariño y compañía, a mis hermanos Jhonny, Mishel y Karla por su comprensión y consejos, y a mis docentes que me brindaron su experiencia, conocimientos y sabiduría para convertirme en un buen profesional.

Adicionalmente, quiero agradecer a mis amigos del campo universitario y compañeros que desde un inicio y en el transcurso de los años han estado a mi lado generando recuerdos de alegría, tristeza, aventuras y más para la posteridad.

Manifiesto mi agradecimiento al Ing. Jimmy Stalin Paladines, director del trabajo de titulación, que con su paciencia ha sabido transmitir sus conocimientos y experiencias en el mundo laboral, mismas que me fueron de gran ayuda para lograr culminar el presente trabajo de titulación. Además, agradezco al Sr. Enrique Cabrera, por permitirme realizar este trabajo de titulación con ayuda de la empresa minera R-Nivel.

Finalmente, quisiera expresar mi agradecimiento a mi alma mater por su entrega a la formación académica de calidad y soporte desde el inicio hasta su culminación con este trabajo de titulación, sin la cual nada de esto hubiera sido posible.

Jhon Stalin Zhigue Álvarez

Índice de Contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de Autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de Contenidos	vii
Índice de Tablas	xi
Índice de Figuras	xiii
Índice de Fotografías	xv
1. Título	1
2. Resumen	2
2.1. Abstract	3
3. Introducción:	4
4. Marco teórico	5
4.1. Sistemas de Explotación Minera	5
4.1.1. Minería a cielo abierto	5
4.1.2. Minería subterránea	5
4.2. Topografía	5
4.2.1. Topografía Subterránea.....	6
4.3. Geología estructural.	6
4.4. Pliegues	6
4.5. Discontinuidades	6
4.5.1. Diaclasas	6
4.5.2. Fallas	7
4.6. Caracterización de Macizos Rocosos.....	7

4.7.	Clasificación Geomecánica (Rmr) Bieniawski	7
4.7.1.	Parámetros de clasificación.....	8
4.8.	Sistema Q (Barton 1974).....	11
4.9.	Correlación Entre El Rmr Y Q.....	15
4.10.	Familias De Discontinuidades	16
4.11.	Proyecciones Estereográficas	16
4.11.1.	Diagrama de círculos máximos o diagrama beta	17
4.11.2.	Diagrama de polos o diagrama pi.....	18
4.11.3.	Diagrama de densidad de polos.....	18
4.12.	Sostenimiento De Galerías Basado En Las Clasificaciones Geomecánicas.....	19
4.12.1.	Sostenimiento Basado En RMR.....	19
4.12.2.	Sostenimiento Basado En Q.....	20
4.13.	Pernos de anclaje o bulones.....	22
4.14.	Concreto lanzado o gunitado	23
5.	Metodología	24
5.1.	Materiales	24
5.2.	Métodos.....	24
5.2.1.	Metodología para el primer objetivo.....	24
5.2.2.	Metodología para el segundo objetivo.....	27
5.2.3.	Metodología para el tercer objetivo.	30
6.	Resultados	39
6.1.	Ubicación y acceso.....	39
6.1.1.	Datos Generales Del Área De Estudio.....	39
6.2.	Descripción biofísica del área de estudio.....	39
6.2.1.	Clima.....	39
6.2.2.	Hidrografía.....	40
6.3.	Topografía superficial	40

6.4.	Topografía subterránea.....	40
6.5.	Geomorfología del área.....	42
6.6.	Geología regional.....	42
6.6.1.	Estratigrafía.....	42
6.6.2.	Paleozoico.....	42
6.6.3.	Mesozoico.....	43
6.6.4.	Cenozoico.....	43
6.7.	Geología local.....	45
6.8.	Geología subterránea.....	47
6.9.	Geología estructural.....	48
6.9.1.	Geología Estructural De La Galería.....	49
6.10.	Caracterización del macizo rocoso.....	51
6.10.1.	Análisis de las propiedades físico mecánicas de las rocas.....	51
6.11.	Clasificación geomecánica RMR (Bieniawski 89).....	53
6.12.	Clasificación geomecánica índice Q de Barton.....	54
6.13.	Clasificación geomecánica índice de resistencia geológica (GSI).....	55
6.14.	Correlación entre el índice RMR y Q de Barton.....	56
6.15.	Análisis de resultados de la clasificación geomecánica.....	57
6.15.1.	Primera zona (Estaciones 1 – 26).....	57
6.15.1.	Segunda zona (Estaciones 27 – 28).....	57
6.15.2.	Tercera zona (Estaciones 29 – 40).....	58
6.16.	Análisis estereográfico.....	58
6.17.	Análisis tridimensional (unwedge 3.0).....	60
6.18.	Propuesta de sostenimiento de la galería.....	62
6.19.	Análisis de costos.....	63
7.	Discusión	64
8.	Conclusiones	65

9. Recomendaciones	66
10. Bibliografía	67
11. Anexos	69

Índice de Tablas

Tabla 1. Índice de calidad RMR	8
T 2. Parámetros de clasificación y sus valores	8
Tabla 3. Descripción y rangos de los parámetros RQD, Jn y Jr	12
Tabla 4. Descripción y rangos de los parámetros Ja y Jw	13
Tabla 5. Descripción y rangos de los parámetros SRF	14
Tabla 6. Clasificación geotécnica según Sistema Q (Barton)	14
T 7. Intervalos de valores del RMR y Q para categorías similares de macizos rocosos	15
T 8. Recomendaciones para el sostenimiento.	20
T 9. ESR basado en el tipo de excavación.	21
Tabla 10. Materiales utilizados	24
Tabla 11. Coordenadas UTM WGS84 de la bocamina.....	26
Tabla 12. Ficha para levantamiento subterráneo	27
Tabla 13. Ficha de afloramientos.....	27
Tabla 14. Ficha de descripción de rocas	29
Tabla 15. Ficha de estructuras de la galería.	29
T 16. Ficha de levantamiento de Bieniawski RMR	35
Tabla 17. Clasificación de Bieniawski RMR.....	36
Tabla 18. Clasificación de Barton índice (Q).	37
Tabla 19. Valores del ESR.....	38
Tabla 20. Datos generales de la concesión minera CEBRAL	39
Tabla 21. Coordenadas UTM WGS84 de la bocamina.....	40
Tabla 22. Levantamiento de la galería de la mina R-Nivel.	41
Tabla 23. Rango de pendientes del área.....	42
Tabla 24. Levantamiento de estructuras de la mina R-Nivel.....	50
Tabla 25. Resultados de las propiedades físicas de las muestras obtenidas.	51
Tabla 26. Resultados de las propiedades físicas de las muestras obtenidas.	51
Se realizó ensayos de compresión simple a las muestras, obteniendo los siguientes resultados:	
Tabla 27. Resultados de compresión simple de las muestras obtenidas.	52
Tabla 28. Resultados de resistencia a la tracción de las muestras obtenidas.	53
Tabla 29. Resultados de la valoración del macizo según RMR.....	53
Tabla 30. Resultados índice Q de Barton.....	54
Tabla 31. Resultado índice GSI.	55
Tabla 32. Estereogramas.....	58

Tabla 33. Características de las cuñas formadas en el tramo 1.....	60
Tabla 34. Características de las cuñas formadas en la segunda zona de observación	61
Tabla 35. Características de las cuñas formadas en la segunda zona de observación	62
Tabla 36. Sostenimiento calculado en base a clasificaciones geomecánicas RMR, Q.....	62
Tabla 37. Costos de materiales por sostenimiento.....	63

Índice de Figuras

Figura 1. Definición de discontinuidad cerrada, abierta y rellena.	10
Figura 2. Escala para medir la rugosidad.....	10
Figura 3. Relación entre RMR y Q. Bieniawski (1979).	16
Figura 4. Falsilla de Wulff (izquierda) falsilla de Schmidt (derecha).	17
Figura 5. Diagrama de círculos máximos (beta). (correspondiente al estudio de un macizo rocoso de calcarenitas bioclásticas).	17
Figura 6. diagrama de polos (pi).....	18
Figura 7. Diagrama de densidad de polos: a) en proyección equiareal y en proyección estereográfica (equiangular).....	19
Figura 8. Relación entre el tiempo y la luz para varias clases de macizos rocosos.	20
Figura 9. Recomendaciones para el sostenimiento.	21
Figura 10. Bulón de varilla corrugada.	22
Figura 11. Aplicación de concreto lanzado.....	23
Figura 12. Ortofoto del área del año 2015.	25
Figura 13. Ruta de coordenadas sobre la superficie del área.	25
Figura 14. Ubicación de los afloramientos, mapa de afloramientos.....	28
Figura 15. Mapa de estructuras geológicas del distrito minero Zaruma-Portovelo, representando fallas de segundo y tercer orden fuente.	48
Figura 16. Mapa geológico Distrito Zaruma-Portovelo y el mapa de Complejo Metamórfico de El Oro.....	49
Figura 17. Correlación RMR y Q	56
Figura 18. Mapa de tramos RMR de la Galería.	57
Figura 19. Red estereográfica de la primera zona.....	58
Figura 20. Red estereográfica de la segunda zona.....	59
Figura 21. Red estereográfica de la tercera zona	59
Figura 22. Cuñas de la primera zona, Pared izquierda, Pared derecha, Techo.....	61
Figura 23. Perspectiva de cuñas de la segunda zona, Pared derecha, Techo, Pared izquierda	61
Figura 24. Perspectiva de cuñas de la tercera zona, Pared derecha, Techo, Pared izquierda ..	62

Índice de Anexos

Anexo 1: Descripción de afloramientos.....	69
Anexo 2: Descripción macroscópica de las muestras de roca	93
Anexo 3: RCU (esclerómetro)	99
Anexo 4: Índice de calidad de la roca (RQD).....	100
Anexo 5: Espaciado de las discontinuidades	101
Anexo 6: Fichas comportamiento geomecánica RMR	102
Anexo 7: Fichas clasificación geomecánica Q de Barton.....	142
Anexo 8: Mapa topográfico mina r-nivel.....	162
Anexo 9: Mapa topográfico subterráneo mina r-nivel.....	163
Anexo 10: Mapa geológico mina r-nivel	164
Anexo 11: Mapa geológico subterráneo mina r-nivel.....	165
Anexo 12: Mapa RMR.....	166
Anexo 13: Mapa de pendientes.....	167
Anexo 14: Registro fotográfico	168
Anexo 15: Resistencia a la compresión en probetas de roca	170
Anexo 16: Certificación de traducción idioma ingles.....	171

Índice de Fotografías

Fotografía 1. Dimensiones de la galería.	26
Fotografía 2. Medida de elementos estructurales.	28
Fotografía 3. Medida de elementos estructurales de la galería.	30
Fotografía 4, 5. Toma de puntos con el esclerómetro (izquierda pared) (derecha techo).....	31
Fotografía 6. Malla de puntos para esclerómetro.....	32
Fotografía 7. Número de fisuras por metro cúbico.	33
Fotografía 8. Perfilómetro o peine de Barton.	34
Fotografía 9. Aplicación del perfilómetro.	34
Fotografía 10. Inspección del relleno y alteración de las diaclasas.	35
Fotografía 11. Roca andesita aflorando en zonas erosionadas	46
Fotografía 12. Suelo de la zona.....	46
Fotografía 13. Vetilla de cuarzo.....	47
Fotografía 14, 15 Relleno de calcita (izquierda) relleno de yeso (derecha)	47
Fotografía 16. Falla 1 Mina R-Nivel.....	50

1. Título

**Estudio Geológico - Estructural de la Galería Principal de Transporte, Mina R-Nivel,
Concesión Minera CEBRAL, Código 300267, Ubicada en el Cantón Zaruma, Provincia
de El Oro**

2. Resumen

El presente trabajo, Estudio Geológico-Estructural en la galería principal de transporte, mina R-Nivel, concesión minera CEBRAL código 300267, en la parroquia Huertas, cantón Zaruma, provincia El Oro, se centra en la determinación de la topografía, la geología, la geología estructural y las características geomecánicas de la galería de explotación y transporte de la mina R-Nivel.

La topografía del área CEBRAL, presenta pendientes de ligeramente inclinadas a fuertemente inclinadas, realizando estudios sobre la geología del sector en base a levantamiento de afloramientos y toma de muestras in situ se determinó el tipo de roca como las lavas andesíticas pertenecientes a la Unidad Ayapamba, las características geomecánicas obtenidas fueron aplicadas para la obtención de los índices de clasificación RMR (Bieniawski), Q (Barton) y GSI (Hoek) para poder proponer un sostenimiento adecuado basado en las clasificaciones geomecánicas. Obteniendo como resultados la división en la galería en tres sectores.

Cada sector se caracteriza por tener el mismo tipo de calidad de roca geomecánicamente hablando, para el primer sector el tipo de sostenimiento propuesto es la colocación de bulones de 2m de diámetro con gunitado en techo de 5cm y ocasional mallazo, para el segundo sector con calidad de roca regular el tipo de sostenimiento propuesto es la colocación de bulones de 3m de diámetro con gunitado en techo de 5cm en hastiales de 3cm y mallazo, para el tercer sector se usaría el mismo sostenimiento que para el primero.

Palabras clave: Geología-estructural, clasificaciones geomecánicas, galería minera, sostenimiento de galerías.

2.1. Abstract

The present work: Geological-Structural Study in the primary exploitation and transportation gallery, R-Nivel mine, 'CEBRAL' mining concession code 300267, in Huertas town, Zaruma sector, El Oro province, focuses on the determination of the topography, the geology, structural geology and geo-mechanical characteristics of the exploitation and transportation gallery of the R-Nivel mine.

The topography of the 'CEBRAL' area presents slightly inclined to strongly inclined slopes. Furthermore, carrying out studies on the geology of the sector based on outcrop surveys and taking samples in situ, the type of rock was determined as the andesitic lavas belonging to the Ayapamba Unit. The geo-mechanical characteristics obtained were applied to obtain the RMR (Bieniawski), Q (Barton), and GSI (Hoek) classification indices in order to propose adequate support based on the geo-mechanical classifications. As a result, it obtained the division of the gallery into three sectors.

Each sector is characterized by having the same type of rock in a quality geo-mechanically aspect. For the first sector, the support proposed is the placement of 2m diameter bolts with 5cm shotcrete on the roof and occasional mesh. For the second sector, with regular rock quality, the type of support proposed is the placement of 3m diameter bolts with 5cm shotcrete on the ceiling in 3cm walls and mesh. The same support would be used for the third sector as for the first.

Keywords: Structural-geology, geo-mechanical classifications, mining gallery, tunnel support.

3. Introducción:

La minería es una actividad económica de gran importancia en nuestro entorno ya que provee de las materias primas necesarias en nuestro día a día, la minería subterránea es la más común en nuestro país.

La mina R-Nivel ubicada, en la parroquia Huertas y el cantón Zaruma se realiza pequeña minería metálica, para la cual se requiere extensas galerías de exploración explotación y transporte, para su extracción, es por esto que se deben realizar estudios a detalle de geología, litología, las estructuras geológicas y propiedades geomecánicas del macizo rocoso.

Las clasificaciones más utilizadas para el estudio de galerías mineras son el índice RMR de Bieniawski y Índice Q de Barton, las dos tienen diferentes parámetros de cuantificar la calidad del macizo rocoso; a pesar de las distintas limitaciones se ha podido obtener un mejor factor de seguridad.

El estudio geológico estructural de la galería principal de explotación en la mina R-nivel, se realizó con la finalidad de obtener información detallada de las principales fallas en la cual es necesario un sostenimiento de los puntos más críticos de la galería, con las que cumplan los estándares de seguridad.

Objetivo General

Realizar el estudio geológico estructural de la galería principal de explotación en la, mina R-nivel, concesión minera CEBRAL código 300267 ubicada en la parroquia rural Huertas cantón Zaruma.

Objetivos específicos

- ✓ Realizar el levantamiento topográfico superficial y subterráneo a detalle.
- ✓ Realizar el levantamiento geológico y estructural de la galería.
- ✓ Determinar el comportamiento geomecánico de las estructuras geológicas según el método de Bieniawski (RMR) y el método de Barton (Sistema Q) y correlacionar los resultados.

4. Marco teórico

4.1. Sistemas de Explotación Minera

De acuerdo a Pardo, J., Fernández, E., Rubio, M., Alvarruiz, A., Alonso, G., (2009), Una de las formas de dividir las operaciones mineras es por el criterio de si la actividad se realiza por encima o por debajo de la superficie, dividiéndolas en minas a cielo abierto y minas subterráneas.

4.1.1. Minería a cielo abierto

Según Pardo, J et al. (2009), minería a cielo abierto son trabajos mineros que se desarrollan en la superficie de la tierra en depósitos superficiales. Para la minería a cielo abierto, a veces es necesario excavar o volar mecánicamente el suelo que cubre o rodea la mina. Estos materiales se conocen comúnmente como roca estéril, mientras que la formación a explotar se conoce como mineral.

La minería a cielo abierto es económicamente rentable cuando las minas se elevan sobre la superficie con poca cobertura o cuando la competencia en la superficie es estructuralmente débil para el trabajo subterráneo, como es el caso de la arena y la grava.

4.1.2. Minería subterránea

Pardo, J et al. (2009) nombra a la minería subterránea a aquella que se desarrolla por debajo de la superficie, llamando método de explotación subterránea de un yacimiento a la excavación de galerías de acceso a los yacimientos que se desea explotar.

En el sistema de explotación subterránea las condiciones de trabajo son riesgosas mismas que deben desarrollarse tomando en cuenta la seguridad y salud del personal minero.

4.2. Topografía

García, D. (2014, p. 2), en su libro Topografía y sus aplicaciones, definió la topografía como la ciencia aplicada encargada de determinar las posiciones relativas o absolutas de los puntos de la Tierra, así como de representar en un diagrama una parte limitada de la superficie terrestre; es decir, estudia métodos y procedimientos para tomar medidas en el suelo y graficarlas o analizarlas en una escala dada.

También realiza trazados (contorneados) en campo para realizar diversas obras de ingeniería, de acuerdo a las condiciones del proyecto establecidas en el plano. Asimismo, realiza deslindes, parcelaciones (agrícolas), catastro rural y urbano, así como agrimensura y cableado en obras subterráneas.

4.2.1. Topografía Subterránea

La topografía subterránea se puede definir como la rama de la topografía que tiene como fin el estudio de la corteza terrestre y todo lo que se pueda encontrar bajo esta. Técnicas de Cartografía Geográfica.

4.3. Geología estructural.

Hubbert, M. (1972, p. 44 - 55) afirma en su libro, *Structural Geology*, que la geología estructural es el estudio de la distribución tridimensional de las unidades de roca en función a su historia de deformación. El objetivo fundamental de la geología estructural es utilizar las mediciones de las geometrías de las rocas actuales para descubrir información sobre el historial de deformación de las rocas y, en última instancia, comprender el campo de tensión que resultó en la deformación y las geometrías observables.

Esta comprensión de la dinámica del campo de tensión se puede vincular a eventos importantes en el pasado geológico; un objetivo común es comprender la evolución estructural de un área en particular con respecto a los patrones de deformación de rocas generalizados regionalmente (por ejemplo, formación de montañas, fisuras) debido a la tectónica de placas.

4.4. Pliegues

Según Tarbuck, E. (2005, p. 291), el origen de los pliegues se remonta a la formación de las montañas proceso llamado orogénesis, las rocas suelen doblarse en una serie de ondulaciones semejantes a ondas denominadas pliegues.

4.5. Discontinuidades

Escobar, G. (2016, p. 313), determinó que las discontinuidades presentes en la roca afectan a su resistencia, permeabilidad y durabilidad del macizo rocoso y la importancia de evaluar su geometría, naturaleza, estado y condición, porque ellas definen la geología estructural del macizo rocoso. Su influencia en el comportamiento del macizo, exige evaluar la génesis de los rellenos, la cantidad de agua, las estrías, los revestimientos en las hastiales por materiales solubles, la abertura, rugosidad, la persistencia de las discontinuidades, y el número de familias. Las discontinuidades pueden ser diaclasas y fallas.

4.5.1. Diaclasas

De acuerdo a Tarbuck, E. (2005, p. 301), una de las estructuras más comunes son las diaclasas, se diferencia de las fallas ya que a lo largo de las cuales no se ha producido

desplazamiento apreciable. Aunque algunas diaclasas tienen una orientación aleatoria, la mayoría se produce en grupos aproximadamente paralelos.

4.5.2. Fallas

En el libro *Foundation of structural geology*, escrito por Park, R. (2013), definen a una falla como el tipo más común de estructura geológica, y puede ser visto en cualquier roca expuesta. Las fallas son grietas a través de las cuales la cohesión del material se pierde y pueden ser considerados como planos de discontinuidad. donde hay un desplazamiento medible a través del plano de falla, es decir, donde la roca de un lado se ha movido a lo largo de la fractura en relación con el otro lado, la fractura se denomina "falla".

4.6. Caracterización de Macizos Rocosos

En el libro *Introducción a la ingeniería de galerías*, Gavilanes, H. & Andrade, B. (2004, p. 21) definieron que la caracterización de un macizo rocoso es la primera etapa de cualquier estudio geológico y geotécnico e implica la caracterización de características específicas que interfieren y juegan un papel importante en el comportamiento geológico del macizo frente a procesos desestabilizadores, como la excavación subterránea y a cielo abierto, o cualquier otro mecanismo que altere el estado inicial del macizo rocoso como elemento constructivo. Es importante mencionar que la caracterización de formaciones rocosas se basa fundamentalmente en observaciones y descripciones realizadas a partir de afloramientos y sondeos. En este sentido, estas descripciones no solo deben tener contenido geológico, sino que deben ir acompañadas de mediciones y ensayos adicionales.

4.7. Clasificación Geomecánica (Rmr) Bieniawski

Según Gavilanes, H. & Andrade, B. (2004, p. 77, 78), el sistema Rock Mass Rating (sistema de clasificación del macizo rocoso), también conocido como RMR, fue desarrollado por Bieniawski en 1972 y 1973, con actualizaciones en 1979 y 1989, constituye un sistema de clasificación de macizos rocosos que permite a su vez relacionar índices de calidad con parámetros geotécnicos del macizo y de excavación y sostenimiento en galerías.

La incidencia de estos parámetros en el comportamiento geomecánico de un macizo se expresa por medio del índice de calidad RMR, que varía de 0 a 100.

Tabla 1. Índice de calidad RMR

Clase	Calidad de Roca	RMR
I	Muy buena	81 – 100
II	Buena	61 – 80
III	Media	41 – 60
IV	Mala	21 – 40
V	Muy mala	0 - 20

Fuente: Bieniawski Z. (1973)

Para aplicar la clasificación RMR se divide el macizo rocoso en zonas o tramos que presenten características geológicas más o menos uniformes de acuerdo con las observaciones hechas en campo, en las que se lleva a cabo la toma de datos y medidas referentes a las propiedades y características de la matriz rocosa y de las discontinuidades.

4.7.1. Parámetros de clasificación

Esta clasificación tiene en cuenta los siguientes parámetros geomecánicos, resistencia uniaxial de la matriz rocosa, índice de calidad de la roca (RQD), espaciado de las discontinuidades, condiciones de las discontinuidades, condiciones hidrogeológicas, orientación de las discontinuidades con respecto a la excavación.

T 2. Parámetros de clasificación y sus valores

A. CLASSIFICATION PARAMETERS AND THEIR RATINGS

Parameter		Ranges of Values							
1	Strength of intact rock material	Point-load strength index (MPa)	>10	4 – 10	2 – 4	1 – 2	For this low range, uniaxial compressive test is preferred		
		Uniaxial compressive strength (MPa)	>250	100 – 250	50 – 100	25 – 50	5 – 25	1 – 5	<1
	Rating	15	12	7	4	2	1	0	
2	Drill core quality RQD (%)	90 – 100	75 – 90	50 – 75	25 – 50	<25			
	Rating	20	17	13	8	3			
3	Spacing of discontinuities	>2 m	0.6 – 2 m	200 – 600 mm	60 – 200 mm	<60 mm			
	Rating	20	15	10	8	5			
4	Condition of discontinuities	Very rough surfaces Not continuous No separation Unweathered wall rock	Slightly rough surfaces Separation < 1 mm Slightly weathered walls	Slightly rough surfaces Separation < 1 mm Highly weathered wall	Stickensided surfaces or Gouge < 5 mm thick or Separation 1 – 5 mm Continuous	Soft gouge > 5 mm thick or Separation > 5 mm Continuous			
		Rating	30	25	20	10	0		
5	Groundwater	Inflow per 10 m tunnel length (L/min)	None	<10	10 – 25	25 – 125	>125		
		Ratio $\frac{\text{Joint water pressure}}{\text{Major principal stress}}$	0	<0.1	0.1 – 0.2	0.2 – 0.5	>0.5		
	General conditions	Completely dry	Damp	Wet	Dripping	Flowing			
Rating		15	10	7	4	0			

B. RATING ADJUSTMENT FOR DISCONTINUITY ORIENTATIONS

Strike and Dip Orientations of Discontinuities		Very Favorable	Favorable	Fair	Unfavorable	Very Unfavorable
Ratings	Tunnels and mines	0	-2	-5	-10	-12
	Foundations	0	-2	-7	-15	-25
	Slopes	0	-5	-25	-50	-60

C. ROCK MASS CLASSES DETERMINED FROM TOTAL RATINGS

Rating	100 ← B1	80 ← 61	60 ← 41	40 ← 21	<20
Class no.	I	II	III	IV	V
Description	Very good rock	Good rock	Fair rock	Poor rock	Very poor rock

D. MEANING OF ROCK MASS CLASSES

Class no.	I	II	III	IV	V
Average stand-up time	20 yr for 15-m span	1 yr for 10-m span	1 wk for 5-m span	10 h for 2.5-m span	30 min for 1-m span
Cohesion of the rock mass (kPa)	>400	300-400	200-300	100-200	<100
Friction angle of the rock mass (deg)	>45	35-45	25-35	15-25	<15

Fuente: Bieniawski, Z. (1989) Engineering Rock Mass Classifications (p. 54, 55)

4.7.1.1. Resistencia a la Compresión Uniaxial de la roca (RCU)

La RCU es una medida de resistencia de la matriz rocosa, representa el esfuerzo de compresión axial máximo que puede soportar una muestra de roca antes de romperse. Por lo general el ensayo se realiza sobre cubos o cilindros de material rocoso intacto con un diámetro recomendable de aproximado a 5cm. Feijoo, P. & Román, M. (2019, p. 16) “Correlación entre la deformación y la resistencia a la compresión en rocas”

4.7.1.2. RQD

“El índice RQD es utilizado para describir el grado de fracturación de la muestra obtenida en el sondeo de una roca, este se define como la cantidad de fragmentos sanos, 10cm>, en relación con la longitud total del testigo.” Rui, J. (2020).

4.7.1.3. Espaciado de las discontinuidades

El espaciamiento es la distancia perpendicular entre discontinuidades adyacentes y determina el tamaño del macizo rocoso intacto. Cuantos menos tramos tengan, más pequeños serán los bloques, y cuantos más espaciado tengan, más grandes serán los bloques. Browning, F. (2019).

4.7.1.4. Condiciones de las discontinuidades

Se refiere a las condiciones que se encuentra la discontinuidad siendo: la longitud de la discontinuidad, la abertura o espaciado, la rugosidad, el relleno y el grado de alteración. Ferrer, M. & Vallejo, L. I. G. (2007).

- Longitud de la discontinuidad, es la longitud por la que se extiende esta discontinuidad.

- Abertura, tal y como se muestra y define en la Figura 1, las discontinuidades pueden ser cerradas, abiertas y rellenas.

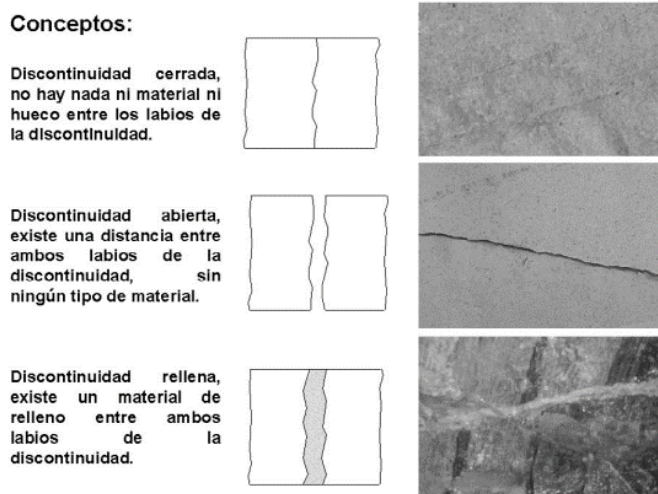


Figura 1. Definición de discontinuidad cerrada, abierta y rellena.

Fuente: Ramírez & Alejano

- Rugosidad, la rugosidad del plano de discontinuidad medido generalmente median el peine de Barton.

Descripción	Perfil	Jr	JRC 200mm	JRC 1m
Rugoso		4	20	11
Suave		3	14	9
Espejo de falla		2	11	8
	Escalonado			
Rugoso		3	14	9
Suave		2	11	8
Espejo de falla		1,5	7	6
	Ondulado			
Rugoso		1,5	2,5	2,3
Suave		1	1,5	0,9
Espejo de falla		0,5	0,5	0,4
	Plano			

Figura 2. Escala para medir la rugosidad

Fuente: Barton, (1987)

- Relleno, es el material que ocupa el espacio entre sus labios, por ejemplo: calcita, fluorita, limo, etc. Normalmente el espesor de relleno es igual a la distancia perpendicular entre

los labios. Es conveniente medir los espesores máximo y mínimo y estimar, a partir de ellos, el espesor medio. Delgado, J. (2002)

- Alteración, es el grado de meteorización que a sufrido a causa de la exposición al ambiente o al agua.

4.7.1.5. Condiciones hidrogeológicas

Las condiciones hidrogeológicas del macizo rocoso se refieren al comportamiento de parámetros tales como la permeabilidad y presión intersticial de agua que circula por las discontinuidades. Los valores obtenidos de presiones ejercidas dentro del macizo cambian dependiendo de la circulación del agua en las discontinuidades. Giaconi, L., Guichón, M., Giordano, R., Cumba, A. (2009).

4.7.1.6. Orientación de las discontinuidades

La influencia de la orientación de las discontinuidades permite ajustar el RMR básico obtenido con los 5 parámetros anteriores, se realiza por separado porque la influencia de la orientación de la discontinuidad depende de las aplicaciones de ingeniería, como un galería, una mina, un talud o una cimentación. El "valor" del parámetro "orientación de discontinuidad" no se da en términos cuantitativos sino mediante descripciones cualitativas como "favorable".

El parámetro "orientación de la discontinuidad" refleja la importancia de los diversos conjuntos de discontinuidades presentes en un macizo rocoso. Bieniawski, Z. (1989, p. 53) Engineering Rock Mass Classifications.

4.8. Sistema Q (Barton 1974)

Barton, N., Lien, R., Lunde, J. (1973, p. 193) desarrollaron el sistema Q de Barton, el cual constituye un sistema de clasificación de macizos rocosos que permite establecer el sostenimiento para galerías galerías y cavernas.

El sistema Q está basado en la evaluación numérica de seis parámetros que definen el índice Q. Este índice viene dado por la siguiente expresión.

$$Q = \frac{RQD}{J_n} \cdot \frac{J_r}{J_a} \cdot \frac{J_w}{SRF}$$

Como se analiza, la Clasificación de Barton, se basa en 6 parámetros:

1. RQD: Índice de calidad de la roca.

2. Jn: Índice de diaclasado que indica el grado de fracturación.
3. Jr: Índice que contempla la rugosidad, relleno y continuidad de las discontinuidades.
4. Ja: Índice de alteración de las discontinuidades.
5. Jw: Coeficiente reductor por la presencia de Agua.
6. SRF: (Stress reduction factor) Coeficiente que tiene en cuenta la influencia del estado tensional sobre el macizo rocoso.

Tabla 3. Descripción y rangos de los parámetros RQD, Jn y Jr

1 ÍNDICE DE CALIDAD DE LA ROCA			
	Descripción	RQD %	Nota:
A	Muy pobre	0 - 25	i) Estimar el RQD con 5% de aproximación
B	Pobre	25 - 50	ii) Cuando no se disponga de testigos RQD
C	Regular	50 - 75	= 115 - 3.3 Jv Donde: Jv: N° de Diaclasas
D	Buena	75 - 90	por m ³
E	Excelente	90 - 100	iii) Si el RQD es menor de 10, emplear un valor nominal 10
2 NÚMERO DE DISCONTINUIDADES			
	Descripción	Jn	Nota:
A	Masiva o con muy poca discontinuidad	0.5 - 1.0	i) Para intersecciones de galerías, usar
B	Un sistema de discontinuidad	2	(3.0*Jn)
C	Un sistema de principal y uno secundario	3	ii) Para portales usar (2.0*Jn)
D	Dos sistemas de discontinuidad	4	
E	Dos sistemas principales y uno secundario	6	
F	Tres sistemas de discontinuidades	9	
G	Tres sistemas principales y uno secundario	12	
H	Cuatro sistemas de discontinuidades o más (roca muy fracturada)	15	
I	Roca triturada (Terrosa)	20	
3 FACTOR DE RUGOSIDAD DE LAS DISCONTINUIDADES			
	Descripción	Jr	Notas.
A	Diaclasas discontinuas	4	En grupos A hasta la G, el contacto entre las superficies de la discontinuidad se logra con desplazamientos de cizalla inferiores a los 10 cm.
B	Rugosas e irregulares, onduladas	3	
C	Lisas, Onduladas	2	
D	Lustrosas Ondulantes	1,5	Las descripciones se refieren a las características de pequeña escala y características de escala intermedia, en ese orden.
E	Rugosas o irregulares, planares	1,5	
F	Lisas, Planares	1	
G	Lustrosas, Planares	0,5	
H	Zona conteniendo arcillas en cantidad suficiente como para impedir el contacto entre las superficies que limitan la fractura	1	En los grupos H y J no se produce contacto entre las superficies al ocurrir desplazamientos de cizalla
I	Zona de material arenoso en cantidad suficiente como para impedir el contacto entre las superficies que limitan la fractura	1	* Agregar 1.0 cuando el espaciamiento medio de las diaclasas fuera superior a 3 cm. * Jr= 0.5 puede ser usado para juntas planares.

Fuente: Barton, N. et al. (1973, p. 194)

Tabla 4. Descripción y rangos de los parámetros J_a y J_w

4 FACTOR DE ALTERACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES		
	Descripción	J_a
a) Contacto entre superficies de la discontinuidad (sin relleno de mineral, solo recubrimientos)		
A	Ajustadas, rellenas con material compacto	0,75
B	Superficies inalteradas, ligeras manchas de oxidación	1
C	Superficies ligeramente alteradas, cubiertas con material granular no arcilloso, producto de la desintegración de la roca.	2
D	Capas superficiales de material limoso o arcilloso arenoso, con una pequeña fracción cohesiva.	3
E	Capas superficiales de arcilla (caolinita, mica cloritas, etc.) cantidades pequeñas de arcilla expansiva en capas de 1- 2 mm de espesor	4
b) Contacto entre superficies de la discontinuidad se produce después de 10cm de (relleno de mineral fino)		
F	Relleno granular no cohesivo, roca desintegrada libre de partículas arcillosas	4
G	Material con alto grado de consolidación, relleno continuo (hasta de 5mm. de espesor) de material arcilloso compacto.	6
H	Relleno continuo (hasta de 5mm. De espesor) de material arcillosos compacto con bajo grado de consolidación	8
J	Relleno continuo de arcilla expansivas (Montmorillonita) el valor de J_a dependerá del % de expansión, el tamaño de las partículas arcillosas, la accesibilidad del agua, etc.	8 - 12
c) No contacto entre superficies de la discontinuidad después de cizalla (relleno de mineral grueso)		
K, L, M	Zonas o bandas de roca desintegrada o triturada y arcilla (ver G, H, J para la descripción de los tipos de arcilla)	6 - 8 o 8 - 12
N	Zona de arcilla limosa o arenosa	5
O, P, Q	Zonas potentes y continuas de arcilla (ver G, H, J para la descripción de los tipos de arcilla)	10 - 13 o 13 - 20.
5 FACTOR DE REDUCCION POR CONTENIDO DE AGUA EN FRACTURAS		
	Descripción	J_w
A	Secas o flujos bajos (5l/min)	1
B	Flujos a presiones medias que ocasionen erosión del material de relleno	0,66
C	Flujos o presiones altas en roca competente con diaclasas sin relleno	0,5
D	Flujos a presiones altas con erosión considerable del material de relleno	0,33
E	Flujos o presiones excepcionalmente altas luego de la voladura disminuyendo con el tiempo	0.2 - 0.1
F	Flujos o presiones excepcionalmente altas sin que ocurra una disminución en el tiempo	0.1 - 0.05

Notas: i) Factores C a F son estimaciones básicas. Aumentar J_w si se han instalado medidas de drenaje. ii) Especiales problemas causados por la formación de hielo no son considerados. iii) Para la caracterización general de las masas de roca distantes de las influencias de excavación, el uso de $J_w = 1,0, 0,66, 0,5, 0,33$, etc. aumenta con la profundidad como por ejemplo 0-5m, 5-25m, 25-250m a > 250m se recomienda, si se asume que RQD / J_n es lo suficientemente bajo (ejemplo 0,5-25) para una buena conectividad hidráulica. Esto le ayudará a ajustar Q para algunos de las tensiones efectivas y los efectos de ablandamiento de agua, en combinación con los valores apropiados de caracterización SRF. Correlaciones con módulo de deformación estática y la profundidad dependen de la velocidad sísmica. En la práctica usar estos valores cuando se desarrollan.

Fuente: Barton, N. et al. (1973, p. 194, 195)

Tabla 5. Descripción y rangos de los parámetros SRF

6 FACTOR DE REDUCCIÓN POR TENSIONES				
	Descripción			SRF
a) Las zonas débiles intersecan a la excavación, pudiendo producirse desprendimientos de rocas a medida que la excavación del galería va avanzando.				
A	Muchas zonas débiles de arcilla con evidencias de desintegración química roca circundante muy suelta cualquier profundidad			10
B	Zona débil aislada con arcilla o roca desintegrada químicamente (profundidad menor 50m)			5
C	Zona débil aislada con arcilla o roca desintegrada, profundidad mayor 50m.			2,5
D	Muchas zonas de falla en roca competente, roca circundante suelta. (cualquier profundidad)			7,5
E	Zona de falla aislada en roca competente, profundidad menor a 50 m.			5
F	Zona de falla aislada en roca competente, profundidad mayor a 50 m.			2,5
G	Diaclasas abiertas y sueltas, roca intensamente fracturada, en terrones, cualquier profundidad.			5
b) Rocas competentes, problemas tensionales en las rocas				
		sc/s1	sq/sc	SRF
H	Tensiones bajas, poca profundidad, diaclasas abiertas	> 200	< 0.01	2,5
J	Tensiones moderadas, condiciones tensionales favorables	200 - 10	0.01 - 0.3	1
	Tensiones elevadas, estructura muy compacta.			
K	Normalmente favorable para la estabilidad, puede ser desfavorable para la estabilidad de las hastiales	10 - 5	0.3 - 0.4	0.5 - 2
L	Lajamiento moderado de la roca después de 1 hora en rocas masivas	5 - 3	0.5 - 0.65	5 - 50
M	Lajamiento y estallido de la roca después de pocos minutos en rocas masivas	3 - 2	0.65 - 1	50 - 200
N	Estallidos violentos de roca (deformación explosiva) y deformaciones dinámicas inmediatas en rocas masivas	< 2	> 1	200 - 400
c) Rocas deformables: flujo plástico de roca incompetente a altas presiones litostáticas				
				SRF
		sq/sc		
O	Presión de deformación suave	1 - 5		5 a 10
P	Presión de deformación intensa	> 5		10 a 20
d) Rocas expansivas: Actividad expansiva química dependiendo de la presencia de agua				
R	Presión de expansión suave			5 - 10
S	presión de expansión intensa			10 - 15

Notas: i) Reducir estos valores de SRF por 25-50% si las zonas de fallas influyen, pero no intersecan la excavación. Nota: ii) Para campos insitu fuertemente anisotrópico (si se ha medido): cuando $5 \leq s1/s3 \leq 10$, reducir sc en $0.75sc$, cuando $s1/s3 > 10$, reducir sc a $0.5sc$, donde sc=esfuerzo compresivo sin confirmar, s1 y s3 son los esfuerzos principales mayores y menores y sq=esfuerzo tangencial máximo (estimado de la teoría de la elasticidad). iii) Existen algunos registros disponibles que señalan que la altura del techo de la excavación a superficie es mejor que el ancho de la labor. Para este caso se sugiere incrementar de 2.5 a 5 para estos casos (ver H). ii) Para campos insitu fuertemente anisotrópico (si se ha medido): cuando $5 \leq s1/s3 \leq 10$, reducir sc en $0.75sc$, cuando $s1/s3 > 10$, reducir sc a $0.5sc$, donde sc=esfuerzo compresivo sin confirmar, s1 y s3 son los esfuerzos principales mayores y menores y sq=esfuerzo tangencial máximo (estimado de la teoría de la elasticidad) iii) Existen algunos registros disponibles que señalan que la altura del techo de la excavación a superficie es mejor que el ancho de la labor. Para este caso se sugiere incrementar de 2.5 a 5 para estos casos (ver H).

Fuente: Barton, N. et al. (1973, p. 196)

Tabla 6. Clasificación geotécnica según Sistema Q (Barton)

Índice "Q"	Categoría	
	Tipo	Denominación
>0.7	I	Mala/ muy Mala
0.2 a 0.7	II	Muy Mala
0.05 a 0.2	III	Muy Mala/ Extremadamente Mala
0.01 a 0.05	IV	Extremadamente Mala
<0.01	V	Excepcionalmente Mala

Fuente: Barton, N. et al. (1973, p. 194)

4.9. Correlación Entre El Rmr Y Q

La relación entre los índices de calidad RMR y Q puede expresarse en forma general mediante la siguiente ecuación:

$$RMR = a \ln Q + b$$

donde, a y b son constantes que dependen del tipo de roca y de su fracturación. Kaiser et al. (1986) señalan el siguiente rango de valores para estos parámetros:

$$a = 5 \text{ a } 13,5$$

$$b = 26 \text{ a } 62$$

A continuación, se presentan las correlaciones entre el RMR y Q obtenidas por algunos investigadores.

$$RMR = 9 \ln Q + 44 \quad \text{Bieniawski (1976)}$$

$$RMR = 13,5 \ln Q + 43 \quad \text{Ruteledge (1978)}$$

$$RMR = 12,5 \ln Q + 55,2 \quad \text{Moreno (1980)}$$

$$RMR = 10,53 \ln Q + 41,83 \quad \text{Abad et al. (1983)}$$

$$RMR = 9 \ln Q + 44 \quad \text{Bieniawski (2004)}$$

En la Tabla 8 se muestran los intervalos de valores del RMR y Q para categorías similares de macizos rocosos.

T 7. Intervalos de valores del RMR y Q para categorías similares de macizos rocosos

CLASE	DESCRIPCION	RMR	Q
0	Excepcionalmente buena	----	100-1000
1	Muy buena	81-100	40-100
2	Buena	61-80	10-40
3	Media	41-60	4-10
4	Mala	21-40	1-4
5	Muy mala	0-20	0,1-1
6	Excepcionalmente mala	----	0,001-0,1

Fuente: Ramírez, p. & Alejano, L (2004, p 164). Mecánica de rocas: Fundamentos e ingeniería de taludes.

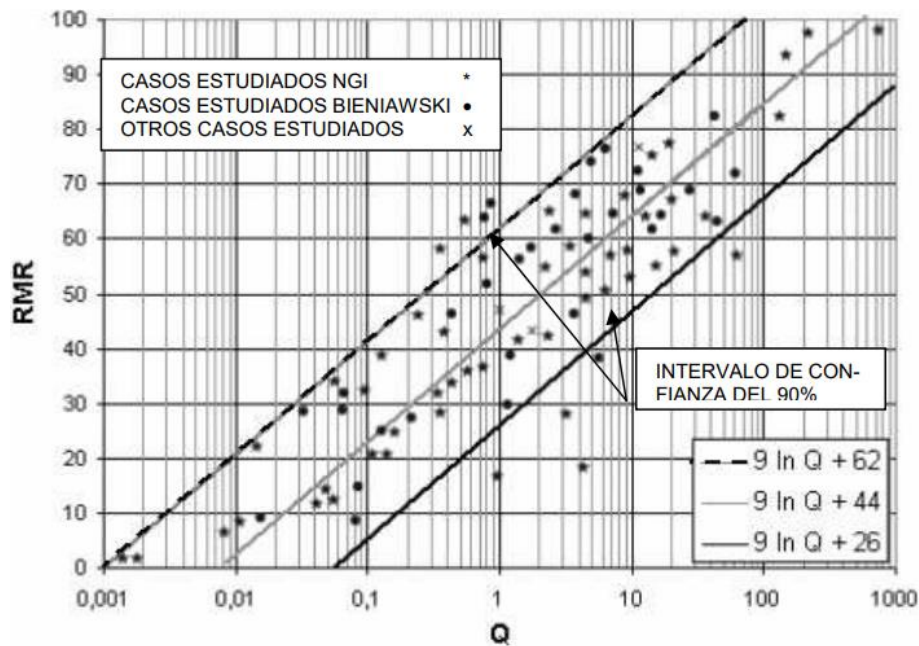


Figura 3. Relación entre RMR y Q. Bieniawski (1979).

Fuente: Ramírez, P. & Alejano, L. (2004, p 165). Mecánica de rocas: Fundamentos e ingeniería de taludes.

4.10. Familias De Discontinuidades

Una familia de discontinuidades está compuesta por aquellas que tienen orientaciones similares y el mismo origen. Por ello las familias se pueden determinar, representando los polos de las discontinuidades observadas en el macizo rocosos en una red polar equiareal, para obtener un diagrama de polos, que se contornearán utilizando una plantilla de conteo equiareal para obtener la distribución de polos que representará todas las discontinuidades medidas en el macizo rocosos y donde se tratará de identificar y estimar las orientaciones medias de las familias. Ramírez, O, P. & Alejano M, L. (2007).

4.11. Proyecciones Estereográficas

Gavilanes, H. & Andrade, B. (2007, p. 327) en su libro Introducción a la Ingeniería de Galerías manifiestan que en geología estructural y en el análisis de estabilidad de taludes y frentes de galerías en macizos rocosos, es necesario el estudio de las orientaciones de las discontinuidades estructurales predominantes a fin de determinar las posibilidades de desprendimientos de cuñas o bloques de rocas.

Para llevar a cabo esta tarea, se recurre al manejo de las proyecciones estereográficas, las cuales permiten visualizar la orientación tridimensional de los planos geológicos en diagramas bidimensionales. Existen dos tipos de proyecciones para construir redes meridionales y polares que son: la de ángulos iguales (equiangular) y la de áreas iguales

(equiareal). En la proyección equiangular, es también conocida como proyección de Wulff y la proyección equiareal, también conocida como proyección de Schmidt o de Lambert. En la práctica, la proyección estereográfica de líneas y planos se lleva a cabo con ayuda de una falsilla de proyección (Figura 4).

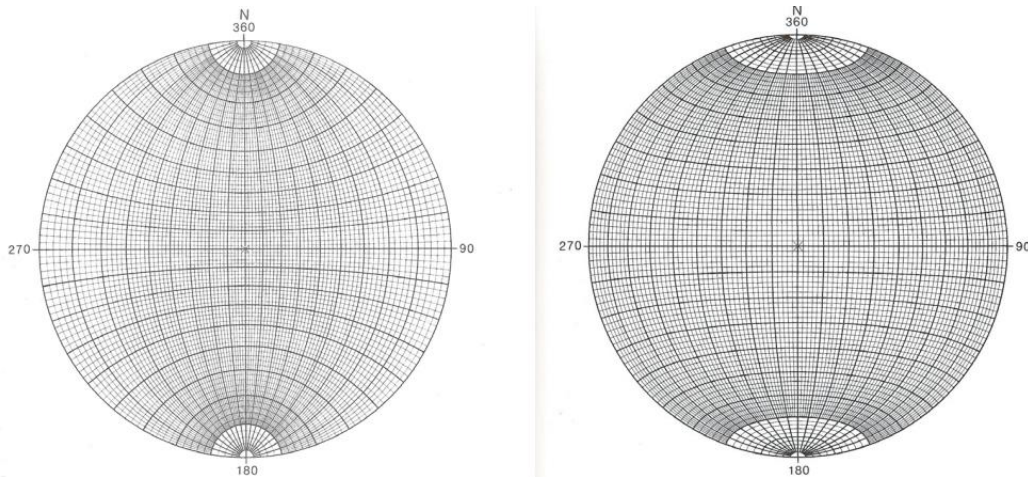


Figura 4. Falsilla de Wulff (izquierda) falsilla de Schmidt (derecha).

Fuente: Babín, R. & Gómez, D. (2010, p. 8) Problemas de Geología Estructural.

4.11.1. Diagrama de círculos máximos o diagrama beta

Únicamente es utilizado para la representación de elementos planos. Se obtiene por proyección sobre el plano ecuatorial, del círculo máximo de la superficie plana considerada. Este círculo máximo representa la intersección del plano con la esfera. Jover, R., Ferreiro, I., Sentana, I., Díaz, M. (2002, p. 4).



Figura 5. Diagrama de círculos máximos (beta). (correspondiente al estudio de un macizo rocoso de calcarenitas bioclásticas).

Fuente: Jover, R. et al. (2002, p. 4).

4.11.2. Diagrama de polos o diagrama pi

De acuerdo a Jover, R. et al. (2002, p. 4, 5) en su artículo Aplicaciones de la proyección estereográfica en ingeniería geológica, cuando las medidas a representar en el diagrama son muy numerosas, la representación mediante círculos máximos dificulta la lectura de los resultados, por lo que se recurre a los diagramas de polos o diagramas pi.

En estos diagramas se representan únicamente los polos de los planos o rectas, es decir la intersección de la recta con la esfera en el caso de elementos lineales o la intersección de la normal al plano con la esfera si se trata de elementos planos.

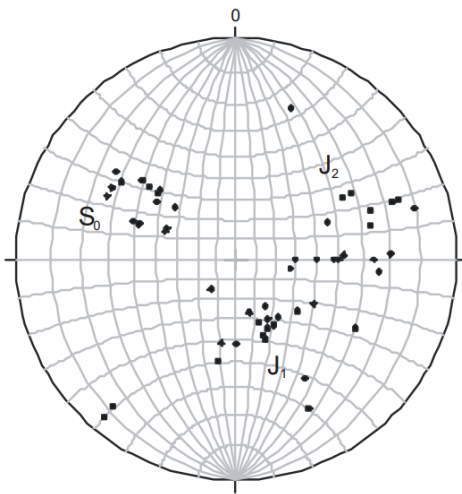


Figura 6. diagrama de polos (pi).

Fuente: Jover, R. et al. (2002, p.4).

4.11.3. Diagrama de densidad de polos

La proyección estereográfica de un elemento, nunca es tan exacta como la de líneas y planos teóricos, ya que presentan irregularidades puntuales, falta de ajuste con la geometría ideal y errores de precisión. Dando lugar a dispersiones que, según de su magnitud, pueden facilitar la interpretación de un polo o un círculo máximo.

De producirse una gran dispersión de datos, será preciso recurrir a un análisis estadístico de una muestra grande de datos para determinar la dirección y buzamiento predominantes. Para realizar este análisis se recurre a la proyección equiareal, empleando la falsilla de Schmidt, que nos permite el recuento directo de los polos, calcular su valor estadístico por unidad de superficie y determinar las direcciones y buzamiento predominantes. Jover, R. et al. (2002)

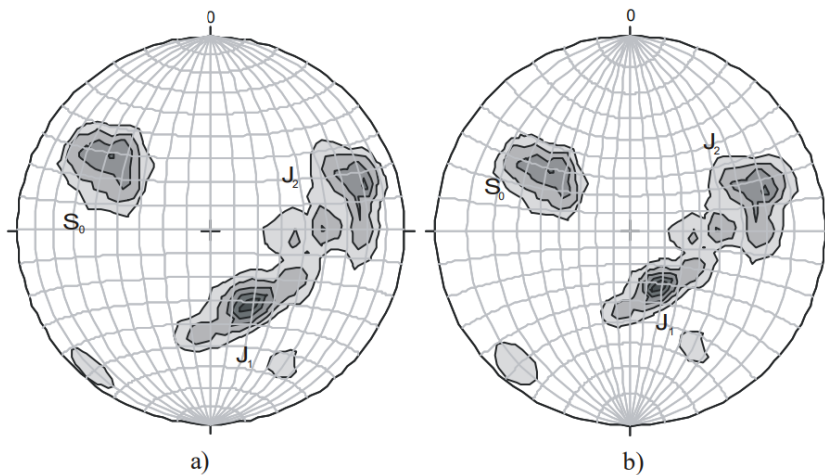


Figura 7. Diagrama de densidad de polos: a) en proyección equiareal y en proyección estereográfica (equiangular)

Fuente: Jover, R. et al. (2002, p.5).

4.12. Sostenimiento De Galerías Basado En Las Clasificaciones Geomecánicas

Hergenrether, D. (2014, p. 3) en su publicación, Sostenimiento de galerías basado en las clasificaciones geomecánicas, nos dice que fue Terzaghi en 1946 quien propuso la primera clasificación del terreno orientada a la construcción de galerías. Sus datos provenían de galerías sostenidos principalmente por cerchas metálicas. A partir de los años 50 fue expandiéndose el uso de bulonado y el hormigón proyectado en la construcción de galerías.

Las clasificaciones RMR y Q (Barton) poseen mayor grado de objetividad ya que las dos se basan en combinar atributos del macizo rocoso (de tipo geológico, geométrico y tensional) en un número único relacionado con la calidad global de la roca. Este número nos permite, la definición de un sostenimiento de la galería y la estimación de otros parámetros o datos de interés (resistencia del macizo rocoso, tiempo de estabilidad de una excavación no sostenida, etc.).

4.12.1. Sostenimiento Basado En RMR

Hergenrether, D. (2014, p. 10-15) nos describen las consideraciones para el sostenimiento de galerías a partir de la obtención del índice RMR el cual permite obtener una idea del tiempo de estabilidad de excavaciones sin soporte. Se debe tomar en cuenta unas recomendaciones para el sostenimiento en galerías, estos deben tener forma de arco de herradura de hasta 10 m de ancho, construidos por el sistema convencional (voladura) y su presión vertical debe ser inferior a 25 MPa (250 kg/cm²) equivalente a un recubrimiento de 100 m, asumiendo una densidad promedio del material de $\gamma = 2.7 \text{ T/m}^3$; $\sigma_V = 27 \text{ kg/cm}^2$ (Fig. 8).

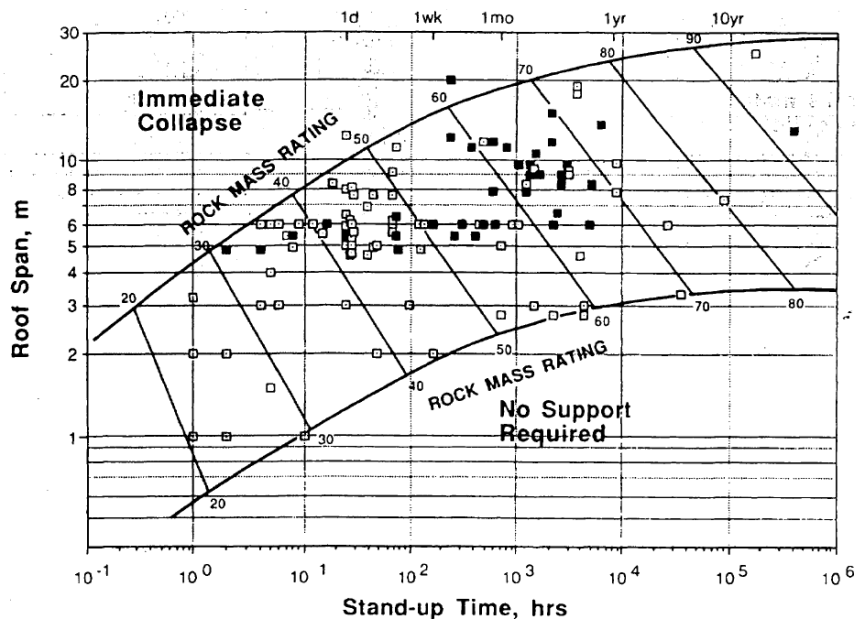


Figura 8. Relación entre el tiempo y la luz para varias clases de macizos rocosos.
Fuente: Bieniawski, Z. T. (1989, p. 61).

T 8. Recomendaciones para el sostenimiento.

CLASE	RMR	EXCAVACIÓN (PASE)	SOSTENIMIENTO		
			BULONES (Longitud en m)	HORMIGÓN PROYECTADO	CERCHAS METÁLICAS
I Muy buena	81-100	Sección completa (3 m)	Ocasionalmente	No necesario	No necesarias
II Buena	61-80	Sección completa (1-1,5 m). Sostenimiento terminado a 20 m del avance	Localmente en clave. L = 3 m. Espaciados a 2,5 m con mallazo ocasional	50 mm en clave donde sea necesario	No necesarias
III Media	41-60	Avance y destroza (1,5-3 m en avance) Sostenimiento empezado en el frente y terminado a 10 m del frente	Sistemáticamente en clave y hastial. L = 4 m. Espaciados 1,5 a 2,0 m. Mallazo en clave.	50-100 mm en clave. 30 mm en hastiales.	No necesarias
IV Mala	21-40	Avance y destroza (1,0-1,5 m en avance) Sostenimiento empezado simultáneamente con la excavación y hasta 10 m del frente	Sistemáticamente en clave y hastiales. L = 4 a 5 m. Espaciados a 1,0-1,5 m. Con mallazo.	100-150 mm en clave. 100 mm en hastiales.	Ligeras a medias, espaciadas a 1,5 m donde sea necesario
V Muy mala	1-20	Galerías múltiples. (0,5-1,5 en avance) Sostenimiento simultáneo con la excavación. Hormigón proyectado inmediatamente después de la voladura.	Sistemáticamente en clave y hastiales. L = 5-6 m. Espaciados a 1,0-1,5 m. Con mallazo. Bulonar la contrabóveda.	150-200 mm en clave. 150 mm en hastiales. 50 mm en el frente.	Medias a pesadas, espaciadas a 0,75 m, con forro y longarinas donde sea necesario. Contrabóveda

Notas (de Bieniawski): Sección del túnel en herradura. Ancho 10 m. Tensión vertical < 25 MPa. Excavado por voladuras.

Fuente: Traducido de Bieniawski, Z. T. (1989, p. 62).

4.12.2. Sostenimiento Basado En Q

Hergenrether, D. (2014, p. 16) nos describe que para la determinación del sostenimiento de una galería basado en el índice Q se procede en tres etapas:

Primero se selecciona el grado de importancia de la galería definido por un índice ESR (Excavation Support Ratio) que viene a ser un factor de seguridad. Barton homogeniza los

diámetros de las excavaciones a un diámetro “equivalente”, que se define $De = D/ESR$. El valor de ESR igual a 1 corresponde típicamente a las galerías que encontramos en obras de transportes (carreteras y ferrocarriles). Un cambio en ESR cambia el grado de seguridad que aceptamos para una determinada galería.

T 9. ESR basado en el tipo de excavación.

Type of excavation	ESR	No. of cases
A. Temporary mine openings etc.	ca. 3—5?	(2)
B. Vertical shafts: (i) circular section	ca. 2.5?	(0)
(ii) rectangular/square section	ca. 2.0?	(0)
C. Permanent mine openings, water tunnels for hydro power (exclude high pressure penstocks), pilot tunnels, drifts and headings for large excavations etc.	1.6	(83)
D. Storage rooms, water treatment plants, minor road and railway tunnels, surge chambers, access tunnels, etc. (cylindrical caverns?)	1.3	(25)
E. Power stations, major road and railway tunnels, civil defence chambers, portals, intersections etc.	1.0	(79)
F. Underground nuclear power stations, railway stations, sports and public facilities, factories etc.	ca. 0.8?	(2)

Fuente: Barton, N. et al. (1973, p. 213)

Luego se elige el tipo de sostenimiento combinando el índice Q y el diámetro equivalente de la excavación (afectado por el coeficiente ESR) (Fig. 9). En esta figura se aprecian también los casos que no necesitan sostenimiento (por debajo del límite inferior de la figura).

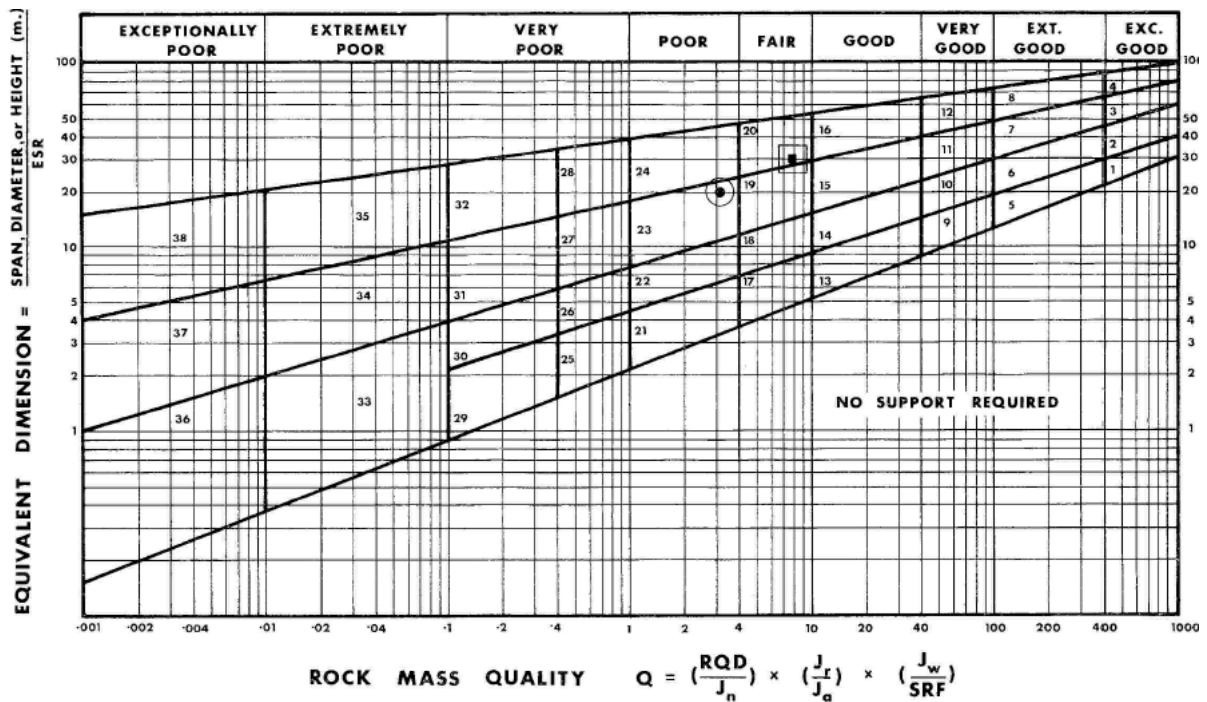


Figura 9. Recomendaciones para el sostenimiento.

Fuente: Barton, N. et al. (1973, p. 194, 195)

4.13. Pernos de anclaje o bulones

Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía. Perú (2004, p. 104 – 108) determinó que un perno de anclaje se trata de una varilla de acero con diámetros variables, tiene un extremo biselado, que es confinado dentro de un orificio en la roca pueden ir anclados mecánicamente friccionando directamente con la roca, con ayuda de cemento, de resina o en conjunto de resina y cemento. Su extremo opuesto puede ser de cabeza forjada o con rosca, donde va una placa de base plana o cóncava y una tuerca, se pueden usar varios tipos de placas de acuerdo a las necesidades de instalación requeridas.

Este tipo de pernos es relativamente barato. Su acción de reforzamiento de la roca es inmediata después de su instalación. Mediante rotación, se aplica un torque de 135 a 340 MN a la cabeza del perno, el cual acumula tensión en el perno, creando la interacción en la roca.

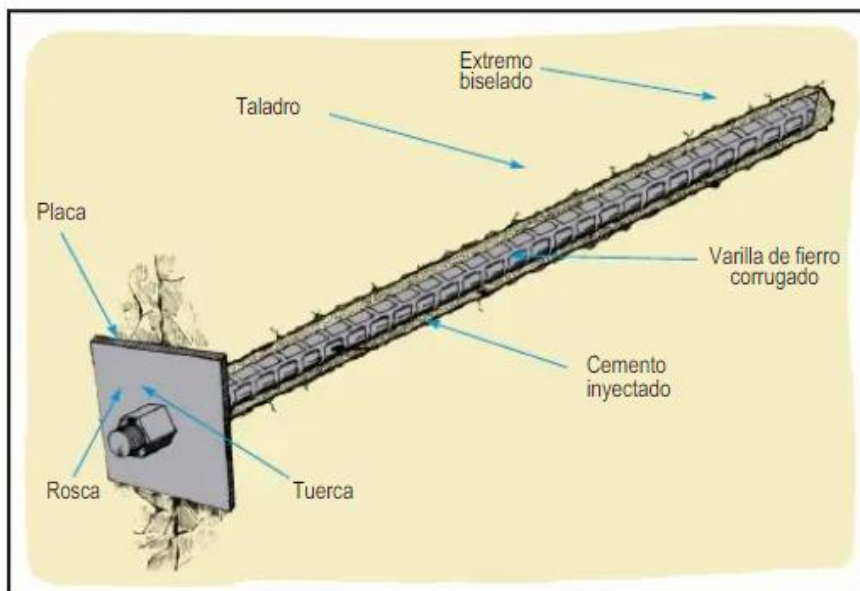


Figura 10. Bulón de varilla corrugada.

Fuente: Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía. Perú (2004, p. 107)

Las siguientes consideraciones son importantes para su utilización:

- Cuando no están cementados se recomienda usarlo en rocas duras, sin presencia de agua, en rocas muy fracturadas o rocas sometidas a altos esfuerzo no es recomendable.
- El diámetro recomendado para la perforación con taladro varía de 35mm a 38mm sin cemento y de 32mm a 36mm cementados.
- No es recomendable usarlos en terrenos cercanos a áreas de voladuras.
- Si se quieren utilizar de manera permanente deberán ser protegidos de la corrosión con ayuda de cemento o resina.

- Las varillas de acero proporcionan una tensión limitada, generalmente menor a 12 Tm mientras que las barras helicoidales superan las 18 Tm.

4.14. Concreto lanzado o gunitado

Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía. Perú (2004, p. 129). Establece que concreto lanzado (shotcrete) es como se conoce al concreto conformado por: cemento, agregados, agua, aditivos y elementos de refuerzo, este es colocado neumáticamente y compactados fuertemente a alta velocidad sobre una superficie.

Los principios de acción del shotcrete se indican a continuación:

- La acción del shotcrete sobre la roca forma un conjunto que impide que éstos se deformen de manera independiente.
- La interacción induce la formación de un esfuerzo radial de confinamiento, que controla las deformaciones y que ayuda a la formación de un arco de sustentación.
- El shotcrete mantiene el entrase de las cuñas o bloques rocosos, sellando las discontinuidades o grietas producidas por la voladura.
- Evita la alteración de rocas y minerales expuestos por la apertura del galería por efecto del intemperismo.

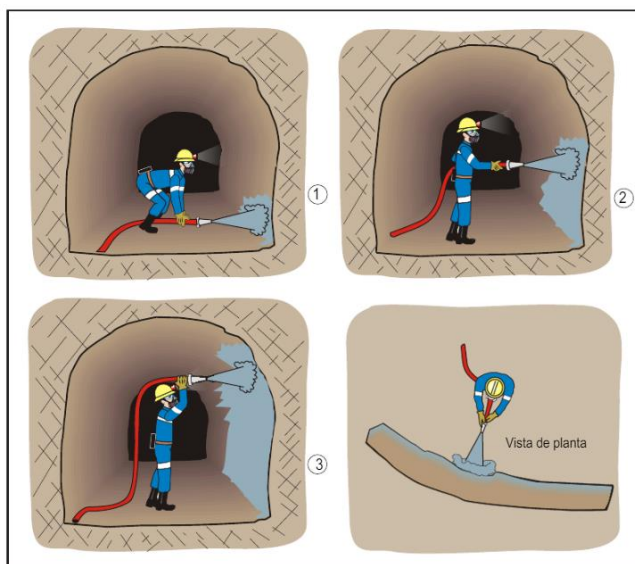


Figura 11. Aplicación de concreto lanzado.

Fuente: Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía. Perú (2004, p. 133)

5. Metodología

5.1. Materiales

Se empleó los siguientes materiales.

Tabla 10. *Materiales utilizados*

MATERIALES		
Materiales De Campo	Oficina	Seguridad
GPS Garmin Map62	Laptop	Casco
Brújula geológica (Brunton).	Impresora	Botas
Martillo geológico	Hojas geológicas	Chaleco
Cinta métrica	Cartas topográficas	Linterna
Martillo de Schmidt tipo N	Software ArcGIS 10.5	
Peine de Barton	AutoCAD 2018	
Lupa de aumento 30x	Dips 5.0	
Ácido Clorhídrico al 30%	UnWedge 3.0	
Fundas Plásticas de 25 cm x 30 cm		
Cámara Fotográfica		
Pintura en spray roja		

Fuente: El Autor, (2020)

5.2. Métodos

Se recopiló información de la carta topográfica de Paccha (CT-NVI-C4 Esc. 1:50.000. IGM 1989, UTM/WGS84), de una ortofoto del área (2015, PSAD56 facilitada por el personal de la mina R-Nivel), de la hoja geológica de Santa Rosa de El Oro (37, N VI-C, escala 1:100000, Datum WGS84, INIGEMM 2017) y de el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Zaruma del año 2015.

Se recopiló información bibliográfica sobre las clasificaciones de Bieniawski y Barton, posteriormente se elaboró fichas de recolección de datos de campo (ver Tabla 17, 18).

5.2.1. Metodología para el primer objetivo

“Realizar el levantamiento topográfico superficial y subterráneo a detalle”

En base a la carta topográfica y la ortofoto convertidas al sistema WGS84 se digitalizó las líneas (quebradas, ríos etc.) y polígonos del área de estudio (campamento comedor, bodegas, tolvas, bocamina, vías de acceso poblados cercanos) en el programa ArcGIS 10.5.

Se realizó el mapa superficial (WGS84) en base a la ortofoto, la carta topográfica y para la obtención de las curvas de nivel se usó los datos del Google Earth, para ello se generó una malla de coordenadas sobre el área, posteriormente se obtuvo coordenadas, se las convirtió a WGS84 y se graficó en ArcGIS; con estas se generó un TIN y las curvas de nivel, cada 5m las secundarias y 25m las principales.

Se generó y exportó mediante ArcGIS (*Layout View*) el mapa topográfico superficial con Datum WGS84 a escala 1:3000 en formato A3.

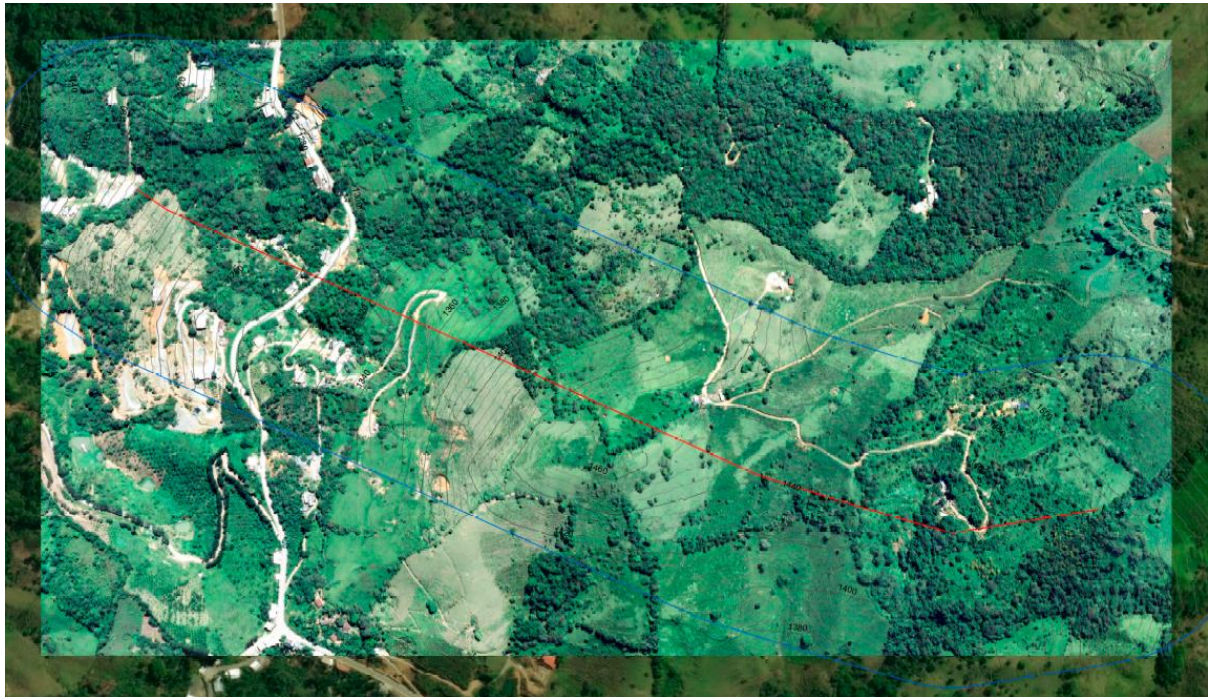


Figura 12. Ortofoto del área del año 2015.

Fuente: Compañía minera GRUMINCAB CIA LTDA. (2015)

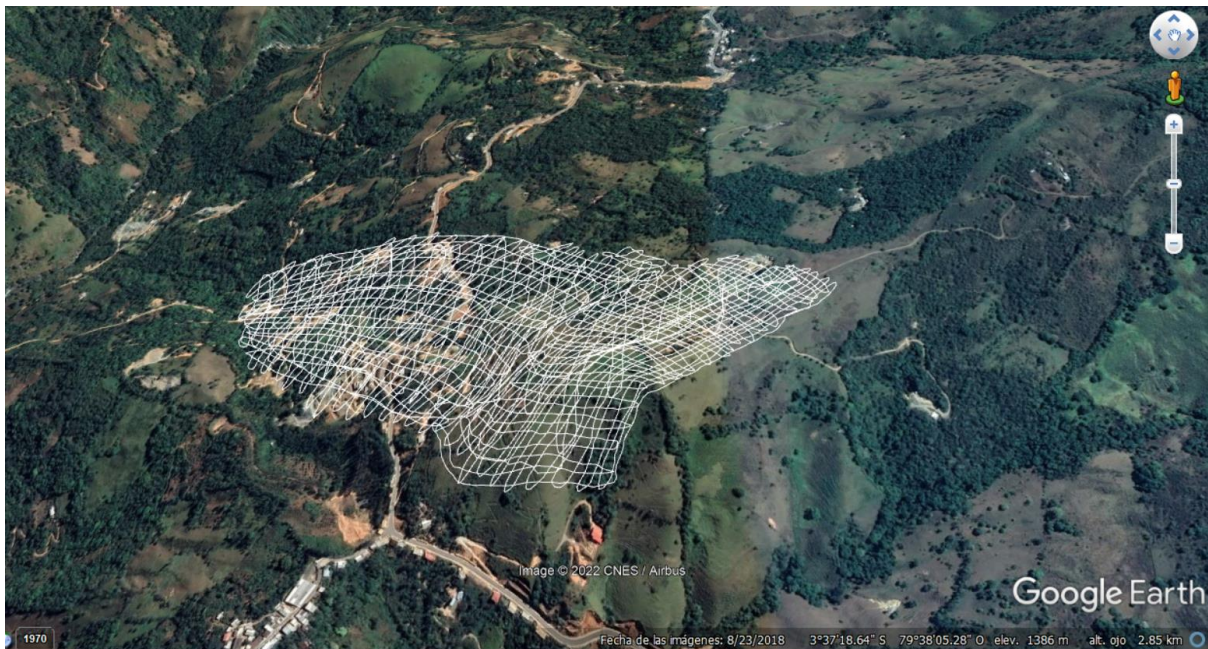


Figura 13. Ruta de coordenadas sobre la superficie del área.

Fuente: Google Earth imágenes (2018)

Se ubicó un punto GPS en la bocamina de la galería (Tabla 12) en la cual se hizo el levantamiento topográfico subterráneo, mediante el método de cinta y brújula.

Debido a la homogeneidad en la orientación de la galería, se estableció que la distancia entre estaciones adecuada es de 25 metros. Se midió considerando que la cinta métrica este siempre estirada, colocada horizontalmente y apoyada sobre jalones topográficos, usando la brújula se determinó el rumbo y la inclinación en cada tramo.

Se midió el alto y ancho en cada punto (Fotografía 1) y los datos obtenidos se registraron en la ficha de recolección de datos de las estaciones (Tabla 12).

Tabla 11. *Coordenadas UTM WGS84 de la bocamina.*

Coordenadas bocamina galería		
X	Y	Z
651070	9599658	1190 m.s.n.m.

Fuente: El Autor, 2022



Fotografía 1. Dimensiones de la galería.

Fuente: El Autor, 2022

Tabla 12. Ficha para levantamiento subterráneo

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL LEVANTAMIENTO DE ESTACIONES (TOPOGRÁFICO SUBTERRÁNEO) 						
Proyecto: “Estudio Geológico-Estructural De La Galería Principal De Transporte, Mina R-Nivel, Concesión Minera CEBRAL, Código 300267, Ubicada En El Cantón Zaruma, Provincia De El Oro.”					Coordenadas del PP (WGS84)	x: y: z: m.s.n.m.
Código	Rumbo	Longitud (m)	Inclinación (°)	Dimensiones h x a	Referencia	Gráfico
PP - E1						
E1 - E2						
E2 - E3						
E3 - E4						
E4 - E5						
E5 - E..						

Fuente: El Autor, 2022

Con los datos de campo se graficó la galería en ArcGIS y se obtuvo el mapa topográfico subterráneo en el Datum WGS84 a Esc. 1:3.000.

5.2.2. Metodología para el segundo objetivo

“Realizar el levantamiento geológico y estructural de la galería.”

Se levanto 25 afloramientos distribuidos homogéneamente en el área y se registró en las fichas de afloramientos los datos obtenidos (Tabla 13).

Como base para el mapa geológico se generó un mapa de afloramientos (Figura 14) y se indicó la ubicación con coordenadas, se analizó las muestras de roca presente y se generó el mapa geológico.

Tabla 13. Ficha de afloramientos

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL 						
Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”						
DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS						
Foto						
Código:		Fecha:		Coordenadas (UTM WGS84)	X:	
Sector:		Vía de acceso:			Y:	
Tipo de afloramiento:				Ambiente geológico	Z: m.s.n.m.	
Datos estructurales				Grado de alteración:		
Dimensiones:				Formación:		
Observaciones:	.					

Fuente: El Autor, 2022



Fotografía 2. Medida de elementos estructurales.

Fuente: El Autor, 2022





Figura 14. Ubicación de los afloramientos, mapa de afloramientos.

Fuente: El Autor, 2022

Se analizó macroscópicamente las muestras de roca de los afloramientos en el laboratorio de rocas de la FEIRNNR, con asesoría del Dr. Luis Angamarca, se registró los resultados de las observaciones y análisis en la ficha de rocas (Tabla 14).



Tabla 14. *Ficha de descripción de rocas*

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DESCRIPCIÓN DE ROCAS 			
Responsable:		N° Ficha	
Tipo de Muestra:		Código de la muestra	
Foto		Descripción Petrográfica	
		Color	
		Textura	
		Estructura	
		Tamaño del grano	
		Forma de los clastos	
		Tipo de roca	
Datos de Ubicación		Información de Coordenadas; WGS84	
Ubicación geográfica:		x =	
Acceso al lugar:		y =	
		z =	
Datos Estructurales		Contenido de Minerales	
Rumbo		Minerales Principales	
Buzamiento		Minerales accesorios	
Análisis de laboratorio:		Grado de meteorización	
Laboratorio UNL - CIGAYOT.		Tipo de alteración	
Encargado: Dr. Luis Angamarca		Nombre de la roca	

Fuente: El Autor, 2022

Se realizó la medición de las estructuras geológicas a detalle de la galería en la ficha de levantamiento de estructuras (Tabla 15), se determinó el tipo de estructura, su ubicación, sus elementos estructurales y su potencia. Se generó el mapa geológico estructural con Datum WGS84 a escala 1:3000.

Tabla 15. *Ficha de estructuras de la galería.*

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL LEVANTAMIENTO DE ESTRUCTURAS 						
Proyecto: “Estudio Geológico-Estructural En La Galería Principal De Transporte, Mina R-Nivel, Concesión Minera CEBRAL, Código 300267, Ubicada En El Cantón Zaruma, Provincia De El Oro.”						
Código	Descripción	Rumbo	Buzamiento	Potencia	Características	Ubicación

Fuente: El Autor, 2022



Fotografía 3. Medida de elementos estructurales de la galería.

Fuente: El Autor, 2022

5.2.3. Metodología para el tercer objetivo.

“Determinar el comportamiento geomecánico de las estructuras geológicas según el método de Bieniawski (RMR) y el método de Barton (Sistema Q) y correlacionar los resultados.”

Se dividió la galería en 40 estaciones cada 25m, y se realizó la clasificación geomecánica (Anexo 12), en las los hastiales y el techo para cada sector y se determinó los criterios de sostenimiento adecuados.

Obtención del RMR

Se tomó 4 muestras de roca inalterada de la galería que fueron enviadas al laboratorio TR INGENIERIA para ser cortadas en cubos de 5cm x 5cm y medir su resistencia a la compresión uniaxial.

Se usó un esclerómetro digital del tipo N en hastiales y techo de la galería, siguiendo la norma ASTM C805 (se debe tomar 10 mediciones descartando valores que difieran en 7 puntos de la media y promediar los valores restantes) (Fotografía 6).

Se aplicó el método de Poole & Farmer para transformar los resultados del esclerómetro tipo N (concreto) al tipo L (rocas) mediante la siguiente relación:

$$RL = 1,180 + 0,717RN \quad (1)$$

Donde:

RL= rebote de martillo tipo L

RN= rebote de martillo tipo N



Fotografía 4, 5. Toma de puntos con el esclerómetro (izquierda pared) (derecha techo).
Fuente: El Autor, 2022



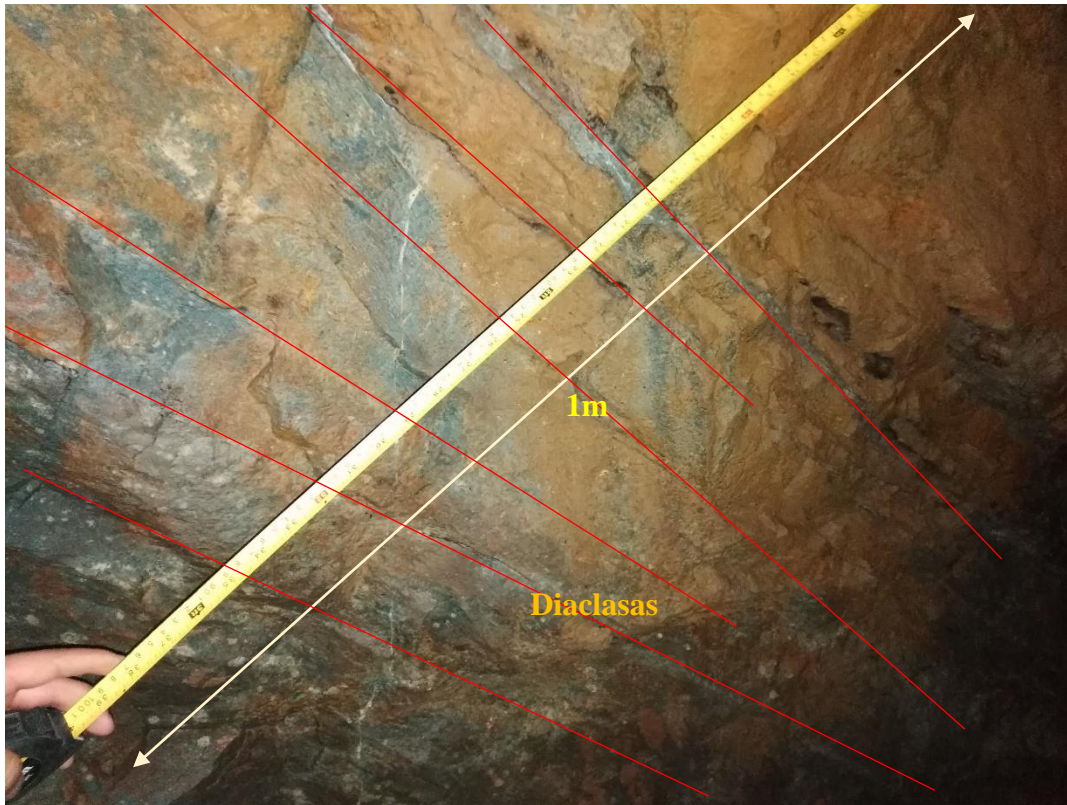
Fotografía 6. Malla de puntos para esclerómetro.
Fuente: El Autor, 2022

Ya que no se contó con testigos de perforación, se realizó mediciones para obtener el índice de calidad de la roca RQD en función del número de fisuras por metro cúbico (Fotografía 7) mediante la siguiente ecuación:

$$RQD = 115 - (3.3) J_v \quad (2)$$

Dónde:

J_v = número de fisuras por metro cúbico



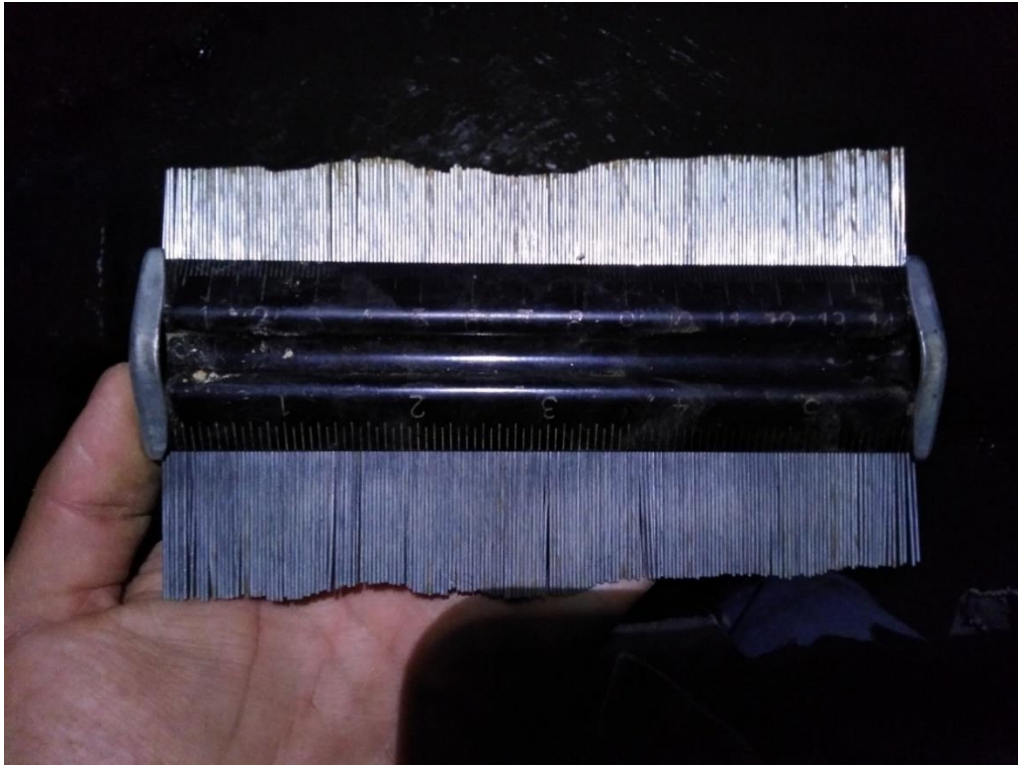
Fotografía 7. Número de fisuras por metro cúbico.

Fuente: El Autor, 2022

Se midió el espacio de las discontinuidades en los hastiales y el techo con cinta métrica.

Se determinó las condiciones de las discontinuidades: la persistencia, la apertura (con cinta métrica) y la rugosidad (con perfilómetro colocado en forma perpendicular a la superficie, haciendo presión hasta que se adapte a la pared) (Fotografía 8 y 9).

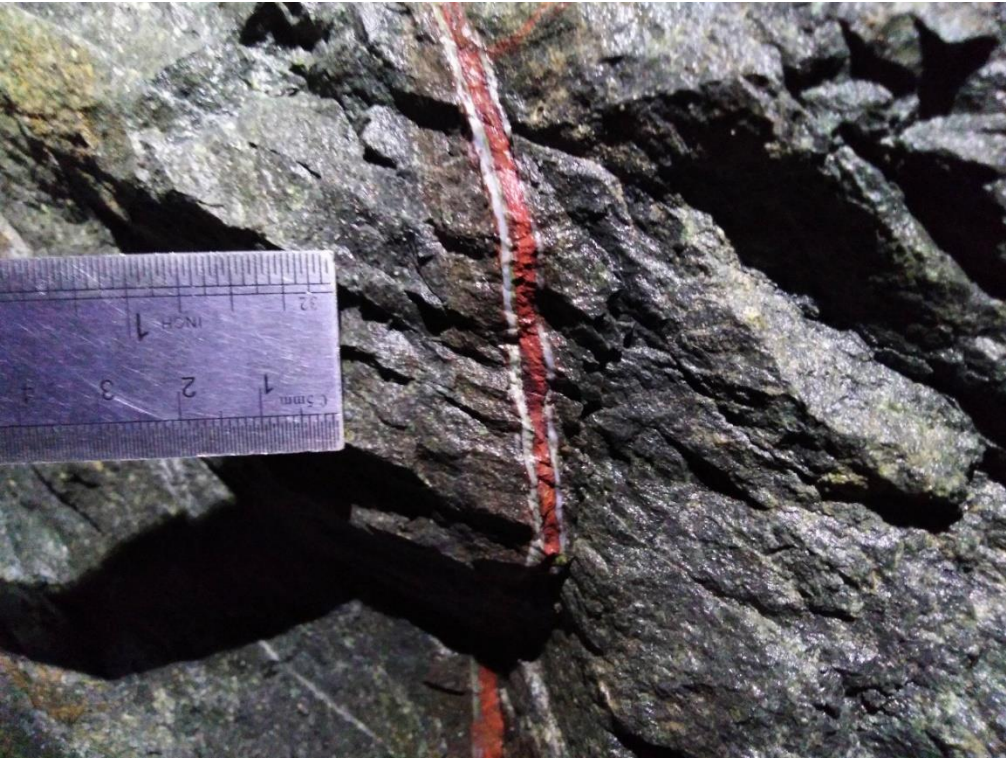
Se realizó el análisis del relleno y la alteración de las discontinuidades mediante inspección visual (Fotografía 9) y se tomó el rumbo y el buzamiento de las familias de diaclasas.



Fotografía 8. Perfilómetro o peine de Barton.
Fuente: El Autor, 2022



Fotografía 9. Aplicación del perfilómetro.
Fuente: El Autor, 2022



Fotografía 10. Inspección del relleno y alteración de las diaclasas.
Fuente: El Autor, 2022

Se determinó las condiciones de agua subterránea de manera visual (Tabla 17).

Se realizó la corrección por orientación de las discontinuidades tomando la dirección media de la galería, comparando las orientaciones de las estructuras.

Se elaboró los cálculos correspondientes para el RMR básico (sin corrección por la orientación de las discontinuidades), el RMR corregido y el RMR en condiciones secas (sin tomar en cuenta el valor del agua subterránea).

T 16. Ficha de levantamiento de Bieniawski RMR

CARACTERIZACIÓN DE LAS JUNTAS Y DISCONTINUIDADES DEL MACIZO ROCOSO										CARACTERIZACIÓN DEL RELLENO																													
TIPO DE PLANO (1)	DIRECCIÓN DE BUZAMIENTO (°)	BUZAMIENTO (°)	ESPACIADO (mm) (ISRM, 1981)		CONTINUIDAD (m) (ISRM, 1981)		ABERTURA (ISRM, 1981)			RUGOSIDAD (ISRM 1981)			LITOLOGÍA (2)	ESPESOR (mm)	METEORIZACIÓN (ISRM, 1981)		HUMEDAD (3-4) (Bieniawski, 1989)		RESISTENCIA (MPa) (ISRM, 1981) (4)																				
			SEGÚN DIRECCIÓN DE BUZAMIENTO		SEGÚN BUZAMIENTO		Cerrada	Abierta	Mediana Abierta	Alta	Graves	Escalonada			Dedada	Placa	Frías	Lig. Meteorizada	Med. Meteorizada	Alta/mucha Meteorizada	Completamente Meteorizada	Seco	Ligeram. húmedo	Húmedo	Colmado	Agua fluyente	< 0.025	0.025-0.05	0.05-0.1	0.1-0.25	0.25-0.5	> 0.5	Dura						
			< 20	20 - 40	40 - 60	60 - 100	> 100	< 1	1 - 3	3 - 10	> 10	< 1	1 - 3	3 - 10	> 10	< 20	> 20	< 1	1 - 3	3 - 10	> 10	I	II	III	IV	V	VI												

Fuente: González de Vallejo, et al, (2002, p. 241).

Tabla 17. Clasificación de Bieniawski RMR

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (BIENIAWSKI) 								
Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”								
Responsable:				Tutor:				
Sección:				Galería de exploración y transporte				
Ubicación:				Fecha:				
PARÁMETROS			Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
			Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje
1	RCU (MPa)							
2	RQD (%)							
3	Espaciado de las discontinuidades							
4	Condición de las discontinuidades	Longitud						
		Abertura						
		Rugosidad						
		Relleno						
		Meteorización						
5	Agua subterránea							
A	Ajuste por orientación	Perpendicular al eje						
		Paralelo al eje						
B	Tipo de roca	RMR						
		Clase						
		Descripción						
		Promedio						
C	Tiempo medio de sostén							
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación						
		Sostenimiento						
Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 100 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente.								

Fuente: El Autor, 2022



Obtención del Q de Barton.

Se utilizó los valores del RQD calculados para el RMR mediante la medición del número de diaclasas por metro cúbico (Fotografía 4 y 7). Se determinó J_n según el número de discontinuidades y sistemas de discontinuidades presentes en el macizo rocoso. Se estableció J_r con el peine de Barton (Fotografía 7, 8). Se determinó J_a de manera visual, en base al grado de alteración y el relleno de las discontinuidades (Fotografía 10). Se determino J_w mediante inspección visual del flujo de agua presente entre las diaclasas. Se estableció el factor de reducción por tensiones SRF mediante mediciones e inspecciones.

Se aplicó la ecuación de Barton (3) obteniendo el resultado del índice Q de Barton:

$$Q = (RQD / J_n) * (J_r / J_a) * (J_w / SRF) \quad (3)$$

Tabla 18. Clasificación de Barton índice (Q).

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA Q (BARTON) 							
Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”							
Responsable:			Tutor:				
Sección:			Galería de exploración y transporte				
Ubicación:			Fecha:				
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv						
2	Jn: Número de discontinuidades						
3	Jr: Número de rugosidad						
4	Ja: Número de alteración						
5	Jw: Número de agua subterránea						
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos						
B	Tipo de Roca Q:						
	Índice Q promedio						
C	Sostenimiento						

Fuente: El Autor, 2022

Se realizó la correlación entre el índice RMR y el índice Q, mediante el método planteado por Bieniawski en 1979, estableciendo la siguiente ecuación

$$RMR = a \ln Q + b \quad (4)$$

Se elaboró una gráfica donde se indica la correlación y el coeficiente de correlación obtenido mediante gráficas.

Se realizó la interpretación de los datos de las diaclasas y familias de diaclasas, mediante análisis bidimensionales, diagrama de polos, diagrama de densidad de polos, diagrama de círculos máximos y estereogramas elaborados en el software Dips. Se utilizó el programa UnWedge cuando existen tres o más familias de discontinuidades, para tener la simulación de las cuñas. (Tabla 9).

Para la propuesta de sostenimiento basada en el índice Q de Barton se utilizó los valores del ESR (Tabla 19), se determinó el ESR en 1,6 en la categoría de galería minera permanente.

Tabla 19. Valores del ESR.

	TIPO DE EXCAVACIÓN	ESR
A	Labores mineras con carácter temporal, etc.	2 - 5
B	Galerías mineras permanentes, túneles de centrales hidroeléctricas (excluyendo galerías de alta presión), túneles piloto, galerías de avance en grandes excavaciones, cámaras de compensación hidroeléctrica.	1,6 - 2,0
C	Cavernas de almacenamiento, plantas de tratamiento de aguas, túneles de carreteras secundarias y ferrocarril, túneles de acceso.	1,2 - 1,3
D	Centrales eléctricas subterráneas, túneles de carreteras primarias y de ferrocarril, refugios subterráneos para defensa civil, emboquilles e intersecciones de túneles.	0,9 - 1,1
E	Centrales nucleares subterráneas, estaciones de ferrocarril, instalaciones públicas y deportivas, fábricas, túneles para tuberías principales de gas.	0,5 - 0,8

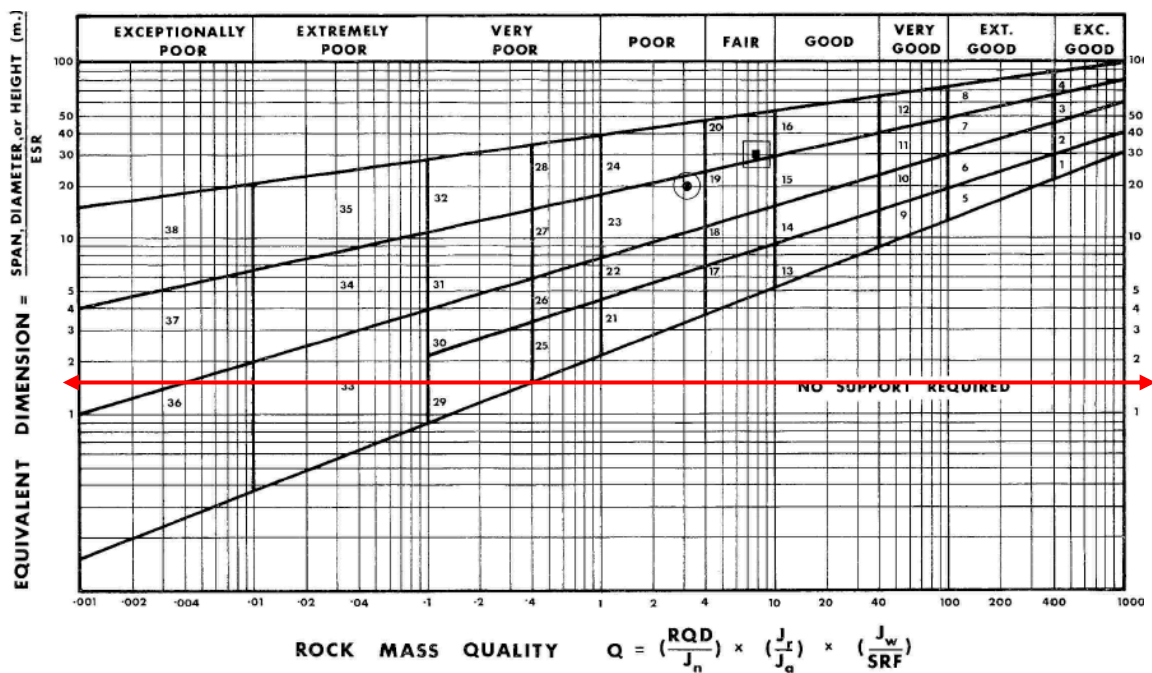
Fuente: Barton et al. (2000)

Se determinó el Diámetro equivalente dividiendo el diámetro del área de avance de la galería entre el ESR mediante la siguiente fórmula:

$$De = D/ESR \tag{5}$$

$$De = 1,43$$

Se determino que roca no requiere sostenimiento.



6. Resultados

6.1. Ubicación y acceso

La mina “R-Nivel” pertenece a la concesión minera CEBRAL Cód. 300267, opera dentro del régimen de pequeña minería, está ubicada al sur del Ecuador en la provincia de El Oro, dentro del cantón Zaruma, en parroquia Huertas y sector minero El Cajón.

El acceso al área minera se lo puede realizar por vía terrestre desde Guayaquil mediante la vía Panamericana dirigiéndonos 182 Km hasta Machala, seguimos 103 Km hacia Zaruma por la avenida E535, continuamos por la E535 16 km hacia la parroquia Huertas, posteriormente a mano izquierda avanzamos 1,3 Km hacia El Cajón donde se encuentra ubicada nuestra bocamina. Por vía aérea se puede acceder desde el Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre en Quito hasta el Aeropuerto Internacional de Santa Rosa y realizar el recorrido antes mencionado.

6.1.1. Datos Generales Del Área De Estudio

Tabla 20. Datos generales de la concesión minera CEBRAL

DATOS GENERALES		
Nombre o Razón social:	CEBRAL	
Código	300267	
Fase Minera	Fase de exploración y explotación	
Superficie:	217 ha	
Ubicación Geográfica	Parroquias Huertas, cantón Zaruma, provincia El Oro	
Coordenadas UTM (WGS84)	X	Y
	650000	9599700
	650000	9600000
	651099	9600000
	651100	9601000
	652500	9601000
	652500	9600000
	653000	9600000
	653000	9599700
	651900	9599700
	651900	9599750
Fecha de otorgamiento:	25/08/2010	
Minerales de interés:	Oro	
Tipo de minería:	Minería metálica	

Fuente: El Autor, 2022

6.2. Descripción biofísica del área de estudio

6.2.1. Clima

Desacuerdo a el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Zaruma 2015 (PDYOTZ), la zona de estudio presenta un clima ecuatorial mesotérmico semi húmedo o subtropical, caracterizado por presentar una temperatura media anual de 21.3°C, y la humeada relativa media es de 86%, y la precipitación anual en el 2008 es de 1860mm. Es un territorio húmedo con un clima tropical. La época seca es julio, agosto y septiembre ya que cuentan con

las precipitaciones más bajas en el año. La mayor parte del territorio se emplazan en un rango térmico de 18-20 grados centígrados, con un 25.41% del territorio. Le sigue el rango de 12 -14 °C con un 17.85 % del territorio. Las más altas temperaturas se emplazan en la parte norte y sur del territorio.

6.2.2. Hidrografía

De acuerdo a la Guía del Cantón Zaruma, 2016, la ciudad de Zaruma se encuentra en la cabecera de la cuenca del Río Puyango, entre los ríos Calera y Amarillo, en el pie de la misma está la ciudad de Tumbes entre el río Tumbes y el Océano Pacífico. El norte de la cordillera forma la cuenca del Río Jubones, en cuyo origen está la ciudad de Cuenca, a 2600 m.s.n.m. y en su desembocadura la ciudad de Machala. El flanco occidental de la Cordillera de Chilla define el borde de la planicie costera de Jambelí. La región de Zaruma involucra pisos climáticos desde los 500 a los 3500 m.s.n.m.

6.3. Topografía superficial

El mapa topográfico escala 1:3000 comprende un área de 110ha, las curvas de nivel secundarias se representan cada 5m, y las principales cada 25m.

La topografía es irregular debido al relieve montañoso presente, sus cotas varían desde 1.075 m.s.n.m. al noroeste del mapa, hasta los 1.475 m.s.n.m. al sureste del mapa. Se detallan poblados, vías, red hídrica y el campamento minero, en el área existe una vía de segundo y de tercer orden, la infraestructura del campamento ocupa un área de 0.08 hectáreas (Anexo 8).

La bocamina de acceso a la galería de explotación y transporte, está ubicada en las siguientes coordenadas:

Tabla 21. *Coordenadas UTM WGS84 de la bocamina.*

Bocamina R-Nivel		
X: 651070	Y: 9599658	Z: 1200 m.s.n.m.

Fuente: El Autor, 2022

6.4. Topografía subterránea

La galería minera tiene una longitud de 1000m, con una dirección de S56°E, las dimensiones de la galería van desde los 1.4m a 3.2m de ancho y desde 1.9m a 3.8m de altura, con un promedio de 2m de ancho y 2.3m de alto (Tabla. 23). Los primeros 20m ubicados en el noroeste del mapa cuentan fortificación de hormigón. Presenta con 3 galerías transversales paralelas ubicadas a los 415m, 475m y 875m que corresponden a las vetas: X, Cristina y Jenny.

Tabla 22. Levantamiento de la galería de la mina R-Nivel.

Punto	Azimut	Longitud m	Inclinación (°)	Dimensiones h x a	Gráfico
pp – p1	124	25	1.3	1.49 x 2.21	
p1 – p2	123	25	1.2	1.76 x 2.30	
p2 – p3	115	25	0.8	3.20 x 2.21	
p3 – p4	115	25	1.1	2.38 x 2.00	
p4 – p5	115	25	1.2	2.25 x 2.44	
p5 – p6	115	25	1.1	2.62 x 2.19	
p6 – p7	115	25	0.9	2.00 x 2.46	
p7 – p8	115	25	1.5	2.20 x 2.65	
p8 – p9	115	25	0.7	1.91 x 2.20	
p9 – p10	115	25	0.9	2.85 x 2.26	
p10 – p11	115	25	1.0	2.26 x 2.17	
p11 – p12	115	25	1.4	2.21 x 2.28	
p12 – 13	115	25	1.1	2.33 x 2.17	
p13 – p14	115	25	1.0	1.98 x 2.32	
p14 - p15	115	25	1.8	2.50 x 2.16	
p15 – p16	115	25	0.8	2.33 x 2.51	
p16 – p17	115	25	1.2	2.03 x 2.65	
p17 – p18	115	25	1.3	1.84 x 2.50	
p18 – p19	115	25	1.2	2.12 x 3.84	
p19 – p20	115	25	1.5	2.00 x 2.28	
p20 – p21	115	25	0.6	1.99 x 2.44	
p21 – p22	115	25	0.8	1.72 x 2.20	
p22 – p23	115	25	1.0	1.55 x 1.96	
p23 – p24	115	25	1.4	1.90 x 2.17	
p24 – p25	115	25	1.3°	1.94 x 2.16	
p25 – p26	115	25	1.0°	1.75 x 1.93	
p26 – p27	115	25	1.2°	1.57 x 2.07	
p27 – p28	115	25	0.9°	2.98 x 2.18	
p28 – p29	115	25	1.4°	2.16 x 2.16	
p29 – p30	115	25	1.1°	1.89 x 2.08	
p30 – p31	115	25	1.1°	1.69 x 2.00	
p31 – p32	115	25	1.3°	1.68 x 2.10	
p32 – p33	115	25	1.2°	2.02 x 2.19	
p33 – p34	115	25	1.4°	1.76 x 2.17	
p34 – p35	115	25	1.0°	1.67 x 2.18	
p35 – p36	111	25	1.2°	1.90 x 2.50	
p36 – p37	110	25	1.3°	1.68 x 2.07	
p37 – p38	110	25	1.4°	1.72 x 2.19	
p38 – p39	110	25	1.4°	1.77 x 2.19	
p39 – p40	110	25	1.1°	1.73 x 2.11	

Fuente: El Autor, 2022

6.5. Geomorfología del área

El área de estudio presenta 4 tipos de pendientes, pendientes fuertemente inclinadas abarcan un 39.4% ubicadas en la parte oeste del área, medianamente inclinadas con 29.0%, ligera a medianamente inclinadas con 26.5% y ligeramente inclinadas con un 5.1%. (Tabla 24).

Tabla 23. *Rango de pendientes del área.*

Rango (°)	Descripción	Área (Ha)	Porcentaje (%)
<10°	Ligeramente inclinadas	7.2	5.1
10° – 15°	Ligera a medianamente inclinadas	37.6	26.5
15° – 20°	Medianamente inclinadas	41.2	29.0
20° – 30°	Fuertemente inclinadas	55.9	39.4

Fuente: El Autor, 2022

6.6. Geología regional

La región está constituida por rocas metamórficas del paleozóico y triásico del Bloque Amotape–Tahuín (BAT) al N, secuencias sedimentarias cretácicas de margen pasivo sobreyaciendo al BAT al centro, y rocas volcanoclásticas y volcanosedimentarias cretácicas de la cuenca Alamor–Lancones (CAL) al S. El conjunto está parcialmente cubierto por rocas volcánicas de arco continental terciario. La información del BAT, de la zona Piñas-Zaruma-Portovelo, y de otros sectores se compiló y consolidó de los estudios realizados por Aspden et al. (1995), Pratt et al. (1997) y Kennerley et al. (1980).

La geología de Zaruma y Portovelo tiene como basamento pre-Mesozoico el llamado Complejo Metamórfico El Oro, que se encuentra dentro del Grupo Saraguro, predominantemente volcánico calco-alcalino. El sistema Zaruma-Portovelo está delimitado al norte y sur por dos fallas principales de rumbo NW: la Falla de Piñas (con varios lineamientos subparalelos, al sur de Piñas y Portovelo) y la Falla Puente Busa-Palestina (con trazo entre Malvas y Arcapamba).

6.6.1. 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)

6.6.2. Paleozoico

Rocas Metamórficas (M) (Paleozoico-Cretácico): Se encuentran ubicadas al Sur Oeste del subdistrito Minero El Oro, al sur de la falla Piñas Portovelo; estas rocas se encuentran asociadas al complejo metamórfico de El Oro (Aspden et al., 1995) caracterizado por presentar una tendencia de rumbo E-W y facies litológicas de alto y bajo grado metamórfico que poseen

edades paleozoicas a cretácicas; el complejo se compone de litologías como serpentinitas, eclogitas, anfibolitas, gneises, paragneises, gneises graníticos, granodioritas foliadas, migmatitas de alto grado, metapelitas, metacuarcitas, arcosas metamorizadas, pizarras y conglomerados con clivaje.

6.6.3. Mesozoico

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 anfiboles (Bosch et al., 2002).

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)

6.6.4. Cenozoico

Volcánicos Saraguro (E-Ms) (Terciario): Los volcánicos del Grupo Saraguro se encuentran en las zonas N y E del subdistrito El Oro, está limitado tectónicamente al sur por la falla Piñas Portovelo. El grupo es de edad eocénica superior, interpretado de un ambiente deposicional subaéreo calco alcalino que consiste de tobas soldadas de flujo de ceniza, facies de flujo de salida de caldera de composición ácida a intermedia; existen lavas basalto andesíticas, brechas volcánicas, tobas de composición dacítica-andesítica, material volcánico retrabajado y ciertas secuencias sedimentarias intercaladas con material volcánico. En el grupo Saraguro se distinguen seis unidades litológicas: Unidad Portovelo y las Formaciones Jubones, Las Trancas, Plancha Rumi, La Fortuna y La Paz (Dunkley & Gaibor, 1997 en Bonilla, 2009)

Unidad Portovelo (O?Pv) (Oligoceno-Mioceno inferior): Definida por Pratt y otros (1997). Abarca gran parte del complejo volcánico calco-alcalino terciario de la zona de interés. Su afloramiento tipo se ubica en el sector de Paccha (UTM: 648 281E; 9 603 533N). Litológicamente consiste de lavas de composición andesítica a andesítica basáltica, tobas de cristales, brechas andesíticas y lavas riolíticas. Es común observar una elevada silicificación en los flujos lávicos de esta unidad. Se encuentra en contacto tectónico a lo largo de la falla Piñas - Portovelo con las rocas metamórficas de las unidades Quebrada Plata y Río Panupali,

además hacia el sur yace sobre las unidades Calera y Ayapamba. Hacia el centro-norte está cubierta por las unidades Huiñacay y Chillacocha en el sector de la cordillera de Chilla, hacia el este por la Unidad Tambillo y al oeste por la Unidad Yacuviña en el sector de loma Santa Bárbara.

De E a W, esta unidad está comprendida por 3 series: Muluncay, Portovelo y Faique (Billingsley, 1926 en Bonilla, 2009).

- La serie Muluncay consta de tobas, lavas de composición andesítica, brechas volcánicas e ignimbritas y es considerada como la base de la serie Portovelo.
- La serie Portovelo posee una dirección NW-SE y está constituida por lavas andesíticas, basalto andesíticas y todas de composición intermedia.
- La Serie Faique sobreyace a la serie Portovelo, está localizada al oeste de la secuencia volcánica, su composición es similar a la serie Muluncay; se diferencia por poseer cuerpos intrusivos subvolcánicos dioríticos, granodioríticos y riolíticos aflorantes entre Zaruma y Portovelo.

Unidad Ayapamba (OM ay): Nueva unidad que se extiende como una franja en dirección N O -S E en el centro sur de Zaruma. Aflora en las localidades de Malvas (UTM: 652445E; 9595639N), Arcapamba (UTM: 653 622E; 9 596 310N) y Ayapamba (UTM: 646860E; 9600441N). Su litología se compone de tobas de líticos, tobas de ceniza, tobas de cristales, lavas andesíticas y ocasionales diques andesíticos. Estratigráficamente este flujo subyace a las típicas lavas andesíticas silicificadas de la Unidad Portovelo y yace discordantemente sobre la Unidad Calera hacia el suroeste.

Rocas Intrusivas (Mioceno superior): Existen cuerpos dioríticos, granodioríticos y riolíticos intruyendo a rocas de la Unidad Portovelo, Grupo Saraguro y Terreno Metamórfico de El Oro; estas se encuentran formando un cinturón con dirección NW-SE similar a la mega estructura Piñas-Portovelo. (Spencer et al, 2009 en Bonilla, 2009).

Existen granitoides de grano grueso a medio que presentan características de un enfriamiento brusco, que indican un posible emplazamiento subvolcánico; stocks subvolcánicos de riolita y andesita porfirítica están presentes dentro del Grupo Saraguro. Mediante dataciones radiométricas K/Ar a la granodiorita de Paccha indica una edad de 16.89 89 +- 0.16 M.a., este cuerpo intrusivo cubre un área de 150 km² aproximadamente. (CODIGEM-BGS, 1997).

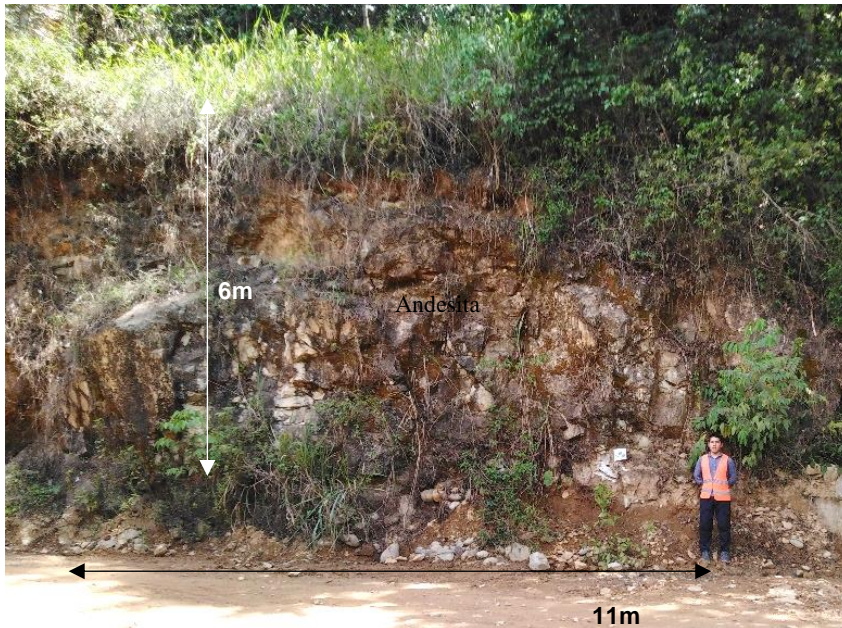
Distrito Minero Zaruma-Portovelo: La región de minerales auríferos polimetálicos de Zaruma-Portovelo se encuentra al suroeste de la Cordillera Occidental de los Andes ecuatorianos y se despliega los distritos “Pucará – Alausí” y “Zaruma – Portovelo” agrupándose en el Distrito Azuay, denominando a “Zaruma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

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).

6.7. Geología local

Pertenciente a la Unidad Portovelo del Eoceno Superior (28.4 a 21.5 Ma.) definido por (Pratt et al., 1997), se encuentra constituida por andesita, riolita, toba andesítica, toba riolítica y cuarzo diorita. Como de minerales primarios tenemos, hornblenda, plagioclasa, piroxeno y secundarios como cuarzo, sericita, clorita, epidota, calcita, pirita y calcopirita. Las andesitas, presentan composiciones intermedias, textura afanítica y se componen de plagioclasas, biotita, hornblenda, piroxeno y cuarzo.

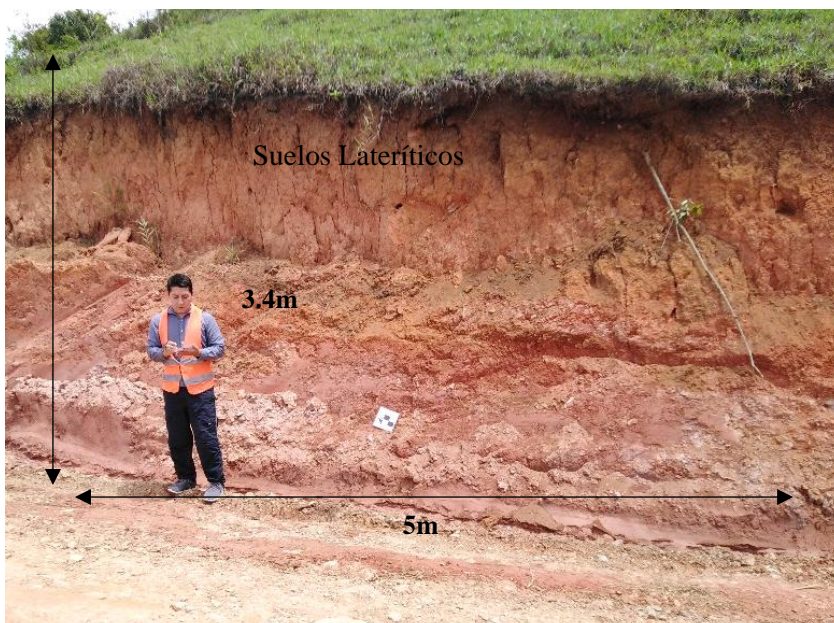
A causa de la geología del sistema de filones Minas Nuevas Muluncay se originan estructuras mineralizadas, identificándose 3 tipos de alteraciones: Propilítica, Potásica y Fílica; directamente relacionadas con la mineralización de este yacimiento.



Fotografía 11. Roca andesita aflorando en zonas erosionadas

Fuente: El autor 2020

En la superficie en su mayoría encontramos suelos originados a partir de la meteorización de las rocas a causa del agua de lluvia que se filtra a las profundidades, causando la disolución de los minerales de la roca primaria y la disminución de los elementos fácilmente solubles, dando lugar a una concentración residual de los elementos más insolubles predominantemente hierro y aluminio. (Anexo 10)



Fotografía 12. Suelo de la zona.

Fuente: El autor 2020

6.8. Geología subterránea

Mediante muestras de roca, se pudo determinar la presencia de andesita y riolita, predominan las andesitas, también existen yacimientos hidrotermales tipo veta y mineralización diseminada (pirita, calcopirita, cuarzo) (Fotografía 13). Las andesitas se encuentran diaclasadas con rellenos de calcita, yeso, arcillas y cuarzo. (Fotografía 13, 14, 15).

Existen cuatro fallas principales formando una zona de falla con alta presencia de arcillas. (Anexo 11)



Fotografía 13. Vetilla de cuarzo

Fuente: El Autor, 2022



Fotografía 14, 15 Relleno de calcita (izquierda) relleno de yeso (derecha)

Fuente: El Autor, 2022

6.9. Geología estructural

Las principales divisiones tectónicas que rigen al subdistrito El Oro, son la falla Jubones al N, la falla Piñas Portovelo al S y la falla Girón al E; estos límites están basados en las subdivisiones metalotectónicas del Distrito Azuay. (PRODEMİNCA, 2000).

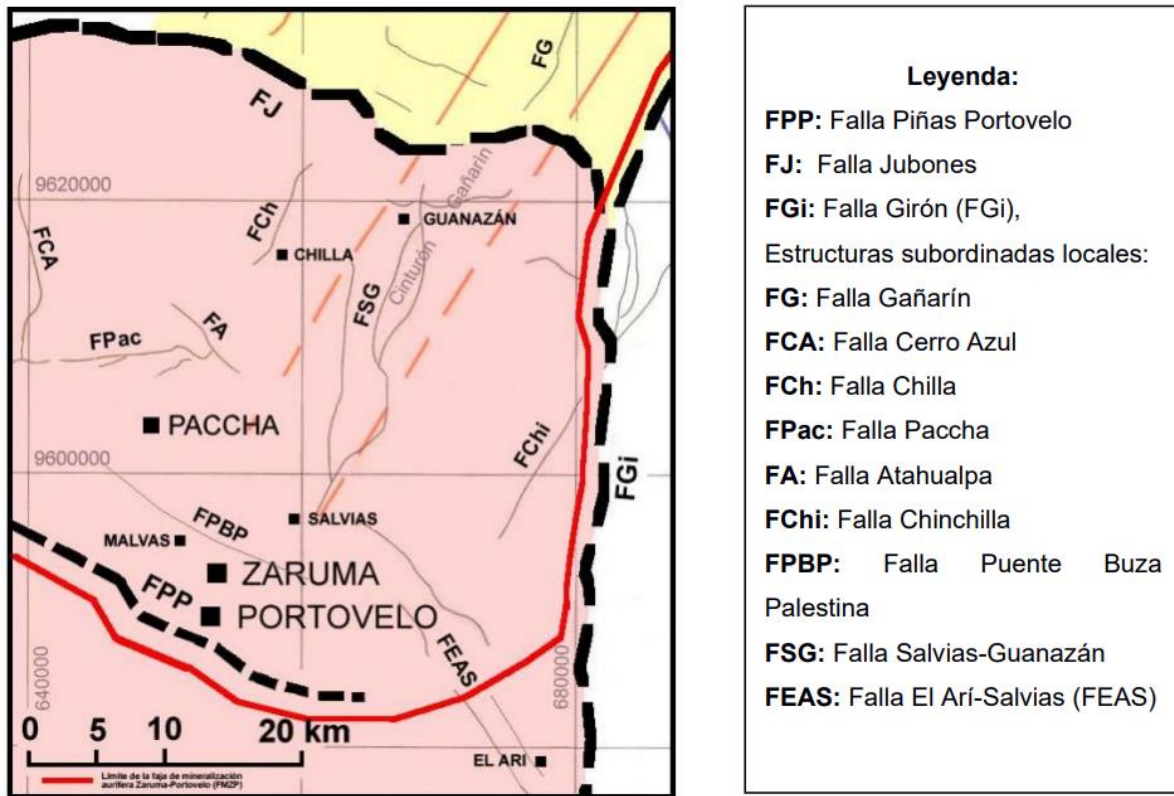


Figura 15. Mapa de estructuras geológicas del distrito minero Zaruma-Portovelo, representando fallas de segundo y tercer orden fuente.

Fuente: PRODEMİNCA 2000, modificado por (Bonilla, 2009)

El principal rasgo estructural de Zaruma Portovelo es la falla de cabalgamiento Piñas-Portovelo que separa al grupo Saraguro del complejo metamórfico El Oro, con una dirección preferencial NW-SE; además, constituye el límite S de mineralización del sistema vetiforme aurífero polimetálico. Al W de Piñas la falla presenta buzamiento alto, mientras que al SE de Portovelo cabalga con vergencia S, buzando al N. (Pratt et. al 1997 en Bonilla, 2009).

La falla Puente Busa Palestina está a 10 km al N de la falla Piñas-Portovelo y presenta las mismas características estructurales, con un movimiento inverso dextral y dirección NW-SE; delimitando el sistema de vetas Minas Nuevas. Al N de esta falla existe el sistema de vetas Minas Nuevas que representa la continuidad de mineralización, pero con un salto sinistral de 2 a 4 km.

El enjambre de vetas Zaruma-Portovelo se encuentra principalmente entre las fallas Piñas Portovelo y Puente Busa Palestina, dentro de un complejo estructural NS con buzamiento

predominante al E, (Van Thournout et al, 1996 en Bonilla, 2009) propone que las fallas regionales de rumbo NW son las responsables de un amplio espacio dilatante NS que ha provocado la deposición de los fluidos mineralizantes en las rocas de composición andesítica. (Figura 16)

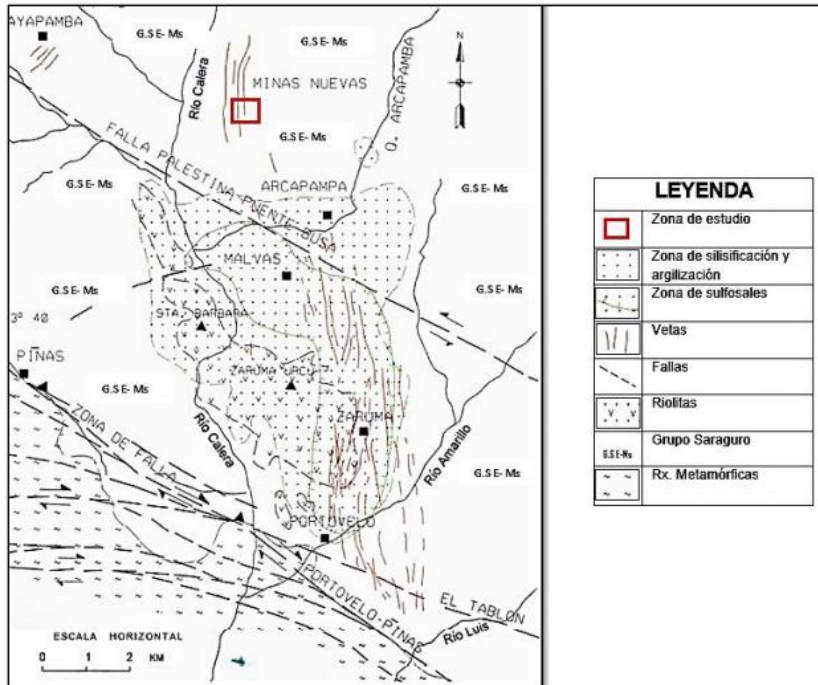


Figura 16. Mapa geológico Distrito Zaruma-Portovelo y el mapa de Complejo Metamórfico de El Oro

Fuente: PRODEMINCA 2000.

6.9.1. Geología Estructural De La Galería

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).

La galería atraviesa de manera perpendicular a las vetas y vetillas, existen 3 vetas con potencias de 1.2 hasta 1.8 metros, a los 412m se encuentra a la veta “X” con rumbo de N18°W y buzamiento 83°NE, a los 482m la veta “Cristina” con rumbo N15°W buzando 79°NE y a los 870m la veta “Jenny” con rumbo N16°W y buzamiento de 80°NE (Tabla 25). Las vetillas tienen potencias de 5mm a 20mm y un rumbo predominante NE y buzamiento hacia el SE.

Desde los 620m hasta los 700m encontramos 4 fallas normales (Fotografía 16) la primera con rumbo S29°E y buzamiento de 62°SW, la segunda tiene un rumbo de S8°E y

buzamiento de 67° SW, la tercera falla presenta un rumbo de N65°E y un buzamiento de 61° SE y la cuarta falla tiene S30°W y un buzamiento de 82° NW.



Fotografía 16. Falla 1 Mina R-Nivel

Fuente: El autor 2020.

Tabla 24. Levantamiento de estructuras de la mina R-Nivel.

Tramo de la galería	Azimut	Buzamiento	Descripción	Potencia
75 - 100m	51°	88° SE	Vetilla	2cm
100 - 125m	44°	70° SE	Vetilla	cm
	50°	87° SE	Vetilla	1cm
125 - 150m	40°	65° SE	Vetilla	1cm
	56°	80° SE	Vetilla	2cm
	353°	68° E	Vetilla	1cm
175 - 200m	47°	83° SE	Vetilla	2cm
	68°	74° SE	Vetilla	2cm
225 - 250m	254°	75° NW	Vetilla	1cm
	63°	84° SE	Vetilla	1cm
250 - 275m	64°	83° SE	Vetilla	1cm
	250°	80° NW	Vetilla	2cm
275 - 300m	159°	65° SW	Vetilla	1cm
	68°	88° SE	Vetilla	2cm
325 - 350m	55°	83° SE	Vetilla	2cm
400 - 425m	342°	83° NE	Veta	1.5m
475 - 500m	345°	79° NE	Veta	2m
500 - 525m	9°	80° SE	Vetilla	2cm
550 - 575m	1°	76° SE	Vetilla	1cm
575 - 600m	3°	55° SE	Vetilla	2cm
600 - 625m	151°	62° SW	Falla	
650 - 675m	172°	67° SW	Falla	
675 - 700m	65°	61° SE	Falla	
	210°	82° NW	Falla	
700 - 725m	149°	85° SW	Vetilla	2cm
750 - 775m	2°	69° SE	Vetilla	2cm
850 - 875m	344°	80° NE	Veta	1m
875 - 900m	24	25° SE	Vetilla	1cm
925 - 950m	22	31° SE	Vetilla	2cm

Fuente: El Autor, 2022

6.10. Caracterización del macizo rocoso

6.10.1. Análisis de las propiedades físico mecánicas de las rocas

6.10.1.1. Densidad y Peso Específico

Para el análisis de las propiedades del macizo, se tomó 4 muestras de roca donde se realizó la caracterización del macizo rocoso obteniendo como resultados:

Tabla 25. Resultados de las propiedades físicas de las muestras obtenidas.

Código	Roca	Densidad (gr/cm ³)	Peso Específico (N/m ³)
Muestra RN1	Andesita	2.64	26.0
Muestra RN2	Andesita	2.64	26.0
Muestra RN3	Andesita	2.65	26.1
Muestra RN4	Andesita	2.69	26.4

Fuente: El Autor, 2022

La densidad de las 4 muestras analizadas está entre 2.64 y 2.69 gr/cm³, siendo la muestra de roca 4 la de mayor densidad. El peso específico varía entre 26.0 y 26.6 N/m³.

6.10.1.2. Resistencia al rebote del martillo de Schmidt

Se realizó ensayos de resistencia al rebote con el martillo de Schmidt en 40 sectores determinados de la galería obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 26. Resultados de las propiedades físicas de las muestras obtenidas.

Resistencia de Ensayos al Rebote (martillo de Schmidt)			
Código	Tipo de Roca	Peso Específico	Ensayo del rebote (MPa)
RN-E1	Andesita	2.64	67
RN-E2	Andesita	2.64	40
RN-E3	Andesita	2.64	46
RN-E4	Andesita	2.64	57
RN-E5	Andesita	2.64	52
RN-E6	Andesita	2.64	53
RN-E7	Andesita	2.64	69
RN-E8	Andesita	2.64	63
RN-E9	Andesita	2.64	53
RN-E10	Andesita	2.64	59
RN-E11	Andesita	2.64	69
RN-E12	Andesita	2.64	66
RN-E13	Andesita	2.64	73
RN-E14	Andesita	2.64	71
RN-E15	Andesita	2.64	73
RN-E16	Andesita	2.64	81
RN-E17	Andesita	2.64	82
RN-E18	Andesita	2.64	75
RN-E19	Andesita	2.64	76
RN-E20	Andesita	2.64	66
RN-E21	Andesita	2.64	71

RN-E22	Andesita	2.64	68
RN-E23	Andesita	2.64	71
RN-E24	Andesita	2.64	71
RN-E25	Andesita	2.64	58
RN-E26	Andesita	2.64	62
RN-E27	Andesita	2.64	62
RN-E28	Andesita	2.64	46
RN-E29	Andesita	2.64	72
RN-E30	Andesita	2.64	73
RN-E31	Andesita	2.64	69
RN-E32	Andesita	2.64	66
RN-E33	Andesita	2.64	66
RN-E34	Andesita	2.64	71
RN-E35	Andesita	2.64	51
RN-E36	Andesita	2.64	63
RN-E37	Andesita	2.64	50
RN-E38	Andesita	2.64	70
RN-E39	Andesita	2.64	72
RN-E40	Andesita	2.64	64

Fuente: El Autor, 2022

6.10.1.3. Resistencia a compresión simple.

Se realizó ensayos de compresión simple a las muestras, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 27. Resultados de compresión simple de las muestras obtenidas.

Código	Masa (gr)	Carga (N)	Densidad (gr/cm ³)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Esfuerzo (MPa)
Muestra RN1	412.50	37556	2.64	1331.79	130.60
Muestra RN2	393.20	29641	2.64	1043.34	102.32
Muestra RN3	396.60	22480	2.65	837.90	82.17
Muestra RN4	399.52	28565	2.69	1002.22	100.71

Fuente: El Autor, 2022

La muestra RN1 es una roca de tipo Andesita tomada a 30m de la bocamina, presenta una estructura masiva con una textura afanítica, su resistencia en el ensayo de compresión simple es de 130.60 MPa.

La muestra RN2 es una roca Andesita fracturada tomada a 200 m de la bocamina, presenta una estructura masiva con una textura afanítica. La rotura en el ensayo de compresión simple es a través de la matriz rocosa, su resistencia es de 102.32 MPa.

La muestra RN3 es una roca de tipo Andesita mineralizada tomada a 500 m de la bocamina, presenta una estructura masiva con una textura afanítica a porfídica. La rotura en el ensayo de compresión simple es a través de la matriz rocosa, su resistencia es de 82.17 MPa.

La muestra RN4 es una roca de tipo Andesita tomada a 800 m de la bocamina, presenta una estructura masiva con una textura afanítica. La rotura en el ensayo de compresión simple es a través de la matriz rocosa, su resistencia es de 100.71 MPa. (Anexo 15)

6.10.1.4. Resistencia a la tracción.

Se realizó ensayos de resistencia a la tracción en laboratorio obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 28. Resultados de resistencia a la tracción de las muestras obtenidas.

Código	Roca	Resistencia (Kg/cm ²)	Resistencia a la Tracción (f)
Muestra RN1	Andesita	1331.79	13.32
Muestra RN2	Andesita fracturada	1043.34	10.43
Muestra RN3	Andesita mineralizada	837.90	8.38
Muestra RN4	Andesita	1002.22	10.42

Fuente: El Autor, 2022

La resistencia a la tracción de las 4 muestras analizadas está entre 8.38 y 13.32 kg/cm², siendo la muestra RN3 de roca tipo Andesita mineralizada es la de menor resistencia a la tracción. La muestra RN1 de roca tipo Andesita es la de mayor resistencia a la tracción debido a que dicho sector no está alterado.

6.11. Clasificación geomecánica RMR (Bieniawski 89)

Se clasificaron los sectores mediante el RMR de Bieniawski de 1989 (ver Anexo 6), obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 29. Resultados de la valoración del macizo según RMR.

Sector	RMR	Calidad	Clase	Tiempo medio sin soporte	Cohesión de la roca	Ángulo de fricción de la roca
1	63.3	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°
2	65	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°
3	67.3	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°
4	69.6	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°
5	62.6	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°
6	62.3	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°
7	70	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°
8	65.3	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°
9	62.6	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°
10	65	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°
11	65.3	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°
12	65	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°
13	67.3	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°
14	66	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°
15	68.6	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°
16	66	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°
17	64	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°
18	64	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°
19	62.6	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°

20	62.3	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°
21	68.3	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°
22	68	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°
23	68.6	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°
24	67.3	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°
25	64.6	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°
26	64	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°
27	51.6	Regular	III	Una semana para un claro de 5m.	0.2 – 0.3 MPa	25° - 35°
28	57.6	Regular	III	Una semana para un claro de 5m.	0.2 – 0.3 MPa	25° - 35°
29	68.3	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°
30	69	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°
31	68	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°
32	70.3	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°
33	71.6	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°
34	72	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°
35	74	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°
36	73	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°
37	66	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°
38	66.3	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°
39	65.3	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°
40	70	Buena	II	6 meses para un claro de 8 m.	0.3 – 0.4 MPa	35° - 45°

Fuente: El Autor, 2022

Se identificaron los sectores de menor índice RMR los cuales indican mayor inestabilidad, determinando así 3 sectores dentro de la categoría regular, siendo estos los sectores 3, 4 y 28, con RMR de 57.3; 59.6; 57.6 respectivamente. (Anexo 6)

6.12. Clasificación geomecánica índice Q de Barton

Mediante la aplicación del índice Q de Barton obtuvimos los siguientes resultados: (Anexo 7).

Tabla 30. Resultados índice Q de Barton.

Sector	Q de Barton	Calidad	Tiempo medio de sostén
1	14.2	Bueno	No requiere sostenimiento
2	14.2	Bueno	No requiere sostenimiento
3	14.2	Bueno	No requiere sostenimiento
4	14.2	Bueno	No requiere sostenimiento
5	14.2	Bueno	No requiere sostenimiento
6	14.2	Bueno	No requiere sostenimiento
7	17.5	Bueno	No requiere sostenimiento
8	16.5	Bueno	No requiere sostenimiento
9	16.6	Bueno	No requiere sostenimiento
10	17	Bueno	No requiere sostenimiento
11	14.1	Bueno	No requiere sostenimiento
12	15.1	Bueno	No requiere sostenimiento
13	16.6	Bueno	No requiere sostenimiento
14	18.8	Bueno	No requiere sostenimiento
15	19.2	Bueno	No requiere sostenimiento
16	15.4	Bueno	No requiere sostenimiento
17	19.2	Bueno	No requiere sostenimiento
18	17.6	Bueno	No requiere sostenimiento
19	17.7	Bueno	No requiere sostenimiento
20	18.5	Bueno	No requiere sostenimiento
21	10.3	Bueno	No requiere sostenimiento
22	10.3	Bueno	No requiere sostenimiento
23	19.7	Bueno	No requiere sostenimiento
24	16.4	Bueno	No requiere sostenimiento

25	15.6	Bueno	No requiere sostenimiento
26	15.2	Bueno	No requiere sostenimiento
27	7.9	Regular	No requiere sostenimiento
28	7.3	Regular	No requiere sostenimiento
29	10.4	Bueno	No requiere sostenimiento
30	14.2	Bueno	No requiere sostenimiento
31	13.5	Bueno	No requiere sostenimiento
32	14.2	Bueno	No requiere sostenimiento
33	14.5	Bueno	No requiere sostenimiento
34	14.2	Bueno	No requiere sostenimiento
35	19	Bueno	No requiere sostenimiento
36	19.9	Bueno	No requiere sostenimiento
37	10.5	Bueno	No requiere sostenimiento
38	12.1	Bueno	No requiere sostenimiento
39	11.5	Bueno	No requiere sostenimiento
40	12.1	Bueno	No requiere sostenimiento

Fuente: El Autor, 2022

Con ayuda del índice Q de Barton se determinó que la mayoría de sectores están dentro de rangos que van desde 4.1 a 9.9 cayendo dentro de la categoría regular a excepción de los siguientes sectores que son el 21, 22, 30, 31, 32, 33, 34, 37, 38, 39, 40 que se encuentran en rangos desde 10.3 a 14.5 estando dentro de la categoría de buenos.

6.13. Clasificación geomecánica índice de resistencia geológica (GSI)

Mediante la aplicación del índice GSI obtuvimos los siguientes resultados:

Tabla 31. Resultado índice GSI.

Sector	GSI	Calidad	Sostenimiento según GSI
1	65	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
2	65	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
3	70	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
4	70	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
5	60	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
6	60	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
7	70	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
8	65	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
9	60	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
10	65	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
11	65	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
12	65	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
13	70	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
14	65	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
15	70	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
16	65	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
17	65	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
18	65	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
19	60	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
20	60	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
21	70	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
22	70	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
23	70	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
24	70	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
25	65	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
26	65	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
27	50	Regular fracturada	Sin soporte pernos ocasionales

28	55	Regular fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
29	70	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
30	70	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
31	70	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
32	70	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
33	70	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
34	72	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
35	75	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
36	75	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
37	65	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
38	70	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
39	65	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales
40	70	Buena fracturada	Sin soporte pernos ocasionales

Fuente: El Autor, 2022

Con ayuda del índice GSI se determinó que la mayoría de sectores están dentro de rangos que van desde 55 a 75 cayendo dentro de las categorías de roca regular fracturada a buena fracturada.

6.14. Correlación entre el índice RMR y Q de Barton.

Para la correlación entre el índice RMR de Bieniawski y Q de Barton se han utilizado los datos obtenidos en la galería. Los datos obtenidos en estos levantamientos están registrados (Ver Anexo 6 y 7). En la figura 8 se muestra que tiene un coeficiente de correlación de Pearson $R^2 = 0.93$, valor bastante elevado, que indica que el 93 % de la variación de los valores procesados.

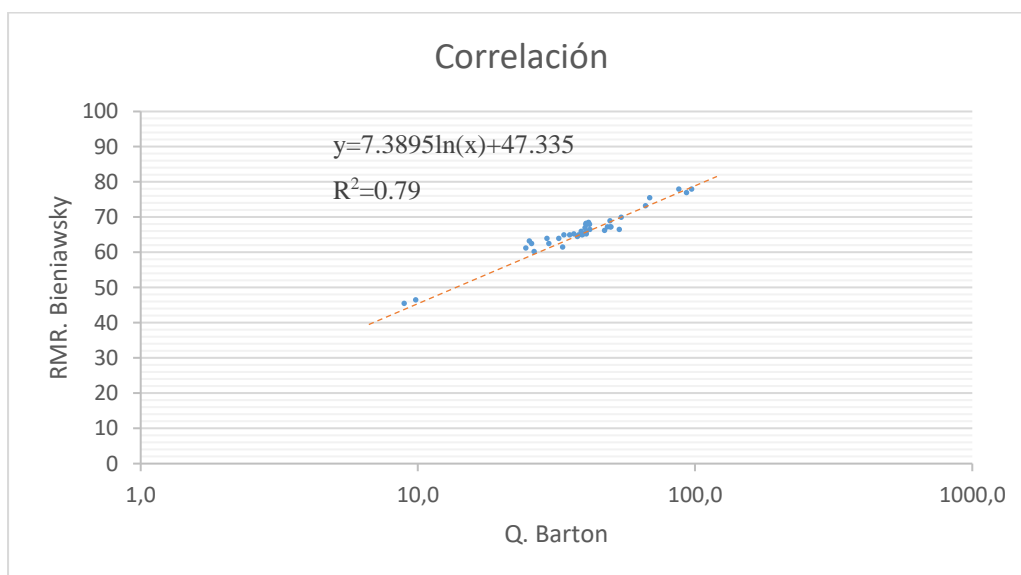


Figura 17. Correlación RMR y Q

Fuente: El Autor, 2000.

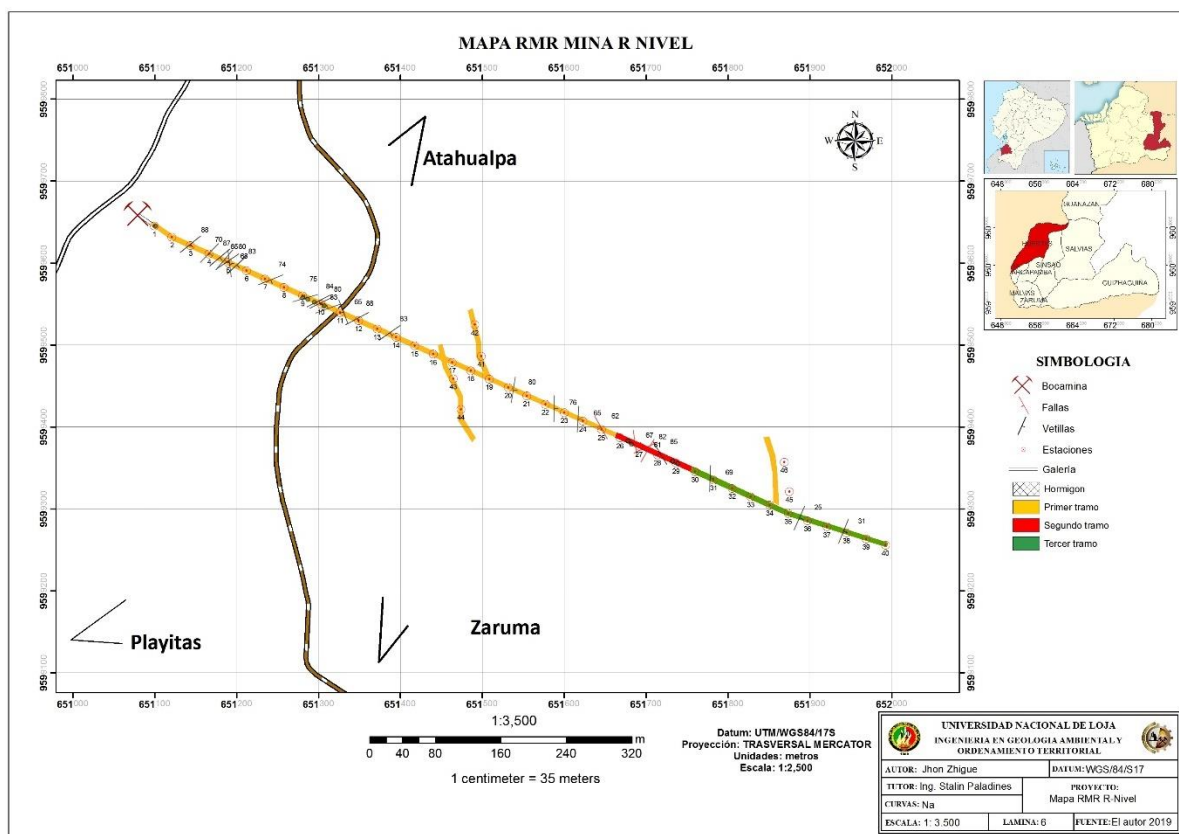


Figura 18. Mapa de tramos RMR de la Galería.

Fuente: El Autor, 2022.

6.15. Análisis de resultados de la clasificación geomecánica

En base a los resultados de las 3 clasificaciones se agrupó estaciones de similar caracterización geomecánica obteniendo 3 zonas claramente diferenciadas:

6.15.1. Primera zona (Estaciones 1 – 26)

Esta zona comprendida desde el inicio hasta los 650m se encuentra conformada por roca andesita con resultados de RMR promedio de 65 todos comprendidos dentro de la categoría de bueno al igual que el índice Q y el índice GSI.

6.15.1. Segunda zona (Estaciones 27 – 28)

Esta zona comprendida desde los 650m el inicio hasta los 700m se encuentra conformada por roca andesita con resultados de RMR promedio de 55 todos comprendidos dentro de la categoría de regular al igual que el índice Q y el índice GSI. Su litología presenta alto grado de antelación debido al agua de infiltración dado a la zona de falla en la que se determinó 4 fallas, su resistencia a la compresión de la roca corresponde a 82.17 MPa. El RQD nos da un valor de 65, el espaciado de las discontinuidades está dentro del rango de los 60 a

200 mm, con una persistencia en general menor a 1 metro, abertura de 0.1 a 1 mm, una rugosidad ligeramente rugosa, un relleno arcilla.

6.15.2. Tercera zona (Estaciones 29 – 40)

Esta zona comprendida desde los 700m hasta los 1000m se encuentra conformada por roca andesita con resultados de RMR promedio de 70 comprendidos dentro de la categoría de bueno al igual que el índice Q y el índice GSI, sus características geomecánicas se detallan en el Anexo 6 y 7, cuya resistencia a la compresión de la roca corresponde a 130.60 MPa. El RQD nos da un valor de 80, el espaciado de las discontinuidades está dentro del rango de los 60 a 200 mm, la persistencia en general es menor a 1 metro, abertura de 0.1 a 1 mm, una rugosidad ligeramente rugosa, un relleno de calcita, una meteorización media y en cuanto a la presencia de agua solo se presenta humedad.

6.16. Análisis estereográfico

Mediante los datos de las diaclasas se pueden obtener estereogramas para las siguientes zonas:

Tabla 32. Estereogramas.

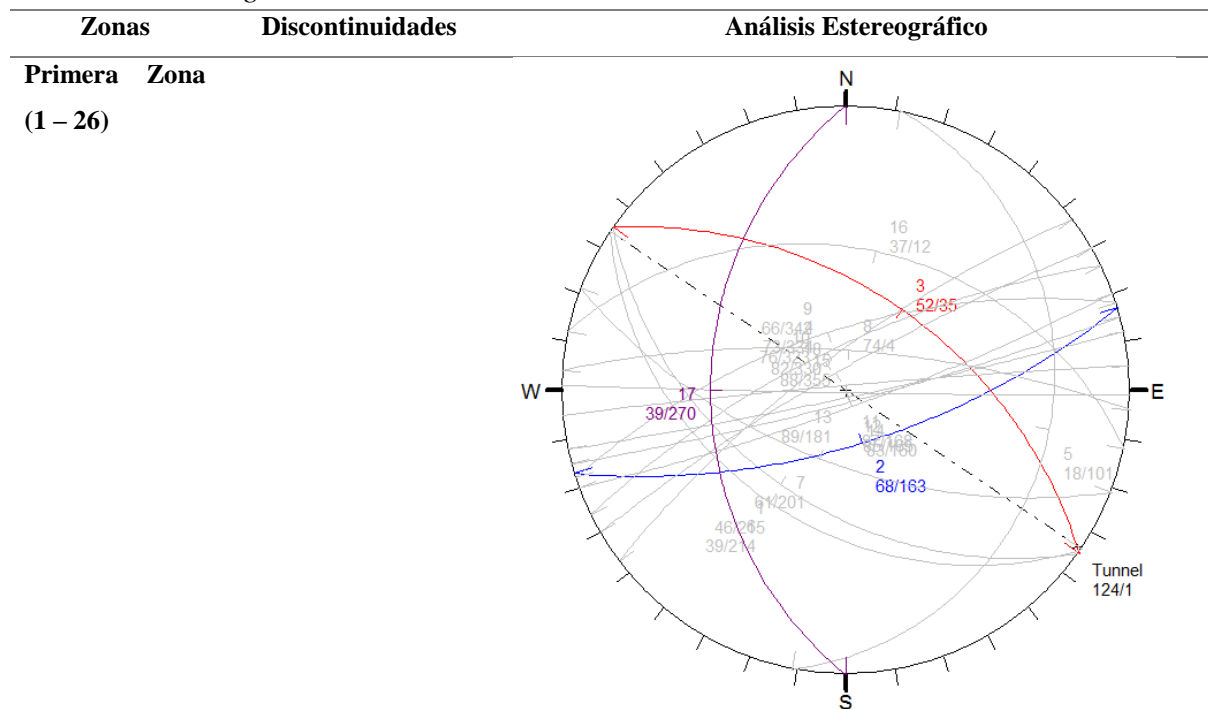


Figura 19. Red estereográfica de la primera zona

Fuente: El autor 2020

Segunda Zona

(27, 28)

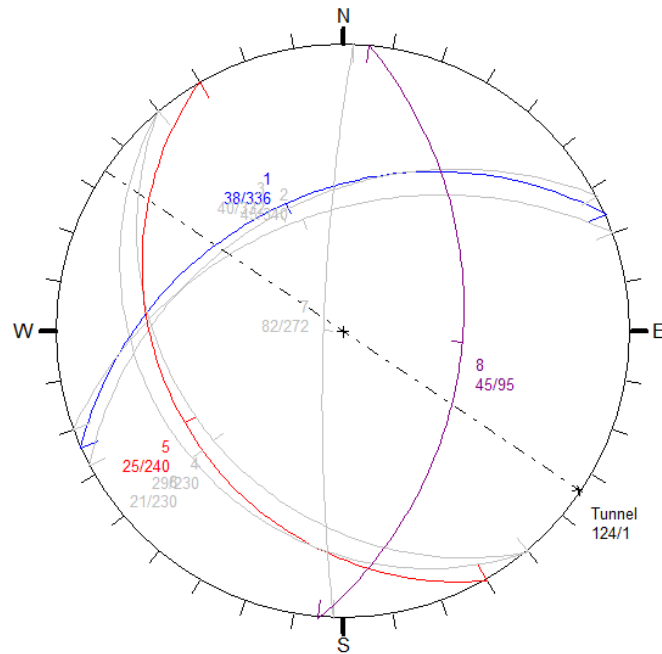


Figura 20. Red estereográfica de la segunda zona

Fuente: El autor 2020

Tercera Zona

(29-40)

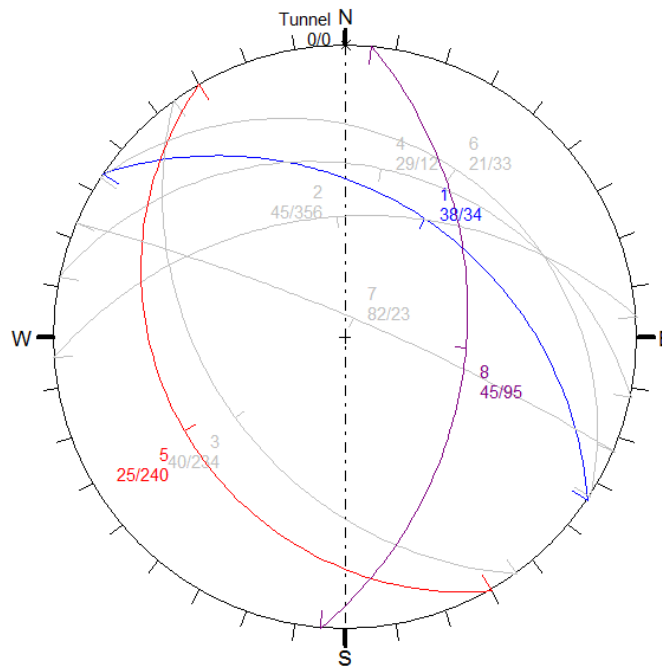


Figura 21. Red estereográfica de la tercera zona

Fuente: El autor 2020

En la primera zona se han identificado dos familias de discontinuidades definidas, se han levantado 18 discontinuidades en total: J1 y J2, más una aleatoria: J3, las cuales se pueden identificar en el estereograma (ver Figura 19) y muestran la formación de cuñas debido a la intersección de estas tres familias de discontinuidades. J1 tiene un buzamiento NE, J2 se

constituye como la principal familia y tiene una orientación preferencial SW, mientras que J3 tiene una orientación preferencial E.

En el tramo 2 se han identificado dos familias de discontinuidades definidas, se han levantado 15 discontinuidades en total: J1 y J2, más una aleatoria: J3, las cuales se pueden identificar en el estereograma (ver Figura 20) y muestran la formación de cuñas debido a la intersección de estas tres familias de discontinuidades. J1 tiene una orientación preferencial SE, J2 se constituye como la principal familia y tiene una orientación preferencial NE, mientras que J3 tiene una orientación preferencial NW.

En el tramo 3 se ha identificado dos familias de discontinuidades definidas, se han levantado 8 discontinuidades en total: J1 y J2, más una aleatoria: J3, las cuales se pueden identificar en el estereograma (ver Figura 21) y muestran la formación de cuñas debido a la intersección de estas tres familias de discontinuidades. J1 tiene una orientación preferencial SW, J2 se constituye como la principal familia y tiene una orientación preferencial NE, mientras que J3 tiene una orientación preferencial NW.

6.17. Análisis tridimensional (unwedge 3.0)

Al procesar estos datos de la primera zona se ha determinado la formación de las cuñas: una en el techo, una en la pared izquierda, una en la pared derecha. El principal modo de colapso de las cuñas es por deslizamiento, sin embargo, la cuña del techo puede caer por caída libre. Las cuñas más inestables son las que se presentan en el techo de la galería (ver Figura 22).

Tabla 33. Características de las cuñas formadas en el tramo 1

N° Cuña	Zona Afectada	Peso (T)	Volumen (m3)	FS Barton – Bandis	
				Sin soporte	Con soporte
1	Pared izquierda	2.8	1.07	18.7	Estable
2	Pared derecha	3.2	1.2	13.4	Estable
3	Techo	0.9	0.3	0	47.5

Fuente: El Autor, 2022.

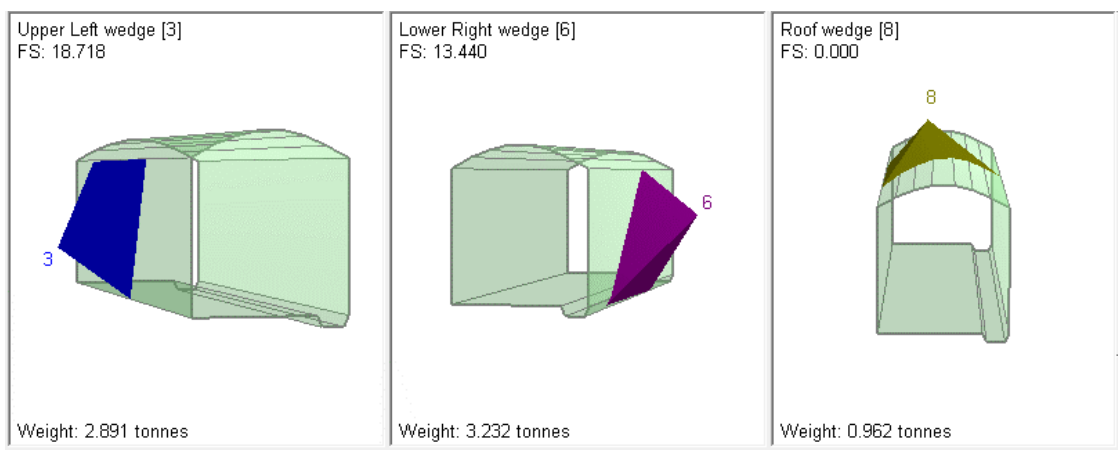


Figura 22. Cuñas de la primera zona, Pared izquierda, Pared derecha, Techo

Fuente: El Autor, 2022.

Al procesar estos datos de la segunda zona se ha determinado la formación de tres cuñas: una en el techo, una en la pared izquierda, una en la pared derecha. El principal modo de fallamiento es por deslizamiento, sin embargo, la cuña de la Techo puede caer por caída libre. Las cuñas más inestables son las que se presentan en el techo de la galería (ver Figura 23).

Tabla 34. Características de las cuñas formadas en la segunda zona de observación

N° Cuña	Zona Afectada	Peso (T)	Volumen (m3)	FS Barton – Bandis	
				Sin soporte	Con soporte
1	Pared izquierda	8.2	3.1	14.3	Estable
2	Pared derecha	7.0	2.6	24.1	Estable
3	Techo	0.005	0.001	64.57	Estable

Fuente: El Autor, 2022.

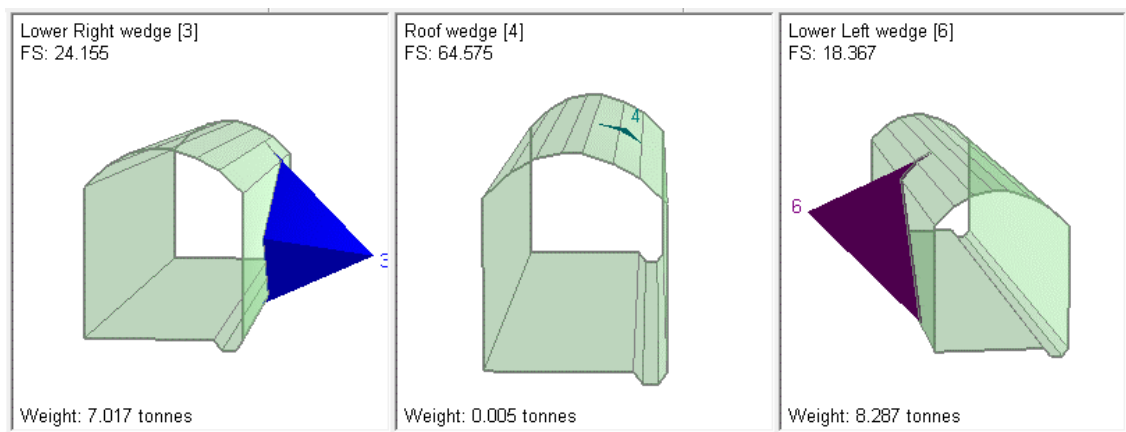


Figura 23. Perspectiva de cuñas de la segunda zona, Pared derecha, Techo, Pared izquierda

Fuente: El Autor, 2022.

Al procesar estos datos de la tercera zona se ha determinado la formación de tres cuñas: una en el techo, una en el Pared izquierda, una en el Pared derecha, el principal modo de colapso

de una roca es por deslizamiento, sin embargo, la cuña del techo puede caer por caída libre. Las cuñas más inestables son las que se presentan en el techo del galería (Figura 24).

Tabla 35. Características de las cuñas formadas en la segunda zona de observación

N° Cuña	Zona Afectada	Peso (T)	Volumen (m3)	FS Barton – Bandis	
				Sin soporte	Con soporte
6	Pared izquierda	8.2	3.1	14.3	Estable
3	Pared derecha	7.0	2.6	24.1	Estable
4	Techo	0.005	0.001	64.57	Estable

Fuente: El Autor, 2022.

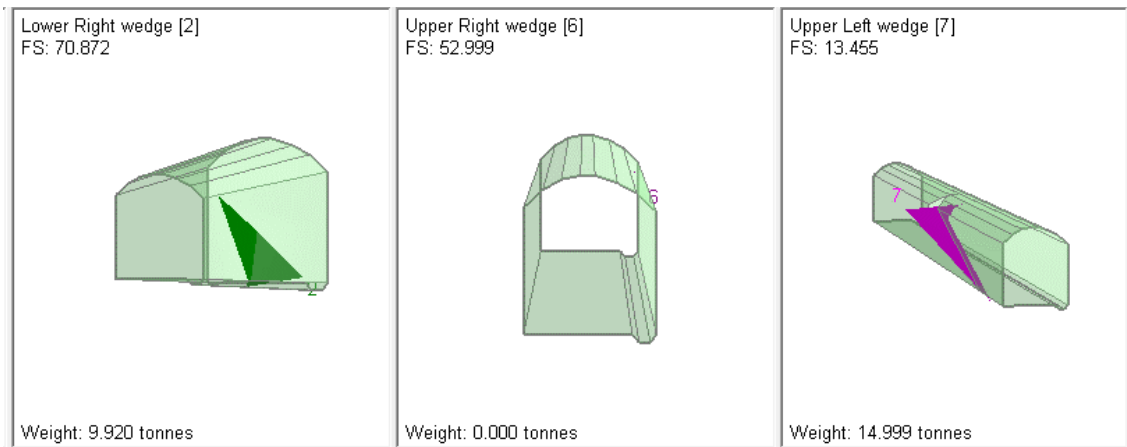


Figura 24. Perspectiva de cuñas de la tercera zona, Pared derecha, Techo, Pared izquierda

Fuente: El Autor, 2022.

6.18. Propuesta de sostenimiento de la galería

Tabla 36. Sostenimiento calculado en base a clasificaciones geomecánicas RMR, Q.

SOSTENIMIENTO POR CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA			
Zona	Sostenimiento	Ventajas	Desventajas
Primera zona (1- 26) roca Buena	Bulonado local en Techo con longitudes de 3 m y separación de 2,5 m.	<ul style="list-style-type: none"> - Funcionalidad - Relativa economía frente a otros tipos de sostenimiento - Permite usarse como soporte temporal o permanente - Permite reducir la sección transversal en las excavaciones - Admite total mecanización. - Alta durabilidad - Alto nivel de soporte del galería 	<ul style="list-style-type: none"> - Costo medio - Difícil instalación - Mayor tiempo de aplicación

<p>Segunda zona (27 - 28) Roca regular</p>	<p>Bulonado sistemático en Techo con longitudes de 2 m y separación de 2 m, eventualmente con mallazo y gunita 5cm en Techo para impermeabilización. (malla ocasional)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Funcionalidad - Relativa economía frente a otros tipos de sostenimiento - Permite usarse como soporte temporal o permanente - Permite reducir la sección transversal en las excavaciones - Admite total mecanización. - Alta durabilidad - Alto nivel de soporte del galería - Buena adherencia a la roca 	<ul style="list-style-type: none"> - Costo medio - Difícil instalación - Mayor tiempo de aplicación - No aplicable en roca intensamente fracturada.
<p>Tercera zona (29 - 40) Roca Buena</p>	<p>Bulonado local en Techo con longitudes de 3 m y separación de 2,5 m.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Funcionalidad - Relativa economía frente a otros tipos de sostenimiento - Permite usarse como soporte temporal o permanente - Permite reducir la sección transversal en las excavaciones - Admite total mecanización. - Alta durabilidad - Alto nivel de soporte del galería 	<ul style="list-style-type: none"> - Costo medio - Difícil instalación - Mayor tiempo de aplicación

Fuente: El Autor, 2022.

Se determinó que la alternativa de sostenimiento adecuada en base al índice RMR calculado es la de sostenimiento por bulones de 2m de longitud, 40mm de espesor separados a 2.5m de distancia y la gunita con un espesor de 50mm, las ventajas y desventajas de esta alternativa son las siguientes:

Se determinó que la alternativa de sostenimiento adecuada en base al índice Q calculado es la de sostenimiento por bulonado sistemático con separación de 1.8 metros entre bulones y longitud de 2m las ventajas y desventajas de esta alternativa son las siguientes:

6.19. Análisis de costos

Tabla 37. Costos de materiales por sostenimiento.

ANÁLISIS DE COSTOS					
Materiales	Cantidad			Valor U. \$	Valor T. \$
	1 tramo	2 tramo	3 tramo		
- Bulones corrugados de 2m x 40mm	130	125	75	10	3.300
- Rollo malla electrosoldada de 6,25 x 2,40, 4mm 15x15	0	5	0	35	175
- Funda de cemento 45 kg Holcim	376	58	176	8	4.880
- Arena fina m ³	17	1.4	8	25	660
- Arena media m ³	17	1.4	8	23	598
TOTAL					9.613 \$

Fuente: El Autor, 2022.

7. Discusión

De acuerdo a la toma de muestras para la obtención de la geología local, se comprobó que las rocas presentes corresponden a lo descrito en el informe del IGM (2017) de la hoja Geológica de Santa Rosa, encontrando los mismos resultados en el Plan de Ordenamiento Territorial (PDOT) del cantón Zaruma (2016). La geología subterránea presenta lavas andesíticas resultado obtenido mediante la toma de muestras a la largo de la galería.

Después de la obtención de los índices RMR, Q y GSI, y aplicar sobre ellos un coeficiente de correlación dando resultado aproximado a 1 lo cual indica una correlación positiva entre los índices.

Los resultados de la geomecánica del sector pueden ser comparados con el estudio realizado por Sarango en el (2018) dentro del distrito minero Camilo Ponce Enríquez, el cual describe macizos de calidad media y buena, determinando una propuesta de sostenimiento mediante bulones helicoidales y malla electro soldada, de la misma manera que lo propuesto en nuestro trabajo.

Todos los resultados anteriores culminan en la propuesta de sostenimiento, misma a tomar en cuenta en la instalación de bulones, mallazo y gunita, inversión que aumentará el factor de seguridad (FS), evitando posibles pérdidas materiales, humanas y asegurando el bienestar físico del personal que circula diariamente por esta.

8. Conclusiones

La topografía superficial presenta elevaciones variables desde los 1100m hasta los 1500m, una pendiente principal de 38.6°. La galería posee una extensión de 1000m con pendientes de 1° a 2° además de tres cruceros en las vetas X, Cristina y Yenny.

La geología del lugar está dentro de la unidad Portovelo que cuenta con rocas volcánicas de composición andesítica, presentan textura afanítica, estructura masiva de coloración gris. Superficialmente las andesitas han sido meteorizadas a tal grado de formar suelos lateríticos.

Las principales estructuras encontradas tanto en superficie como en subterráneo corresponden a 3 vetas, 22 vetillas y 4 fallas, de las cuales las vetas y vetillas compuestas principalmente de cuarzo y sulfuros, tienen una dirección preferencial NW-SE, con potencias de 5 a 20mm en caso de las vetillas y de 1.2 a 1.6m las vetas.

El macizo rocoso de la galería principal de transporte geo mecánicamente comprende calidades de RMR desde 51,1 a 74, de Q desde 7.3 hasta 7.9.

9. Recomendaciones

Estabilizar las pendientes cercanas a la galería ya que pueden generar problemas futuros debido a su alto grado de inclinación.

Realizar análisis de todas las estructuras mineralizadas presentes en la galería y elaborar sondeos en los cruceros con dirección de la galería para cortar las estructuras en busca de nuevas mineralizaciones.

Realizar las debidas medidas de sostenimiento en los sectores que más bajo resultado obtuvieron en los análisis geomecánicos.

10. Bibliografía

- Barton, N., Lien, R., and Lunde, J., "Engineering Classification of Rock Masses for the design of Tunnel Support", *Rock Mechanics*, Vol. 6, No. 4, 1974.
- Barton, N., "Rock Mass Classification and Tunnel Reinforcement Selection Using the Q-System", *Rock Classification Systems for Engineering Purposes*, ASTM STP 984, Louis Kirkaldie, Ed., American Society for Testing and Materials, Philadelphia, 1988.
- Bieniawski, Z. T., "Engineering Classification of Jointed Rock Masses", *Transactions of the South African Institution of Civil Engineering*.
- Bieniawski, Z. T., *Rock Mechanics Design in Mining and Tunelling*, A.A. Balkema, Rotterdam, 1984.
- Bieniawski, Z. T., "Engineering Rock Mass Classifications", A WileyInterscience, USA, 1989.
- Díaz Prieto, P. (1995). *Glosario de términos mineros (Inglés-Español/Español-Inglés)*. Secretariado de Publicaciones. Universidad de León. 291 pg.
- Diez, O. P. (2005). *Geología Aplicada a la Ingeniería Civil*.
- Hoek, E., and E.T. Brown. "Empirical Strength Criterion for Rock Masses", *J. Geotech. Eng.* 106 (GT9), 1980, p. 1030-1035.
- M. King Hubbert (1972). *Structural Geology*. Hafner Publishing Company.
- Pardo, J., Fernández, E., Rubio, M., Alvarruiz, A., Alonso, G. L. Characterization of grape seed oil from different grape varieties (*Vitis vinifera*). *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 2009.
- J. lillo Y R. Oyarzun 2013. *Geología Estructural Aplicada a la Minería y Explotación Minera. Principios Básicos*. España
- Loayza y Carrión. 2005. *Desarrollo de la metodología para ordenación minero - ambiental para el cantón Zaruma - Portobelo*.
- H. Echeveste. Cátedra de Levantamiento Geológico. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. **MANUAL DE LEVANTAMIENTO GEOLÓGICO**. Recuperado de:
- Ramírez, O. (2000). *Apuntes de geotecnia básica*.
- Rodríguez, M. G. (2012). *Geología Estructural. Esfuerzos y deformaciones de las rocas*.

Romana M., T. R. (2015). Slope mass rating (smr) geomechanics classification: thirty years review. Quebec, Canada: ISRM Congress 2015 Proceedings – International Symposium on Rock Mechanics. Quebec, Canadá.

García, D. A. A. (2014). Topografía y sus aplicaciones. Grupo Editorial Patria. pag. 2

Park, R. (2013). Foundation of structural geology. Routledge. (Park, pag. 2, 2013)

11. Anexos

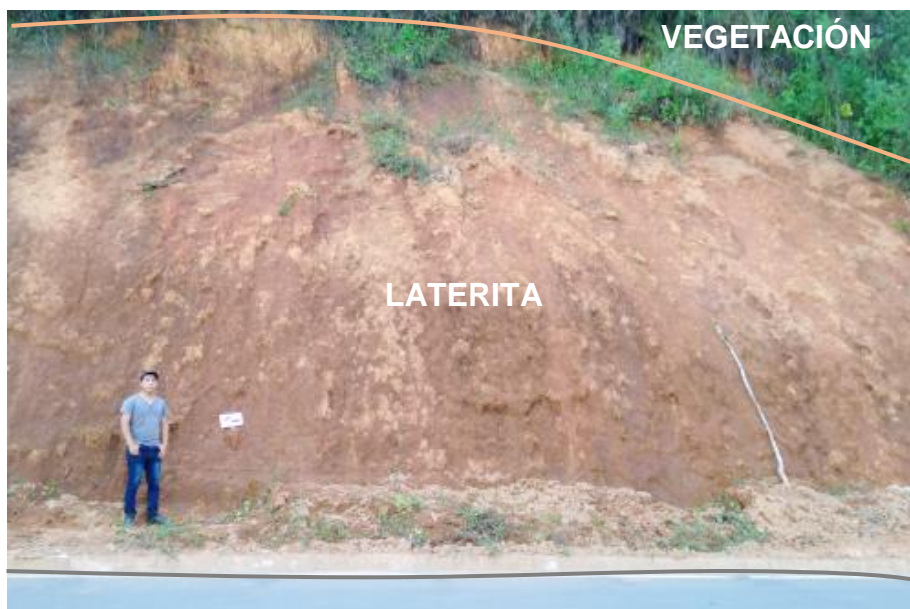
Anexo 1: Descripción de afloramientos

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA 					
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL					
Proyecto: "ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO."					
DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS					
					
Código:	Af.1	Fecha:	13/06/2019	Coordenadas (UTM WGS84)	X: 651213 Y: 9600022 Z: 1248 m.s.n.m.
Sector:	El Cajón	Vía de acceso:	Vía lastrada		
Tipo de afloramiento:	Antrópico		Ambiente geológico	Ígneo	
Datos estructurales	Azimut: 200° Bz: 60 NW		Grado de alteración:	Moderadamente meteorizado	
Dimensiones:	7m x 4m		Formación:	Unidad Portovelo	
Observaciones:	Este afloramiento de origen antrópico debido a la vía tiene roca andesita de color gris claro meteorizada y vegetación en la parte superior del afloramiento.				



Proyecto: "ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO."

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS



Código:	Af.2	Fecha:	13/06/2019	Coordenadas (UTM WGS84)	X: 651272 Y: 9599814 Z: 1286 m.s.n.m.
Sector:	Minas Nuevas	Vía de acceso:	2do Orden		
Tipo de afloramiento:	Antrópico		Ambiente geológico	Ígneo	
Datos estructurales	Azimut: 190° Bz: 65 NW		Grado de alteración:	Suelo residual	
Dimensiones:	15m x 8m		Formación:	Unidad Portovelo	
Observaciones:	Se observó suelo residual denominado laterita generado por la meteorización de la roca andesita.				



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS



Código:	Af.3	Fecha:	13/06/2019	Coordenadas (UTM WGS84)	X: 651367 Y: 9599590 Z: 1290 m.s.n.m.
Sector:	Minas Nuevas	Vía de acceso:	2do Orden		
Tipo de afloramiento:	Antrópico		Ambiente geológico	Ígneo	
Datos estructurales	Azimut: 225° Bz: 55 NW		Grado de alteración:	Completamente meteorizado	
Dimensiones:	4m x 4m		Formación:	Unidad Portovelo	
Observaciones:	Existe la presencia de roca andesita muy meteorizada con vetillas de cuarzo de color gris claro y vegetación en la parte superior del afloramiento.				



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS



Código:	Af.4	Fecha:	13/06/2019	Coordenadas (UTM WGS84)	X: 651341 Y: 9599561 Z: 1298 m.s.n.m.
Sector:	Minas Nuevas	Vía de acceso:	2do Orden		
Tipo de afloramiento:	Antrópico		Ambiente geológico	Ígneo	
Datos estructurales	Azimut: 190° Bz: 65 NW		Grado de alteración:	Suelo residual	
Dimensiones:	12m x 10m		Formación:	Unidad Portovelo	
Observaciones:	Se observó suelo residual denominado laterita generado por la meteorización de la roca andesita.				



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS



Código:	Af.5	Fecha:	13/06/2019	Coordenadas (UTM WGS84)	X: 651217 Y: 9599443 Z: 1285 m.s.n.m.
Sector:	Minas Nuevas	Vía de acceso:	2do Orden		
Tipo de afloramiento:	Antrópico		Ambiente geológico	Ígneo	
Datos estructurales	Azimut: 195° Bz: 60 NW		Grado de alteración:	Suelo residual	
Dimensiones:	10m x 8m		Formación:	Unidad Portovelo	
Observaciones:	Se observó suelo residual denominado laterita generado por la meteorización de la roca andesita.				



Proyecto: "ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO."

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS



Código:	Af.6	Fecha:	13/06/2019	Coordenadas (UTM WGS84)	X: 651924 Y: 9600248 Z: 1357 m.s.n.m.
Sector:	El Cajón	Vía de acceso:	Vía lastrada		
Tipo de afloramiento:	Antrópico		Ambiente geológico	Ígneo	
Datos estructurales	Azimut: 150° Bz: 75 SW		Grado de alteración:	Completamente meteorizado	
Dimensiones:	12m x 10m		Formación:	Unidad Portovelo	
Observaciones:	Existe la presencia de roca andesita muy meteorizada con vetillas de cuarzo de color gris claro y vegetación en la parte superior del afloramiento.				



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS



Código:	Af.7	Fecha:	13/06/2019	Coordenadas (UTM WGS84)	X: 651295 Y: 9599640 Z: 1280 m.s.n.m.
Sector:	Minas Nuevas	Vía de acceso:	Vía lastrada		
Tipo de afloramiento:	Antrópico		Ambiente geológico	Ígneo	
Datos estructurales	Azimut: 95° Bz: 80 SW		Grado de alteración:	Suelo residual	
Dimensiones:	6m x 3m		Formación:	Unidad Portovelo	
Observaciones:	Se observó suelo residual denominado laterita generado por la meteorización de la roca andesita.				



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS

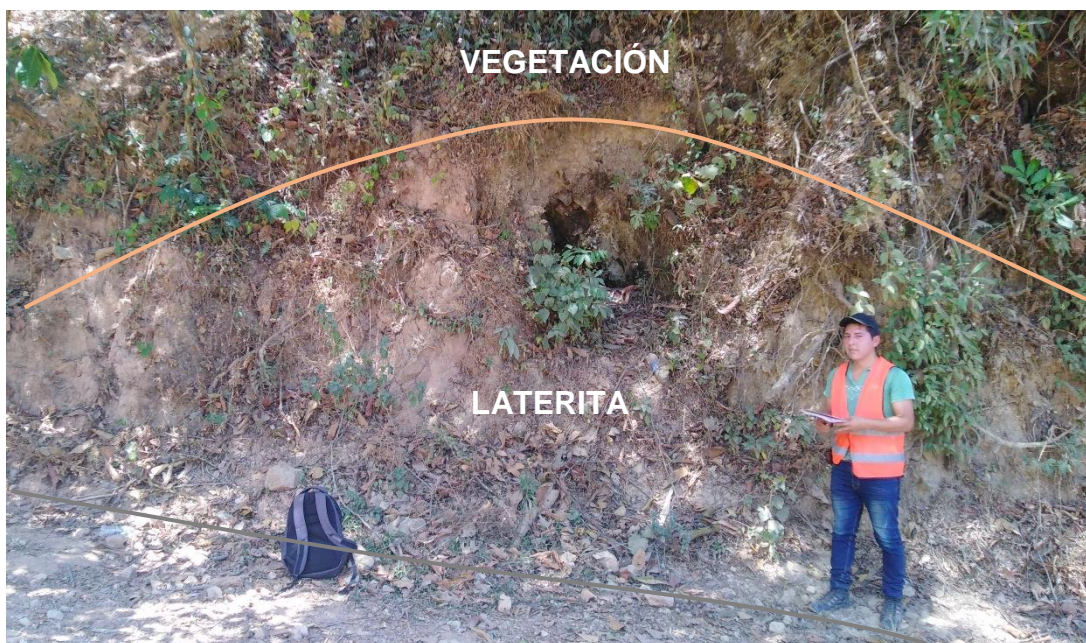


Código:	Af.8	Fecha:	13/06/2019	Coordenadas (UTM WGS84)	X: 651072
Sector:	El Cajón	Vía de acceso:	Vía lastrada		Y: 9599752
Tipo de afloramiento:	Antrópico		Ambiente geológico	Ígneo	
Datos estructurales	Azimut: 190° Bz: 75 NW		Grado de alteración:	Suelo residual	
Dimensiones:	4m x 3m		Formación:	Unidad Portovelo	
Observaciones:	Se observó suelo residual denominado laterita generado por la meteorización de la roca andesita.				



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS



Código:	Af.9	Fecha:	13/06/2019	Coordenadas (UTM WGS84)	X: 651129
Sector:	El Cajón	Vía de acceso:	Vía lastrada		Y: 9599790
Tipo de afloramiento:	Antrópico		Ambiente geológico	Ígneo	
Datos estructurales	Azimut: 195° Bz: 60 NW		Grado de alteración:	Suelo residual	
Dimensiones:	5m x 4m		Formación:	Unidad Portovelo	
Observaciones:	Se observó suelo residual denominado laterita generado por la meteorización de la roca andesita.				



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS



Código:	Af.10	Fecha:	13/06/2019	Coordenadas (UTM WGS84)	X: 651072
Sector:	El Cajón	Vía de acceso:	Vía lastrada		Y: 9599684
Tipo de afloramiento:	Antrópico		Ambiente geológico	Ígneo	
Datos estructurales	Azimut: 140° Bz: 70 SW		Grado de alteración:	Completamente meteorizado	
Dimensiones:	7m x 4m		Formación:	Unidad Portovelo	
Observaciones:	Existe la presencia de roca andesita muy meteorizada con vetillas de cuarzo de color gris claro y vegetación en la parte superior del afloramiento.				



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS

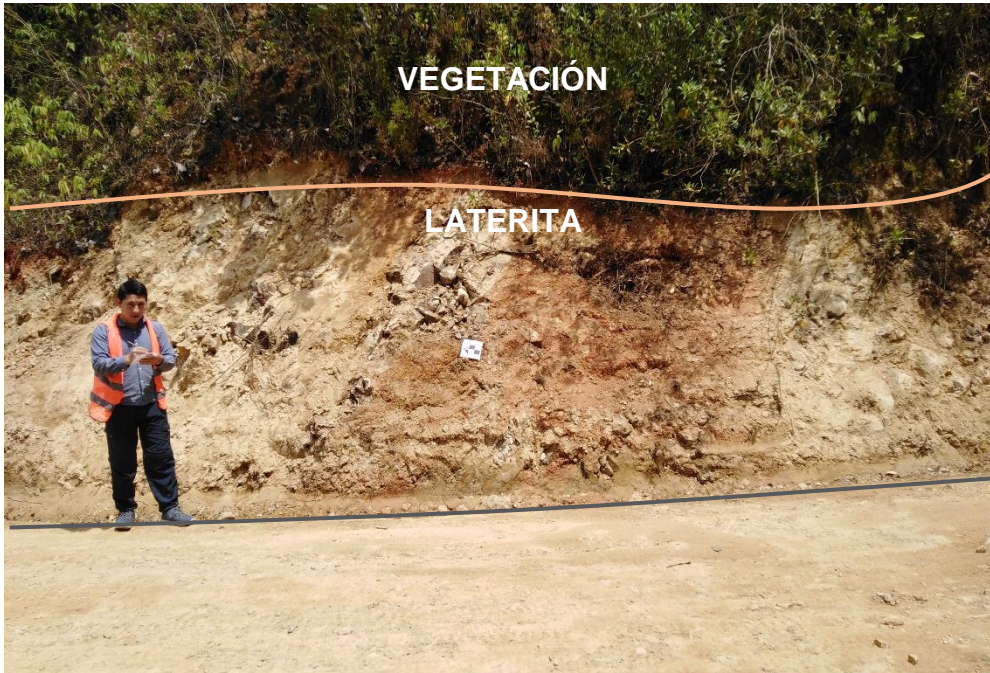


Código:	Af.11	Fecha:	13/06/2019	Coordenadas (UTM WGS84)	X: 651931 Y: 9599528 Z: 1167 m.s.n.m.
Sector:	El Cajón	Vía de acceso:	Vía lastrada		
Tipo de afloramiento:	Antrópico		Ambiente geológico	Ígneo	
Datos estructurales	Azimut: 200° Bz: 75 NW		Grado de alteración:	Completamente meteorizado	
Dimensiones:	4m x 3m		Formación:	Unidad Portovelo	
Observaciones:	Existe la presencia de roca andesita muy meteorizada con vetillas de cuarzo de color gris claro y vegetación en la parte superior del afloramiento.				



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS



Código:	Af.12	Fecha:	13/06/2019	Coordenadas (UTM WGS84)	X: 651537
Sector:	El Cajón	Vía de acceso:	Vía lastrada		Y: 9600164
Tipo de afloramiento:	Antrópico		Ambiente geológico	Ígneo	
Datos estructurales	Azimut: 45° Bz: 50 SW		Grado de alteración:	Suelo residual	
Dimensiones:	10m x 4m		Formación:	Unidad Portovelo	
Observaciones:	Se observó suelo residual denominado laterita generado por la meteorización de la roca andesita.				



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS



Código:	Af.13	Fecha:	13/06/2019	Coordenadas (UTM WGS84)	X: 651341 Y: 9599561 Z: 1298 m.s.n.m.
Sector:	Minas Nuevas	Vía de acceso:	2do Orden		
Tipo de afloramiento:	Antrópico		Ambiente geológico	Ígneo	
Datos estructurales	Azimut: 190° Bz: 65 NW		Grado de alteración:	Moderadamente meteorizado	
Dimensiones:	12m x 8m		Formación:	Unidad Portovelo	
Observaciones:	Se observó suelo residual denominado laterita generado por la meteorización de la roca andesita.				



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS



Código:	Af.14	Fecha:	13/06/2019	Coordenadas (UTM WGS84)	X: 651336 Y: 9599964 Z: 1300 m.s.n.m.
Sector:	Minas Nuevas	Vía de acceso:	2do Orden		
Tipo de afloramiento:	Antrópico		Ambiente geológico	Ígneo	
Datos estructurales	Azimut: 190° Bz: 65 NW		Grado de alteración:	Moderadamente meteorizado	
Dimensiones:	12m x 10m		Formación:	Unidad Portovelo	
Observaciones:	Se observó suelo residual denominado laterita generado por la meteorización de la roca andesita.				



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS



Código:	Af.15	Fecha:	13/06/2019	Coordenadas (UTM WGS84)	X: 651024 Y: 9600263 Z: 1158 m.s.n.m.
Sector:	El Cajón	Vía de acceso:	Vía lastrada		
Tipo de afloramiento:	Antrópico		Ambiente geológico	Ígneo	
Datos estructurales	Azimut: 195° Bz: 70 NW		Grado de alteración:	Moderadamente meteorizado	
Dimensiones:	10m x 3m		Formación:	Unidad Portovelo	
Observaciones:	Se observó suelo residual denominado laterita generado por la meteorización de la roca andesita.				



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS



Código:	Af.16	Fecha:	13/06/2019	Coordenadas (UTM WGS84)	X: 651059
Sector:	El Cajón	Vía de acceso:	Vía lastrada		Y: 9600217
Tipo de afloramiento:	Antrópico			Ambiente geológico	Ígneo
Datos estructurales	Azimut: 185° Bz: 75 NW			Grado de alteración:	Moderadamente meteorizado
Dimensiones:	10m x 7m			Formación:	Unidad Portovelo
Observaciones:	Existe la presencia de roca andesita muy meteorizada con vetillas de cuarzo de color gris claro y vegetación en la parte superior del afloramiento.				



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL



Proyecto: "ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO."

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS



Código:	Af.17	Fecha:	13/06/2019	Coordenadas (UTM WGS84)	X: 651019 Y: 9600185 Z: 1156 m.s.n.m.
Sector:	El Cajón	Vía de acceso:	Vía lastrada		
Tipo de afloramiento:	Antrópico		Ambiente geológico	Ígneo	
Datos estructurales	Azimut: 190° Bz: 60 NW		Grado de alteración:	Moderadamente meteorizado	
Dimensiones:	7m x 3m		Formación:	Unidad Portovelo	
Observaciones:	Se observó suelo residual denominado laterita generado por la meteorización de la roca andesita.				



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS



Código:	Af.18	Fecha:	13/06/2019	Coordenadas (UTM WGS84)	X: 651356
Sector:	El Cajón	Vía de acceso:	Vía lastrada		Y: 9599573
Tipo de afloramiento:	Antrópico			Ambiente geológico	Ígneo
Datos estructurales	Azimut: 195° Bz: 60 NW			Grado de alteración:	Moderadamente meteorizado
Dimensiones:	8m x 4m			Formación:	Unidad Portovelo
Observaciones:	Este afloramiento de origen antrópico debido a la vía tiene roca andesita de color gris claro meteorizada y vegetación en la parte superior del afloramiento.				



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS

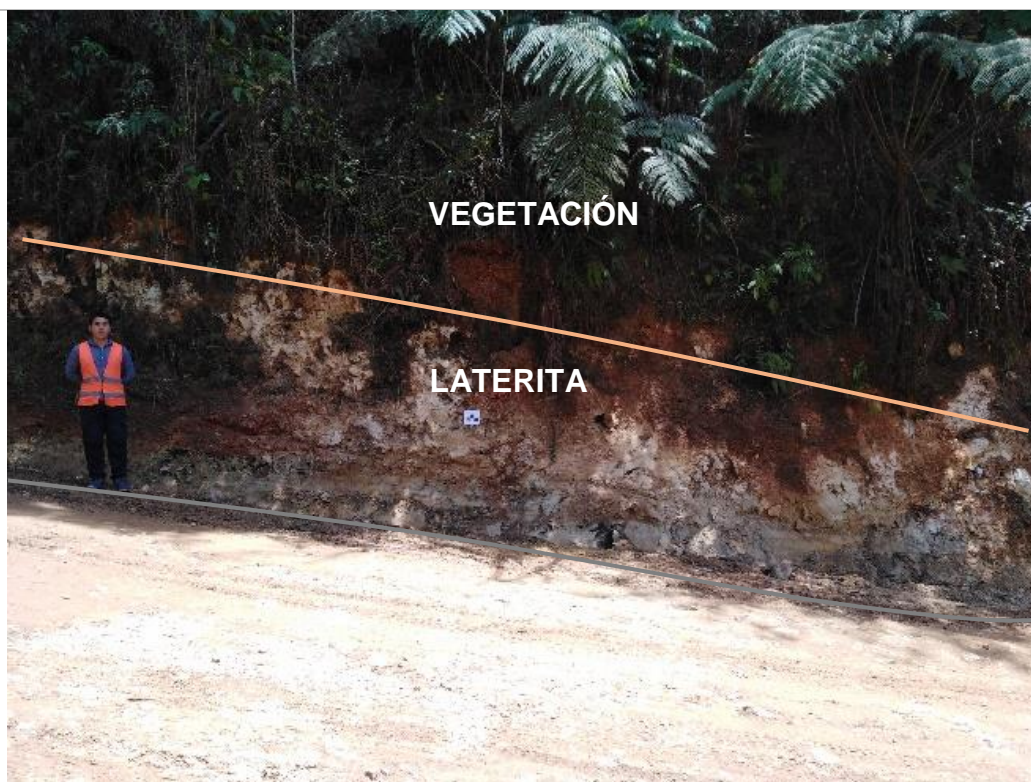


Código:	Af.19	Fecha:	13/06/2019	Coordenadas (UTM WGS84)	X: 651321 Y: 9599548 Z: 1280 m.s.n.m.
Sector:	El Cajón	Vía de acceso:	Vía lastrada		
Tipo de afloramiento:	Antrópico		Ambiente geológico	Ígneo	
Datos estructurales	Azimut: 190° Bz: 65 NW		Grado de alteración:	Moderadamente meteorizado	
Dimensiones:	12m x 6m		Formación:	Unidad Portovelo	
Observaciones:	Existe la presencia de roca andesita muy meteorizada con vetillas de cuarzo de color gris claro y vegetación en la parte superior del afloramiento.				



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS

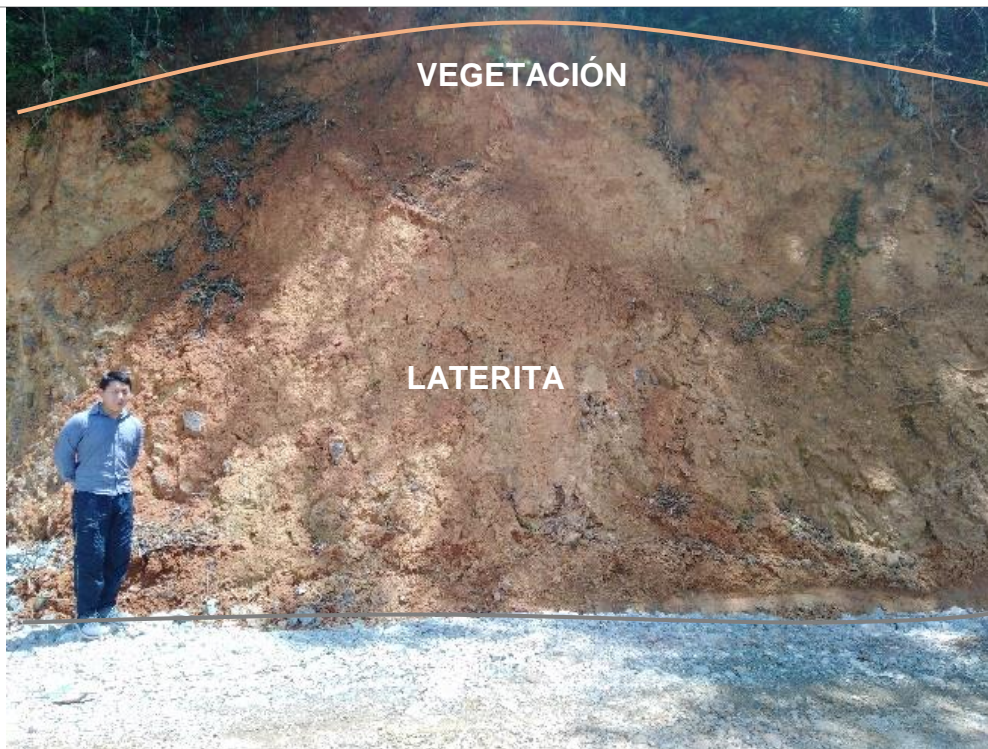


Código:	Af.20	Fecha:	13/06/2019	Coordenadas (UTM WGS84)	X: 651341 Y: 9599561 Z: 1268 m.s.n.m.
Sector:	El Cajón	Vía de acceso:	Vía lastrada		
Tipo de afloramiento:	Antrópico		Ambiente geológico	Ígneo	
Datos estructurales	Azimut: 170° Bz: 75 NW		Grado de alteración:	Moderadamente meteorizado	
Dimensiones:	10m x 4m		Formación:	Unidad Portovelo	
Observaciones:	Se observó suelo residual denominado laterita generado por la meteorización de la roca andesita.				



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS



Código:	Af.21	Fecha:	13/06/2019	Coordenadas (UTM WGS84)	X: 651332 Y: 9599456 Z: 1255 m.s.n.m.
Sector:	El Cajón	Vía de acceso:	Vía lastrada		
Tipo de afloramiento:	Antrópico		Ambiente geológico	Ígneo	
Datos estructurales	Azimut: 197° Bz: 68 NW		Grado de alteración:	Moderadamente meteorizado	
Dimensiones:	8m x 6m		Formación:	Unidad Portovelo	
Observaciones:	Se observó suelo residual denominado laterita generado por la meteorización de la roca andesita.				



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS



Código:	Af.22	Fecha:	13/06/2019	Coordenadas (UTM WGS84)	X: 651341 Y: 9599561 Z: 1345 m.s.n.m.
Sector:	Naranjal	Vía de acceso:	Vía lastrada		
Tipo de afloramiento:	Antrópico		Ambiente geológico	Ígneo	
Datos estructurales	Azimut: 189° Bz: 55 NW		Grado de alteración:	Moderadamente meteorizado	
Dimensiones:	10m x 3m		Formación:	Unidad Portovelo	
Observaciones:	Se observó suelo residual denominado laterita generado por la meteorización de la roca andesita.				



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS



Código:	Af.23	Fecha:	13/06/2019	Coordenadas (UTM WGS84)	X: 651476 Y: 9599456 Z: 1369 m.s.n.m.
Sector:	Naranjal	Vía de acceso:	Vía lastrada		
Tipo de afloramiento:	Antrópico		Ambiente geológico	Ígneo	
Datos estructurales	Azimut: 170° Bz: 68 NW		Grado de alteración:	Moderadamente meteorizado	
Dimensiones:	10m x 7m		Formación:	Unidad Portovelo	
Observaciones:	Se observó suelo residual denominado laterita generado por la meteorización de la roca andesita.				




Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS




Código:	Af.24	Fecha:	13/06/2019	Coordenadas (UTM WGS84)	X: 651341 Y: 9599561 Z: 1298 m.s.n.m.
Sector:	Naranjal	Vía de acceso:	Vía lastrada		
Tipo de afloramiento:	Antrópico		Ambiente geológico	Ígneo	
Datos estructurales	Azimut: 140° Bz: 45 NW		Grado de alteración:	Moderadamente meteorizado	
Dimensiones:	5m x 4m		Formación:	Unidad Portovelo	
Observaciones:	Se observó suelo residual denominado laterita generado por la meteorización de la roca andesita.				

Anexo 2: Descripción macroscópica de las muestras de roca

FICHAS DE DESCRIPCIÓN DE ROCAS			
Responsable:	Jhon Zhigue	N° Ficha	1
Tipo de la Muestra:	Mano	Código de la muestra	MR-01
FOTOGRAFÍA:		DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA	
		Características de los componentes	
		Color	Gris claro
		Textura	Afanítica
		Estructura	Masiva
		Tamaño del grano	Grano fino
		Forma de los clastos	Redondeados
		Tipo de roca	Ígnea
		Composición	
		DATOS DE UBICACIÓN	
Ubicación geográfica:El Oro, Zaruma, Huertas		X=	651476
Acceso al lugar: Vía Zaruma - Paccha		Y=	9599456
DATOS ESTRUCTURALES		CONTENIDO DE MINERALES	
		Minerales Principales	Plagioclasa, hornblenda, piroxeno.
		Minerales accesorios	Cuarzo, biotita
Análisis de Laboratorio:		Grado de meteorización	Medianamente meteorizada
Universidad Nacional de Loja, Carrera de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial.		Tipo de alteración	Química
Encargado: Dr. Luis Angamarca		Nombre de la roca	Andesita

FICHAS DE DESCRIPCIÓN DE ROCAS			
Responsable:	Jhon Zhigue	Nº Ficha	2
Tipo de la Muestra:	Mano	Código de la muestra	MR-02
FOTOGRAFÍA:		DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA	
		Características de los componentes	
		Color	Gris claro
		Textura	Afanítica
		Estructura	Masiva
		Tamaño del grano	Grano fino
		Forma de los clastos	Redondeados
		Tipo de roca	Ígnea
		Composición	
		DATOS DE UBICACIÓN	
Ubicación geográfica (Prov/Cantón/ Parrq): El Oro, Zaruma, Huertas		X=	651476
Acceso al lugar: Vía al Cajón Huertas		Y=	9599456
DATOS ESTRUCTURALES		CONTENIDO DE MINERALES	
		Minerales Principales	Plagioclasa, hornblenda, piroxeno.
		Minerales accesorios	Cuarzo, biotita
Análisis de Laboratorio: Universidad Nacional de Loja Carrera de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial. Encargado: Dr. Luis Angamarca		Grado de meteorización	Medianamente meteorizada
		Tipo de alteración	Química
		Nombre de la roca	Andesita

FICHAS DE DESCRIPCIÓN DE ROCAS				
Responsable:	Jhon Zhigue	N° Ficha	3	
Tipo de la Muestra:	Mano	Código de la muestra	MR-03	
FOTOGRAFÍA: 		DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA		
		Características de los componentes		
		Color	Gris claro	
		Textura	Afanítica	
		Estructura	Masiva	
		Tamaño del grano	Grano fino	
		Forma de los clastos	Redondeados	
		Tipo de roca	Ígnea	
		Composición		
DATOS DE UBICACIÓN		INFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM/WGS84		
Ubicación geográfica (Prov/Cantón/ Parrq): El Oro, Zaruma, Huertas		X=	651476	
Acceso al lugar: Vía al Cajón Huertas		Y=	9599456	
DATOS ESTRUCTURALES		CONTENIDO DE MINERALES		
		Minerales Principales	Plagioclasa, hornblenda, piroxeno.	
		Minerales accesorios	Cuarzo, biotita	
Análisis de Laboratorio: Universidad Nacional de Loja Carrera de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial. Encargado: Dr. Luis Angamarca		Grado de meteorización	Medianamente meteorizada	
		Tipo de alteración	Química	
		Nombre de la roca	Andesita	

FICHAS DE DESCRIPCIÓN DE ROCAS			
Responsable:	Jhon Zhigue	N° Ficha	4
Tipo de la Muestra:	Muestra de mano	Código de la muestra	AF1M4
FOTOGRAFÍA:		DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA	
		Características de los componentes	
		Color	gris
		Textura	Afanítica
		Estructura	masiva
		Tamaño del grano	pequeño
		Forma de los clastos	
		Tipo de roca	Ígnea
		Composición	
DATOS DE UBICACIÓN		INFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM (Sistema de Proyección WGS84)	
Ubicación geográfica (Prov/Cantón/ Parroquia):		X=	651363
Acceso al lugar: Via Huertas Muluncay		Y=	9599598
DATOS ESTRUCTURALES		CONTENIDO DE MINERALES	
		Minerales Principales	Plagioclasa, hornblenda, piroxeno.
		Minerales accesorios	Cuarzo, biotita
Análisis de Laboratorio: Laboratorio Universidad Nacional de Loja - Carrera de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial. Encargado: Dr. Luis Angamarca		Grado de meteorización	Muy alterado
		Tipo de alteración	Física – química
		Nombre de la roca	Andesita

FICHAS DE DESCRIPCIÓN DE ROCAS			
Responsable:	Jhon Zhigue	N° Ficha	5
Tipo de la Muestra:	Mano	Código de la muestra	MR-05
FOTOGRAFÍA:		DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA	
		Características de los componentes	
		Color	Gris claro
		Textura	Afanítica
		Estructura	Masiva
		Tamaño del grano	Grano fino
		Forma de los clastos	Redondeados
		Tipo de roca	Ígnea
		Composición	
DATOS DE UBICACIÓN		INFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM/WGS84	
Ubicación geográfica: El Oro, Zaruma, Huertas		X=	651476
Acceso al lugar: Vía Zaruma - Paccha, Cementerio de Huertas		Y=	9599456
DATOS ESTRUCTURALES		CONTENIDO DE MINERALES	
		Minerales Principales	Plagioclasa, hornblenda, piroxeno.
		Minerales accesorios	Cuarzo, biotita
Análisis de Laboratorio: Universidad Nacional de Loja, Carrera de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial. Encargado: Dr. Luis Angamarca		Grado de meteorización	Medianamente meteorizada
		Tipo de alteración	Química
		Nombre de la roca	Andesita

FICHAS DE DESCRIPCIÓN DE ROCAS			
Responsable:	Jhon Zhigue	N° Ficha	6
Tipo de la Muestra:	Mano	Código de la muestra	MR-06
FOTOGRAFÍA:		DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA	
		Características de los componentes	
		Color	Gris claro
		Textura	Afanítica
		Estructura	Masiva
		Tamaño del grano	Grano fino
		Forma de los clastos	Redondeados
		Tipo de roca	Ígnea
		Composición	
DATOS DE UBICACIÓN		INFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM/WGS84	
Ubicación geográfica: El Oro, Zaruma, Huertas		X=	651476
Acceso al lugar: Vía Zaruma - Paccha, Cementerio de Huertas		Y=	9599456
DATOS ESTRUCTURALES		CONTENIDO DE MINERALES	
		Minerales Principales	Plagioclasa, hornblenda, piroxeno.
		Minerales accesorios	Cuarzo, biotita
Análisis de Laboratorio: Universidad Nacional de Loja, Carrera de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial. Encargado: Dr. Luis Angamarca		Grado de meteorización	Medianamente meteorizada
		Tipo de alteración	Química
		Nombre de la roca	Andesita

Anexo 3: RCU (esclerómetro)

Esta.	Pared izquierda			Pared derecha			Techo		
	Revote	Mpa	Valor	Revote	Mpa	Valor	Revote	Mpa	Valor
1	48.9	145.0	12.0	44.2	120.0	10.5	42.0	95.0	9.0
2	31.3	69.0	7.0	38.8	85.0	8.5	34.3	78.0	8.0
3	34.0	78.0	8.0	42.3	95.0	9.0	37.7	83.0	8.5
4	42.3	95.0	9.0	40.5	90.0	8.5	39.5	86.0	8.5
5	38.1	85.0	8.5	39.2	86.0	8.5	38.2	85.0	8.5
6	39.0	86.0	8.5	45.6	130.0	11.0	41.4	90.0	9.0
7	50.8	155.0	12.5	47.7	140.0	11.5	48.5	145.0	12.0
8	46.4	135.0	11.5	44.3	125.0	11.0	45.9	130.0	11.0
9	39.0	86.0	8.5	39.3	86.0	8.5	42.4	95.0	9.0
10	43.3	115.0	10.5	46.9	135.0	11.5	43.1	115.0	10.5
11	50.7	155.0	12.5	43.5	115.0	10.5	49.2	150.0	12.0
12	48.2	145.0	12.0	46.9	135.0	11.5	47.2	140.0	11.5
13	53.2	170.0	13.0	52.9	165.0	13.0	54.5	180.0	13.5
14	51.9	160.0	12.5	49.6	150.0	12.0	50.3	155.0	12.5
15	53.6	170.0	13.0	51.2	160.0	12.5	53.1	170.0	13.0
16	59.5	210.0	14.0	48.1	145.0	12.0	52.9	165.0	13.0
17	59.7	210.0	14.0	48.1	145.0	12.0	53.4	170.0	13.0
18	54.7	180.0	13.5	46.2	135.0	11.5	51.7	160.0	13.0
19	55.7	185.0	13.5	45.1	135.0	11.5	49.8	150.0	12.5
20	48.4	145.0	12.0	47.0	140.0	11.5	49.1	150.0	12.5
21	51.9	160.0	12.5	42.3	95.0	9.0	47.2	140.0	12.0
22	49.8	150.0	12.0	46.6	135.0	11.5	48.0	145.0	12.0
23	52.2	165.0	13.0	50.5	155.0	12.5	52.2	165.0	13.0
24	52.2	165.0	13.0	47.9	140.0	11.5	51.1	160.0	13.0
25	42.9	95.0	9.0	46.6	135.0	11.5	43.4	115.0	10.5
26	45.8	130.0	11.0	51.2	160.0	12.5	49.8	150.0	12.0
27	45.6	130.0	11.0	49.4	150.0	12.0	45.3	130.0	11.0
28	33.8	70.0	7.0	41.4	90.0	8.5	39.2	86.0	8.5
29	52.8	165.0	13.0	47.9	140.0	11.5	50.5	155.0	12.5
30	53.4	170.0	13.0	50.4	155.0	12.5	51.9	160.0	12.5
31	50.9	155.0	12.5	53.3	170.0	13.0	50.6	155.0	12.5
32	48.7	145.0	12.0	48.1	145.0	12.0	50.7	155.0	12.5
33	48.7	145.0	12.0	52.0	165.0	13.0	49.8	150.0	12.0
34	51.9	160.0	12.5	52.8	165.0	13.0	54.2	180.0	13.5
35	37.9	80.0	8.0	48.2	145.0	12.0	42.1	96.0	9.0
36	46.3	135.0	11.5	54.1	180.0	13.5	50.7	155.0	12.5
37	37.0	140.0	11.5	51.9	160.0	12.5	47.3	140.0	12.0
38	51.0	160.0	12.5	52.5	165.0	12.5	51.6	160.0	13.0
39	52.7	162.0	12.5	54.6	180.0	13.5	52.6	165.0	13.0
40	47.0	140.0	11.5	49.6	150.0	12.0	48.6	145.0	12.0

Anexo 4: Índice de calidad de la roca (RQD)

Esta.	Pared izquierda			Pared derecha			Techo		
	Dis./metro	RQD	Valor	Dis./metro	RQD	Valor	Dis./metro	RQD	Valor
1	7	84.4	16.5	12	66.3	13.0	9	77.8	15
2	9	77.2	15.0	6	87.8	17.5	7	83.7	16.5
3	13	62.7	12.0	18	46.3	9.0	15	55.5	11
4	11	69.9	13.5	12	66.3	13.0	11	68.2	13.4
5	12	66.3	13.0	8	80.9	16.0	10	75.0	14.5
6	9	77.2	15.0	10	73.6	14.5	9	75.5	15
7	7	84.4	16.5	4	93.8	18.5	5	90.7	18
8	12	66.3	13.0	6	87.8	17.5	8	80.9	16
9	8	80.9	16.0	9	77.2	15.0	8	79.2	16
10	7	84.4	16.5	7	84.4	16.5	7	84.4	16.5
11	9	77.2	15.0	11	69.9	13.5	10	73.9	14.5
12	14	59.2	11.5	13	62.7	12.0	13	61.0	12
13	8	80.9	16.0	9	77.2	15.0	8	79.2	16
14	9	77.2	15.0	13	62.7	12.0	11	71.2	13.4
15	10	73.6	14.5	10	73.6	14.5	10	73.6	14.5
16	14	59.2	11.5	11	69.9	13.5	12	65.1	13
17	11	69.9	13.5	9	77.2	15.0	10	73.9	14.5
18	14	59.2	11.5	13	62.7	12.0	13	61.0	12
19	11	69.9	13.5	16	52.5	10.0	13	62.6	12
20	11	69.9	13.5	12	66.3	13.0	11	68.2	13.5
21	7	84.4	16.5	8	80.9	16.0	7	82.8	16.5
22	7	84.4	16.5	8	80.9	16.0	7	82.8	16.5
23	10	73.6	14.5	8	80.9	16.0	9	77.7	15
24	9	77.2	15.0	9	77.2	15.0	9	77.2	15
25	9	77.2	15.0	6	87.8	17.5	7	83.7	16.5
26	8	80.9	16.0	6	87.8	17.5	7	84.9	16.5
27	7	84.4	16.5	7	84.4	16.5	7	84.4	16.5
28	8	80.9	16.0	10	73.6	14.5	9	77.7	15
29	9	77.2	15.0	10	73.6	14.5	9	75.5	15
30	10	73.6	14.5	9	77.2	15.0	9	75.5	15
31	11	69.9	13.5	10	73.6	14.5	10	71.8	14.5
32	11	69.9	13.5	8	80.9	16.0	9	76.3	15
33	9	77.2	15.0	9	77.2	15.0	9	77.2	15
34	10	73.6	14.5	9	77.2	15.0	9	75.5	15
35	11	69.9	13.5	10	73.6	14.5	10	71.8	14.5
36	18	46.3	9.0	14	59.2	11.5	16	53.3	10
37	14	59.2	11.5	16	52.5	10.0	15	56.0	11
38	13	62.7	12.0	12	66.3	13.0	12	64.5	13
39	15	55.8	11.0	12	66.3	13.0	13	61.5	12
40	13	62.7	12.0	10	73.6	14.5	11	68.8	13.5

Anexo 5: Espaciado de las discontinuidades

Esta.	Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
	Distancia	Valor	Distancia	Valor	Distancia	Valor
1	100	6.5	100	6.5	100	6.5
2	300	9	300	9	300	9
3	100	6.5	100	6.5	100	6.5
4	100	6.5	100	6.5	100	6.5
5	100	6.5	100	6.5	100	6.5
6	100	6.5	300	9	200	8
7	300	9	300	9	300	9
8	60	5.5	100	6.5	80	6
9	100	6.5	100	6.5	100	6.5
10	100	6.5	300	9	200	6.5
11	100	6.5	100	6.5	100	6.5
12	100	6.5	100	6.5	100	6.5
13	60	5.5	100	6.5	80	6
14	100	6.5	100	6.5	100	6.5
15	100	6.5	100	6.5	100	6.5
16	300	9	100	6.5	200	8
17	100	6.5	100	6.5	100	6.5
18	100	6.5	100	6.5	100	6.5
19	100	6.5	100	6.5	100	6.5
20	100	6.5	100	6.5	100	6.5
21	100	6.5	300	6.5	200	8
22	100	6.5	100	6.5	100	6.5
23	100	6.5	100	6.5	100	6.5
24	100	6.5	100	6.5	100	6.5
25	200	8	100	6.5	150	7
26	100	6.5	100	6.5	100	6.5
27	30	6	100	6.5	65	5.5
28	100	6.5	100	6.5	100	6.5
29	100	6.5	100	6.5	100	6.5
30	100	6.5	100	6.5	100	6.5
31	100	6.5	100	6.5	100	6.5
32	100	6.5	100	6.5	100	6.5
33	100	6.5	100	6.5	100	6.5
34	100	6.5	100	6.5	100	6.5
35	100	6.5	100	6.5	100	6.5
36	100	6.5	100	6.5	100	6.5
37	200	8	100	6.5	150	7
38	100	6.5	100	6.5	100	6.5
39	100	6.5	100	6.5	100	6.5
40	300	9	100		200	8

Anexo 6: Fichas comportamiento geomecánica RMR

PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)	145.0	12.0	120.0	10.5	95.0	9.0	
2	RQD (%)	84.4	16.5	66.3	13.0	77.8	15	
3	Espaciado de las discontinuidades	100	6.5	100	6.5	100	6.5	
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	<1m	6	1 a 3m	4	<1m	6
		Abertura	0.2mm	4	0.2mm	4	0.1mm	4
		Rugosidad	Lisa	1	Ligeramente Rugosa	3	Rugosa	5
		Relleno	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4
		Meteorización	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5
5	Agua subterránea	Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10	
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	65		60		65	
		Clase	II		III		II	
		Descripción	Bueno		Medio		Bueno	
		Promedio	63.33					
C	Tiempo medio de sostén			1 año, claro de 10m				
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Avances de 1 a 1,5 m sección completa. Sostenimiento total a 20 m					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)		Pernos locales en Techo, 3m de largo y espaciados de 2,5m con malla ocasional			
			Hormigón lanzado		50mm en Techo donde fuera necesario			
			Marcos de acero		No			
Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente								



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez			Tutor:	Ing. Stalin Paladines			
Sección:	Techo y hastiales			Galería de exploración y transporte				
Ubicación:	50m desde la bocamina			Fecha:	11/11/2019			
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)		69.0	7.0	85.0	8.5	78.0	8.0
2	RQD (%)		77.2	15.0	87.8	17.5	83.7	16.5
3	Espaciado de las discontinuidades		300	9	300	9	300	9
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	<1m	6	1 a 3m	4	<1m	6
		Abertura	0.1mm	4	0.2mm	4	0.1mm	4
		Rugosidad	Muy Rugosa	6	Ligeramente Rugosa	3	Lisa	1
		Relleno	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4
		Meteorización	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5
5	Agua subterránea		Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	66		65		64	
		Clase	II		II		II	
		Descripción	Bueno		Bueno		Bueno	
		Promedio	65					
C	Tiempo medio de sostén				1 año, claro de 10m			
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Avances de 1 a 1,5 m sección completa. Sostenimiento total a 20 m					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)		Pernos locales en Techo, 3m de largo y espaciados de 2,5m con malla ocasional			
			Hormigón lanzado		50mm en Techo donde fuera necesario			
			Marcos de acero		No			

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez			Tutor:	Ing. Stalin Paladines			
Sección:	Techo y hastiales			Galería de exploración y transporte				
Ubicación:	75m desde la bocamina			Fecha:	11/11/2019			
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)		78.0	8.0	95.0	9.0	83.0	8.5
2	RQD (%)		62.7	12.0	46.3	9.0	55.5	11
3	Espaciado de las discontinuidades		100	6.5	100	6.5	100	6.5
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	<1m	6	1 a 3m	4	<1m	6
		Abertura	0.1mm	4	0.1mm	4	0.1mm	4
		Rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
		Relleno	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4
		Meteorización	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5
5	Agua subterránea		Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	59		55		58	
		Clase	III		III		III	
		Descripción	Medio		Medio		Medio	
		Promedio	57.3					
C	Tiempo medio de sostén				1 semana, claro de 5m			
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Media sección y banqueo, progresiones de 1,5 a 3m en la media sección. Sostenimiento primario después de cada voladura. Sostenimiento completo a 10m del frente					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)		Empernado sistemático de 4m de largo; espaciado de 1,5 a 2m en Techo y hastiales con malla en Techo			
			Hormigón lanzado		50-100mm en Techo. 30mm en los hastiales			
			Marcos de acero		No			

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez			Tutor:	Ing. Stalin Paladines			
Sección:	Techo y hastiales			Galería de exploración y transporte				
Ubicación:	100m desde la bocamina			Fecha:	11/11/2019			
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)	95.0	9.0	90.0	8.5	86.0	8.5	
2	RQD (%)	69.9	13.5	66.3	13.0	68.2	13.4	
3	Espaciado de las discontinuidades	100	6.5	100	6.5	100	6.5	
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	<1m	6	1 a 3m	4	<1m	6
		Abertura	0.1mm	4	0.1mm	4	0.1mm	4
		Rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
		Relleno	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4
		Meteorización	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5
5	Agua subterránea	Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10	
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	61		58		60	
		Clase	II		III		III	
		Descripción	Bueno		Medio		Medio	
		Promedio	59.6					
C	Tiempo medio de sostén			1 semana, claro de 5m				
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Media sección y banqueo, progresiones de 1,5 a 3m en la media sección. Sostenimiento primario después de cada voladura. Sostenimiento completo a 10m del frente					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)		Empernado sistemático de 4m de largo; espaciado de 1,5 a 2m en Techo y hastiales con malla en Techo			
			Hormigón lanzado		50-100mm en Techo. 30mm en las hastiales			
			Marcos de acero		No			

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez			Tutor:	Ing. Stalin Paladines			
Sección:	Clave y hastiales			Galería de exploración y transporte				
Ubicación:	125m desde la bocamina			Fecha:	11/11/2019			
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)		85.0	8.5	86.0	8.5	85.0	8.5
2	RQD (%)		66.3	13.0	80.9	16.0	75.0	14.5
3	Espaciado de las discontinuidades		100	6.5	100	6.5	100	6.5
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	<1m	6	1 a 3m	4	<1m	6
		Abertura	0.1mm	4	0.1mm	4	0.1mm	4
		Rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Muy Rugosa	6	Ligeramente Rugosa	3
		Relleno	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4
		Meteorización	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5
5	Agua subterránea		Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	62		64		62	
		Clase	II		II		II	
		Descripción	Bueno		Bueno		Bueno	
		Promedio	62.6					
C	Tiempo medio de sostén				1 año, claro de 10m			
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Avances de 1 a 1,5 m sección completa. Sostenimiento total a 20 m					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)		Pernos locales en Techo, 3m de largo y espaciados de 2,5m con malla ocasional			
			Hormigón lanzado		50mm en Techo donde fuera necesario			
			Marcos de acero		No			

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez			Tutor:	Ing. Stalin Paladines			
Sección:	Techo y hastiales			Galería de exploración y transporte				
Ubicación:	150m desde la bocamina			Fecha:	11/11/2019			
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)		86.0	8.5	130.0	11.0	9.0	
2	RQD (%)		77.2	15.0	73.6	14.5	15	
3	Espaciado de las discontinuidades		100	6.5	300	9	8	
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	<1m	6	1 a 3m	4	<1m	6
		Abertura	0.1mm	4	0.1mm	4	0.1mm	4
		Rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Lisa	1	Lisa	1
		Relleno	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4
		Meteorización	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5
5	Agua subterránea		Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	62		63		62	
		Clase	II		II		II	
		Descripción	Bueno		Bueno		Bueno	
		Promedio	62.3					
C	Tiempo medio de sostén			1 año, claro de 10m				
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Avances de 1 a 1,5 m sección completa. Sostenimiento total a 20 m					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)		Pernos locales en Techo, 3m de largo y espaciados de 2,5m con malla ocasional			
			Hormigón lanzado		50mm en Techo donde fuera necesario			
			Marcos de acero		No			

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez			Tutor:	Ing. Stalin Paladines			
Sección:	Techo y hastiales			Galería de exploración y transporte				
Ubicación:	175m desde la bocamina			Fecha:	11/11/2019			
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)	155.0	12.5	140.0	11.5	145.0	12.0	
2	RQD (%)	84.4	16.5	93.8	18.5	90.7	18	
3	Espaciado de las discontinuidades	300	9	300	9	300	9	
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	<1m	6	1 a 3m	4	<1m	6
		Abertura	0.5mm	4	0.1mm	4	0.1mm	4
		Rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
		Relleno	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4
		Meteorización	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5
5	Agua subterránea	Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10	
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	70		69		71	
		Clase	II		II		II	
		Descripción	Bueno		Bueno		Bueno	
		Promedio	70		70		70	
C	Tiempo medio de sostén			1 año, claro de 10m				
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Avances de 1 a 1,5 m sección completa. Sostenimiento total a 20 m					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)		Pernos locales en Techo, 3m de largo y espaciados de 2,5m con malla ocasional			
			Hormigón lanzado		50mm en Techo donde fuera necesario			
			Marcos de acero		No			

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez			Tutor:	Ing. Stalin Paladines			
Sección:	Techo y hastiales			Galería de exploración y transporte				
Ubicación:	200m desde la bocamina			Fecha:	11/11/2019			
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)		135.0	11.5	125.0	11.0	130.0	11.0
2	RQD (%)		66.3	13.0	87.8	17.5	80.9	16
3	Espaciado de las discontinuidades		60	5.5	100	6.5	80	6
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	<1m	6	<1m	6	<1m	6
		Abertura	0.2mm	4	0.1mm	4	0.1mm	4
		Rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Rugosa	5
		Relleno	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4
		Meteorización	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5
5	Agua subterránea		Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	62		67		67	
		Clase	II		II		II	
		Descripción	Bueno		Bueno		Bueno	
		Promedio	65.3					
C	Tiempo medio de sostén			1 año, claro de 10m				
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Avances de 1 a 1,5 m sección completa. Sostenimiento total a 20 m					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)		Pernos locales en Techo, 3m de largo y espaciados de 2,5m con malla ocasional			
			Hormigón lanzado		50mm en Techo donde fuera necesario			
			Marcos de acero		No			

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez			Tutor:	Ing. Stalin Paladines			
Sección:	Techo y hastiales			Galería de exploración y transporte				
Ubicación:	225m desde la bocamina			Fecha:	11/11/2019			
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)	86.0	8.5	86.0	8.5	95.0	9.0	
2	RQD (%)	80.9	16.0	77.2	15.0	79.2	16	
3	Espaciado de las discontinuidades	100	6.5	100	6.5	100	6.5	
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	<1m	6	1 a 3m	4	<1m	6
		Abertura	0.2mm	4	0.1mm	4	0.1mm	4
		Rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Muy Rugosa	6	Lisa	1
		Relleno	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4
		Meteorización	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5
5	Agua subterránea	Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10	
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	63		63		62	
		Clase	II		II		II	
		Descripción	Bueno		Bueno		Bueno	
		Promedio	62.6					
C	Tiempo medio de sostén			1 año, claro de 10m				
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Avances de 1 a 1,5 m sección completa. Sostenimiento total a 20 m					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)		Pernos locales en Techo, 3m de largo y espaciados de 2,5m con malla ocasional			
			Hormigón lanzado		50mm en Techo donde fuera necesario			
			Marcos de acero		No			

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez			Tutor:	Ing. Stalin Paladines			
Sección:	Techo y hastiales			Galería de exploración y transporte				
Ubicación:	250m desde la bocamina			Fecha:	11/11/2019			
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)		115.0	10.5	135.0	11.5	115.0	10.5
2	RQD (%)		84.4	16.5	84.4	16.5	84.4	16.5
3	Espaciado de las discontinuidades		100	6.5	300	9	200	6.5
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	<1m	6	1 a 3m	4	<1m	6
		Abertura	0,2mm	4	0.1mm	4	0.1mm	4
		Rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Lisa	1	Lisa	1
		Relleno	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4
		Meteorización	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5
5	Agua subterránea		Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	66		65		64	
		Clase	II		II		II	
		Descripción	Bueno		Bueno		Bueno	
		Promedio			65			
C	Tiempo medio de sostén				1 año, claro de 10m			
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Avances de 1 a 1,5 m sección completa. Sostenimiento total a 20 m					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)		Pernos locales en Techo, 3m de largo y espaciados de 2,5m con malla ocasional			
			Hormigón lanzado		50mm en Techo donde fuera necesario			
			Marcos de acero		No			

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez			Tutor:	Ing. Stalin Paladines			
Sección:	Techo y hastiales			Galería de exploración y transporte				
Ubicación:	275m desde la bocamina			Fecha:	11/11/2019			
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)	155.0	12.5	115.0	10.5	150.0	12.0	
2	RQD (%)	77.2	15.0	69.9	13.5	73.9	14.5	
3	Espaciado de las discontinuidades	100	6.5	100	6.5	100	6.5	
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	<1m	6	1 a 3m	4	<1m	6
		Abertura	0.1mm	4	0.1mm	4	0.1mm	4
		Rugosidad	Lisa	1	Muy Rugosa	6	Muy Rugosa	6
		Relleno	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4
		Meteorización	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5
5	Agua subterránea	Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10	
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	64		64		68	
		Clase	II		II		II	
		Descripción	Bueno		Bueno		Bueno	
		Promedio	65.3					
C	Tiempo medio de sostén			1 año, claro de 10m				
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Avances de 1 a 1,5 m sección completa. Sostenimiento total a 20 m					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)		Pernos locales en Techo, 3m de largo y espaciados de 2,5m con malla ocasional			
			Hormigón lanzado		50mm en Techo donde fuera necesario			
			Marcos de acero		No			

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez			Tutor:	Ing. Stalin Paladines			
Sección:	Techo y hastiales			Galería de exploración y transporte				
Ubicación:	300m desde la bocamina			Fecha:	11/11/2019			
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)		145.0	12.0	135.0	11.5	140.0	11.5
2	RQD (%)		59.2	11.5	62.7	12.0	61.0	12
3	Espaciado de las discontinuidades		100	6.5	100	6.5	100	6.5
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	<1m	6	<1m	6	<1m	6
		Abertura	0.1mm	4	0.1mm	4	0.1mm	4
		Rugosidad	Muy Rugosa	6	Muy Rugosa	6	Muy Rugosa	6
		Relleno	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4
		Meteorización	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5
5	Agua subterránea		Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	65		65		65	
		Clase	II		II		II	
		Descripción	Bueno		Bueno		Bueno	
		Promedio	65					
C	Tiempo medio de sostén			1 año, claro de 10m				
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Avances de 1 a 1,5 m sección completa. Sostenimiento total a 20 m					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)		Pernos locales en Techo, 3m de largo y espaciados de 2,5m con malla ocasional			
			Hormigón lanzado		50mm en Techo donde fuera necesario			
			Marcos de acero		No			

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez			Tutor:	Ing. Stalin Paladines			
Sección:	Techo y hastiales			Galería de exploración y transporte				
Ubicación:	325m desde la bocamina			Fecha:	11/11/2019			
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)		170.0	13.0	165.0	13.0	180.0	13.5
2	RQD (%)		80.9	16.0	77.2	15.0	79.2	16
3	Espaciado de las discontinuidades		60	5.5	100	6.5	80	6
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	1 a 3m	4	1 a 3m	4	1 a 3m	4
		Abertura	0.5mm	4	0.1mm	4	0.1mm	4
		Rugosidad	Muy Rugosa	6	Muy Rugosa	6	Muy Rugosa	6
		Relleno	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4
		Meteorización	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5
5	Agua subterránea		Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	65		68		69	
		Clase	II		II		II	
		Descripción	Bueno		Bueno		Bueno	
		Promedio	67.3					
C	Tiempo medio de sostén			1 año, claro de 10m				
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Avances de 1 a 1,5 m sección completa. Sostenimiento total a 20 m					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)		Pernos locales en Techo, 3m de largo y espaciados de 2,5m con malla ocasional			
			Hormigón lanzado		50mm en Techo donde fuera necesario			
			Marcos de acero		No			

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: "ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO."

Responsable:		Jhon Stalin Zhigüe Álvarez		Tutor:		Ing. Stalin Paladines		
Sección:		Techo y hastiales		Galería de exploración y transporte				
Ubicación:		350m desde la bocamina		Fecha:		11/11/2019		
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)	160.0	12.5	150.0	12.0	155.0	12.5	
2	RQD (%)	77.2	15.0	62.7	12.0	71.2	13.4	
3	Espaciado de las discontinuidades	100	6.5	100	6.5	100	6.5	
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	<1m	6	1 a 3m	4	<1m	6
		Abertura	0.1mm	4	0.1mm	4	0.1mm	4
		Rugosidad	Muy Rugosa	6	Muy Rugosa	6	Ligeramente Rugosa	3
		Relleno	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4
		Meteorización	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5
5	Agua subterránea	Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10	
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	69		64		65	
		Clase	II		II		II	
		Descripción	Bueno		Bueno		Bueno	
		Promedio	66					
C	Tiempo medio de sostén			1 año, claro de 10m				
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Avances de 1 a 1,5 m sección completa. Sostenimiento total a 20 m					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)		Pernos locales en Techo, 3m de largo y espaciados de 2,5m con malla ocasional			
			Hormigón lanzado		50mm en Techo donde fuera necesario			
			Marcos de acero		No			

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: "ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO."

Responsable:	Jhon Stalin Zhigüe Álvarez			Tutor:	Ing. Stalin Paladines			
Sección:	Techo y hastiales			Galería de exploración y transporte				
Ubicación:	375m desde la bocamina			Fecha:	11/11/2019			
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)	170.0	13.0	160.0	12.5	170.0	13.0	
2	RQD (%)	73.6	14.5	73.6	14.5	73.6	14.5	
3	Espaciado de las discontinuidades	100	6.5	100	6.5	100	6.5	
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	<1m	6	1 a 3m	4	<1m	6
		Abertura	<0.1mm	5	0.1mm	4	0.1mm	4
		Rugosidad	Muy Rugosa	6	Muy Rugosa	6	Muy Rugosa	6
		Relleno	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4
		Meteorización	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5
5	Agua subterránea	Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10	
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	70		67		69	
		Clase	II		II		II	
		Descripción	Bueno		Bueno		Bueno	
		Promedio	68.6					
C	Tiempo medio de sostén			1 año, claro de 10m				
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Avances de 1 a 1,5 m sección completa. Sostenimiento total a 20 m					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)		Pernos locales en Techo, 3m de largo y espaciados de 2,5m con malla ocasional			
			Hormigón lanzado		50mm en Techo donde fuera necesario			
			Marcos de acero		No			

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: "ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO."

Responsable:		Jhon Stalin Zhigüe Álvarez		Tutor:		Ing. Stalin Paladines		
Sección:		Techo y hastiales		Galería de exploración y transporte				
Ubicación:		400m desde la bocamina		Fecha:		11/11/2019		
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)	210.0	14.0	145.0	12.0	165.0	13.0	
2	RQD (%)	59.2	11.5	69.9	13.5	65.1	13	
3	Espaciado de las discontinuidades	300	9	100	6.5	200	8	
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	3 a 10m	2	1 a 3m	4	1 a 3m	4
		Abertura	0.1mm	4	0.1mm	4	0.1mm	4
		Rugosidad	Muy Rugosa	6	Muy Rugosa	6	Muy Rugosa	6
		Relleno	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4
		Meteorización	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5
5	Agua subterránea	Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10	
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	66		65		67	
		Clase	II		II		II	
		Descripción	Bueno		Bueno		Bueno	
		Promedio	66					
C	Tiempo medio de sostén			1 año, claro de 10m				
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Avances de 1 a 1,5 m sección completa. Sostenimiento total a 20 m					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)		Pernos locales en Techo, 3m de largo y espaciados de 2,5m con malla ocasional			
			Hormigón lanzado		50mm en Techo donde fuera necesario			
			Marcos de acero		No			

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: "ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO."

Responsable:		Jhon Stalin Zhigüe Álvarez		Tutor:		Ing. Stalin Paladines		
Sección:		Techo y hastiales		Galería de exploración y transporte				
Ubicación:		425m desde la bocamina		Fecha:		11/11/2019		
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)	210.0	14.0	145.0	12.0	170.0	13.0	
2	RQD (%)	69.9	13.5	77.2	15.0	73.9	14.5	
3	Espaciado de las discontinuidades	100	6.5	100	6.5	100	6.5	
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	1 a 3m	4	1 a 3m	4	1 a 3m	4
		Abertura	0.2mm	4	0.1mm	4	0.1mm	4
		Rugosidad	Rugosa	5	Ligeramente Rugosa	3	Lisa	1
		Relleno	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4
		Meteorización	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5
5	Agua subterránea	Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10	
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	66		64		62	
		Clase	II		II		II	
		Descripción	Bueno		Bueno		Bueno	
		Promedio	64					
C	Tiempo medio de sostén			1 año, claro de 10m				
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Avances de 1 a 1,5 m sección completa. Sostenimiento total a 20 m					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)		Pernos locales en Techo, 3m de largo y espaciados de 2,5m con malla ocasional			
			Hormigón lanzado		50mm en Techo donde fuera necesario			
			Marcos de acero		No			

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: "ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO."

Responsable:	Jhon Stalin Zhigüe Álvarez			Tutor:	Ing. Stalin Paladines			
Sección:	Techo y hastiales			Galería de exploración y transporte				
Ubicación:	450m desde la bocamina			Fecha:	11/11/2019			
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)		180.0	13.5	135.0	11.5	160.0	13.0
2	RQD (%)		59.2	11.5	62.7	12.0	61.0	12
3	Espaciado de las discontinuidades		100	6.5	100	6.5	100	6.5
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	<1m	6	1 a 3m	4	<1m	6
		Abertura	0.2mm	4	0.1mm	4	0.1mm	4
		Rugosidad	Rugosa	5	Muy Rugosa	6	Muy Rugosa	6
		Relleno	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4
		Meteorización	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5
5	Agua subterránea		Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	66		63		63	
		Clase	II		II		II	
		Descripción	Bueno		Bueno		Bueno	
		Promedio	64					
C	Tiempo medio de sostén				1 año, claro de 10m			
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Avances de 1 a 1,5 m sección completa. Sostenimiento total a 20 m					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)		Pernos locales en Techo, 3m de largo y espaciados de 2,5m con malla ocasional			
			Hormigón lanzado		50mm en Techo donde fuera necesario			
			Marcos de acero		No			

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: "ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO."

Responsable:		Jhon Stalin Zhigüe Álvarez		Tutor:		Ing. Stalin Paladines		
Sección:		Techo y hastiales		Galería de exploración y transporte				
Ubicación:		475m desde la bocamina		Fecha:		11/11/2019		
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)	185.0	13.5	135.0	11.5	150.0	12.5	
2	RQD (%)	69.9	13.5	52.5	10.0	62.6	12	
3	Espaciado de las discontinuidades	100	6.5	100	6.5	100	6.5	
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	1 a 3m	4	1 a 3m	4	1 a 3m	4
		Abertura	0.1mm	4	0.1mm	4	0.1mm	4
		Rugosidad	Rugosa	5	Muy Rugosa	6	Ligeramente Rugosa	3
		Relleno	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4
		Meteorización	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5
5	Agua subterránea	Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10	
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	66		61		61	
		Clase	II		II		II	
		Descripción	Bueno		Bueno		Bueno	
		Promedio	62.6					
C	Tiempo medio de sostén			1 año, claro de 10m				
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Avances de 1 a 1,5 m sección completa. Sostenimiento total a 20 m					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)		Pernos locales en Techo, 3m de largo y espaciados de 2,5m con malla ocasional			
			Hormigón lanzado		50mm en Techo donde fuera necesario			
			Marcos de acero		No			

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigüe Álvarez			Tutor:	Ing. Stalin Paladines			
Sección:	Techo y hastiales			Galería de exploración y transporte				
Ubicación:	500m desde la bocamina			Fecha:	11/11/2019			
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)		145.0	12.0	140.0	11.5	150.0	12.5
2	RQD (%)		69.9	13.5	66.3	13.0	68.2	13.5
3	Espaciado de las discontinuidades		100	6.5	100	6.5	100	6.5
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	<1m	6	1 a 3m	4	<1m	6
		Abertura	0.2mm	4	0.1mm	4	0.1mm	4
		Rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Lisa	1	Lisa	1
		Relleno	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4
		Meteorización	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5
5	Agua subterránea		Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	64		59		63	
		Clase	II		III		II	
		Descripción	Bueno		Medio		Bueno	
		Promedio	62.3					
C	Tiempo medio de sostén			1 año, claro de 10m				
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Avances de 1 a 1,5 m sección completa. Sostenimiento total a 20 m					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)		Pernos locales en Techo, 3m de largo y espaciados de 2,5m con malla ocasional			
			Hormigón lanzado		50mm en Techo donde fuera necesario			
			Marcos de acero		No			

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: "ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO."

Responsable:	Jhon Stalin Zhigüe Álvarez			Tutor:	Ing. Stalin Paladines			
Sección:	Techo y hastiales			Galería de exploración y transporte				
Ubicación:	525m desde la bocamina			Fecha:	11/11/2019			
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)		160.0	12.5	95.0	9.0	140.0	12.0
2	RQD (%)		84.4	16.5	80.9	16.0	82.8	16.5
3	Espaciado de las discontinuidades		100	6.5	300	6.5	200	8
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	<1m	6	<1m	6	<1m	6
		Abertura	0.2mm	4	0.1mm	4	0.1mm	4
		Rugosidad	Rugosa	5	Rugosa	5	Ligeramente Rugosa	3
		Relleno	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4
		Meteorización	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5
5	Agua subterránea		Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	70		66		69	
		Clase	II		II		II	
		Descripción	Bueno		Bueno		Bueno	
		Promedio	68.3					
C	Tiempo medio de sostén				1 año, claro de 10m			
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Avances de 1 a 1,5 m sección completa. Sostenimiento total a 20 m					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)		Pernos locales en Techo, 3m de largo y espaciados de 2,5m con malla ocasional			
			Hormigón lanzado		50mm en Techo donde fuera necesario			
			Marcos de acero		No			

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: "ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO."

Responsable:		Jhon Stalin Zhigüe Álvarez		Tutor:		Ing. Stalin Paladines		
Sección:		Techo y hastiales		Galería de exploración y transporte				
Ubicación:		550m desde la bocamina		Fecha:		11/11/2019		
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)	150.0	12.0	135.0	11.5	145.0	12.0	
2	RQD (%)	84.4	16.5	80.9	16.0	82.8	16.5	
3	Espaciado de las discontinuidades	100	6.5	100	6.5	100	6.5	
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	<1m	6	1 a 3m	4	<1m	6
		Abertura	0.2mm	4	0.1mm	4	0.1mm	4
		Rugosidad	Muy Rugosa	6	Muy Rugosa	6	Ligeramente Rugosa	3
		Relleno	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4
		Meteorización	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5
5	Agua subterránea	Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10	
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	70		67		67	
		Clase	II		II		II	
		Descripción	Bueno		Bueno		Bueno	
		Promedio	68					
C	Tiempo medio de sostén			1 año, claro de 10m				
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Avances de 1 a 1,5 m sección completa. Sostenimiento total a 20 m					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)		Pernos locales en Techo, 3m de largo y espaciados de 2,5m con malla ocasional			
			Hormigón lanzado		50mm en Techo donde fuera necesario			
			Marcos de acero		No			

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: "ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO."

Responsable:		Jhon Stalin Zhigüe Álvarez		Tutor:		Ing. Stalin Paladines		
Sección:		Techo y hastiales		Galería de exploración y transporte				
Ubicación:		575m desde la bocamina		Fecha:		11/11/2019		
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)	165.0	13.0	155.0	12.5	165.0	13.0	
2	RQD (%)	73.6	14.5	80.9	16.0	77.7	15	
3	Espaciado de las discontinuidades	100	6.5	100	6.5	100	6.5	
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	<1m	6	1 a 3m	4	<1m	6
		Abertura	0.1mm	4	0.1mm	4	0.1mm	4
		Rugosidad	Rugosa	5	Muy Rugosa	6	Muy Rugosa	6
		Relleno	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4
		Meteorización	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5
5	Agua subterránea	Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10	
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	68		68		70	
		Clase	II		II		II	
		Descripción	Bueno		Bueno		Bueno	
		Promedio	68.6					
C	Tiempo medio de sostén			1 año, claro de 10m				
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Avances de 1 a 1,5 m sección completa. Sostenimiento total a 20 m					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)		Pernos locales en Techo, 3m de largo y espaciados de 2,5m con malla ocasional			
			Hormigón lanzado		50mm en Techo donde fuera necesario			
			Marcos de acero		No			

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: "ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO."

Responsable:		Jhon Stalin Zhigüe Álvarez		Tutor:		Ing. Stalin Paladines		
Sección:		Techo y hastiales		Galería de exploración y transporte				
Ubicación:		600m desde la bocamina		Fecha:		11/11/2019		
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)	165.0	13.0	140.0	11.5	160.0	13.0	
2	RQD (%)	77.2	15.0	77.2	15.0	77.2	15	
3	Espaciado de las discontinuidades	100	6.5	100	6.5	100	6.5	
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	<1m	6	1 a 3m	4	<1m	6
		Abertura	0.2mm	4	0.1mm	4	0.1mm	4
		Rugosidad	Rugosa	5	Ligeramente Rugosa	3	Muy Rugosa	6
		Relleno	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4
		Meteorización	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5
5	Agua subterránea	Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10	
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	69		63		70	
		Clase	II		II		II	
		Descripción	Bueno		Bueno		Bueno	
		Promedio	67.3					
C	Tiempo medio de sostén			1 año, claro de 10m				
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Avances de 1 a 1,5 m sección completa. Sostenimiento total a 20 m					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)		Pernos locales en Techo, 3m de largo y espaciados de 2,5m con malla ocasional			
			Hormigón lanzado		50mm en Techo donde fuera necesario			
			Marcos de acero		No			

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: "ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO."

Responsable:	Jhon Stalin Zhigüe Álvarez			Tutor:	Ing. Stalin Paladines			
Sección:	Techo y hastiales			Galería de exploración y transporte				
Ubicación:	625m desde la bocamina			Fecha:	11/11/2019			
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)		95.0	9.0	135.0	11.5	115.0	10.5
2	RQD (%)		77.2	15.0	87.8	17.5	83.7	16.5
3	Espaciado de las discontinuidades		200	8	100	6.5	150	7
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	<1m	6	<1m	6	<1m	6
		Abertura	0.1mm	4	0.1mm	4	0.1mm	4
		Rugosidad	Rugosa	5	Rugosa	5	Rugosa	5
		Relleno	Suave < 5 mm	1	Suave <5 mm	1	Suave < 5 mm	1
		Meteorización	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5
5	Agua subterránea		Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	63		66		65	
		Clase	II		II		II	
		Descripción	Bueno		Bueno		Bueno	
		Promedio	64.6					
C	Tiempo medio de sostén				1 año, claro de 10m			
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Avances de 1 a 1,5 m sección completa. Sostenimiento total a 20 m					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)		Pernos locales en Techo, 3m de largo y espaciados de 2,5m con malla ocasional			
			Hormigón lanzado		50mm en Techo donde fuera necesario			
			Marcos de acero		No			

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: "ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO."

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez			Tutor:	Ing. Stalin Paladines			
Sección:	Techo y hastiales			Galería de exploración y transporte				
Ubicación:	650m desde la bocamina			Fecha:	11/11/2019			
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)	130.0	11.0	160.0	12.5	150.0	12.0	
2	RQD (%)	80.9	16.0	87.8	17.5	84.9	16.5	
3	Espaciado de las discontinuidades	100	6.5	100	6.5	100	6.5	
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	<1m	6	1 a 3m	4	<1m	6
		Abertura	0.2mm	4	0.1mm	4	0.1mm	4
		Rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
		Relleno	Suave < 5 mm	1	Suave <5 mm	1	Suave < 5 mm	1
		Meteorización	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5
5	Agua subterránea	Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10	
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	63		64		64	
		Clase	II		II		II	
		Descripción	Bueno		Bueno		Bueno	
		Promedio	63.6					
C	Tiempo medio de sostén			1 año, claro de 10m				
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Avances de 1 a 1,5 m sección completa. Sostenimiento total a 20 m					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)		Pernos locales en Techo, 3m de largo y espaciados de 2,5m con malla ocasional			
			Hormigón lanzado		50mm en Techo donde fuera necesario			
			Marcos de acero		No			

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: "ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO."

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez			Tutor:	Ing. Stalin Paladines			
Sección:	Techo y hastiales			Galería de exploración y transporte				
Ubicación:	675m desde la bocamina			Fecha:	11/11/2019			
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)		130.0	11.0	150.0	12.0	130.0	11.0
2	RQD (%)		84.4	16.5	84.4	16.5	84.4	16.5
3	Espaciado de las discontinuidades		30	6	100	6.5	65	5.5
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	<1m	6	1 a 3m	4	<1m	6
		Abertura	0.2mm	4	0.1mm	4	0.1mm	4
		Rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Lisa	1	Ligeramente Rugosa	3
		Relleno	Suave < 5 mm	1	Suave <5 mm	1	Suave < 5 mm	1
		Meteorización	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5
5	Agua subterránea		Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	63		60		62	
		Clase	II		III		II	
		Descripción	Bueno		Medio		Bueno	
		Promedio	61.6					
C	Tiempo medio de sostén				1 año, claro de 10m			
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Avances de 1 a 1,5 m sección completa. Sostenimiento total a 20 m					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)		Pernos locales en Techo, 3m de largo y espaciados de 2,5m con malla ocasional			
			Hormigón lanzado		50mm en Techo donde fuera necesario			
			Marcos de acero		No			

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: "ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO."

Responsable:	Jhon Stalin Zhigüe Álvarez			Tutor:	Ing. Stalin Paladines			
Sección:	Techo y hastiales			Galería de exploración y transporte				
Ubicación:	700m desde la bocamina			Fecha:	11/11/2019			
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)		70.0	7.0	90.0	8.5	86.0	8.5
2	RQD (%)		80.9	16.0	73.6	14.5	77.7	15
3	Espaciado de las discontinuidades		100	6.5	100	6.5	100	6.5
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	<1	6	1 a 3	4	<1	6
		Abertura	0.2	4	0.1	4	0.1	4
		Rugosidad	Lisa	1	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
		Relleno	Suave < 5 mm	1	Suave <5 mm	1	Suave < 5 mm	1
		Meteorización	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5	Lig. Intempe.	5
5	Agua subterránea		Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	57		57		59	
		Clase	III		II		III	
		Descripción	Medio		Bueno		Medio	
		Promedio	57.6					
C	Tiempo medio de sostén				1 semana, claro de 5m			
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Media sección y banqueo, progresiones de 1,5 a 3m en la media sección. Sostenimiento primario después de cada voladura. Sostenimiento completo a 10m del frente					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)		Empernado sistemático de 4m de largo; espaciado de 1,5 a 2m en Techo y hastiales con malla en Techo			
			Hormigón lanzado		50-100mm en Techo. 30mm en las hastiales			
			Marcos de acero		No			

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: "ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO."

Responsable:	Jhon Stalin Zhigüe Álvarez	Tutor:	Ing. Stalin Paladines
Sección:	Techo y hastiales	Galería de exploración y transporte	
Ubicación:	725m desde la bocamina	Fecha:	11/11/2019

PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)	165.0	13.0	140.0	11.5	155.0	12.5	
2	RQD (%)	77.2	15.0	73.6	14.5	75.5	15	
3	Espaciado de las discontinuidades	100	6.5	100	6.5	100	6.5	
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	<1	6	1 a 3	4	<1	6
		Abertura	0.2	4	0.1	4	0.1	4
		Rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Muy Rugosa	6	Muy Rugosa	6
		Relleno	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4	Duro < 5mm	4
		Meteorización	Sana	6	Sana	6	Sana	6
5	Agua subterránea	Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10	
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	68		67		70	
		Clase	II		II		II	
		Descripción	Bueno		Bueno		Bueno	
		Promedio	68.3					
C	Tiempo medio de sostén			1 año, claro de 10m				
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Avances de 1 a 1,5 m sección completa. Sostenimiento total a 20 m					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)		Pernos locales en Techo, 3m de largo y espaciados de 2,5m con malla ocasional			
			Hormigón lanzado		50mm en Techo donde fuera necesario			
			Marcos de acero		No			

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez			Tutor:	Ing. Stalin Paladines			
Sección:	Techo y hastiales			Galería de exploración y transporte				
Ubicación:	750m desde la bocamina			Fecha:	11/11/2019			
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)		170.0	13.0	155.0	12.5	160.0	12.5
2	RQD (%)		73.6	14.5	77.2	15.0	75.5	15
3	Espaciado de las discontinuidades		100	6.5	100	6.5	100	6.5
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	<1m	6	1 a 3m	4	<1m	6
		Abertura	0.2mm	4	0.1mm	4	0.1mm	4
		Rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Rugosa	5	Ligeramente Rugosa	3
		Relleno	Limpia	6	Limpia	6	Limpia	6
		Meteorización	Sana	6	Sana	6	Sana	6
5	Agua subterránea		Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	69		69		69	
		Clase	II		II		II	
		Descripción	Bueno		Bueno		Bueno	
		Promedio	69					
C	Tiempo medio de sostén				1 año, claro de 10m			
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Avances de 1 a 1,5 m sección completa. Sostenimiento total a 20 m					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)		Pernos locales en Techo, 3m de largo y espaciados de 2,5m con malla ocasional			
			Hormigón lanzado		50mm en Techo donde fuera necesario			
			Marcos de acero		No			

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: "ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO."

Responsable:	Jhon Stalin Zhigüe Álvarez	Tutor:	Ing. Stalin Paladines
Sección:	Techo y hastiales	Galería de exploración y transporte	
Ubicación:	775m desde la bocamina	Fecha:	11/11/2019

PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)	155.0	12.5	170.0	13.0	155.0	12.5	
2	RQD (%)	69.9	13.5	73.6	14.5	71.8	14.5	
3	Espaciado de las discontinuidades	100	6.5	100	6.5	100	6.5	
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	<1m	6	1 a 3m	4	<1m	6
		Abertura	0.5mm	4	0.1mm	4	0.1mm	4
		Rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
		Relleno	Limpia	6	Limpia	6	Limpia	6
		Meteorización	Sana	6	Sana	6	Sana	6
5	Agua subterránea	Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10	
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	68		67		69	
		Clase	II		II		II	
		Descripción	Bueno		Bueno		Bueno	
		Promedio	68					
C	Tiempo medio de sostén			1 año, claro de 10m				
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Avances de 1 a 1,5 m sección completa. Sostenimiento total a 20 m					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)		Pernos locales en Techo, 3m de largo y espaciados de 2,5m con malla ocasional			
			Hormigón lanzado		50mm en Techo donde fuera necesario			
			Marcos de acero		No			

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: "ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO."

Responsable:	Jhon Stalin Zhigüe Álvarez			Tutor:	Ing. Stalin Paladines			
Sección:	Techo y hastiales			Galería de exploración y transporte				
Ubicación:	800m desde la bocamina			Fecha:	11/11/2019			
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)		145.0	12.0	145.0	12.0	155.0	12.5
2	RQD (%)		69.9	13.5	80.9	16.0	76.3	15
3	Espaciado de las discontinuidades		100	6.5	100	6.5	100	6.5
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	<1m	6	1 a 3m	4	<1m	6
		Abertura	0.1mm	4	0.1mm	4	0.1mm	4
		Rugosidad	Rugosa	5	Rugosa	5	Muy Rugosa	6
		Relleno	Limpia	6	Limpia	6	Limpia	6
		Meteorización	Sana	6	Sana	6	Sana	6
5	Agua subterránea		Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	69		70		72	
		Clase	II		II		II	
		Descripción	Bueno		Bueno		Bueno	
		Promedio	70.3					
C	Tiempo medio de sostén				1 año, claro de 10m			
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Avances de 1 a 1,5 m sección completa. Sostenimiento total a 20 m					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)		Pernos locales en Techo, 3m de largo y espaciados de 2,5m con malla ocasional			
			Hormigón lanzado		50mm en Techo donde fuera necesario			
			Marcos de acero		No			

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: "ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO."

Responsable:		Jhon Stalin Zhigüe Álvarez		Tutor:		Ing. Stalin Paladines		
Sección:		Techo y hastiales		Galería de exploración y transporte				
Ubicación:		825m desde la bocamina		Fecha:		11/11/2019		
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)	145.0	12.0	165.0	13.0	150.0	12.0	
2	RQD (%)	77.2	15.0	77.2	15.0	77.2	15	
3	Espaciado de las discontinuidades	100	6.5	100	6.5	100	6.5	
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	<1m	6	1 a 3m	4	<1m	6
		Abertura	0.1mm	4	0.1mm	4	0.1mm	4
		Rugosidad	Muy Rugosa	6	Muy Rugosa	6	Muy Rugosa	6
		Relleno	Limpia	6	Limpia	6	Limpia	6
		Meteorización	Sana	6	Sana	6	Sana	6
5	Agua subterránea	Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10	
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	72		71		72	
		Clase	II		II		II	
		Descripción	Bueno		Bueno		Bueno	
		Promedio	71.6					
C	Tiempo medio de sostén			1 año, claro de 10m				
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Avances de 1 a 1,5 m sección completa. Sostenimiento total a 20 m					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)	Pernos locales en Techo, 3m de largo y espaciados de 2,5m con malla ocasional				
			Hormigón lanzado	50mm en Techo donde fuera necesario				
			Marcos de acero	No				

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: "ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO."

Responsable:	Jhon Stalin Zhigüe Álvarez	Tutor:	Ing. Stalin Paladines
Sección:	Techo y hastiales	Galería de exploración y transporte	
Ubicación:	850m desde la bocamina	Fecha:	11/11/2019

PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)	160.0	12.5	165.0	13.0	180.0	13.5	
2	RQD (%)	73.6	14.5	77.2	15.0	75.5	15	
3	Espaciado de las discontinuidades	100	6.5	100	6.5	100	6.5	
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	<1m	6	<1m	6	<1m	6
		Abertura	0.1mm	4	0.1mm	4	0.1mm	4
		Rugosidad	Rugosa	5	Rugosa	5	Muy Rugosa	6
		Relleno	Limpia	6	Limpia	6	Limpia	6
		Meteorización	Sana	6	Sana	6	Sana	6
5	Agua subterránea	Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10	
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	71		72		73	
		Clase	II		II		II	
		Descripción	Bueno		Bueno		Bueno	
		Promedio	72					
C	Tiempo medio de sostén			1 año, claro de 10m				
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Avances de 1 a 1,5 m sección completa. Sostenimiento total a 20 m					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)	Pernos locales en Techo, 3m de largo y espaciados de 2,5m con malla ocasional				
			Hormigón lanzado	50mm en Techo donde fuera necesario				
			Marcos de acero	No				

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: "ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO."

Responsable:	Jhon Stalin Zhigüe Álvarez	Tutor:	Ing. Stalin Paladines
Sección:	Techo y hastiales	Galería de exploración y transporte	
Ubicación:	875m desde la bocamina	Fecha:	11/11/2019

PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)	80.0	8.0	145.0	12.0	96.0	9.0	
2	RQD (%)	69.9	13.5	73.6	14.5	71.8	14.5	
3	Espaciado de las discontinuidades	100	6.5	100	6.5	100	6.5	
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	<1m	6	1 a 3m	4	<1m	6
		Abertura	0.1mm	4	0.1mm	4	0.1mm	4
		Rugosidad	Lisa	1	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
		Relleno	Limpia	6	Limpia	6	Limpia	6
		Meteorización	Sana	6	Sana	6	Sana	6
5	Agua subterránea	Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10	
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	61		66		65	
		Clase	II		II		II	
		Descripción	Bueno		Bueno		Bueno	
		Promedio	64					
C	Tiempo medio de sostén			1 año, claro de 10m				
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Avances de 1 a 1,5 m sección completa. Sostenimiento total a 20 m					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)	Pernos locales en Techo, 3m de largo y espaciados de 2,5m con malla ocasional				
			Hormigón lanzado	50mm en Techo donde fuera necesario				
			Marcos de acero	No				

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: "ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO."

Responsable:	Jhon Stalin Zhigüe Álvarez	Tutor:	Ing. Stalin Paladines
Sección:	Techo y hastiales	Galería de exploración y transporte	
Ubicación:	900m desde la bocamina	Fecha:	11/11/2019

PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)	135.0	11.5	180.0	13.5	155.0	12.5	
2	RQD (%)	46.3	9.0	59.2	11.5	53.3	10	
3	Espaciado de las discontinuidades	100	6.5	100	6.5	100	6.5	
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	<1m	6	1 a 3m	4	<1m	6
		Abertura	0.1mm	4	0.1mm	4	0.1mm	4
		Rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Muy Rugosa	6	Rugosa	5
		Relleno	Limpia	6	Limpia	6	Limpia	6
		Meteorización	Sana	6	Sana	6	Sana	6
5	Agua subterránea	Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10	
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	62		61		66	
		Clase	II		II		II	
		Descripción	Bueno		Bueno		Bueno	
		Promedio	63					
C	Tiempo medio de sostén			1 año, claro de 10m				
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Avances de 1 a 1,5 m sección completa. Sostenimiento total a 20 m					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)	Pernos locales en Techo, 3m de largo y espaciados de 2,5m con malla ocasional				
			Hormigón lanzado	50mm en Techo donde fuera necesario				
			Marcos de acero	No				

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: "ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO."

Responsable:	Jhon Stalin Zhigüe Álvarez	Tutor:	Ing. Stalin Paladines
Sección:	Techo y hastiales	Galería de exploración y transporte	
Ubicación:	925m desde la bocamina	Fecha:	11/11/2019

PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)	140.0	11.5	160.0	12.5	140.0	12.0	
2	RQD (%)	59.2	11.5	52.5	10.0	56.0	11	
3	Espaciado de las discontinuidades	200	8	100	6.5	150	7	
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	<1m	6	1 a 3m	4	<1m	6
		Abertura	0.2mm	4	0.1mm	4	0.1mm	4
		Rugosidad	Rugosa	5	Muy Rugosa	6	Ligeramente Rugosa	3
		Relleno	Limpia	6	Limpia	6	Limpia	6
		Meteorización	Sana	6	Sana	6	Sana	6
5	Agua subterránea	Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10	
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	68		65		65	
		Clase	II		II		II	
		Descripción	Bueno		Bueno		Bueno	
		Promedio	66					
C	Tiempo medio de sostén			1 año, claro de 10m				
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Avances de 1 a 1,5 m sección completa. Sostenimiento total a 20 m					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)		Pernos locales en Techo, 3m de largo y espaciados de 2,5m con malla ocasional			
			Hormigón lanzado		50mm en Techo donde fuera necesario			
			Marcos de acero		No			

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: "ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO."

Responsable:	Jhon Stalin Zhigüe Álvarez	Tutor:	Ing. Stalin Paladines
Sección:	Techo y hastiales	Galería de exploración y transporte	
Ubicación:	950m desde la bocamina	Fecha:	11/11/2019

PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)	160.0	12.5	165.0	12.5	160.0	13.0	
2	RQD (%)	62.7	12.0	66.3	13.0	64.5	13	
3	Espaciado de las discontinuidades	100	6.5	100	6.5	100	6.5	
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	<1m	6	<1m	6	<1m	6
		Abertura	0.1mm	4	0.1mm	4	0.1mm	4
		Rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Lisa	1
		Relleno	Limpia	6	Limpia	6	Limpia	6
		Meteorización	Sana	6	Sana	6	Sana	6
5	Agua subterránea	Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10	
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	66		67		66	
		Clase	II		II		II	
		Descripción	Bueno		Bueno		Bueno	
		Promedio	66.3					
C	Tiempo medio de sostén			1 año, claro de 10m				
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Avances de 1 a 1,5 m sección completa. Sostenimiento total a 20 m					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)		Pernos locales en Techo, 3m de largo y espaciados de 2,5m con malla ocasional			
			Hormigón lanzado		50mm en Techo donde fuera necesario			
			Marcos de acero		No			

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: "ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO."

Responsable:	Jhon Stalin Zhigüe Álvarez	Tutor:	Ing. Stalin Paladines
Sección:	Techo y hastiales	Galería de exploración y transporte	
Ubicación:	975m desde la bocamina	Fecha:	11/11/2019

PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)	162.0	12.5	180.0	13.5	165.0	13.0	
2	RQD (%)	55.8	11.0	66.3	13.0	61.5	12	
3	Espaciado de las discontinuidades	100	6.5	100	6.5	100	6.5	
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	<1	6	1 a 3	4	<1	6
		Abertura	0.1	4	0.1	4	0.1	4
		Rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Lisa	1	Ligeramente Rugosa	3
		Relleno	Limpia	6	Limpia	6	Limpia	6
		Meteorización	Sana	6	Sana	6	Sana	6
5	Agua subterránea	Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10	
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	65		64		67	
		Clase	II		II		II	
		Descripción	Bueno		Bueno		Bueno	
		Promedio	65.3					
C	Tiempo medio de sostén			1 año, claro de 10m				
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Avances de 1 a 1,5 m sección completa. Sostenimiento total a 20 m					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)	Pernos locales en Techo, 3m de largo y espaciados de 2,5m con malla ocasional				
			Hormigón lanzado	50mm en Techo donde fuera necesario				
			Marcos de acero	No				

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA RMR (BIENIAWSKI)



Proyecto: "ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO."

Responsable:		Jhon Stalin Zhigüe Álvarez		Tutor:		Ing. Stalin Paladines		
Sección:		Techo y hastiales		Galería de exploración y transporte				
Ubicación:		1000m desde la bocamina		Fecha:		11/11/2019		
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	Dato	Puntaje	
1	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)	140.0	11.5	150.0	12.0	145.0	12.0	
2	RQD (%)	62.7	12.0	73.6	14.5	68.8	13.5	
3	Espaciado de las discontinuidades	300	9	100	6.5	200	8	
4	Condición de las discontinuidades	Longitud	<1	6	1 a 3	4	<1	6
		Abertura	0.2	4	0.1	4	0.1	4
		Rugosidad	Muy Rugosa	6	Muy Rugosa	6	Rugosa	5
		Relleno	Limpia	6	Limpia	6	Limpia	6
		Meteorización	Sana	6	Sana	6	Sana	6
5	Agua subterránea	Humedo	10	Humedo	10	Humedo	10	
A	Ajuste por orientación de las discontinuidades	Perpendicular al eje	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado	No valorado
		Paralelo al eje	Muy favorable	0	Muy favorable	0	Muy favorable	0
B	Tipo de roca	RMR	71		69		70	
		Clase	II		II		II	
		Descripción	Bueno		Bueno		Bueno	
		Promedio	70					
C	Tiempo medio de sostén			1 año, claro de 10m				
D	Criterios de excavación y sostenimiento	Excavación	Avances de 1 a 1,5 m sección completa. Sostenimiento total a 20 m					
		Sostenimiento	Pernos (Ø 20mm adhesión total)		Pernos locales en Techo, 3m de largo y espaciados de 2,5m con malla ocasional			
			Hormigón lanzado		50mm en Techo donde fuera necesario			
			Marcos de acero		No			

Nota: La sección D (CRITERIOS DE EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO), Funciona como guía aplicable a galerías excavando la roca con el sistema de perforación y voladura a profundidades menores de 900 metros con un ancho de aproximadamente 10m. Se puede aplicar otras medidas de contención por lo que estos criterios representan el sostenimiento permanente

Anexo 7: Fichas clasificación geomecánica Q de Barton

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA Q (BARTON) 								
Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”								
Responsable:		Jhon Stalin Zhigue Álvarez			Tutor:		Ing. Stalin Paladines	
Sección:		Techo y hastiales			Galería de exploración y transporte			
Ubicación:		25m desde la bocamina			Fecha:		11/11/2019	
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor	
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	76	76	76	76	76	76	
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	6	2D	6	2D	6	
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	
4	Ja: Número de alteración	Medio	3	Medio	3	Medio	3	
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1	
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2	
B	Tipo de Roca Q:	Calidad Regular	6.3	Calidad Regular	6.3	Calidad Regular	6.3	
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		

Fuente: El Autor, 2022

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA Q (BARTON) 								
Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”								
Responsable:		Jhon Stalin Zhigue Álvarez			Tutor:		Ing. Stalin Paladines	
Sección:		Techo y hastiales			Galería de exploración y transporte			
Ubicación:		50m desde la bocamina			Fecha:		11/11/2019	
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo		
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor	
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	83	83	83	83	83	83	
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	4	2D	4	2D	4	
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	
4	Ja: Número de alteración	Medio	3	Medio	3	Medio	3	
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1	
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2	
B	Tipo de Roca Q:	Calidad Regular	10.4	Calidad Regular	10.4	Calidad Regular	10.4	
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		

Fuente: El Autor, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA Q (BARTON)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez	Tutor:	Ing. Stalin Paladines				
Sección:	Techo y hastiales	Galería de exploración y transporte					
Ubicación:	75m desde la bocamina	Fecha:	11/11/2019				
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	55	55	55	55	55	55
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	6	2D	6	2D	6
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
4	Ja: Número de alteración	Medio	3	Medio	3	Medio	3
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca Q:	Calidad Regular	4.6	Calidad Regular	4.6	Calidad Regular	4.6
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA Q (BARTON)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez	Tutor:	Ing. Stalin Paladines				
Sección:	Techo y hastiales	Galería de exploración y transporte					
Ubicación:	100m desde la bocamina	Fecha:	11/11/2019				
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	68	68	68	68	68	68
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	6	2D	6	2D	6
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
4	Ja: Número de alteración	Medio	3	Medio	3	Medio	3
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca Q:	Calidad Regular	5.7	Calidad Regular	5.7	Calidad Regular	5.7
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA Q (BARTON)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez	Tutor:	Ing. Stalin Paladines				
Sección:	Techo y hastiales	Galería de exploración y transporte					
Ubicación:	125m desde la bocamina	Fecha:	11/11/2019				
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	74	74	74	74	74	74
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	6	2D	6	2D	6
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
4	Ja: Número de alteración	Medio	3	Medio	3	Medio	3
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca Q:	Calidad Regular	6.2	Calidad Regular	6.2	Calidad Regular	6.2
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA Q (BARTON)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez	Tutor:	Ing. Stalin Paladines				
Sección:	Techo y hastiales	Galería de exploración y transporte					
Ubicación:	150m desde la bocamina	Fecha:	11/11/2019				
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	75	75	75	75	75	75
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	6	2D	6	2D	6
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
4	Ja: Número de alteración	Medio	3	Medio	3	Medio	3
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca Q:	Calidad Regular	6.3	Calidad Regular	6.3	Calidad Regular	6.3
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA Q (BARTON)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigüe Álvarez	Tutor:	Ing. Stalin Paladines				
Sección:	Techo y hastiales	Galería de exploración y transporte					
Ubicación:	175m desde la bocamina	Fecha:	11/11/2019				
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	90	90	90	90	90	90
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	4	2D	4	2D	4
3	Jr: Número de rugosidad	Rugosa	3	Rugosa	3	Rugosa	3
4	Ja: Número de alteración	Medio	3	Medio	3	Medio	3
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca	Calidad Regular	11.3	Calidad Regular	11.3	Calidad Regular	11.3
Q:							
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA Q (BARTON)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigüe Álvarez	Tutor:	Ing. Stalin Paladines				
Sección:	Techo y hastiales	Galería de exploración y transporte					
Ubicación:	200m desde la bocamina	Fecha:	11/11/2019				
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	78	78	78	78	78	78
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	6	2D	6	2D	6
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
4	Ja: Número de alteración	Medio	3	Medio	3	Medio	3
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca	Calidad Regular	6.5	Calidad Regular	6.5	Calidad Regular	6.5
Q:							
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA Q (BARTON)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez			Tutor:	Ing. Stalin Paladines		
Sección:	Techo y hastiales			Galería de exploración y transporte			
Ubicación:	225m desde la bocamina			Fecha:	11/11/2019		
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	79	79	79	79	79	79
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	6	2D	6	2D	6
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
4	Ja: Número de alteración	Medio	3	Medio	3	Medio	3
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca Q:	Calidad Regular	6.6	Calidad Regular	6.6	Calidad Regular	6.6
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA Q (BARTON)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez			Tutor:	Ing. Stalin Paladines		
Sección:	Techo y hastiales			Galería de exploración y transporte			
Ubicación:	250m desde la bocamina			Fecha:	11/11/2019		
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	84	84	84	84	84	84
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	6	2D	6	2D	6
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
4	Ja: Número de alteración	Medio	3	Medio	3	Medio	3
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca Q:	Calidad Regular	7	Calidad Regular	7	Calidad Regular	7
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA Q (BARTON)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez	Tutor:	Ing. Stalin Paladines				
Sección:	Techo y hastiales	Galería de exploración y transporte					
Ubicación:	275m desde la bocamina	Fecha:	11/11/2019				
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	74	74	74	74	74	74
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	6	2D	6	2D	6
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
4	Ja: Número de alteración	Medio	3	Medio	3	Medio	3
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca Q:	Calidad Regular	6.2	Calidad Regular	6.2	Calidad Regular	6.2
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA Q (BARTON)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez	Tutor:	Ing. Stalin Paladines				
Sección:	Techo y hastiales	Galería de exploración y transporte					
Ubicación:	300m desde la bocamina	Fecha:	11/11/2019				
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	61	61	61	61	61	61
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	6	2D	6	2D	6
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
4	Ja: Número de alteración	Medio	3	Medio	3	Medio	3
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca Q:	Calidad Regular	5.1	Calidad Regular	5.1	Calidad Regular	5.1
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA Q (BARTON)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez			Tutor:	Ing. Stalin Paladines		
Sección:	Techo y hastiales			Galería de exploración y transporte			
Ubicación:	325m desde la bocamina			Fecha:	11/11/2019		
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	79	79	79	79	79	79
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	6	2D	6	2D	6
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
4	Ja: Número de alteración	Medio	3	Medio	3	Medio	3
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca Q:	Calidad Regular	6.6	Calidad Regular	6.6	Calidad Regular	6.6
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA Q (BARTON)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez			Tutor:	Ing. Stalin Paladines		
Sección:	Techo y hastiales			Galería de exploración y transporte			
Ubicación:	350m desde la bocamina			Fecha:	11/11/2019		
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	70	70	70	70	70	70
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	4	2D	4	2D	4
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
4	Ja: Número de alteración	Medio	3	Medio	3	Medio	3
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca Q:	Calidad Regular	8.8	Calidad Regular	8.8	Calidad Regular	8.8
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA Q (BARTON)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez		Tutor:	Ing. Stalin Paladines			
Sección:	Techo y hastiales		Galería de exploración y transporte				
Ubicación:	375m desde la bocamina		Fecha:	11/11/2019			
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	74	74	74	74	74	74
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	4	2D	4	2D	4
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
4	Ja: Número de alteración	Medio	3	Medio	3	Medio	3
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca Q:	Calidad Regular	9.3	Calidad Regular	9.3	Calidad Regular	9.3
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA Q (BARTON)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez		Tutor:	Ing. Stalin Paladines			
Sección:	Techo y hastiales		Galería de exploración y transporte				
Ubicación:	400m desde la bocamina		Fecha:	11/11/2019			
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	65	65	65	65	65	65
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	6	2D	6	2D	6
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
4	Ja: Número de alteración	Medio	3	Medio	3	Medio	3
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca Q:	Calidad Regular	5.4	Calidad Regular	5.4	Calidad Regular	5.4
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA Q (BARTON)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez	Tutor:	Ing. Stalin Paladines				
Sección:	Techo y hastiales	Galería de exploración y transporte					
Ubicación:	425m desde la bocamina	Fecha:	11/11/2019				
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	74	74	74	74	74	74
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	6	2D	6	2D	6
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
4	Ja: Número de alteración	Medio	3	Medio	3	Medio	3
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca Q:	Calidad Regular	6.2	Calidad Regular	6.2	Calidad Regular	6.2
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA Q (BARTON)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez	Tutor:	Ing. Stalin Paladines				
Sección:	Techo y hastiales	Galería de exploración y transporte					
Ubicación:	450m desde la bocamina	Fecha:	11/11/2019				
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	61	61	61	61	61	61
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	6	2D	6	2D	6
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
4	Ja: Número de alteración	Medio	3	Medio	3	Medio	3
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca Q:	Calidad Regular	5.1	Calidad Regular	5.1	Calidad Regular	5.1
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA Q (BARTON)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigüe Álvarez	Tutor:	Ing. Stalin Paladines				
Sección:	Techo y hastiales	Galería de exploración y transporte					
Ubicación:	475m desde la bocamina	Fecha:	11/11/2019				
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	62	62	62	62	62	62
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	6	2D	6	2D	6
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
4	Ja: Número de alteración	Medio	3	Medio	3	Medio	3
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca Q:	Calidad Regular	5.2	Calidad Regular	5.2	Calidad Regular	5.2
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA Q (BARTON)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigüe Álvarez	Tutor:	Ing. Stalin Paladines				
Sección:	Techo y hastiales	Galería de exploración y transporte					
Ubicación:	500m desde la bocamina	Fecha:	11/11/2019				
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	68	68	68	68	68	68
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	4	2D	4	2D	4
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
4	Ja: Número de alteración	Medio	3	Medio	3	Medio	3
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca Q:	Calidad Regular	5.7	Calidad Regular	5.7	Calidad Regular	5.7
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA Q (BARTON)



- Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigüe Álvarez			Tutor:	Ing. Stalin Paladines		
Sección:	Techo y hastiales			Galería de exploración y transporte			
Ubicación:	525m desde la bocamina			Fecha:	11/11/2019		
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	83	83	83	83	83	83
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	4	2D	4	2D	4
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
4	Ja: Número de alteración	Medio	3	Medio	3	Medio	3
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca Q:	Calidad Bueno	10.4	Calidad Bueno	10.4	Calidad Bueno	10.4
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA Q (BARTON)



- Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigüe Álvarez			Tutor:	Ing. Stalin Paladines		
Sección:	Techo y hastiales			Galería de exploración y transporte			
Ubicación:	550m desde la bocamina			Fecha:	11/11/2019		
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	83	83	83	83	83	83
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	4	2D	4	2D	4
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
4	Ja: Número de alteración	Medio	3	Medio	3	Medio	3
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca Q:	Calidad Buena	10.34	Calidad Buena	10.34	Calidad Buena	10.34
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA Q (BARTON)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez			Tutor:	Ing. Stalin Paladines		
Sección:	Techo y hastiales			Galería de exploración y transporte			
Ubicación:	575m desde la bocamina			Fecha:	11/11/2019		
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	77	77	77	77	77	77
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	4	2D	4	2D	4
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
4	Ja: Número de alteración	Medio	3	Medio	3	Medio	3
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca Q:	Calidad Regular	9.67	Calidad Regular	9.67	Calidad Regular	9.67
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA Q (BARTON)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez			Tutor:	Ing. Stalin Paladines		
Sección:	Techo y hastiales			Galería de exploración y transporte			
Ubicación:	600m desde la bocamina			Fecha:	11/11/2019		
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	77	77	77	77	77	77
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	6	2D	6	2D	6
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
4	Ja: Número de alteración	Medio	3	Medio	3	Medio	3
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca Q:	Calidad Regular	6.44	Calidad Regular	6.44	Calidad Regular	6.44
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2020



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA Q (BARTON)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez	Tutor:	Ing. Stalin Paladines				
Sección:	Techo y hastiales	Galería de exploración y transporte					
Ubicación:	625m desde la bocamina	Fecha:	11/11/2019				
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	83	83	83	83	83	83
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	6	2D	6	2D	6
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
4	Ja: Número de alteración	Capas sup. de arcilla	4	Capas sup. de arcilla	4	Capas sup. de arcilla	4
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca	Calidad Buena	5.18	Calidad Buena	5.18	Calidad Buena	5.18
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA Q (BARTON)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez	Tutor:	Ing. Stalin Paladines				
Sección:	Techo y hastiales	Galería de exploración y transporte					
Ubicación:	650m desde la bocamina	Fecha:	11/11/2019				
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	85	85	85	85	85	85
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	6	2D	6	2D	6
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
4	Ja: Número de alteración	Capas sup. de arcilla	4	Capas sup. de arcilla	4	Capas sup. de arcilla	4
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca	Calidad Regular	5.28	Calidad Regular	5.28	Calidad Regular	5.28
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA Q (BARTON)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez	Tutor:	Ing. Stalin Paladines				
Sección:	Techo y hastiales	Galería de exploración y transporte					
Ubicación:	675m desde la bocamina	Fecha:	11/11/2019				
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	84	84	84	84	84	84
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	4	2D	4	2D	4
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
4	Ja: Número de alteración	Capas sup. de arcilla	4	Capas sup. de arcilla	4	Capas sup. de arcilla	4
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca	Calidad Regular	7.91	Calidad Regular	7.91	Calidad Regular	7.91
Q:							
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA Q (BARTON)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez	Tutor:	Ing. Stalin Paladines				
Sección:	Techo y hastiales	Galería de exploración y transporte					
Ubicación:	700m desde la bocamina	Fecha:	11/11/2019				
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	77	77	77	77	77	77
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	4	2D	4	2D	4
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
4	Ja: Número de alteración	Capas sup. de arcilla	4	Capas sup. de arcilla	4	Capas sup. de arcilla	4
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca	Calidad Regular	7.25	Calidad Regular	7.25	Calidad Regular	7.25
Q:							
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA Q (BARTON)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez			Tutor:	Ing. Stalin Paladines		
Sección:	Techo y hastiales			Galería de exploración y transporte			
Ubicación:	725m desde la bocamina			Fecha:	11/11/2019		
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	75	75	75	75	75	75
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	4	2D	4	2D	4
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
4	Ja: Número de alteración	Medio	3	Medio	3	Medio	3
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca Q:	Calidad Regular	9.43	Calidad Regular	9.43	Calidad Regular	9.43
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA Q (BARTON)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez			Tutor:	Ing. Stalin Paladines		
Sección:	Techo y hastiales			Galería de exploración y transporte			
Ubicación:	750m desde la bocamina			Fecha:	11/11/2019		
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	75	75	75	75	75	75
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	4	2D	4	2D	4
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
4	Ja: Número de alteración	Ligero	2	Ligero	2	Ligero	2
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca Q:	Calidad Bueno	14.15	Calidad Bueno	14.15	Calidad Bueno	14.15
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA Q (BARTON)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigüe Álvarez		Tutor:	Ing. Stalin Paladines			
Sección:	Techo y hastiales		Galería de exploración y transporte				
Ubicación:	775m desde la bocamina		Fecha:	11/11/2019			
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	72	72	72	72	72	72
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	4	2D	4	2D	4
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
4	Ja: Número de alteración	Ligero	2	Ligero	2	Ligero	2
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca Q:	Calidad Bueno	13.46	Calidad Bueno	13.46	Calidad Bueno	13.46
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA Q (BARTON)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigüe Álvarez		Tutor:	Ing. Stalin Paladines			
Sección:	Techo y hastiales		Galería de exploración y transporte				
Ubicación:	800m desde la bocamina		Fecha:	11/11/2019			
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	76	76	76	76	76	76
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	4	2D	4	2D	4
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
4	Ja: Número de alteración	Ligero	2	Ligero	2	Ligero	2
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca Q:	Calidad Bueno	14.19	Calidad Bueno	14.19	Calidad Bueno	14.19
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA Q (BARTON)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez		Tutor:	Ing. Stalin Paladines			
Sección:	Techo y hastiales		Galería de exploración y transporte				
Ubicación:	825m desde la bocamina		Fecha:	11/11/2019			
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	77	77	77	77	77	77
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	4	2D	4	2D	4
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
4	Ja: Número de alteración	Ligero	2	Ligero	2	Ligero	2
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca Q:	Calidad Bueno	14.48	Calidad Bueno	14.48	Calidad Bueno	14.48
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA Q (BARTON)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez		Tutor:	Ing. Stalin Paladines			
Sección:	Techo y hastiales		Galería de exploración y transporte				
Ubicación:	850m desde la bocamina		Fecha:	11/11/2019			
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	75	75	75	75	75	75
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	4	2D	4	2D	4
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
4	Ja: Número de alteración	Ligero	2	Ligero	2	Ligero	2
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca Q:	Calidad Bueno	14.15	Calidad Bueno	14.15	Calidad Bueno	14.15
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA Q (BARTON)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigüe Álvarez	Tutor:	Ing. Stalin Paladines				
Sección:	Techo y hastiales	Galería de exploración y transporte					
Ubicación:	875m desde la bocamina	Fecha:	11/11/2019				
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	72	72	72	72	72	72
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	4	2D	4	2D	4
3	Jr: Número de rugosidad	Lisa	2	Lisa	2	Lisa	2
4	Ja: Número de alteración	Ligero	2	Ligero	2	Ligero	2
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca Q:	Calidad Regular	8.97	Calidad Regular	8.97	Calidad Regular	8.97
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA Q (BARTON)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigüe Álvarez	Tutor:	Ing. Stalin Paladines				
Sección:	Techo y hastiales	Galería de exploración y transporte					
Ubicación:	900m desde la bocamina	Fecha:	11/11/2019				
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	53	53	53	53	53	53
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	4	2D	4	2D	4
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
4	Ja: Número de alteración	Ligero	2	Ligero	2	Ligero	2
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca Q:	Calidad Regular	9.92	Calidad Regular	9.92	Calidad Regular	9.92
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA Q (BARTON)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez	Tutor:	Ing. Stalin Paladines				
Sección:	Techo y hastiales	Galería de exploración y transporte					
Ubicación:	925m desde la bocamina	Fecha:	11/11/2019				
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	56	56	56	56	56	56
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	4	2D	4	2D	4
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
4	Ja: Número de alteración	Ligero	2	Ligero	2	Ligero	2
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca Q:	Calidad Bueno	10.48	Calidad Bueno	10.48	Calidad Bueno	10.48
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA Q (BARTON)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez	Tutor:	Ing. Stalin Paladines				
Sección:	Techo y hastiales	Galería de exploración y transporte					
Ubicación:	950m desde la bocamina	Fecha:	11/11/2019				
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	64	64	64	64	64	64
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	4	2D	4	2D	4
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
4	Ja: Número de alteración	Ligero	2	Ligero	2	Ligero	2
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca Q:	Calidad Bueno	12.09	Calidad Bueno	12.09	Calidad Bueno	12.09
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA Q (BARTON)



Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez		Tutor:	Ing. Stalin Paladines			
Sección:	Techo y hastiales		Galería de exploración y transporte				
Ubicación:	925m desde la bocamina		Fecha:	11/11/2019			
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	61	61	61	61	61	61
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	4	2D	4	2D	4
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
4	Ja: Número de alteración	Ligero	2	Ligero	2	Ligero	2
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca Q:	Calidad Bueno	11.47	Calidad Bueno	11.47	Calidad Bueno	11.47
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
CLASIFICACIÓN GEOMECAÁNICA Q (BARTON)

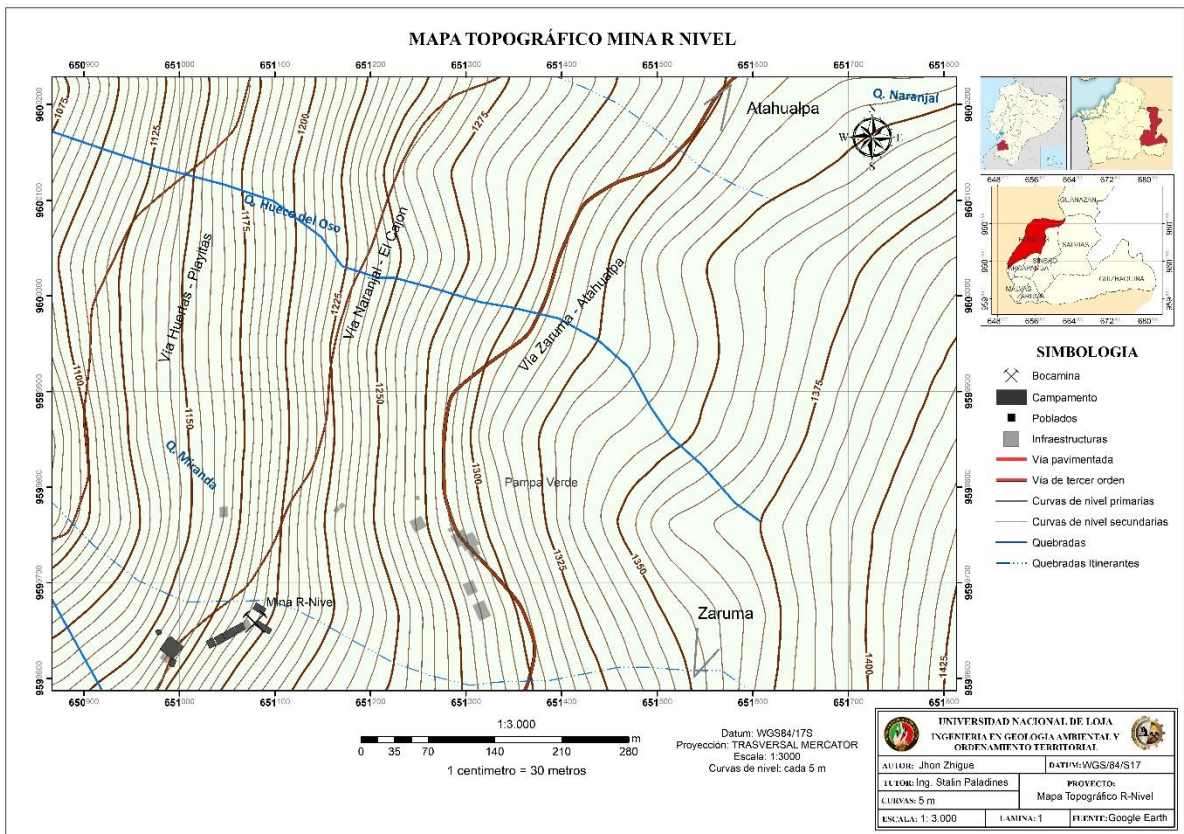


Proyecto: “ESTUDIO GEOLÓGICO - ESTRUCTURAL DE LA GALERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE, MINA R-NIVEL, CONCESIÓN MINERA CEBRAL, CÓDIGO 300267, UBICADA EN EL CANTÓN ZARUMA, PROVINCIA DE EL ORO.”

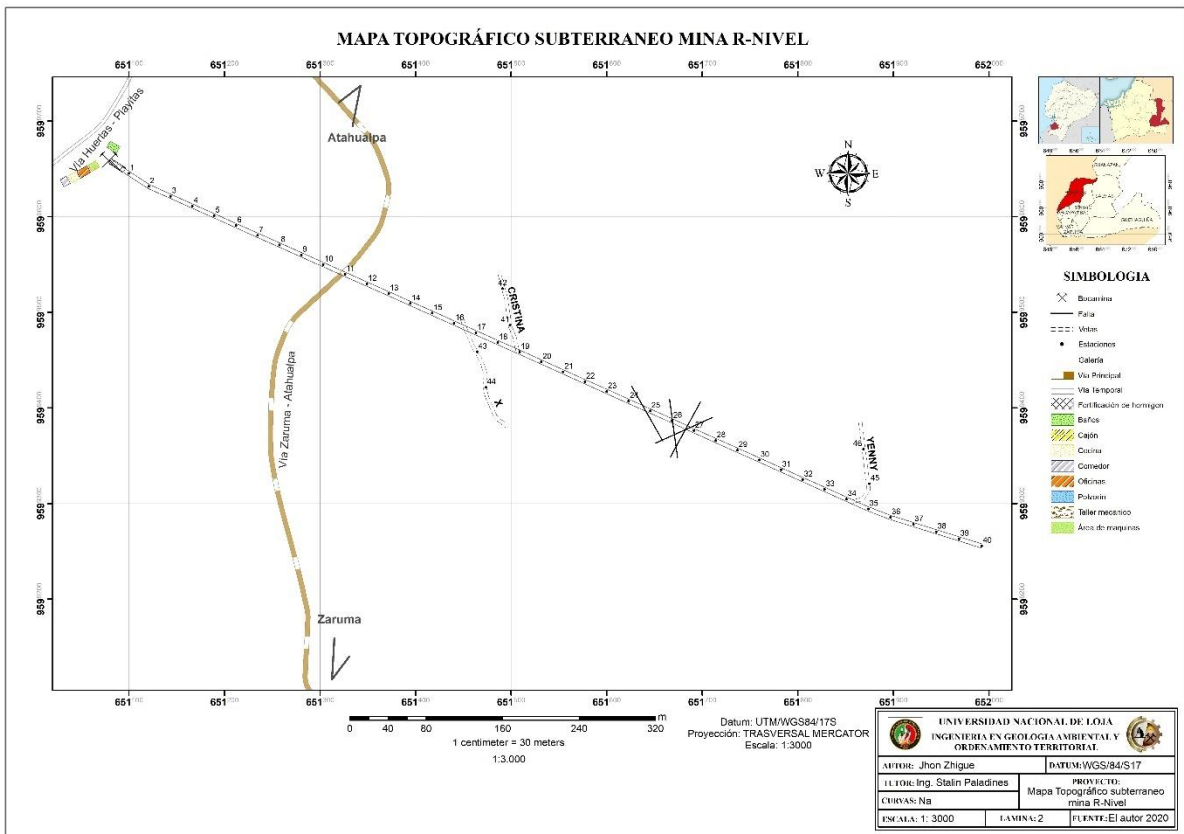
Responsable:	Jhon Stalin Zhigue Álvarez		Tutor:	Ing. Stalin Paladines			
Sección:	Techo y hastiales		Galería de exploración y transporte				
Ubicación:	950m desde la bocamina		Fecha:	11/11/2019			
PARÁMETROS		Pared izquierda		Pared derecha		Techo	
		Descripción	Valor	Descripción	Valor	Descripción	Valor
1	RQD (%) = 115 – 3.3 jv	64	64	64	64	64	64
2	Jn: Número de discontinuidades	2D	4	2D	4	2D	4
3	Jr: Número de rugosidad	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3	Ligeramente Rugosa	3
4	Ja: Número de alteración	Ligero	2	Ligero	2	Ligero	2
5	Jw: Número de agua subterránea	Seco	1	Seco	1	Seco	1
6	SRF: Factor de reducción de esfuerzos	Tención elevada	2	Tención elevada	2	Tención elevada	2
B	Tipo de Roca Q:	Calidad Bueno	12.09	Calidad Bueno	12.09	Calidad Bueno	12.09
C	Sostenimiento	No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento		No requiere sostenimiento	

Fuente: El Autor, 2022

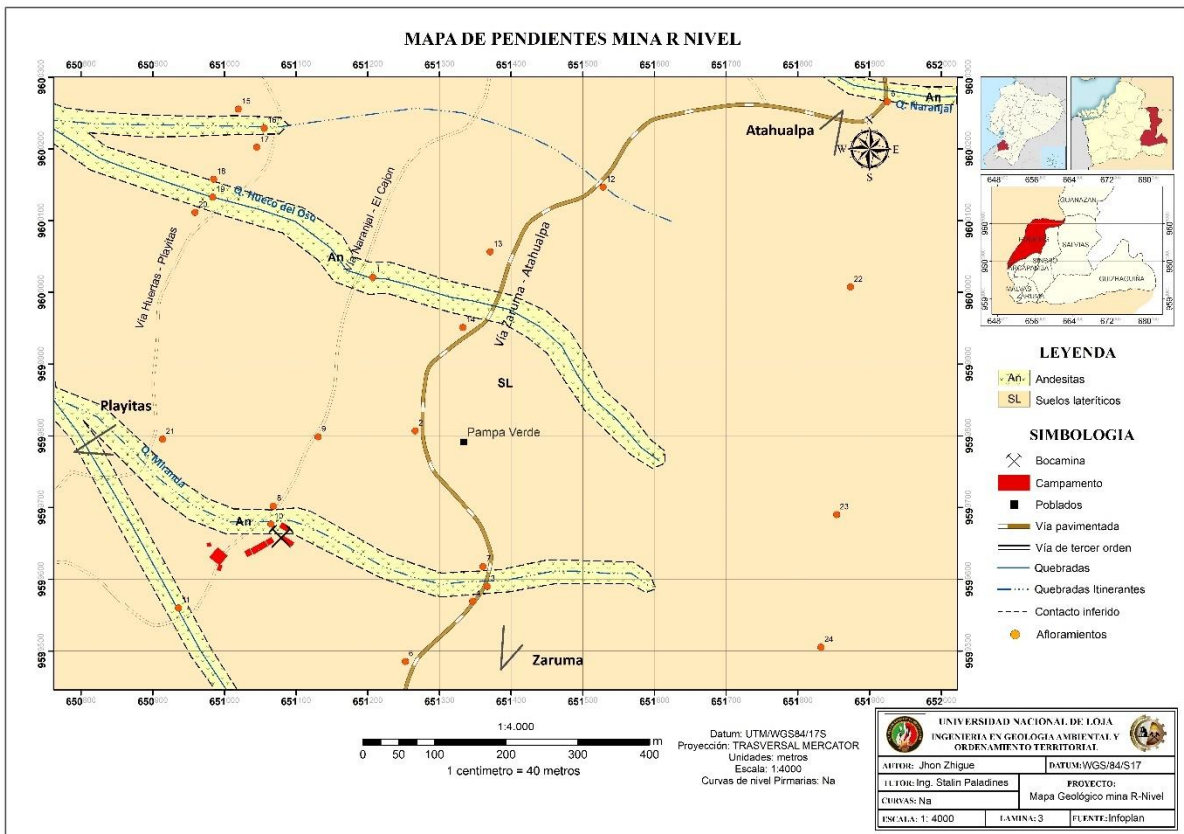
Anexo 8: Mapa topográfico mina r-nivel



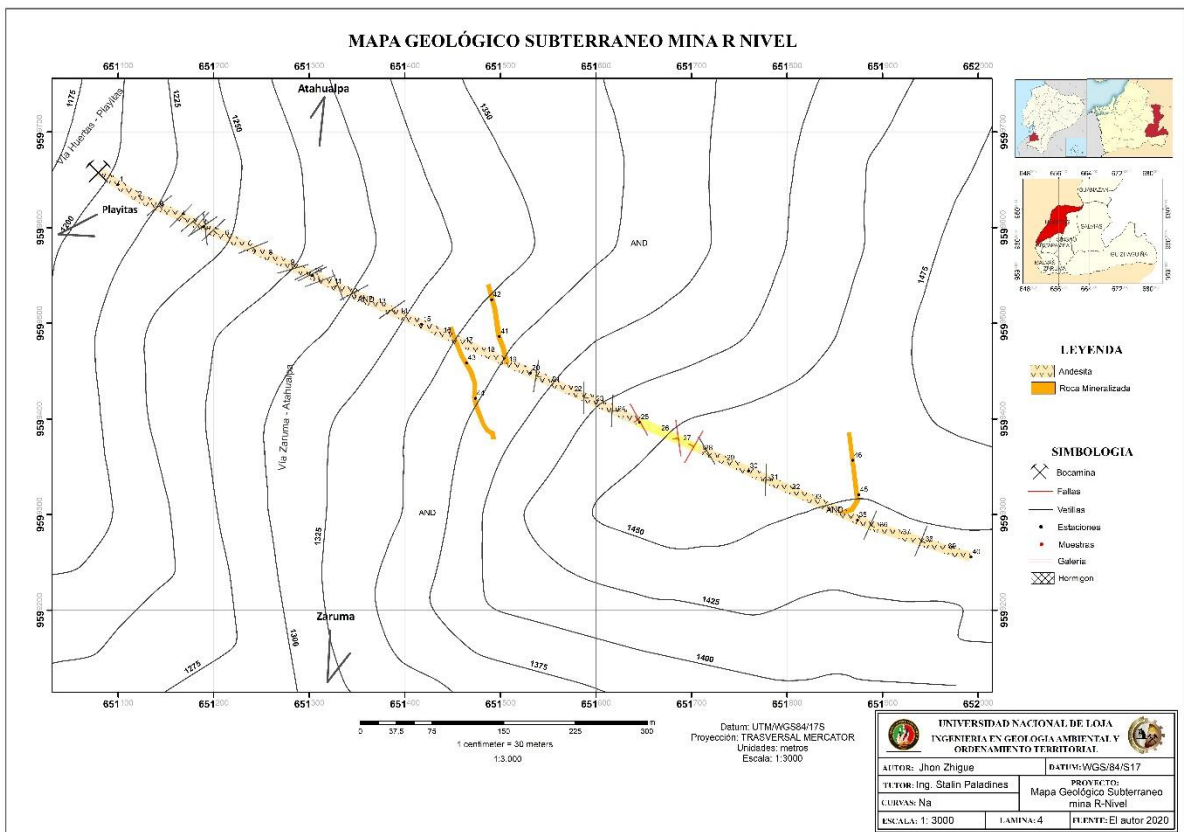
Anexo 9: Mapa topográfico subterráneo mina r-nivel



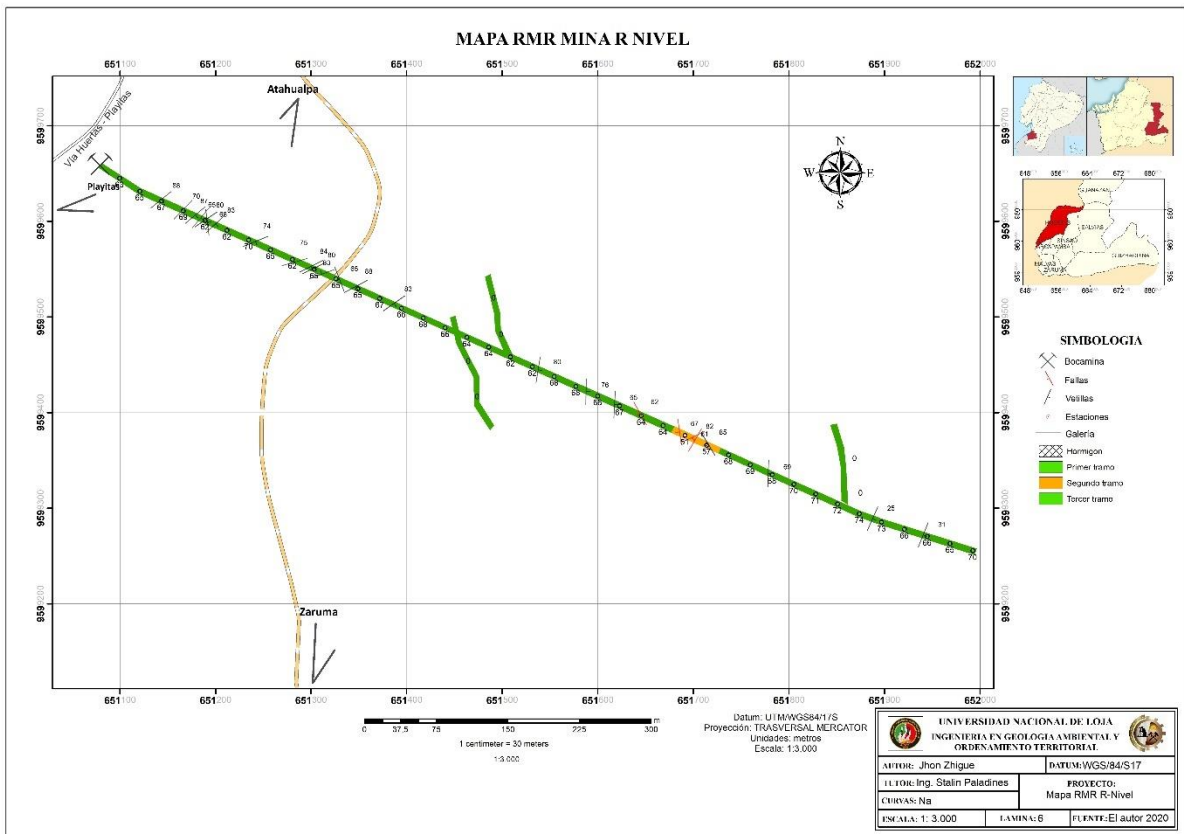
Anexo 10: Mapa geológico mina r-nivel



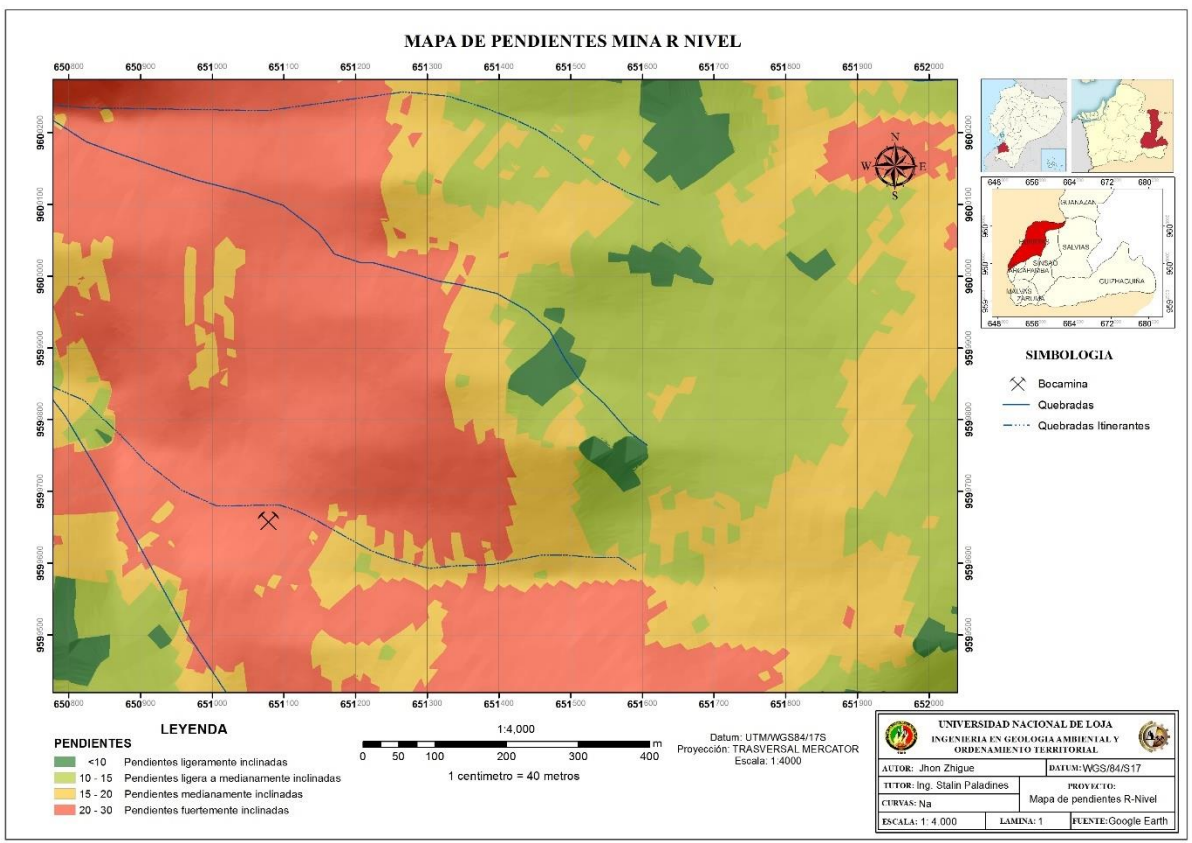
Anexo 11: Mapa geológico subterráneo mina r-nivel



Anexo 12: Mapa RMR



Anexo 13: Mapa de pendientes



Anexo 14: Registro fotográfico



Esmeril para roca (izquierda) y esmerilado en la galería (derecha)



Lápiz para roca (izquierda), esclerómetro digital N (derecha)



Trazado de la malla para ensayo con esclerómetro (izquierda), ensayo con esclerómetro (derecha)



Balanza para pesado de cubos (izquierda), cubos probetas de roca para laboratorio (derecha)



Ensayo de compresión uniaxial

Anexo 15: Resistencia a la compresión en probetas de roca



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN PROBETAS DE ROCA

Proyecto: Estudio geológico - estructural de la galería principal de explotación y transporte en la Mina R-Nivel Concesión Minera Cebral Código 300267, parroquia Huertas, cantón Zaruma, provincial El Oro

Localiza.: Huertas - Zaruma - El Oro

Ubicación: Mina R-Nivel

Solicita: Egdo. Jhon Zhigue

Norma: ASTM D2938

Fecha: 29-ene-2020

1. DATOS DE LAS PROBETAS

Probeta	Fecha de tallado	Fecha de ensayo	Muestra	Dimensiones			Ms	Mss
				Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Masa seca (g)	Masa saturada (g)
1	28-01-2020	29-01-2020	RX-1.1	5.30	5.32	5.40	412.50	412.60
2	28-01-2020	29-01-2020	RX-5.1	5.31	5.35	5.18	393.20	393.20
3	28-01-2020	29-01-2020	RX-7.1	5.16	5.20	5.30	396.20	396.60

2. PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO

Probeta	Fecha de tallado	Fecha de ensayo	Muestra	Mss	A	Va	Da
				Masa sumergida (g)	Área (cm ²)	Volumen aparente (cm ³)	Densidad Aparente (Kg/cm ³)
1	28-01-2020	29-01-2020	RX-1.1	264.80	28.20	148.24	2783.00
2	28-01-2020	29-01-2020	RX-5.1	252.00	28.41	141.62	2776.00
3	28-01-2020	29-01-2020	RX-7.1	251.80	26.83	145.24	2728.00

3. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Probeta	Fecha de tallado	Fecha de ensayo	Muestra	Velocidad de Ensayo (kN/s)	L		σ_{com}	
					Carga		Resistencia compresión	
					kN	Kgf	Kg/cm ²	MPa
1	28-01-2020	29-01-2020	RX-1.1	1.3	368.2	37556.40	1331.79	130.60
2	28-01-2020	29-01-2020	RX-5.1	1.3	290.6	29641.20	1043.34	102.32
3	28-01-2020	29-01-2020	RX-5.1	1.3	220.4	22480.80	837.90	82.17


 Pablo Torres Bailón
 TR INGENIERÍA

Anexo 16: Certificación de traducción idioma ingles



Cuenca, 28 de julio de 2022

Av. 27 de Febrero y Av. 10 de Agosto.

Telf. 0962885919

Cuenca - Ecuador

El Sr. Paolo Gomez,

Director académico del Instituto de idiomas South American Language Center,

Certifica:

Que el resumen del trabajo de titulación denominado: **Estudio Geológico Estructural de la Galería Principal de Explotación en la Mina R-Nivel, Concesión Minera CEBRAL, Código 300267, en la Parroquia Rural Huertas, Cantón Zaruma, El Oro,** del Sr. **Jhon Stalin Zhigue Álvarez**, con número de cédula **0705633980**, estudiante de la carrera de Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial de la Universidad Nacional de Loja, facultad de la Energía, las Industrias y los recursos naturales no Renovables, ha sido realiza por un traductor competente de la institución de idiomas antes mencionada, la cual es fiel y exacta al documento original.

El portador puede hacer uso del presente documento para cualquier fin pertinente.



Paolo Gomez
Director académico

SOUTH AMERICAN
LANGUAGE CENTER

