UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE

MINAS



TESIS

Evaluación geomecánica para el minado subterráneo de la Zona Marcapunta Norte – Sociedad Minera El Brocal S.A.A.

Para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor:

Bach, Julber Ever PAREDES SALDIVAR

Asesor:

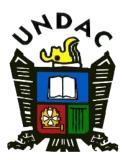
Mg. Vicente César DÁVILA CÓRDOVA

Cerro de Pasco - Perú - 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE

MINAS



TESIS

Evaluación geomecánica para el minado subterráneo de la Zona Marcapunta Norte – Sociedad Minera El Brocal S.A.A.

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Silvestre Fabián BENAVIDES CHAGUA
PRESIDENTE

Ing. Julio Cesar SANTIAGO RIVERA
MIEMBRO

Mg. Nelson MONTALVO CARHUARICRA MIEMBRO



UNIVERSIDAD NACIAONAL DANIEL ALCIDES CARRION FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD Nº 104-2023

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el Software Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por: Julber Ever PAREDES SALDIVAR

Escuela de Formación Profesional MINAS

Tipo de trabajo: **Tesis**

Título del trabajo

"Evaluación geomecánica para el minado subterráneo de la Zona Marcapunta Norte -Sociedad Minera El Brocal S.A.A."

> **Asesor:** Mg. Vicente César DÁVILA Có RDOVA

> > Índice de Similitud: 26%

Calificativo

APROBADO

Se adjunta al presente el informe y el reporte de evaluación del software similitud.

Cerro de Pasco, 12 de agosto del 2023.

Dr. Agustín Arturo AGUIRRE ADAUTO Jefe de la unidad de investigación de la facultad de ingenieria minas

Agnirre Adtol

DEDICATORIA

Al todo poderoso, nuestro Señor Dios, quien me da fuerza y luz en mi camino para concretizar mis objetivos trazados; a mis señores docentes, quienes son guía en mi camino y me plasmaron sus enseñanzas, y a mis padres por su gran apoyo y respaldo para mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

Al todo poderoso, nuestro Señor Dios, quien me da fuerza y luz en mi camino para concretizar mis objetivos trazados; a mis señores docentes, quienes son guía en mi camino y me plasmaron sus enseñanzas, y a mis padres por su gran apoyo y respaldo para mi formación profesional.

RESUMEN

Sociedad Minera El Brocal S.A.A., solicita la ejecución de la "Evaluación Geomecánica del Minado Subterráneo de Marcapunta Norte", con el objetivo de dimensionar el minado en esta nueva zona de la mina, para aumentar la producción y mejorar la eficiencia en el minado, manteniendo condiciones seguras en la operación minera. Para cumplir con el objetivo mencionado, en una primera fase el estudio fue orientado al desarrollo del modelo geomecánico, con el fin de obtener la información necesaria que permita evaluar los factores principales del control de la estabilidad, y estimar los parámetros geomecánicos básicos. En una segunda fase, se integró la información del modelo geomecánico, con el fin de evaluar las condiciones de estabilidad de las excavaciones subterráneas asociadas con el minado de la zona de evaluación. Según los resultados que se obtuvieron en las dos fases indicadas, se han definido alternativas de nuevas dimensiones de cámaras y pilares. En resumen, en la Zona Norte, la roca mineralizada está directamente relacionada a la caliza, la roca del techo a la caliza y dolomía y la roca del piso a areniscas. En la estructura mineralizada, la calidad de la masa rocosa por lo general pertenece al dominio Mala A (DE-IVA), y la caja techo pertenece al dominio Mala B (DE-IVB). El dimensionamiento de cámaras y pilares para la Zona Norte ha indicado que hay posibilidades de incrementar el ancho de los pilares respecto al ancho que actualmente se utiliza, pero en el caso de las cámaras no sería recomendable incrementar su ancho dada la mala calidad de la masa rocosa mineralizada y las dificultades que se tendrían para controlar la estabilidad del techo, sin embargo, aún hay un rango para optimizar el diseño de cámaras y pilares.

Palabras claves: Evaluación Geomecánica, Estabilidad, Minado Subterráneo.

ABSTRACT

Sociedad Minera El Brocal S.A.A., requests the execution of the "Geomechanical Evaluation of the Underground Mining of Marcapunta Norte", with the objective of sizing the mining in this new area of the mine, to increase production and improve mining efficiency, maintaining safe conditions in the mining operation. In order to meet the aforementioned objective, in a first phase the study was oriented to the development of the geomechanical model, in order to obtain the necessary information that allows evaluating the main factors of stability control, and estimating the basic geomechanical parameters. In a second phase, the information from the geomechanical model was integrated, in order to evaluate the stability conditions of the underground excavations associated with the mining of the evaluation area. According to the results obtained in the two indicated phases, alternatives of new dimensions of chambers and pillars have been defined. In summary, in the Northern Zone, the mineralized rock is directly related to limestone, the top rock to limestone and dolomite, and the bottom rock to sandstone. In the mineralized structure, the quality of the rock mass generally belongs to the Mala A (DE-IVA) domain, and the top box belongs to the Mala B (DE-IVB) domain. The sizing of chambers and pillars for the North Zone has indicated that there are possibilities of increasing the width of the pillars with respect to the width that is currently used, but in the case of the chambers it would not be advisable to increase their width given the poor quality of the mass. mineralized rock and the difficulties one would have to control the stability of the roof, however, there is still a range to optimize the design of chambers and pillars.

Keywords: Geomechanical Evaluation, Stability, Underground Mining.

INTRODUCCION

Como parte de su programa de aumento de la producción y mejora en la eficiencia del minado subterráneo, manteniendo condiciones seguras en la operación minera, Sociedad Minera El Brocal S.A. a proyectado la Evaluación Geomecánica del Minado Subterráneo de Mina Marcapunta: Zona Norte, con el fin de dimensionar el minado de esta zona, para aumentar la producción y mejorar la eficiencia y para mejorar la seguridad en la operaciones mineras, por lo tanto los alcances relacionados con el objetivo planteado son:

- Desarrollar el modelo geomecánico.
- Evaluar las condiciones de estabilidad de las excavaciones asociadas al minado.
- Dimensionar geomecánicamente el minado subterráneo.

Para cumplir con el objetivo mencionado, en una primera fase el estudio fue orientado al desarrollo del modelo geomecánico, con el fin de obtener la información necesaria que permita evaluar los factores principales del control de la estabilidad, y estimar los parámetros geomecánicos básicos. En una segunda fase, se integró la información del modelo geomecánico, con el fin de evaluar las condiciones de estabilidad de las excavaciones subterráneas asociadas con el minado de las zonas de estudio. Según los resultados que se obtuvieron en las dos fases precedentes, se han definido alternativas de nuevas dimensiones de cámaras y pilares para la zona de estudio.

Los aspectos técnicos materia fueron definir las condiciones naturales del yacimiento, en base al trabajo de campo y la información proporcionada por Brocal, para ello se utilizaron las normas ISRM (International Society for Rock Mechanics – Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas).

ÍNDICE

DEDICATORIA
AGRADECIMIENTO
RESUMEN
ABSTRACT
INTRODUCCION

ÍNDICE

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema	1	
1.2.	Delimitación de la Investigación	2	
1.3.	Formulación del Problema1	3	
	1.3.1. Problema General	3	
	1.3.2. Problemas Específicos	3	
1.4.	Formulación de Objetivos1	4	
	1.4.1. Objetivo General	4	
	1.4.2. Objetivos Específicos	4	
1.5.	Justificación de la investigación1	4	
1.6.	Limitaciones de la Investigación1	4	
CAPITULO II			
	CAPITULO II		
	CAPITULO II MARCO TEORICO		
2.1.		6	
	MARCO TEORICO		
2.2.	MARCO TEORICO Antecedentes de estudio	20	
2.2.2.3.	MARCO TEORICO Antecedentes de estudio	20	
2.2.2.3.	MARCO TEORICO Antecedentes de estudio	2023	
2.2.2.3.	MARCO TEORICO Antecedentes de estudio	20 23 28 28	

2.6. Definición Operacional de Variables e Indicadores	29		
CAPITULO III			
METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN			
3.1. Tipo de Investigación	30		
3.2. Nivel de investigación	30		
3.3. Métodos de la Investigación.	30		
3.4. Diseño de la Investigación	31		
3.5. Población y muestra	31		
3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	31		
3.7. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos	32		
3.8. Tratamiento Estadístico	32		
3.9. Orientación ética, filosófica y epistémica	33		
CAPITULO IV			
RESULTADOS Y DISCUSION			
4.1. Descripción del trabajo de Campo	34		
4.2. Presentación, Análisis e Interpretación de Resultados	48		
4.3. Prueba de Hipótesis	59		
4.4. Discusión de Resultados	59		
CONCLUSIONES			
RECOMENDACIONES			
REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍCAS			
ANEXOS			

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación Mina Marcapunta.	2
Ilustración 2. Vista Panorámica de la Mina Marcapunta.	3
Ilustración 3. Mapa Geológico de la mina Marcapunta	7
Ilustración 4. Diagrama estereográfico de contornos Zona N.	36
Ilustración 5. Estereografía de planos principales Zona N.	36
Ilustración 6. Diagrama de roseta Zona N	37
Ilustración 7. Zonificación geomecánica en planta de la cota 4300 de Marcapunta Norte.	40
Ilustración 8. Vista esquemática MineSight de la Zona Norte en evaluación.	41
Ilustración 9. Zonificación geomecánica transversal en la Zona N (vista mirando al N).	42
Ilustración 10. Guía para el sostenimiento de excavaciones permanentes (Se	gún
Grimstad y Barton, 1993)	51
Ilustración 11. Gráfico de estabilidad. Según Potvin (1988) y Nickson (1992).	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de Variables.	29
Tabla 2. Sistemas de discontinuidades estructurales (Data rescatada - Fa	llas,
diaclasas y estratificación)	36
Tabla 3. Criterio para la clasificación de la masa rocosa	39
Tabla 4. Zonificación geomecánica y calidades de masa rocosa	42
Tabla 5. Resultados de ensayos de compresión uniaxial	44
Tabla 6. Resultados de ensayos de compresión triaxial	45
Tabla 7. Resultados de ensayos tracción indirecta (Determinados con ensayos	por
método brasilero)	45
Tabla 8. Resultados de ensayos de constantes elásticas	45
Tabla 9. Propiedades físicas de la roca intacta	45
Tabla 10. Resultados de ensayos de corte directo	46
Tabla 11. Parámetros de resistencia de la masa rocosa	47
Tabla 12. Aberturas máximas de las excavaciones permanentes	50
Tabla 13. Sostenimiento para labores de avance permanentes	51
Tabla 14. Aberturas máximas de las excavaciones temporales	52
Tabla 15. Sostenimiento para labores de avance temporales	53
Tabla 16. Dimensionamiento de tajeos - Longitud (m)	56
Tabla 17. Dimensiones iniciales de cámaras y pilares corridos	61
Tabla 18. Alternativas de dimensiones de cámaras y pilares corridos	62
Tabla 19. Alternativas de dimensiones de cámaras y pilares corridos (Altura 24 m)	64

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

Sociedad Minera El Brocal S.A.A. (El Brocal), requiere la ejecución de una Evaluación Geomecánica para el Minado Subterráneo de Marcapunta Norte.

La Zona Norte está comprendida entre las coordenadas Este 360850 a 361320 y Norte 8809900 a 8810700, en esta zona están involucrados los Niveles 4220, 4200, 4180 y 4160. La mineralización que se presenta en esta zona pertenece al Manto Superior.

Esta zona ha sido priorizada por el personal de Planeamiento y Operaciones Mina de El Brocal, para la evaluación que se presenta en este proyecto, según los planes de minado que se tienen para Mina Marcapunta.

Para este propósito, los parámetros de observación y medición serán adecuados a las normas sugeridas por la International Society for Rock Mechanics (ISRM), las cuales estarán contenidas en los formatos de registro de las mediciones efectuadas en las estaciones rocosas.

Los parámetros a tomarse en cuenta son: tipo de roca, tipo de sistema de discontinuidad, orientación, espaciado, persistencia, apertura, rugosidad, tipo

de relleno, espesor del relleno, intemperización y presencia de agua.

Adicionalmente se registraron datos sobre la resistencia de la roca y la frecuencia de fracturamiento.

1.2. Delimitación de la Investigación

1.2.1 Ubicación

La Mina Marcapunta, está ubicada en el distrito minero de Colquijirca, entre los yacimientos de Colquijirca y San Gregorio. Políticamente se encuentra en el distrito de Tinyahuarco, provincia de Cerro de Pasco, departamento de Pasco, entre las coordenadas (UTM): 8'809,200-N a 8'810,000-N y 361,100-E a 361,500-E, a una altitud de 4,180 a 4,500 msnm.

1.2.2 Accesibilidad.

El acceso a la Mina es por la carretera Lima – La Oroya – Colquijirca, con una distancia de 310 Km y Lima – Canta – Colquijirca que se cubre en seis horas aproximadamente.

N 8812000

N 8812000

N 8812000

COLQUIJIRCA

MARCAPUNTA

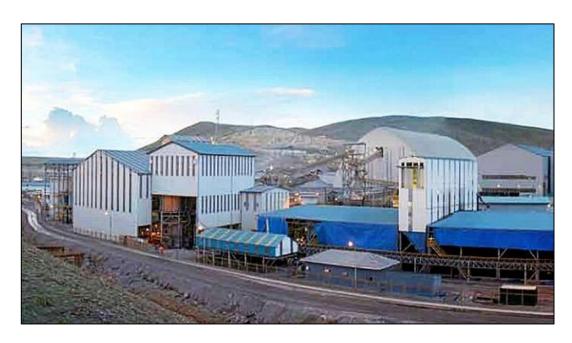
E

SAN GREGORIO

N 8804000

Ilustración 1.

Ilustración 2.
Vista Panorámica de la Mina Marcapunta.



1.2.3 Geología regional

En la clásica zonación morfoestructural de los Andes del Perú Central, la región de estudio forma parte de las Altiplanicies, situándose hacia la terminación septentrional de las mismas. Morfológicamente las Altiplanicies se distinguen por una topografía relativamente suave a una altura promedio de 4,000 m.s.n.m, en comparación con la Cordillera Occidental y Oriental que la flanquean, entre las cotas 3,800 y 4,500 m.s.n.m.

Las rocas más antiguas en la región (mapa geológico, figura 3) corresponden al complejo del Marañon. Está constituida por micaesquistos y gneis de edad

Precambrica (Dalmayrac, 1970). Luego en discordancia ocurren rocas del Paleozoico inferior donde resalta el Grupo Excelsior. En efecto este Grupo aflora principalmente en la región de Cerro de Pasco; litológicamente está conformado por filitas y pizarras de probable edad Ordovicica. Seguidamente se tiene a los Grupos Ambo y Tarma que afloran extensamente en los bordes de

las altiplanicies y en la Cordillera Oriental. El Grupo Ambo este compuesto por sedimentos detríticos como areniscas y lutitas de edad Mississipiana (Newell, et al, 1949). El Grupo Tarma se caracteriza por calizas y lutitas negras de edad Pensilvaniana (Dumbar y Newell, 1946). El Grupo Mitu es muy importante en la región, aflora al Norte de Pasco y Este de Carhuamayo; está conformado por areniscas, conglomerados rojos continentales y rocas volcánicas, asumidas al Permico superior - Triásico inferior (Megard, 1979).

Estas tres últimas series pre-andinas están restringidas a los núcleos de grandes braquianticlinales como Cerro de Pasco, Malpaso y Domo de Yauli. En discordancia aparece el Grupo Pucará. Aflora extensamente en las altiplanicies de los Andes del Perú Central. Esta conformado por las Formaciones Chambará, Aramachay y Condorsinga. La Formación Chambará se extiende ampliamente en la región. Litologicamente esta compuesto por calizas y dolomías marinas de edad Triásico superior – Liásico. El Cretácico esta constituido por las Formaciones Gollarisquizca y Pariahuanca. Afloran en la parte Norte y Noroeste de Cerro de Pasco. Litológicamente esta conformado por areniscas blanquecinas y subordinados niveles de carbón.

Las cuencas terciarias se extienden ampliamente en la región de Cerro de Pasco - Colquijirca y hacia el Oeste de la laguna de Junín. Se le denomina Formación Pocobamba y Formación Calera (Mc. Laughlin, 1924) a una serie de conglomerados, sedimentos volcanoclásticos y lacustres del Paleógeno. En la Parte central y occidental de las altiplanicies, principalmente en la región afloran múltiples complejos volcánicos principalmente de composición dacítica, correspondientes al Mioceno, por ejemplo, Cerro de Pasco, Marcapunta, Yanamate, Quicay, etc.

Estructuralmente las altiplanicies han sido divididas en dos sectores limitados

por el Alto Mantaro (Megard, 1979). El sector Suroeste, donde las estructuras son abiertas, sencillas y el sector Noreste, donde los pliegues son apretados y ocurren numerosas fallas longitudinales de dirección NO-SE y NNO-SSE. En las altiplanicies del Perú Central, la región de Cerro de Pasco - Colquijirca se ubica en este último sector. En este contexto la Falla Longitudinal Mayor de Cerro de Pasco es un notable ejemplo; donde se ha definido dos dominios estructurales, uno Occidental y otro Oriental (Angeles, 1993). En adición, las fallas longitudinales mayores han canalizado la ascensión del magmatismo andino en el Oligoceno y el Mioceno (Soler and Bonhomme, 1988).

1.2.4 Geología económica

Los depósitos minerales del distrito de Colquijirca pertenecen a un miembro de la familia de los yacimientos relacionados a pórfidos de cobre (Cu) conocida como depósitos Cordilleranos. Este tipo de depósitos, los cuales se forman en general en las partes altas de un pórfido de Cu, se caracterizan fundamentalmente por un prominente zonamiento con partes internas dominadas por Cu y zonas externas donde Zn, Pb y Ag son los principales elementos económicamente interesantes.

En el caso particular del distrito de Colquijirca, más precisamente entre los sectores de Marcapunta Norte y Colquijirca, dicho zonamiento consta a manera general de tres zonas, las cuales mineralógicamente consisten fundamentalmente de enargita en las partes internas, calcopirita en partes intermedias y esfalerita y galena en las partes externas.

El depósito de Colquijirca (parte sur del Tajo Norte) expone estas tres zonas. La parte más profunda del sector suroeste del Tajo Norte (antes Tajo Principal) muestra un núcleo de forma tubular esencialmente constituido por enargita además de cantidades variables de pirita y cuarzo. Este núcleo presenta una envolvente básicamente compuesta por calcopirita y cantidades

variables de tenantita además de esfalerita y galena. A su vez esta envolvente está rodeada por una zona relativamente extensa, compuesta esencialmente por esfalerita y galena. Es esta última zona, la cual está desarrollada en su mayor extensión hacia el norte del distrito, la que constituye el grueso del depósito de Colquijirca (Tajo Norte) actualmente en explotación.

Hacia el sur del Tajo Norte el núcleo de enargita se prolonga por más de 2 km haciéndose más potente y ancho a medida que éste se aproxima hacia el complejo volcánico de Marcapunta. Del mismo modo la envolvente de este núcleo de enargita, y compuesto por calcopirita, tenantita, esfalerita y galena, se extiende también hacia el sur del Tajo Norte, aunque en mucho menor medida, hasta en unos 400 m a partir de la pared sur del mismo.

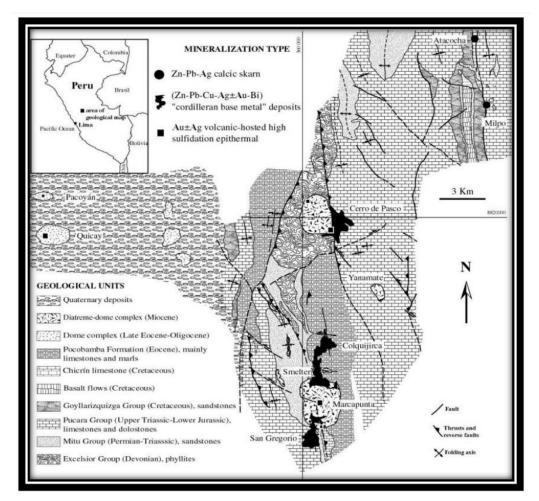
El sector denominado Marcapunta Norte, localizado inmediatamente al sur del Tajo Norte, constituye la extensión del depósito de Colquijirca. Este sector está compuesto por las dos zonas internas, esto es, por aquella conformada por enargita y por aquella de carácter polimetálico, es decir, de calcopirita, tenantita, esfalerita y galena. A diferencia de sectores ubicados más al sur, el sector de Marcapunta Norte se caracteriza por haber experimentado un proceso de enriquecimiento supérgeno. Este proceso ha generado cuerpos de calcosita, los cuales se han superpuesto a la zona de enargita y en menor grado a aquella polimetálica compuesta por calcopirita, tenantita, esfalerita y galena, conformando un sector de relativa complejidad mineralógica en términos sobre todo de intercrecimientos.

La estructura mineralizada del Manto Superior Central está alojada en rocas carbonatadas del Miembro Medio de la Formación Calera y configura una geometría estratiforme sub horizontal de rumbo Norte 160o y buzamiento de 6o Norte. La estructura tiene una longitud aproximada de 520 m por un ancho de

270 m y una potencia promedio de 21 m. La ocurrencia de estructuras secantes a la estratificación como cuerpos de brechas y vetas es menos común.

Ilustración 3.

Mapa Geológico de la mina Marcapunta



1.2.5 Geología local

El Distrito Minero de Colquijirca está conformada por las filitas Excelsior, areniscas y conglomerados rojos del Grupo Mitu seguidas por calizas marinas del Grupo Pucará y finalmente por conglomerados, facies continentales de brechas y carbonatos de la Formación Calera de edad Eoceno superior. Estas unidades son intruídas por el complejo volcanico de Marcapunta del Miocen medio. La Falla Longitudinal Mayor de dirección N-S y evolución polifásica, es la estructura más importante en la región, ya que ha controlado la sedimentación

desde el Triásico, el emplazamiento de las diatremas de Marcapunta y Cerro de Pasco y sus yacimientos minerales asociados.

Para este acápite tomaremos como referencia los trabajos de Angeles. (1993, 1999).

Sedimentos pre Cenozoicos

1.2.5.1 Grupo Excelsior

"Series de Excelsior" fue como Mc Lauhglin (1924), denomino a la unidad que constituye el basamento rocoso de la región. Aflora alrededores de la ciudad de Cerro de Pasco y hacia el Noroeste de Colquijirca. Está constituido por filitas y pizarras de color gris a gris verdoso y subordinadamente niveles delgados de cuarcitas, algunos con laminación oblicua. Presenta un metamorfismo de bajo grado con sericita—clorita y vetillas de cuarzo a manera de segregación magmática. Su espesor es superior a los 300 m.

Un paquete afín a éste, reposa en discordancia angular sobre sericitoesquistos precambricos en Huachar, 6 Km al Suroeste de Ambo, en el Valle de Chaupihuaranga. (Dalmayrac, 1978), contiene graptolites del Ordovícico, conocidos ya desde Steinmann (1929).

1.2.5.2 Grupo Mitu

Descansa en discordancia angular sobre el Grupo Excelsior. Se trata de areniscas, limos y conglomerados de color rojo. En el área de Colquijirca se distinguen dos unidades.

La unidad inferior, esencialmente conglomerádica, de color gris oscuro a gris brunáceo, con clastos redondeados a subangulares de cuarcita y cuarzo blanco, de hasta 20 cm de diámetro, con pobre selección; se puede observar algunos canales, probablemente de origen fluvial; hacia el tope se intercalan con sedimentos finos. Su potencia se

estima en 400 m. La unidad superior, se trata de areniscas rojas con lentes de conglomerados subordinados de origen fluvial; su paso desde la unidad infrayacente no es claramente expuesta. Su espesor estimado es de 200 m.

No se conoce con precisión la edad del Grupo Mitu. Cerca de Colquijirca y Carhuamayo, Boit (1962) encontró rodados de calizas con fósiles del Carbonífero y Pérmico Inferior. Esta unidad se habría depositado entre el Pérmico Superior y el Triásico Inferior (Megard, 1979).

En la zona de Bohórquez se expone como el núcleo del anticlinal del mismo nombre. En Marcapunta, constituye el substrato sobre el cual se emplazan en discordancia erosional los depósitos terciarios de la Formación Calera en un contexto de pliegues y altos estructurales.

1.2.5.3 Grupo Pucará

El Grupo Pucará aflora ampliamente en la parte occidental y en la parte oriental. El análisis de facies muestra cambios importantes entre estas dos zonas y separados por la Falla Longitudinal Mayor, denominados Pucará Occidental y Pucará Oriental, al Oeste y Este de la falla respectivamente. El Pucará Occidental, en leve discordancia angular sobre el Grupo Mitu, comienza por una brecha basal de color gris verdoso con clastos de filita y cuarzo que suprayacen a las areniscas del Grupo Mitu; es seguido por dolomías con fina laminación, presentan concreciones de silex o chert y niveles de cineritas, con figuras sedimentarias, fósiles y seudomorfos de evaporitas.

Las facies sugieren un ambiente muy somero, de baja energía en la parte interna de una plataforma carbonatada (Angeles, 1993). Su espesor medido es de 360 m aproximadamente. En el límite Sur del área

de estudio, en la zona de Bohórquez, afloran sutilmente delgados niveles de brecha basal y dolomías atribuidas al Pucará Occidental, descansando sobre areniscas del Grupo Mitu. El Grupo Pucará Occidental es huésped de la mineralización en el yacimiento epitermal polimetálico de San Gregorio.

El Pucará Oriental o Formación Chambará, no tiene una base aflorante; se compone de más de 1,500 m de calizas con sílex e incluye masas estratiformes recristalizadas posteriormente; son depósitos de plataforma carbonatada externa.

En el Pucará Occidental, Boit (1940, in Boit, 1949) encontró Entomonotis ochotica (Ahora llamada Monotis subcircularis (Villavicencio y Chalcaltana, 1991)) en los afloramientos totalmente silicificados de San Gregorio. El mismo autor (Boit, 1966) reporta Myophorias en la falda Oeste del cerro Puca Ingenio.

Estos bivalvos indican una edad Noriano a Rhetiano (Triásico Superior). En el Pucará Oriental la misma fauna ha sido reconocida, además del braquiópodo Spondylospira, y numerosos gasterópodos fueron recolectados en la vecindad de Cerro de Pasco (Steinman, 1929; Haas, 1953). Sin embargo. Johnson et al. (1955) reportaron además un Arietites, anmonoideo del Liásico, cerca al tope de las facies orientales de la región de Atacocha (NE de Cerro de Pasco). Podemos asumir una edad Triásico superior – Liásico inferior para el Grupo Pucará.

Existen diferencias en potencias y distribución de facies en la plataforma carbonatada del Pucará. El Pucará Occidental es un ambiente somero poco subsidente, mientras que el Pucará Oriental es mas profundo y mucho más subsidente. Las orientaciones de los sistemas de fallas pueden darnos idea de la dirección de extensión, de

acuerdo al principio de Anderson (1951). Esta dirección de extensión parece ser NO-SE a NNO-SSE, es decir ligeramente oblicua a subparalela a la Falla Longitudinal Mayor. Esto sugiere un funcionamiento transcurrente, con probablemente una componente en extensión de la estructura mayor, durante la sedimentación (Angeles, 1993).

Podemos concluir que la Falla Longitudinal Mayor de movimiento transtensivo durante el Triásico ha controlado la sedimentación del Grupo Pucará en la región en estudio.

Sedimentos Cenozoicos

En la zona de estudio, es decir Colquijirca y alrededores no se ha encontrado unidades pertenecientes al Cretáceo. Suprayaciendo en discordancia erosional fal Grupo Pucará o Mitu, se tiene al Terciario representado por la Formación Pocobamba y la Formación Calera.

1.2.5.4 Formación Pocobamba

La Formación Pocobamba está dividido en dos Miembros: Cacuán y Shuco.

a. Miembro Cacuán

Aflora únicamente a lo largo de una franja N-S, desde el cerro la Chipana hasta el extremo Norte del cerro Puca Ingenio. Descansan en discordancia angular sobre el Pucará Occidental y localmente sobre el conglomerado Mitu. Forma secuencias granocrecientes de 10 a 25 m de limonitas rojas laminadas, areniscas cuarzosas con laminación oblicua y niveles delgados de conglomerados con predominancia de clastos de caliza, con tosca estratificación de origen fluvial (Foto 5) con más de 100 m de espesor. La sedimentación testimonia un sistema predominantemente

canalizado, fluvial torrencial y aluvial, probablemente en la porción distal de abanicos aluviales. Pocas medidas de paleocorrientes en areniscas con laminación oblicua dan sentidos hacia el Suroeste y hacia el Oeste.

El Miembro C bacuán situado entre el bloque de la falla San Juan Venenococha y la Falla Longitudinal Mayor está ausente hacia el Este. Posiblemente por onlap proximal contra el paleorelieve; o por erosión previa a contemporánea con el deposito del Miembro Shuco (Jenks, 1951).

b. Conglomerado Shuco

Afloran al Oeste y Sur de Cerro de Pasco y al Noroeste de Colquijirca. Esta unidad se compone de conglomerados y brechas sedimentarias con escasos lentes de limolitas y areniscas; la mayor parte de los clastos son de caliza y silex de la Formación Chambará, con diámetros de 2 a 30 cm, en general se incrementan cuanto mas próximos se encuentren a la Falla Longitudinal Mayor (Jenks, 1951). depósito heterométrico, con es muy bloques excepcionalmente pueden alcanzar los 6 m. (Sureste de laguna Quiulacocha). Es de origen aluvial y sintectónico, constituye un prisma con su espesor mayor de más de 150 m adosado a la Falla Longitudinal Mayor. Las facies Shuco no están restringidas exclusivamente al bloque Occidental de la Falla Longitudinal Mayor. Al Este de esta falla a la altura de la laguna Chaquicocha. Ver figura 4. Afloran brechas homométricas con clastos de la Formación Chambará de pocos centímetros de diámetro. Esta exposición podría pertenecer a la transición de una torrentera hacia la parte superior de un abanico aluvial.

Su depósito es probablemente contemporáneo con el evento Eoceno de deformación en la Cordillera Occidental, al pie de un sistema de fallas que delimitaban altos estructurales.

1.2.5.5 Formación Calera

Afloran principalmente alrededores de Colquijirca y cercanías de la laguna Cuchis Grande. Se caracteriza por una predominancia de depósitos volcanoclásticos, conglomerados, brechas sedimentarias, margas, calizas, dolomías y chert con un mínimo espesor de 250 m; son de ambiente lacustre.

Peck y Rever en la Formación Calera encontraron carofitas, probablemente Actochara mitella, entonces atribuida al Cretácico superior – Cenozoico inferior, sin mayor precisión; una edad radiométrica de K/Ar sobre biotita en una toba ácida de la parte inferior dio entre 36 y 37 Ma. Subdivide esta Formación en tres miembros: Calera inferior, medio y superior. La Formación Calera constituye la roca huésped para la mineralización en Colquijirca y Marcapunta, tanto en el flanco Norte y parte del flanco Oeste.

1.3. Formulación del Problema

1.3.1. Problema General

¿Como efectuar la evaluación Geomecánica para el minado subterráneo de la Zona Marcapunta Norte en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A.?

1.3.2. Problemas Específicos

 a) ¿Cómo determinar los parámetros Geotécnicos para el minado subterráneo de Marcapunta Norte en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A.? b) ¿Como realizar la zonificación geomecánica para el minado subterráneo de la Zona de Marcapunta Norte en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A.?

1.4. Formulación de Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Efectuar la evaluación Geomecánica para el minado subterráneo de la Zona Marcapunta Norte en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A.

1.4.2. Objetivos Específicos

- a) Determinar los parámetros Geotécnicos para el minado subterráneo de Marcapunta Norte en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A.
- Realizar la zonificación geomecánica para el minado subterráneo de la Zona de Marcapunta Norte en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A.

1.5. Justificación de la investigación

En las operaciones de explotación subterráneas se requieren efectuar la Evaluación Geomecánica, la cual permitirá determinar los parámetros de estabilidad y mediante este proceso que es muy importante ya que proporciona información útil para el diseño y dimensionamiento de la Mina. En este sentido es necesario realizar la Evaluación Geomecánica, cuyo desarrollo y resultados se muestran en el presente trabajo de investigación.

1.6. Limitaciones de la Investigación

Es importante conocer la magnitud de los esfuerzos in-situ, puesto que estos influirán directamente en las condiciones de estabilidad de cualquier excavación cuando es creada. Para conocer las magnitudes de los esfuerzos insitu se ha considerado utilizar el concepto de carga litostática (Hoek & Brown, 1978) conjuntamente con el criterio de Sheorey 1994) y la información del Mapa Mundial de Esfuerzos (WSM), considerando este proceso como las limitaciones

en la investigación, ya que aún no se han hecho mediciones de esfuerzos in-situ en Mina Marcapunta, cosa que en el futuro es recomendable realizarlo.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio

a) Antecedentes nacionales.

Minaya, J. (2018), de la Universidad Nacional de Trujillo, desarrolla la tesis "Evaluación de Condiciones Geomecánicas y viabilidad técnica según metodología numérica D. Nicholas para selección del Método de Explotación en Veta Delia, Mina Colquirrumi". La investigación se divide tres etapas. La primera etapa consiste en describir las condiciones geológicas (forma, potencia, buzamiento, profundidad y distribución de leyes) y geomecánicas (resistencia de la matriz rocosa, espaciamiento entre fracturas y resistencia de las discontinuidades) del macizo rocoso para roca de mineral, para roca caja techo y para roca caja piso. El segundo paso de la investigación es aplicar la metodología numérica de Nicholas (1981) y así obtener alternativas viables de explotación desde el punto de vista técnico. De este segundo paso, se obtiene posibles alternativas de método de explotación. Finalmente, el tercer paso consiste en evaluar criterios: económicos (reservas, tonelaje, ley, cantidad de producción, vida de la mina), tecnológicos (recuperación, dilución, flexibilidad y velocidad de

desarrollo) y ambientales (seguridad, salud y fuerza laboral); criterios que nos permitan establecer el método de explotación idóneo para el yacimiento. La evaluación y el cumplimiento de los pasos anteriormente mencionados, nos permite obtener un método de explotación adecuado para este tipo de yacimiento. Estableciendo así, un proceso de selección válido donde se evalúa aspectos, tales como: técnico, Palabras clave: condiciones geomecánicas, condiciones geológicas, metodología numérica, criterio técnico, económico, tecnológico, ambiental. económico, tecnológico y ambiental.

Reyes, S. (2017), de la Universidad Nacional de Ingeniería, presenta su tesis "Evaluación geomecánica para la ubicación del nuevo pique en mina Yauricocha asociada al minado hundimiento por subniveles (SLC)", En la presente tesis se trata de explicar desde un punto de vista geomecánico, los procedimientos que se ha seguido para buscar alternativas para la ubicación de un nuevo pique en mina Yauricocha. El tipo de método de explotación "Sublevel Caving - SLC" que se aplica actualmente en la mina genera perturbación en la masa rocosa circundante al área donde se realiza la explotación, principalmente en la parte superior de la misma, de allí la importancia de definir estratégicamente una correcta ubicación del nuevo pique a fin de que no vea comprometido su estabilidad en el tiempo o hasta el nivel proyectado de minado. En este caso, la evaluación está llevado a cabo en el año 2012 por lo que la información citada se refiere a ese año. además los resultados obtenidos que se propusieron pudieron haber estado sujeto a cambios futuros. En ese sentido, el aporte de la tesis nos facilita una quía a seguir para la evaluación geomecánica de un macizo rocoso asociado a la influencia del minado por hundimiento tipo SLC.

b) Antecedentes internacionales

Gómez, M. (2021), de la Universidad de Caldas - Colombia, presenta tesis de investigación "Caracterización, Zonificación Geomecánica Recomendación del Sostenimiento Necesario Para la Estabilidad de Labores Temporales y Permanentes del Macizo Rocoso en el Nivel 1712 del Cuerpo Zeus de la Mina El Roble". En este informe se estableció el diseño de sostenimiento a ejecutar en las labores temporales y permanentes del nivel 1712 del cuerpo Zeus en la mina El Roble siguiendo los criterios de calificación internacional de macizos rocosos, Rock Mass Rating (RMR) y Geological strength Index (GSI) (Bieniawski, 1989; Hoek y Marinos, 2000), a partir de sus valores calculados al techo de los túneles de avance dentro del nivel y posteriormente aplicando el estándar de sostenimiento elaborado por el área de geomecánica de la mina; lo que igualmente permitió generar una zonificación geomecánica en la cual se identifica la distribución de tres zonas geomecánicamente diferentes dentro del nivel. Con base en los dos criterios de clasificación mencionados, se encontraron dos tipos de macizo rocoso, los cuales, están representados por cuatro litologías presentes en el yacimiento (basalto, chert, andesita y sulfuro), que a su vez, se dividen en 9 tipos de unidades con características geomecánicas diferentes; cinco de ellas constituyen un macizo de mala calidad (RMR: 31 - 40 y GSI: IF/R - MF/R) y cuatro representan un macizo de calidad regular (RMR: 41 - 60 Y GSI: MF/R) que corresponde al macizo de mejor calidad en el nivel. Estos macizos de baja calidad hacen del nivel 1712 un nivel crítico altamente inestable, sin embargo, el diseño de sostenimiento ejecutado en cada uno de los avances permitió que la extracción de los tajos primarios se llevara a cabo de manera exitosa. Es decir, con cero accidentes por caída de roca, lo que indica que el diseño de sostenimiento de la mina el Roble funciona de manera adecuada. Palabras clave: Geomecánica, macizo rocoso, Rock Mass Rating (RMR), Geological Strength Index (GSI), zonificación, discontinuidades.

Yucas, V. (2015), Universidad Central del Ecuador, desarrolla la tesis "Análisis geomecánico del macizo rocoso para la construcción de la chimenea Glory Hole mediante el sistema alimak". Diseñar el sistema de excavación de una chimenea mediante el sistema de levantamiento mecánico Alimak, para el traspaso de material mineralizado, en el área minera "Selva Alegre 1". Hipótesis: Cómo optimizar el trasiego del material de mina (caliza), tomando en cuenta todos los parámetros de seguridad que contempla la reglamentación interna de la Compañía. Problema: la no construcción de la chimenea en el proyecto en estudio, no permitirá mejorar la parte ambiental, las operaciones mineras de explotación y la rentabilidad de la concesión minera. Marco Referencial: El proyecto se encuentra ubicado en norte del Ecuador, al suroeste de Imbabura, cantón Otavalo, parroquia Selva Alegre. Marco Metodológico: Toma de datos geotécnicos en el tramo franqueado de la chimenea, ensayos de resistencia a la compresión, interpretación de resultados. Marco Teórico: Geología regional y local, génesis del de vacimiento, mineralización, propiedades físicomecánicas de la roca, descripción del macizo rocoso, clasificación geomecánica RMR, forma y dimensiones de la chimenea, sistemas de fortificación y sostenimiento en base a la caracterización geomecánica, cálculo de los parámetros y x diagramas de perforación y voladura, organización de trabajos que conforman un ciclo de avance de la chimenea, cálculo del sistema de ventilación, consideraciones de desagüe, costos unitarios de las actividades que conforman un ciclo de avance. Conclusión General: Se refiere al conjunto de consideraciones, parámetros y actividades que conforman el diseño de excavación de una labor subterránea. Recomendación General: Actualizar el mapeo geotécnico a medida que avanza la excavación para solventar las necesidades de sostenimiento que se presenten.

2.2. Bases Teóricas - Científicas.

2.2.1 Geomecánica

2.2.1.1 Perfiles o secciones geomecánicas

Los perfiles geomecánicos se desarrollan a partir de cortes o secciones sobre una zona determinada, en la cual se detalla la información geológica (litología, contactos, estructuras geológicas mayores y menores, etc.) y la calidad del macizo rocoso en base a la clasificación geomecánica establecida. Estas secciones geomecánicas tienen como objetivo mostrar, de manera clara, sencilla y esquemática, la variación del comportamiento del macizo rocoso en una zona dada; asimismo, pueden ser utilizadas en el proceso de zonificación geomecánica, donde se establecen las zonas con comportamiento y propiedades más o menos homogéneos. Además, las secciones geomecánicas suelen ser utilizadas como datos de entrada o "input" en las simulaciones de software (por ejemplo, Phase2), donde se analiza la estabilidad de las excavaciones y el efecto de minado. Para la realización de estas secciones, se recomienda contar con el apoyo del área de geología, ya que normalmente es la encargada de realizar los cortes y secciones esquemáticas de la mina.

2.2.1.2 Propiedades de roca intacta

El macizo rocoso está compuesto por roca intacta y estructuras geológicas. La respuesta de la roca intacta bajo condiciones de esfuerzos especialmente si se trata de roca masiva y rígida de alta

resistencia sujeta a altos esfuerzos (in situ o inducidos) puede conducir a condiciones de estallido de roca; mientras que una roca suave y altamente deformable puede conducir a un comportamiento elastoplástico de altas deformaciones que con el tiempo pueden cerrar la excavación o abertura. Las propiedades mecánicas de la roca intacta son: resistencia a la compresión simple, resistencia a la tracción, resistencia al corte, resistencia a prueba triaxial; la determinación de propiedades elásticas como: el módulo de elasticidad, relación de Poisson; y los ensayos para las propiedades físicas de la roca como son densidad, peso unitario, humedad, porosidad, absorción etc., están en su totalidad estandarizadas por las nomas emitidas por la American Society for Testing and Materials (ASTM) o por aquellas propuestas por la ISRM. La preparación de las muestras para los ensayos de las propiedades mecánicas de rocas, sus dimensiones y el número de ensayos son puntos importantes que deben tomarse en cuenta al momento de recoger en el campo los bloques de roca que posteriormente serán remitidos al laboratorio. Cada tipo de ensayo tiene sus normas en cuanto a dimensiones, orientación de ensayo, etc., las cuales deben observarse cuidadosamente si deseamos obtener resultados que sean representativos y válidos para ser empleados en el diseño. A continuación, se listan y resumen brevemente los distintos tipos de ensayos que permiten determinar las propiedades de la roca intacta.

2.2.1.3 Ensayo de propiedades físicas

El principal objetivo de este ensayo es determinar las propiedades físicas de la roca, tales como la densidad (seca y saturada), porosidad aparente y absorción. Para esto, se emplearán los procedimientos establecidos por ASTM e ISRM.

2.2.1.4 Ensayo de compresión simple (UCS)

El ensayo de compresión simple tiene como objetivo determinar la resistencia máxima a la compresión de una muestra cilíndrica de testigo, la cual es sometida a una carga axial sin ninguna carga de confinamiento, que debe ser aplicada de manera continua e incrementada gradualmente hasta que la muestra falle. El esfuerzo normal vertical sobre el espécimen, cuando la falla ocurre, es conocido como la resistencia a la compresión simple o resistencia a la compresión no confinada. Además del ensayo de compresión simple propiamente dicho, existen otros ensayos que permiten estimar la resistencia obtenida del ensayo de compresión simple, estos son el ensayo de carga puntual y el ensayo con esclerómetro (martillo Schmidt).

2.2.2 Geomorfología

La morfología del área andina de la zona de estudio es el resultado de los efectos degradatorios causados por los agentes de meteorización que han actuado sobre las rocas existentes, habiendo tenido un papel preponderante en el modelo actual las temperaturas, las precitaciones, las aguas de escorrentía tanto superficiales como subterráneas.

Se reconoce una superficie denominada Superficie Puna, siendo en el área de Cerro de Pasco más madura, con una morfología moderadamente plana y ondulada, pero sin lograr una planización completa, esta superficie se estableció truncando los pliegues de la tectónica Incaica que afectó a los estratos Paleozoico y Mesozoico.

2.2.3 Evaluación Geomecánica

La geomecánica, en concepto de Cook, es el estudio de las características mecánicas de los suelos y las rocas (denominados materiales geológicos), también sirve para determinar su comportamiento, en función a los

cambios de esfuerzos, presión, temperatura y otros parámetros ambientales. Así pues, como extiende su concepto el citado autor, la geomecánica es una ciencia relativamente nueva en tendencia.

La evaluación geomecánica del macizo rocoso influye significativamente en la elección del sostenimiento de las labores de explotación en la mina Marcapunta Zona Norte; asimismo, la aplicación de la evaluación geomecánica, determina los problemas de inestabilidad de la masa rocosa en la mina San Cristóbal y por lo mismo se han planteado alternativas de sostenimiento para garantizar la estabilidad de las labores. Se tiene mayor ocurrencia en forma de cuñas a lo largo de los subniveles, donde las excavaciones van paralelas al sistema principal de discontinuidad, todo esto de acuerdo al análisis de estabilidad estructuralmente controlado. El sostenimiento recomendado es con pernos helicoidales de 10 pies y shotcrete de 2 pulgadas para la primera etapa, en la segunda etapa el sostenimiento fue pesado con el uso de shotcrete, pernos helicoidales, malla electrosoldada y cimbras porque así lo requiere el terreno".

2.3. Definición de términos básicos

- Apertura. Es la separación entre las paredes rocosas de una discontinuidad o el grado de abierto que ésta presenta. A menor apertura, las condiciones de la masa rocosa serán mejores ya mayor apertura, las condiciones serán más desfavorables.
- Buzamiento (DIP). Es el Angulo de la veta, estrato o manto que forma con respecto a la horizontal y se mide en un plano vertical.
- Caballo. Es la zona estéril de considerable tamaño que se presenta dentro de la veta generalmente del mismo material de las rocas encajonantes.
- Caja Piso. Es la roca que se encuentra debajo de la veta.
- Caja Techo. Es la roca sobre el lado superior de una veta inclinada.

- Constituyentes esenciales de los criaderos. la mena, la ganga y el estéril.
- Contactos litológicos. Que comúnmente forman, por ejemplo, la caja techo y caja piso de una veta.
- Criadero, Yacimiento o Depósito Mineral. Parte o fracción de la corteza terrestre donde por procesos geológicos se formaron o forman sustancias minerales útiles, que pueden ser explotadas con beneficio económico, con los medios técnicos disponibles.
- Cuerpo (ORE BODY). Son depósitos de minerales, grandes e irregulares sin forma, ni tamaño definido.
- Depósitos primarios y secundarios. Los primeros son los que están asociados al proceso de formación original de las rocas. Los segundos se forman por alteración de los primeros y en general suelen dar lugar a la formación de nuevos minerales.
- **Desmonte.** Es todo material estéril que no posee valor económico.
- Diaclasas. También denominadas juntas, son fracturas que no han tenido desplazamiento y las que comúnmente se presentan en la masa rocosa.
- Diseminaciones. Son yacimientos mineralizados donde los granos de mineral están dispersos dentro de la masa rocosa.
- Espaciado. Es la distancia perpendicular entre discontinuidades adyacentes. Éste determina el tamaño de los bloques de roca intacta.
 Cuanto menos espaciado tengan, los bloques serán más pequeños y cuanto más espaciado tengan, los bloques serán más grandes.
- Estratificación. Es una superficie característica de rocas sedimentarias que separa capas de igual o diferente litología. Estas rocas también pueden estar presentes en rocas que hayan originado por metamorfismo de rocas sedimentarios.

- Explotación. Es un proceso de minado para extraer el mineral económico utilizando los diversos métodos de explotación para posteriormente ser beneficiado en la planta concentradora.
- Fallas. Son fracturas que han tenido desplazamiento. Estas son fracturas menores que representan en áreas locales de la mina o estructuras muy importantes que pueden atravesar toda la mina.
- Ganga. Zona no valiosa del mineral que está asociada a la parte con buena ley. Este concepto es relativo puesto que varía de acuerdo con el tiempo, las cotizaciones y la ley del mineral.
- Hilos. Vetillas de mineral muy delgadas que se cruzan entre sí.
- Investigaciones Geotécnicas. Es un programa de investigaciones geotécnicas por medio de perforaciones diamantinas, a fin de obtener parámetros y características hidrogeológicas de los materiales presentes en la zona de estudio.
- Lentes. Es el yacimiento de forma lenticular cuya potencia disminuye hacia su contorno. El largo de los lentes es de decenas de metros.
- Mantos. Cuerpo mineralizado en forma tabular, generalmente se encuentran en posición horizontal o ligeramente inclinado menor de 30º, relativamente de considerable potencia.
- Masa Rocosa. Es el medio in situ que contiene diferentes tipos de discontinuidades como diaclasas, estratos, fallas y otros rasgos estructurales.
- Matriz rocosa. Material rocoso sin discontinuidades o bloques de roca intacta entre discontinuidades (muestra de mano o mayor). A pesar de considerarse continua es heterogénea y anisótropa, ligada a la fábrica, textura y estructura, mineral.

- Mena. Parte más valiosa del mineral a partir del cual se puede obtener económicamente uno o más metales.
- Mineral. Materia inorgánica de origen natural que compone la corteza terrestre, posee un valor económico y constituido por 2 elementos: La mena y la ganga. También es una materia inorgánica.
- Minería. Parte de la industria que se ocupa de la búsqueda, extracción,
 beneficio y venta de los minerales y rocas de rendimiento económico.
- Orientación. Es la posición de la discontinuidad en el espacio y es descrito por su rumbo y buzamiento. Cuando un grupo de discontinuidades se presentan con similar orientación son aproximadamente paralelas, se dice que éstas forman un "sistema" o una "familia" de discontinuidades.
- Perfil geotectónico. Es el conjunto de actividades que comprende la investigación del subsuelo los análisis y recomendaciones para el diseño y construcción en el subsuelo.
- Perfil litológico. Es la parte de la geología que estudia la composición y
 estructura de las rocas, como su tamaño de grano, características físicas y
 químicas, estructuras metamórficas, etc. Incluye también su composición,
 su textura, tipo de transporte, así como su composición mineralógica,
 distribución espacial y material cementante.
- Perforación. Es la primera operación en la preparación de una voladura.
 Su propósito es abrir en la roca huecos cilíndricos denominados taladros y están destinados a alojar al explosivo y sus accesorios iniciadores.
- Persistencia. Es la extensión en área o tamaño de una discontinuidad.
 Cuanto menor sea la persistencia, la masa rocosa será más estable y cuanto mayor sea esta, será menos estable.

- Pliegues. Son estructuras en las cuales los estratos se presentan curvados., son intrusiones de roca ígnea de forma tabular, que se presentan generalmente empinadas o verticales.
- Potencia. Espesor o ancho de un yacimiento mineralizado que se mide perpendicular a las cajas.
- Productividad. Es la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados.
- Relleno: Son los materiales que se encuentran dentro de la discontinuidad.
 Cuando los materiales son suaves, la masa rocosa es menos competente y cuando éstos son más duros, ésta es más competente.
- Roca intacta. Es el bloque ubicado entre las discontinuidades y podría ser representada por una muestra de mano o trozo de testigo que se utiliza para ensayos de laboratorio.
- Roca meteorizada. Es la descomposición de minerales y rocas que ocurre sobre o cerca de la superficie terrestre cuando estos materiales entran en contacto con la atmósfera, hidrósfera y la biósfera.
- Rugosidad. Es la aspereza o irregularidad de la superficie de la discontinuidad. Cuanta menor rugosidad tenga una discontinuidad, la masa rocosa será menos competente y cuanto mayor sea ésta, la masa rocosa será más competente.
- Rumbo (STRIKE). Es la orientación de la veta, estrato o manto inclinado con relación al norte magnético y se mide en un plano horizontal.
- Veta o Filon. Son pequeñas ranuras de la corteza terrestre rellenada con mineral, generalmente inclinada mayor a 30º con desarrollo regular en longitud, ancho y profundidad

 Yacimiento de Mineral. Compuesto de uno o más minerales que contiene sustancias metálicas aprovechables cualquiera que sea su tamaño o la forma que presenta el conjunto.

 Zonas de corte. Son bandas de material que pueden ser de varios metros de espesor, en donde ha ocurrido fallamiento de la roca.

 Zonificación geomecánica. Proceso de delimitación de zonas en donde la masa rocosa tiene condiciones geomecánicas similares y por lo tanto también comportamiento similar.

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

Con la evaluación Geomecánica se realizará el minado subterráneo de la Zona Marcapunta Norte en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A.

2.4.2. Hipótesis específicas

 a) Si determinamos los parámetros Geotécnicos se efectuará el minado subterráneo de Marcapunta Norte en la Sociedad Minera El Brocal S.A.A.

 Si realizamos la zonificación geomecánica se ejecutará el minado subterráneo de la Zona de Marcapunta Norte en la Sociedad Minera
 El Brocal S.A.A.

2.5. Identificación de Variables

2.5.1 Variable Independiente:

X: Evaluación Geomecánico.

2.5.2. Variable Dependiente:

Y: Minado subterráneo de la Zona Marcapunta Norte

2.6. Definición Operacional de Variables e Indicadores

Tabla 1.Operacionalización de Variables.

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE	X: Evaluación Geomecánica.	En las operaciones de explotación subterráneas se requieren efectuar la Evaluación Geomecánica, la cual permitirá determinar los parámetros de estabilidad y mediante este proceso se proporciona información útil para el diseño y dimensionamiento de la Mina. En este sentido es necesario realizar la Evaluación Geomecánica, cuyo desarrollo y resultados se muestran en el presente trabajo de investigación.	Caracterizacion Geomecanica. Parametros Geotecnicos	Tipo de roca Tiempo de Auto Soporte Zonificacion
VARIABLE DEPENDIENTE	Y: Minado subterráneo de la Zona Marcapunta Norte	Para cumplir con el objetivo mencionado, en una primera fase el estudio fue orientado al desarrollo del modelo geomecánico, con el fin de obtener la información necesaria que permita evaluar los factores principales del control de la estabilidad, y estimar los parámetros geomecánicos básicos. En una segunda fase, se integró la información del modelo geomecánico, con el fin de evaluar las condiciones de estabilidad de las excavaciones subterráneas asociadas con el minado de las zonas de estudio.	Parametros Geomecanicos	Tiempo de Auto Soporte Estabilidad Dimencionamient o.de camaras y pilares

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

Cuantitativa en función a la evaluación geomecánica para realizar el minado subterráneo de Marcapunta Norte.

- Aplicada: Fundamentalmente al minado subterráneo.
- Experimental: Análisis realizado a la Zona de Marcapunta Norte
- Documental: Información del antes y después de Marcapunta Norte.
- Campo y de laboratorio: Información in-situ y resultados de laboratorio.

3.2. Nivel de investigación

El nivel de esta investigación es Aplicativa.

3.3. Métodos de la Investigación.

Los métodos utilizados fueron:

Método deductivo: Análisis de la base datos para definir y llegar a una determinación decisiva.

Método inductivo: Conclusiones a partir de los datos in-situ y los informes de Marcapunta Norte.

3.4. Diseño de la Investigación

El diseño corresponde a la investigación cuantitativa, para identificar predisposiciones, realizar predicciones, comprobar relaciones y obtener resultados generales para el minado de Marcapunta Norte.

3.5. Población y muestra

3.5.1 Población

La Zona de Marcapunta Norte, como referencia principal.

3.5.2 Muestra

Localmente, en la Zona Norte, la roca mineralizada está directamente relacionada a la caliza, la roca del techo a la caliza y dolomía y la roca del piso a areniscas.

3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.6.1 Técnicas

Descripción de las técnicas empleadas

Recopilación de datos

Las características estructurales de las discontinuidades se establecieron mediante tratamiento estadístico de la información registrada en el mapeo geomecánico.

• Observación y caracterización.

Compatibilizar los resultados con las observaciones in-situ en la Zona Norte, en la estructura mineralizada, la calidad de la masa rocosa por lo general pertenece al dominio Mala A (DE-IVA), y la caja techo pertenece al dominio Mala B (DE-IVB).

• Búsqueda de información bibliográfica

La información obtenida por internet, fue orientado al desarrollo del modelo geomecánico, con el fin de obtener la información necesaria que permita

evaluar los factores principales del control de la estabilidad, y estimar los parámetros geomecánicos básicos.

3.6.2 Instrumentos.

Instrumentos de recolección de datos.

- Materiales

- Planos Topográficos y Geológico.
- Mapeos geomecánicos Anteriores.
- Mapeos geomecánicos Actuales.
- Minado subterráneo (Archivo de la empresa).
- Picsa, brújula, wincha, flexómetro, mapeador.
- Equipos topográficos.
- Libreta de recolección de información.

3.7. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos.

La recopilación de datos para la caracterización del macizo rocoso en la Mina Marcapunta Zonas Norte, fue realizado a partir de los mapeos geomecánicos de las paredes rocosas en las distintas labores subterráneas existentes que forman parte de los desarrollos para la futura explotación,

Los trabajos del mapeo geomecánico de las labores mineras subterráneas, fueron realizadas con una adecuada técnica, para ello utilizó el "método directo por celdas de detalle" haciendo mediciones sistemáticas en distintos tramos y cuya información recopilada fue plasmada directamente en los planos topográficos.

3.8. Tratamiento Estadístico

Las cuantificaciones tomadas en cuenta fueron: tipo de roca, tipo de sistema de discontinuidad, orientación, espaciado, persistencia, apertura, rugosidad, tipo de relleno, espesor del relleno, intemperización y presencia de

agua. Adicionalmente se registraron datos sobre la resistencia de la roca y la frecuencia de fracturamiento. Procesos en base a detalles estadísticos para su adecuada performance.

3.9. Orientación ética, filosófica y epistémica

La ética profesional, fue establecida teniendo en cuenta los valores y principios de la elaboración de una investigación tomando como base los principios éticos básicos: Respeto a las personas, Búsqueda del bien y Justicia.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Descripción del trabajo de Campo.

4.1.1. Caracterización de la masa rocosa

El objetivo La recopilación de datos para la caracterización del macizo rocoso en la Mina Marcapunta Zonas Norte, fue realizado a partir de los mapeos geomecánicos de las paredes rocosas en las distintas labores subterráneas existentes que forman parte de los desarrollos para la futura explotación, así mismo, a partir del logueo geotécnico realizado en testigos rocosos de sondajes diamantinos que cruzan la zona en evaluación. Los trabajos del mapeo geomecánico de las labores mineras subterráneas, fueron realizadas por el personal de la mina, para ello utilizó el "método directo por celdas de detalle" haciendo mediciones sistemáticas en distintos tramos y cuya información recopilada fue plasmada directamente en los planos topográficos. Para este propósito, los parámetros de observación y medición fueron adecuados a las normas sugeridas por la International Society for Rock Mechanics (ISRM), las cuales están contenidas en los formatos de registro de las mediciones efectuadas en las estaciones rocosas como se puede ver en el Anexo 1. Los parámetros tomados en cuenta fueron: tipo de roca, tipo de sistema de

discontinuidad, orientación, espaciado, persistencia, apertura, rugosidad, tipo de relleno, espesor del relleno, intemperización y presencia de agua. Adicionalmente se registraron datos sobre la resistencia de la roca y la frecuencia de fracturamiento.

4.1.2. Aspectos litológicos

Las características litológicas simplificadas de la masa rocosa de la Zona Norte son las siguientes:

Zona Norte (N): Al techo está presenta la caliza y dolomía. La caliza empaqueta el manto mineralizado, existen trazas de dolomía y limoarcilla. Finalmente, al piso se encuentra la arenisca.

4.1.3. Distribución de las discontinuidades

Para establecer las características de la distribución de discontinuidades se ha tenido como fuente los datos de orientación extraídos de los planos geomecánicos proporcionados por Brocal, conformados principalmente por fallas, diaclasas y estratificación (dirección de buzamiento y buzamiento).

Estos datos fueron procesados para conocer el arreglo estructural de la masa rocosa del área en estudio. El procesamiento se realizó mediante técnicas de proyección estereográficas, utilizando el software DIPS 6.008 de Rocscience Inc.

Para la Zona Norte se ha tenido información disponible en los Niveles 4200 y 4220, un resumen se presenta en la Tabla 2 y los estereogramas en las Ilustración 4, 5 y 6.

Tabla 2.
Sistemas de discontinuidades estructurales
(Data rescatada – Fallas, diaclasas y estratificación)

Zonas	Zonas	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3
Norte	Rumbo/Buz.	N63°W/40°NE	N70°E/47°NW	
None	Dir. Buz./Buz.	027°/40°	340°/47°	

Ilustración 4.

Diagrama estereográfico de contornos Zona N.

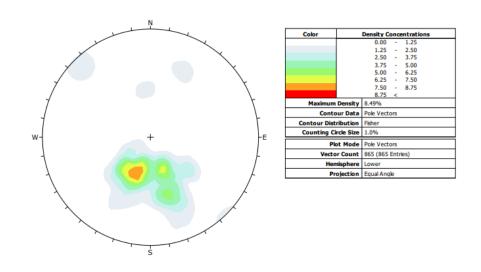
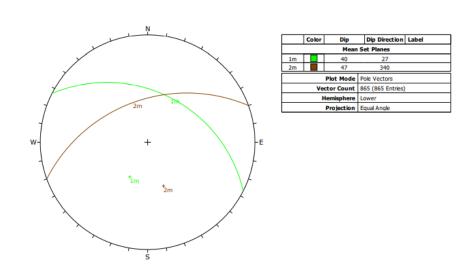
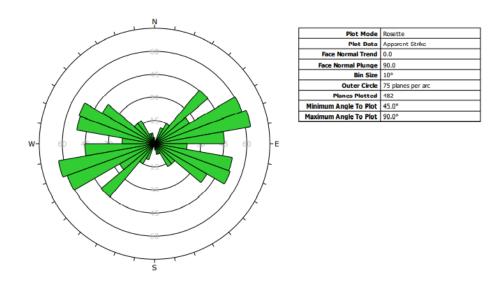


Ilustración 5.
Estereografía de planos principales Zona N.



36

llustración 6. Diagrama de roseta Zona N



De la información estructural recopilada y procesada, en la Tabla 2 y de las ilustraciones anteriores en resumen se puede mencionar lo siguiente:

- En la Zona N los sistemas principales son: el Sistema 1 con rumbo NWW y buzamiento medio al NE y el Sistema 2 con rumbo NEE y buzamiento medio al NW.

4.1.4. Aspectos estructurales

Las características estructurales de las discontinuidades se establecieron mediante tratamiento estadístico de la información registrada en el mapeo geomecánico del macizo rocoso en las labores subterráneas (ver Anexo 1), además, se ha complementado con la información del logueo geotécnico de testigos rocosos de los sondajes diamantinos elaborados como parte del presente estudio (ver Anexo 2). A partir de estos datos se ha podido resaltar las principales características estructurales generales de las discontinuidades asociadas a los cuerpos mineralizados y su entorno.

Fallas

Las fallas tienen espaciamientos por lo general mayores a 20 m, la persistencia es de decenas de metros, la apertura es de 1 a 5 mm, las superficies de las caras son lisas con ciertas ondulaciones. Estas estructuras están rellenadas con materiales de panizo, brechas, materiales oxidados y arcillas, el espesor de estos rellenos varía entre 5 y 10 cm. El área de influencia de las fallas no es significativa. Las fallas ubicadas dentro de los cuerpos mineralizados constituyen conductos a través de los cuales se producen filtraciones de agua en forma de goteos.

Estratos

Sus características estructurales generales son: espaciamiento entre 20 a 60 cm y de 6 a 20 cm, persistencia de 10 a 20 m, apertura menor a 1 mm, las paredes son ligeramente rugosas a rugosas con ciertas ondulaciones, el relleno es suave y también hay relleno duro, menor a 5 mm, con presencia de óxidos, arcillas, carbonatos y pirita. Las paredes de los estratos por lo general están ligera a moderadamente intemperizadas. Las condiciones de presencia de agua subterránea corresponden mayormente a humedad.

Diaclasas

Sus características estructurales son: espaciamiento entre 20 a 60 cm y de 6 a 20 cm, persistencia de 3 a 10 m, apertura menor a 1 mm, las paredes son ligeramente rugosas a rugosas, el relleno es suave a medianamente duro siendo menor a 5 mm con presencia de arcillas, calcita y pirita. Las superficies de las diaclasas por lo general están sanas a ligeramente alteradas, con presencia de humedad en la mayor parte, seguido de algunas superficies mojadas de modo local a consecuencia de filtraciones de agua.

4.1.5. Clasificación de la masa rocosa

Para clasificar geomecánicamente a la masa rocosa, se utilizó el criterio de clasificación geomecánica de Bieniawski (RMR – Rock Mass Rating o Valoración de la Masa Rocosa – 1989). Los valores del índice de calidad de la roca (RQD), por un lado, fueron determinados mediante el registro lineal de discontinuidades, utilizando la relación propuesta por Priest & Hudson (1986), teniendo como parámetro de entrada principal la frecuencia de fracturamiento por metro lineal, por otro lado, se utilizó la data de RQD registrada durante el logueo geotécnico de los testigos rocosos de los sondajes diamantinos.

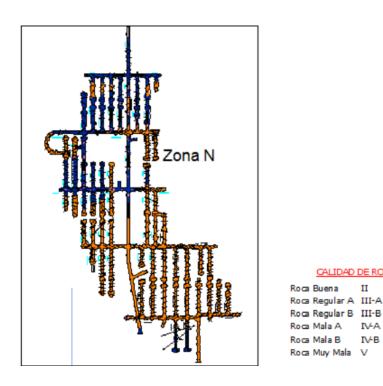
El criterio de Bieniawski (1989) modificado para esta evaluación a fin de clasificar a la masa rocosa, se presenta en el siguiente cuadro:

Tabla 3.
Criterio para la clasificación de la masa rocosa

Tipo de roca	Rango RMR	Rango Q	Calidad segúnRMR
II	> 60	> 5.92	Buena
IIIA	51 - 60	2.18 - 5.92	Regular A
IIIB	41 - 50	0.72 - 1.95	Regular B
IVA	31 - 40	0.24 - 0.64	Mala A
IVB	21 - 30	0.08 - 0.21	Mala B
V	< 21	< 0.08	Muy Mala

Las fuentes de información para clasificar a la masa rocosa de la zona Norte a evaluar han sido el mapeo geomecánico en las labores subterráneas en los distintos niveles antes mencionados los cuales fueron realizados por el personal de Geomecánica de la Mina Marcapunta y de la información del logueo geotécnico de los testigos rocosos de los sondajes diamantinos realizado para la presente evaluación con la supervisión del Departamento de Geomecánica. En la Ilustración 7 se aprecia el mapeo de las labores de la Zona Norte.

llustración 7. Zonificación geomecánica en planta de la cota 4300 de Marcapunta Norte.



Se ha observado en la clasificación que en los cuerpos mineralizados y su entorno se presentan calidades de masa rocosas que van desde Mala B (IVB) hasta calidad Buena (II), en toda la zona se observa la presencia de tramos menores con calidad Muy Mala (V) dentro de los cuerpos mineralizados, algunos de ellos se hallan asociados a contactos litológicos y presencia de fallas. En el plano de zonificación se puede observar estos aspectos.

[21 - 30] [00 - 20]

4.1.6. Zonificación geomecánica de la masa rocosa

Para la aplicación racional de los diferentes métodos de cálculo de la mecánica de rocas, es necesario que la masa rocosa bajo estudio esté dividida en áreas de características estructurales y mecánicas similares, debido a que los criterios de diseño y el análisis de los resultados, serán válidos solo dentro de masas rocosas que presenten propiedades físicas y mecánicas similares. En ese sentido, se debe establecer una zonificación geomecánica dentro de cada

área de estudio, estas zonas geomecánicas son las que conformaran los dominios estructurales.

Para elaborar la zonificación geomecánica se ha utilizado la información de todos los sondajes logueados geotécnicamente para el presente estudio, además de contar con el mapeo geomecánico de todas las labores existentes. En la Ilustración 8 se muestra la ubicación espacial de la Zona Norte, además de los sondajes utilizados para la zonificación geomecánica realizada.

Según la información procesada y del modelamiento geotécnico realizado en MineSight, se ha establecido la calidad de la zona. Se han elaborado algunas secciones de la zona donde se ha tenido información geotécnica de los sondajes, y para una visualización de los resultados de la zonificación en MineSight se han aprovechado las mismas secciones para mostrar los resultados.

En la Ilustración 9 se muestra dos ejemplos de secciones de la zonificación geomecánica en la Zona Norte. En las secciones se observa los contornos de la calidad promedio que se puede estimar en distintos sectores. El interés nuestro esta direccionado a saber la calidad en el tramo mineralizado.

Ilustración 8.
Vista esquemática MineSight de la Zona Norte en evaluación.

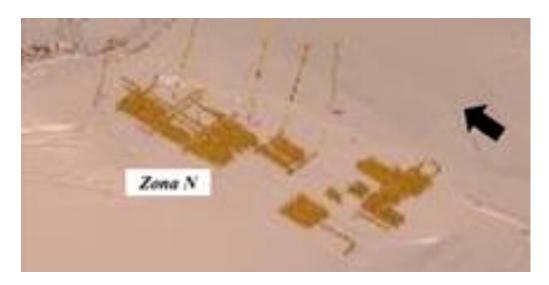
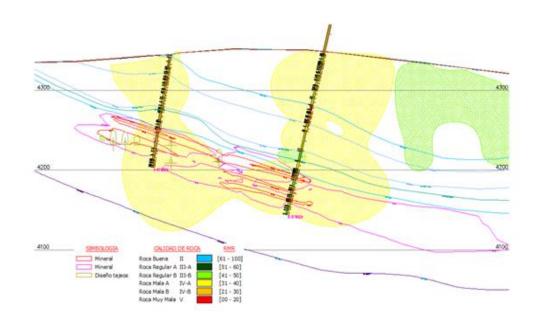


Ilustración 9.

Zonificación geomecánica transversal en la Zona N (vista mirando al N).



A partir de los planos de zonificación obtenidos podemos estimar la tendencia de la calidad RMR de la masa rocosa en las zonas mineralizadas. Revisando todas las secciones de zonificación geomecánica se ha realizado el siguiente cuadro donde se indica la calidad de la masa rocosa expresada en dominios estructurales para la Zona N.

Tabla 4.

Zonificación geomecánica y calidades de masa rocosa

Zona	Zona	Promedio RMR	Calidad RMR	Dominio Estructural
	Caja techo	25	Mala B	DE-IVB
N	Mineral	35	Mala A	DE-IVA
		Mineral	25	Mala B

A partir de este cuadro haremos algunas descripciones importantes para la zonas que nos llevaran a entender el comportamiento de la calidad de la masa rocosa.

Zona Norte (N):

En la Zona N hay una marcada diferencia de calidades, ya que según los datos en todo este sector la calidad es inferior a las otras zonas, estando el mineral entre Mala B (DE-IVB) y Mala A (DE-IVA). Según la zonificación geomecánica obtenida del modelo se observa que en promedio puede considerarse todo este sector con calidad del dominio Mala A (DE-IVA) con un promedio de RMR igual a 35. Respecto a la caja techo que se ubica en la parte superior del mineral, según la zonificación resulta en el dominio Mala B (DE-IVB), se menciona que, según la experiencia en las excavaciones existentes, la calidad en el contacto y en la caja techo es por lo general inferior respecto al mineral.

Otro aspecto importante a notar es que, al tener calidades diferentes en distintos tramos, el diseño de los tajeos puede que no mantengan una regularidad debido a los tramos de mala calidad. Esta cierta heterogeneidad de la calidad de la masa rocosa es más notoria a medida que avanzamos desde el Sur hacia el Norte.

4.1.7. Resistencia de la roca intacta

Uno de los parámetros más importantes del comportamiento mecánico de la masa rocosa, es la resistencia compresiva no confinada de la roca intacta (cc). Durante los trabajos de campo, en las estaciones geomecánicas de las labores mineras se realizaron golpes con el martillo de geólogo para estimar este parámetro, registrando los resultados directamente en los planos de zonificación. Similares procedimientos fueron realizados para la estimación de la resistencia en los testigos rocosos que fueron logueados geotécnicamente.

También durante la etapa de mapeo de campo se han realizado ensayos de rebote con el martillo Schmidt, siguiendo las normas sugeridas por la ISRM, para estimar la resistencia compresiva de la roca intacta. Los valores obtenidos

en mineral y calizas han indicado rebotes del martillo de 25 hasta 45 que representa valores de UCS de 45 hasta 155 MPa.

Para la estimación de los valores de resistencia compresiva de la roca intacta, se ha utilizado también la información de resultados de ensayos que fueron parte de estudios geomecánicos de años anteriores pertenecientes a la zona de Marcapunta, teniendo en consideración que la masa rocosa es similar. Los ensayos realizados fueron compresión uniaxial, compresión triaxial, resistencia a la tracción y ensayo de constantes elásticas. Por la importancia de conocer la resistencia dentro de la zona mineralizada, es que los ensayos fueron direccionados a este tipo de muestras de bloques de roca. A continuación, se presentan en distintos cuadros dichos resultados de los ensayos realizados.

Tabla 5.
Resultados de ensayos de compresión uniaxial

Bloque	Descripción	σ _c (MPa)
M-2	Mineral	123.83
M-3	Mineral	178.35
M-6	Mineral	79.25
M-7	Mineral	52.83

Los ensayos de compresión triaxial se realizaron además para la determinación de la constante "mi" del criterio de falla de Hoek & Brown (2002-2006) y los parámetros de resistencia al corte tales como cohesión y el ángulo de fricción, ambos para la roca intacta, además los ensayos de tracción indirecta para determinar la resistencia a la tracción y ensayos de constantes elásticas para determinar el módulo de deformación y la relación de Poisson.

Tabla 6.
Resultados de ensayos de compresión triaxial

Bloque	Descripción	σ _c (MPa)	"m _i "	Cohesión (MPa)	Angulo de Fricción (°)
M-2	Mineral	107.5	50.00	7.376	44.45
M-4	Mineral	91.6	41.56	6.252	42.86
M-5	Mineral	82.0	38.18	7.996	42.13
M-5	Mineral	99.7	14.67	5.575	33.80

Tabla 7.
Resultados de ensayos tracción indirecta

(Determinados con ensayos por método brasilero)

Bloque	Descripción	Resistencia a la tracción "σ _t " (MPa)
M-2	Mineral	10.25
M-6	Mineral	6.78

Tabla 8.
Resultados de ensayos de constantes elásticas

Bloque	Descripción	σ _c (MPa)	Módulo de Elasticidad "E" (Kg/cm²)	Constante de Poisson "y"
M-2	Mineral	152.0	574253	0.15
M-5	Mineral	126.0	673790	0.13

Finalmente, respecto a la roca intacta, también se han llevado a cabo ensayos de propiedades físicas a fin de conocer los parámetros de densidad, absorción y porosidad de las muestras de mineral. En el Cuadro 4.8 se presenta el resumen de los resultados.

Tabla 9.
Propiedades físicas de la roca intacta

Bloque	Descripción	Porosidad Aparente (%)	Absorción (%)	Densidad seca (gr/cm³)
M-3	Mineral	2.34	0.76	3.08
M-4	Mineral	1.76	0.51	3.50

45

4.1.8. Resistencia de las discontinuidades

Desde el punto de vista de la estabilidad controlada por las discontinuidades estructurales, es importante conocer las características de resistencia al corte de estas discontinuidades, ya que éstas constituyen superficies de debilidad de la masa rocosa y por tanto planos potenciales de falla. La resistencia al corte en este caso, está regida por los parámetros de fricción y cohesión del criterio de falla Mohr-Coulomb. Estos parámetros fueron obtenidos también por ensayos de corte directo en superficies de discontinuidades en laboratorio de mecánica de rocas. En el Cuadro 4.9 se presenta un resumen de los resultados.

Tabla 10.
Resultados de ensayos de corte directo

Bloque	Descripción	Cohesión (MPa)	Angulo de Fricción (°)
M-3	Mineral	0.15	42.61
M-7	Mineral	0.10	45.56

4.1.9. Resistencia de la masa rocosa

Para estimar los parámetros de resistencia de la masa rocosa, se utilizó el criterio de falla de Hoek & Brown (2002, 2007), mediante el programa RocLab de Rocscience Inc. (2013). Para ello se tomaron los valores más representativos de calidad de la masa rocosa como resultado de la zonificación geomecánica realizada, asimismo de la resistencia compresiva uniaxial y de la constante "mi" ambas de la roca intacta, descritos en el presente estudio. En el Cuadro 4.10 se presentan los parámetros de resistencia de la masa rocosa asociados al estudio.

Tabla 11.

Parámetros de resistencia de la masa rocosa

Zona	Sector	GSI	σ _ε (MPa)	γ (MN/m³)	"mi"	ть	Smr	E _{mr} MPa	Poisson "y"
	Caja techo	25	10	0.026	10	0.687	0.000240	299	0.32
N	Minaral	35	35	0.030	15	1.137	0.000436	1496	0.30
	Mineral	25	25	0.030	15	0.765	0.000133	595	0.32
	Caja techo	35	20	0.026	10	0.758	0.000436	855	0.29
SW	Minant	55	100	0.031	15	2.515	0.004714	15661	0.23
	Mineral	45	70	0.031	15	1.691	0.001436	5833	0.25
	Caja techo	35	20	0.026	10	0.758	0.000436	855	0.29
SE		55	90	0.031	15	2.515	0.004714	14095	0.24
	Mineral	45	60	0.031	15	1.691	0.001436	5000	0.26
		35	35	0.031	15	1.137	0.000436	1496	0.28

Donde:

GSI : Geological Strength Index

σc : Resistencia compresiva uniaxial de la roca intacta

γ : Densidad de la roca intacta

mi : Constante de la roca intacta

mb : Constante de la masa rocosa

s : Constante de la masa rocosa

Emr : Módulo de deformación de la masa rocosa

v : Relación de Poisson de la masa rocosa

4.1.10 Condiciones del agua subterránea

El efecto principal de la presencia del agua dentro de la masa rocosa es la presión que ejerce en las discontinuidades, disminuyendo la resistencia al corte y favoreciendo la inestabilidad, por lo que es importante evaluar las características de presencia del agua. En el área de estudio de Marcapunta Norte, en las labores existentes cercanas a las zona de evaluación, la presencia del agua subterránea no es muy significativa, lo que se ha observado durante los trabajos de campo en las labores donde se ha realizado el mapeo

geomecánico, han sido condiciones mayormente húmedas, en ciertos casos y en forma local se han observado condiciones de mojado a goteo, hasta pequeños flujos. Por estas características de presencia del agua subterránea, se espera que no haya influencia significativa sobre las condiciones de estabilidad de las excavaciones asociadas al minado. Cabe señalar que las limoarcilitas que están presentes en la caja techo favorecen al bloqueo del agua ya que constituyen materiales impermeables, los cuales impiden las filtraciones del agua hacia la zona inferior. Por otro lado, en las labores mineras de la explotación antigua de Marcapunta Norte, se observan características de presencia del agua con condiciones o características descritas en el párrafo precedente. En el estudio del EIA de Marcapunta Norte, elaborado por la empresa consultora SVS, se anticipa que el caudal máximo de agua que sería evacuado por el Socavón Smelter es de 6.69 l/s. Este socavón constituye la labor minera de drenaje de Marcapunta Norte

4.2. Presentación, Análisis e Interpretación de Resultados

4.2.1 Dimensionamiento del Minado

En este capítulo se desarrollan los "análisis de diseño" para evaluar las condiciones de estabilidad de las excavaciones asociadas al minado, integrando toda la información desarrollada durante las investigaciones básicas y considerando la geometría de las excavaciones. Los análisis de estabilidad involucraron la investigación de los posibles mecanismos de falla de la masa rocosa circundante a las excavaciones, tomando en cuenta la geometría de estas últimas, el arreglo estructural de la masa rocosa, las características de resistencia de la misma y la influencia de los esfuerzos.

4.2.2 Direcciones preferenciales de avance de las excavaciones

direcciones preferenciales en las cuales debe ser alineado el avance de las excavaciones, para lograr mejores condiciones de estabilidad de las mismas.

Las condiciones más favorables para la estabilidad ocurren cuando se avanzan las excavaciones en forma perpendicular a las estructuras principales; de manera contraria, las condiciones más desfavorables para la estabilidad ocurren cuando se avanzan las excavaciones en forma paralela a las estructuras principales. De acuerdo con el arreglo estructural que presenta la masa rocosa en las tres zonas en evaluación, la dirección preferencial de avance para las excavaciones es en la dirección NS o viceversa. Actualmente todos los tajeos están alineados con esta dirección y este hecho es favorable para la estabilidad de los tajeos. Por otro lado, es necesario acotar que la dirección menos favorable para la estabilidad de las excavaciones es cuando se avanza en la dirección EW ya que los principales sistemas de discontinuidades tienen rumbo con esta dirección.

4.2.3 Aberturas máximas de las excavaciones y sostenimiento

Para propósitos de esta evaluación, las excavaciones han sido divididas en tres categorías: excavaciones permanentes, excavaciones temporales y tajeos.

Excavaciones permanentes

Estas incluyen, por ejemplo: rampas, galerías de nivel, talleres de mantenimiento, estaciones de bombeo, comedores, polvorines, etc. En lo posible estas excavaciones deben ser orientadas según las direcciones preferenciales de avance mencionadas en el acápite anterior (4.2.2). Para tales orientaciones, se mejorará la velocidad de excavación y se disminuirán los requerimientos de sostenimiento, en general las condiciones de estabilidad de las excavaciones serán mejores.

Según los resultados de la clasificación de la masa rocosa y de la zonificación geomecánica del yacimiento, las excavaciones permanentes deben

ubicarse en la roca caliza por presentar mejor calidad respecto a los tramos estériles de dolomías o vulcanoclastos.

Si consideramos el criterio dado en el Cuadro 4.2 para clasificar a la masa rocosa del yacimiento, podemos establecer las siguientes aberturas máximas para las excavaciones permanentes considerando diferentes rangos de valores RMR.

Tabla 12.

Aberturas máximas de las excavaciones permanentes

Dominio	Rango RMR	Promedio RMR	Abertura máxima (m)
DE-II	> 60	65	8.1
DE-IIIA	51 - 60	55	5.2
DE-IIIB	41 - 50	45	3.3
DE-IVA	31 – 40	35	2.1

Las aberturas máximas mostradas en la Tabla 12 corresponden a excavaciones sin sostenimiento sistemático, es decir, por ejemplo, en el caso de una roca del DE-IIIA RMR 55, aberturas de 5.2 m o menores necesitarán solo sostenimiento esporádico según lo requiera la roca localmente. Esto puede ser verificado en la Ilustración 10, para Q = 3.39 (RMR ≈ 55) y ESR = 1.6. El sostenimiento esporádico sería efectuado con pernos de roca tipo varilla corrugada o barra helicoidal, cementado o con resina de 7 a 8 pies de longitud y malla metálica de ser requerida. Cuando las excavaciones permanentes sean de mayor tamaño a las nombradas, en estas deberá instalarse un sostenimiento también permanente, que sea resistente a la corrosión y que sea capaz de soportar cargas adicionales debidas a los cambios de las condiciones de esfuerzos a lo largo de la vida de la mina. Para la aplicación del sostenimiento también se debe tomar en cuenta la formación de cuñas en el techo y paredes.

Cabe señalar que, en la minería subterránea del país, las labores mineras permanentes más comunes son aquellas que tienen entre 4 y 5 m de

abertura máxima (rampas y galerías de nivel), según esto, para el caso de la Zona Norte, de la Mina Marcapunta, en la Tabla 13 se presenta el sostenimiento recomendado para labores de avance permanentes en función de la calidad de la masa rocosa.

Ilustración 10.

Guía para el sostenimiento de excavaciones permanentes (Según

Grimstad y Barton, 1993)

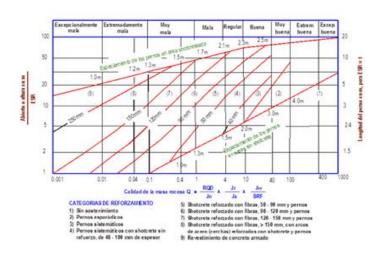


Tabla 13.
Sostenimiento para labores de avance permanentes

Dominio	Rango RMR	Sostenimiento No requiere sostenimiento sistemático, sino solo esporádico						
DE-II	> 60							
DE-IIIA	51 - 60	No requiere sostenimiento sistemático, sino solo esporádico						
DE-IIIB	41 – 50	Pernos sistemáticos de 7 pies longitud, espaciados cada 1.5 m. Malla metálica de ser requerida. Alternativamente una capa de shotcrete de 2" de espesor.						
DE-IVA	31 – 40	Pernos sistemáticos de 7 pies longitud, espaciado cada 1.0 m + malla metálica + 2" a 3"de shotcrete.						
DE-IVB	21 – 30	Pernos sistemáticos de 7 pies longitud, espaciado cada 1.0 m + malla metálica + shotcrete 4" a 5". Alternativamente, cimbras tipo 6W20 espaciadas cada 1.5 m, previamente una capa de shotcrete reforzado de 2" a 3" de espesor.						
DE-V	< 21	Cimbras tipo 6W20 espaciadas cada 1.0 m, previamente una capa de shotcrete reforzado de 3" de espesor como preventivo. Avanzar el frente con spilling bar de fierro corrugado de 1" diámetro y/o de ser necesario avanzar con marchavantes.						

En este caso, los pernos de roca recomendados deben ser de tipo varilla corrugada o barra helicoidal de 7 pies de longitud, cementado o con resina (cuando haya presencia del agua). Para excavaciones de mayor o menor

tamaño a lo mencionado, habrá necesidad de realizar nuevas estimaciones del sostenimiento, para ello entre otros es recomendable utilizar la guía de sostenimiento de la Ilustración 10.

El análisis hasta aquí presentado es válido solo si están ausentes las formaciones de cuñas en los techos y paredes de las excavaciones. Por tanto, hay necesidad de complementar este análisis con la evaluación de la estabilidad estructuralmente controlada que se presenta más adelante.

Excavaciones temporales

Estas incluyen las labores de avance asociadas al minado en los tajeos, como galerías y cruceros de acceso a los tajeos en roca estéril o en mineral, que son excavaciones temporales del tipo de ingreso de personal dentro de las mismas, de tamaño suficientemente pequeño para permitir realizar un buen desatado periódico o reforzarla adicionalmente.

Similar a lo señalado para las labores permanentes, en el caso de las labores temporales, considerando el criterio dado en la Tabla 3 para clasificar a la masa rocosa del yacimiento, podemos establecer las siguientes aberturas máximas para las excavaciones temporales considerando diferentes rangos de valores RMR.

Tabla 14.

Aberturas máximas de las excavaciones temporales

Dominio	Rango RMR	Promedio RMR	Abertura máxima (m)		
DE-II	> 60	65	24.5		
DE-IIIA	51 - 60	55	15.5		
DE-IIIB	41 – 50	45	10.0		
DE-IVA	31 – 40	35	6.5		

Para el caso de la Zona Norte, la mayor cantidad de labores temporales son los subniveles, los cuales tienen dimensiones de 4 m x 4 m y que están

alineados NS. En el siguiente cuadro se presentan los estimados para el sostenimiento de estas labores temporales.

Tabla 15.
Sostenimiento para labores de avance temporales

Dominio	Rango RMR	Sostenimiento
DE-II	> 60	No requiere sostenimiento sistemático, sino solo esporádico
DE-IIIA	51 - 60	No requiere sostenimiento sistemático, sino solo esporádico
DE-IIIB	41 – 50	Pernos sistemáticos de 7 pies longitud, espaciados cada 1.5 m. Utilizar malla metálica de ser requerida. Alternativamente aplicar 2" de shotcrete reforzado con fibras de acero.
DE-IVA	31 – 40	Pernos sistemáticos de 7 pies longitud, espaciados cada 1.5 m + shotcrete de 2" de espesor. Utilizar malla metálica de ser requerida.
DE-IVB	21 – 30	Pernos sistemáticos de 7 pies longitud, espaciados cada 1.2 m + malla metálica + shotcrete 3" a 4" de espesor.

Para el caso de labores temporales, el sostenimiento recomendado es válido para anchos de excavaciones de alrededor de 4.5 m. Los pernos de roca a utilizarse en este caso deben ser del tipo split sets de 7 pies de longitud y en terrenos malos como DE-IVA y DE-IVB es recomendable el uso de los pernos tipo hydrabolts. En estos terrenos también es recomendable utilizar shotcrete reforzado con fibras de acero, si fuera este el caso ya no se usaría malla metálica. Para excavaciones de mayor o menor tamaño que el mencionado se deberá realizar nuevos estimados del sostenimiento.

Tajeos

Para estimar las dimensiones de los tajeos, utilizamos aquí el Método Gráfico de Estabilidad (MGE), tal como aparece en la publicación de Hoek, Kaiser y Bawden (1995) – Ref. 11. Este método fue desarrollado por Potvin (1988), Potvin y Milne (1992) y Nickson (1992), siguiendo los trabajos iniciados por Mathews et. al. (1981).

La versión actual del método, basado en el análisis de más de 350 casos históricos recolectados de minas subterráneas canadienses, toma en cuenta los

principales factores de influencia del diseño de tajeos. Información sobre la estructura y resistencia de la masa rocosa, los esfuerzos alrededor de la excavación, y el tamaño, forma y orientación de la excavación, es utilizada para determinar si el tajeo será estable sin sostenimiento, o con sostenimiento, o inestable aún con sostenimiento. El método también es adecuado para el dimensionamiento del sostenimiento con cablebolt asociado principalmente a métodos de minado masivos como el tajeo por subniveles con taladros largos.

En forma resumida, el procedimiento de diseño aplicando este método está basado en el cálculo de dos factores: N' y S. El primero es el número de estabilidad modificado y representa la habilidad del macizo rocoso para permanecer estable bajo una condición de esfuerzo dado. El segundo es el factor de forma o radio hidráulico que toma en cuenta el tamaño y forma del tajeo (ver Figura 5.2).

El número de estabilidad N' se define como: N' = Q' x A x B x C

Donde:

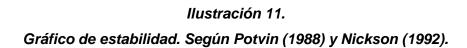
Q' es el Indice de Calidad Tunelera Q modificado

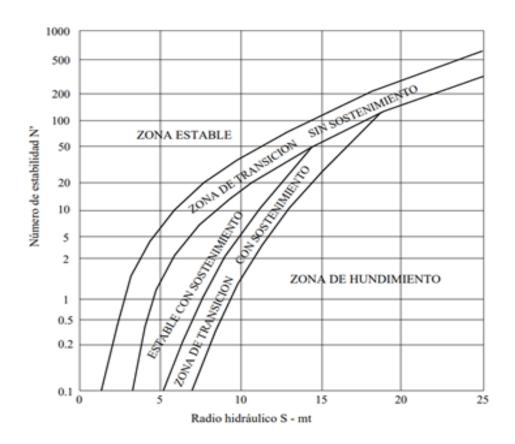
A es el factor de esfuerzo en la roca

B es el factor de ajuste por orientación de las juntas

C es el factor de ajuste gravitacional

El factor de forma o radio hidráulico S, para la superficie del tajeo bajo consideración, se obtiene dividiendo el "área de la superficie analizada" entre el "perímetro de la superficie analizada". La superficie analizada puede ser el techo, la caja techo, la caja piso o las paredes laterales del tajeo o cámara.





Usando los valores del número de estabilidad N', y el radio hidráulico S, se puede estimar las dimensiones del tajeo, para determinadas condiciones de estabilidad, a partir del "gráfico de estabilidad". Para todo esto se ha utilizado el software STOPESOFT desarrollado por Graeme Fitz (1999).

Para el caso de la mina Marcapunta, se tiene definido el método de minado: cámaras y pilares. En tal sentido, el análisis bajo esta metodología está orientado a estimar la estabilidad de las paredes de los tajeos y del techo.

La altura actual de los tajeos es por general 24 m y los anchos de los tajeos es de 8 y 10 m. Para estas dimensiones se analizarán su estabilidad, así mismo, en el techo complementándose los análisis para anchos de 12, 15 y 18 m y en el caso de las paredes, se complementará en análisis para 20, 28, 30 y 40 m de altura. Para todas estas dimensiones se evalúan varias longitudes de

tajeos y sus resultados son ploteados en el Gráfico de Estabilidad Modificado, a fin de observar si el diseño cae en la región "Estable Sin Sostenimiento - ESS", o en la región "Estable con Sostenimiento Opcional - ESO" o "Estable Con Sostenimiento Obligado - ECS", o en la región de "Hundimiento". Introduciendo los datos de las variables geomecánicas descritas y desarrolladas en el capítulo anterior, además de las configuraciones geométricas señaladas, se han obtenido resultados para cada zona los cuales son mostrados en el siguiente Tabla.

Tabla 16.

Dimensionamiento de tajeos - Longitud (m)

Zona	Condic.	Ancho de tajeos						Altura de tajeos				
	estabilid.	8 m	10 m	12 m	13 m	15 m	18 m	20 m	24 m	28 m	30 m	40 m
	Calidad DE-IVA											
Norte	ESS	8	7	6	-	5	-	14	13	12	- 11	-
(N)	ESO	40	30	20	-	15	-	30	25	22	20	-
	ECS	80	55	32	-	23	-	45	36	30	26	-

Notas: ESS = Estable Sin Sostenimiento; ESO = Estable Sostenimiento Opcional; ECS = Estable Con Sostenimiento Obligado (sr) significa sin restricción de longitud en la superficie analizada para dicha condición de estabilidad.

Cabe señalar que los valores que se dan en el Tabla 16 corresponden a las dimensiones máximas recomendadas para los tajeos abiertos en la modalidad de "no ingreso del personal".

Como se podrá observar, este análisis permite apreciar la estabilidad de los tajeos abiertos para distintas alternativas de dimensiones de los mismos, herramienta esta que es de mucha ayuda en el planeamiento y diseño del minado.

En los resultados de este análisis, un factor importante que define en gran medida los resultados de mayor o menor longitud es el aspecto estructural. Las menores longitudes se obtienen cuando hay la presencia de un sistema

subparalelo a la cara que se analiza, en este caso se debe notar que, si existe un sistema sub horizontal para ver la influencia en el techo, y un sistema subvertical con rumbo NS para ver la influencia en las paredes de los tajeos.

Según los resultados obtenidos con la utilización del MGE enseguida se hacen algunos comentarios relevantes para la Zona Norte.

Zona Norte (N)

Para el caso de esta zona, según los estereogramas se tienen dos sistemas con buzamiento moderado que elevan el número de estabilidad (N') en el techo y en consecuencia favorecen a obtener mayor longitud de tajeos. En esta misma zona, para el caso de las paredes de los tajeos o cámaras, los sistemas principales aparecen casi perpendiculares a las paredes lo que permite también elevar el N' y tener mayores longitudes de tajeos.

Para esta zona, hay que tener presente que estos resultados, principalmente en el techo son optimistas, en la práctica puede que se presente un sistema de bajo buzamiento, lo que haría que para la estabilización del techo se requiera obligatoriamente sostenimiento.

Finalmente, cabe señalar que las autoridades de fiscalización minera piden a Brocal información sobre el tiempo de autosostenimiento de los tajeos abiertos. En estos casos no funciona el grafico de autosostenimiento (abierto máximo versus tiempo) de Bieniawski (1989) por ejemplo, que es aplicable generalmente a labores de avance como túneles, galerías, cruceros etc.

En el caso de tajeos de gran tamaño como es el minado por cámaras y pilares de Marcapunta, el concepto del Método Gráfico de Estabilidad está basado en la estructura y resistencia de la masa rocosa, los esfuerzos alrededor de la excavación, y el tamaño, forma y orientación de la excavación, y es utilizado para determinar si el tajeo será estable sin sostenimiento, o con

sostenimiento, o inestable aún con sostenimiento y todo es en la modalidad de no ingreso del personal dentro del tajeo. El concepto es la estabilidad.

Las discontinuidades estructurales como fallas, diaclasas, estratos y otros, constituyen planos de debilidad que al interceptarse podrían formar cuñas o bloques rocosos en el techo y/o paredes de la excavación, presentando libertad para descolgarse, rotar o deslizar. Por tanto, la estabilidad de las excavaciones rocosas estará condicionada por la presencia de estas cuñas o bloques, a esto es lo que se llama "estabilidad estructuralmente controlada".

Adicionalmente se ha considerado una labor de avance de 5 m de ancho y 4 m de altura para el caso de los análisis de los desarrollos que incluyen cruceros, subniveles y otros. También se ha analizado la estabilidad bajo este criterio en los tajeos de 8 m de ancho y 24 m de altura.

La confiabilidad de los análisis bajo esta modalidad está condicionada a los resultados obtenidos de los sistemas de discontinuidades, que son resultados de la información estructural recopilada de los planos geológicos de la mina. Para el caso de la Zona N donde la masa rocosa es mayormente del dominio DE-IVA no es relevante el análisis estructuralmente controlado, en este caso la estabilidad de la masa rocosa está condicionada por la resistencia de la masa rocosa. Además, en esta zona se presentan solo dos sistemas de discontinuidades que no forman cuñas. Si bien no aparecen otros sistemas en cada zona, esto no significa que localmente pueden presentarse discontinuidades aleatorias que podría comprometer la estabilidad localmente. En tal sentido, la inspección visual durante la operación por parte de los operadores y supervisores de mina debe ser llevada continuamente y tomar las medidas correctivas de ser necesarias para minimizar o mitigar inestabilidades inesperadas.

4.3. Prueba de Hipótesis

Las variables Independiente y dependiente, que fue concluyente y mediante las cuales se realizan la prueba, comprobación y aceptación de la hipótesis por medio de la realización de la Evaluación Geomecánica para el minado subterráneo de la Zona Marcapunta Norte – Sociedad Minera El Brocal S.A.A.

- ▶ H0: Evaluación Geomecánico de la Zona Marcapunta Norte
- H1: Minado subterráneo de la Zona Marcapunta Norte

4.4. Discusión de Resultados

4.4.1 Diseño convencional de cámaras y pilares corridos

En base Para este análisis es importante determinar la estabilidad de los pilares los cuales son los que mantendrán la estabilidad de los tajeos (cámaras) una vez que se encuentren vacíos. El método convencional de diseño de cámaras y pilares consiste en determinar dos parámetros críticos para los pilares, siendo uno de ellos los esfuerzos actuantes sobre los pilares y por otro lado la resistencia que ofrecen éstos.

La comparación de los esfuerzos actuantes y las resistencias disponibles, dan un factor denominado factor de seguridad. Este factor es la relación resistencia/esfuerzo, el cual deberá ser siempre mayor que la unidad para tener pilares estables, es decir, la resistencia de los pilares deberá ser siempre mayor que el esfuerzo actuante.

Para la estimación del esfuerzo actuante en el pilar, se ha utilizado el concepto de "teoría del área tributaria", muy comúnmente usado en este tipo de estudios, lo cual depende de la geometría del pilar (ancho y altura), así como del ancho de las cámaras. Además, en este concepto interviene la carga litostática de la masa rocosa que depende del peso específico de la roca y de la profundidad a la que se encuentra la excavación (Ref. 2). Para la estimación de

la resistencia de los pilares, se ha utilizado el criterio de Lunder y Pakalnis (1997) tal como están expuestas en la Ref. 2 y 4. En base a una gran data de observaciones de comportamientos de pilares en minas canadienses en roca dura, estos autores propusieron un método de estimar la resistencia de los pilares integrando los resultados de la teoría del área tributaria y de un análisis de elementos de borde, lo cual define una fórmula de confinamiento en el pilar, que concilia las expresiones altamente empíricas de resistencia de los pilares con aquellas derivadas de principios más rigurosos, basados en criterios convencionales de resistencia de la roca y el estado de esfuerzos y confinamiento que se desarrollan en un pilar.

Según el criterio de Lunder y Pakalnis, la resistencia del pilar depende directamente de su tamaño y forma, y principalmente de la resistencia de la roca intacta (UCS) siendo este parámetro el más importante que define si el pilar será más robusto o viceversa.

Con los criterios señalados, se ha elaborado una hoja de cálculo con la cual se han analizado diferentes alternativas de dimensiones de cámaras y pilares. Primeramente, se ha analizado los diseños propuestos que se vienen ejecutando actualmente (ver Tabla 17). Seguidamente se han analizado otras alternativas de diseño donde se considera incrementar el ancho de los pilares para analizar posteriormente las variaciones en las dimensiones de las cámaras. La posibilidad de disminuir el ancho de los pilares es inviable ya que las dimensiones actuales propuestas son las mínimas.

A partir de la Tabla 17, se hacen algunos comentarios para los diseños actuales.

Zona Norte (N)

Esta zona presenta menor calidad de masa rocosa, menor resistencia de la roca intacta y menores profundidades de excavaciones respecto a las otras

zonas en evaluación. El presentar menor calidad y resistencia significa diseños conservadores de cámaras y pilares y el presentar menor profundidad significa mejorar el diseño de cámaras y pilares respecto a sus dimensiones.

Para profundidades de 100 y 120 m y UCS de 30 a 35 m los diseños actuales de pilares de 8 m y cámaras de 8 m son adecuados, no siendo recomendable aquí dar mayores dimensiones a las cámaras y pilares. Para profundidades mayores (150 m) lo recomendable sería establecer pilares de 9 m de ancho mínimo y cámaras de 8 m.

Tabla 17.

Dimensiones iniciales de cámaras y pilares corridos

		Dimens	ionamient	o de cám	aras y pi	lares (F	ILARES C	ORRIDOS)		
Ancho	Ancho	Altura	Profundid.	Peso	Esfuerzo en	Calidad	Resist. de	Resistencia	FOR	Porcent.
pilar	cámara	pilar	a superf.	específico	pilar corrido	mrocosa	roca intact.	del Pilar	FOS	Recuper.
Wp (m)	Wc (m)	H (m)	Zv	ρ (MN/m ³⁾	σ₂(Mpa)	RMR	oc (Mpa)	S	S/do	R
Zona No	rte (N)									
8.0	8.0	24.0	100	0.027	5.40		35	10.48	1.94	50
8.0	8.0	24.0	120	0.027	6.48		35	10.48	1.62	50
8.0	8.0	24.0	150	0.027	8.10		35	10.48	1.29	50
8.0	8.0	24.0	100	0.027	5.40		30	8.98	1.66	50
8.0	8.0	24.0	120	0.027	6.48		30	8.98	1.39	50
8.0	8.0	24.0	150	0.027	8.10		30	8.98	1.11	50
8.0	8.0	24.0	100	0.027	5.40		40	11.98	2.22	50
8.0	8.0	24.0	120	0.027	6.48		40	11.98	1.85	50
8.0	8.0	24.0	150	0.027	8.10		40	11.98	1.48	50

Si bien es cierto que en el caso de las cámaras y pilares de la Zona Norte (N) no hay mucho margen para ampliar el ancho de las cámaras, sin embargo, si se puede variar hacia arriba el ancho del pilar, lo que se lograría en este caso es el aumento del factor de seguridad y por ende la mejora en las condiciones de estabilidad tanto de las cámaras como de los pilares.

Cabe indicar que el análisis ha sido realizado considerando que los techos de las cámaras estarán ya sea en mineral o en caliza, no se ha considerado en ningún momento que los techos de las cámaras estén en roca estéril como la marga ya que sus condiciones geomecánicas son inferiores, por

lo que es importante dejar escudos de mineral en el techo para evitar que estas rocas conformen el techo de las cámaras.

4.4.2 Análisis de alternativas de nuevos diseños de cámaras y pilares corridos

Luego de los análisis realizados en el acápite anterior, se ha realizado diversos análisis considerando varias opciones de ancho de pilares y cámaras, así como distintas alturas de tajeos de 24, 30 y 40 m. Actualmente la altura del minado por lo general es de 24 m.

En la Tabla 18, se ha obtenido los datos de dimensiones que más se podrían ajustar a las condiciones geomecánicas de la masa rocosa de la mina.

Tabla 18.

Alternativas de dimensiones de cámaras y pilares corridos

			Dimens:	ionamient	o de cám	aras y pi	lares (PILARES O	ORRIDOS)		
Altura	Ancho	Ancho	Altura	Profundid.	Peso	Esfuerzo en	Calidad	Resist. de	Resistencia	FOS	Porcent.
de tajeo	pilar	cámara	pilar	a superf.	especifico	pilar corrido	mrocosa	roca intact.	del Pilar	103	Recuper.
	Wp (m)	Wc (m)	H (m)	Zv	ρ (MN/m ³⁾	σ _P (Mpa)	RMR	σc (Mpa)	S	S/oc	R
	Zona No	rte (N)									
	8.0	9.0	24.0	120	0.027	6.89		35	10.48	1.52	53
24 m	8.0	6.0	24.0	150	0.027	7.09		35	10.48	1.48	43
	10.0	11.0	24.0	120	0.027	6.80		35	10.59	1.56	52
	10.0	7.5	24.0	150	0.027	7.09		35	10.59	1.49	43

Como se podrá observar, los resultados son muy sensibles a la resistencia compresiva de la roca intacta y a la profundidad del minado. Desde que en este estudio no ha habido una campaña sistemática de determinación de la resistencia compresiva uniaxial (UCS) de la roca intacta, es recomendable que Brocal realice esta campaña con miras a mejorar esta data y por tanto tener mayor confiabilidad en el diseño de cámaras y pilares.

Según la Tabla 18, se pueden hacer los siguientes comentarios:

Zona Norte (N)

Según la profundidad del minado, los resultados indican que para pilares de 8 m se podría incrementar las cámaras a 9 m para una profundidad de 120

m. Cuando la profundidad aumenta hasta 150 m, para pilares de 8 m, las cámaras deben tener 6 m. Para pilares de 10 m, las cámaras pueden ser de 11 y 7.5 m para las profundidades de 120 y 150 m.

Si bien, mediante este tipo de análisis los resultados indican que se puede aumentar las cámaras aumentando previamente los pilares, en la práctica este hecho no es recomendable ya que podría haber complicaciones de inestabilidad en los techos de las cámaras. En ese sentido, actualmente se está realizando el minado con 8 m de pilar y cámaras de 8 m, se debe continuar con estas dimensiones teniendo en cuenta la profundidad del minado. Cabe señalar que en las características de calidad de la masa rocosa presente en esta zona (DE-IVA), los cablebolts no funcionarían bien para aumentar el ancho de cámara, por lo que es recomendable no intentar aumentar esta dimensión.

Para analizar la estabilidad controlada por los esfuerzos se han realizado modelamientos numéricos esfuerzo/deformación utilizando el software PHASE2 de Rocscience (2004). Estos modelamientos han estado dirigidos a evaluar las condiciones de estabilidad local y global de las cámaras y pilares que estarían asociadas al minado según la zona de minado.

Los modelamientos se realizaron en distintas situaciones o alternativas de esquemas de cámaras y pilares (variando los anchos de las cámaras y pilares), asimismo variando la profundidad de las excavaciones asociadas al minado (profundidad del minado) y considerando además la calidad de la masa rocosa.

Los principales resultados de dichos modelamientos numéricos realizados son presentados en el Anexo 6 de este informe, estos resultados han indicado lo siguiente:

Zona Norte (N)

En la zona Norte, debida a la mala calidad de la masa rocosa, los resultados del análisis esfuerzo/deformación no dan resultados consistentes, por lo que se ha obviado la presentación de los resultados.

Finalmente, en relación con la influencia del agua subterránea sobre las condiciones de estabilidad, se han analizado condiciones secas, condiciones de 50 % de saturación y condiciones de saturación al 100 %. Los resultados han indicado que, a mayor presencia de agua subterránea en la masa rocosa de las excavaciones involucradas con el minado, su influencia es más adversa en las condiciones de estabilidad. En rocas de menor calidad esta influencia es mayor. Lo contrario también se cumple, por ello será necesario adoptar medidas de drenaje cuando haya presencia significativa de agua subterránea asociada al minado.

4.4.3 Dimensiones recomendadas para las cámaras y pilares

Luego de realizar los distintos análisis, queda por resumir las alternativas de los anchos de los pilares y las cámaras que deben emplearse en el minado de mina Marcapunta Norte. Para ello, se ha cruzado información de los resultados que se han obtenido a partir del MGE, del diseño convencional de cámaras y pilares y del análisis esfuerzo deformación, complementariamente también se incluye lo obtenido con los análisis de estabilidad estructuralmente controlada. A partir de todos los resultados obtenidos se ha elaborado la siguiente Tabla:

Tabla 19.

Alternativas de dimensiones de cámaras y pilares corridos (Altura 24 m)

	Desfund	Lon	gitud de taj	eo sin cabl	ebolt	Long	gitud de tajo	eo con cable	ebolt
Calidad	Profund. minado	Ancho de pilar	Ancho de cámara	Altura de tajeo	Longitud sin cable	Ancho de pilar	Ancho de cámara	Altura de tajeo	Longitud con cable
Zona N									
DE-IVA	120 m	8	8	24	25	-	-	-	-
DE-IVA	150 m	8	7	24	25	-	-	-	-

En la Tabla 19, se indican las dimensiones de las cámaras y de los pilares según la profundidad a la que se encontrará el minado, para la altura actual de tajeos de 24 m.

4.4.4 Requerimientos de relleno de tajeos

El uso de relleno detrítico favorece a la estabilidad de las cámaras y pilares, por lo tanto, utilizando este tipo de relleno puede ser posible ampliar el ancho de las cámaras y reducir el ancho de los pilares. La desventaja es que sería muy difícil recuperar los pilares de mineral. En caso de utilizar algún tipo de relleno cementado, sí sería factible recuperar los pilares de mineral.

Un aspecto muy importante que señalar es que el minado en mina Marcapunta Norte, viene avanzando en muchos casos dejando cámaras vacías sin ningún tipo de relleno, esto por un lado no permite la recuperación de los pilares de mineral dejados (tajeos secundarios) y, por otro lado, los pilares verticales y horizontales que quedan están conformando una estructura rocosa que en algún momento podría colapsar. Una falla local podría provocar el efecto dominó y extenderse hacia un colapso mayor. Este es un aspecto muy importante a tenerlo en cuenta, siendo altamente recomendable implementar al más breve plazo algún sistema de relleno de preferencia cementado.

4.4.5 Aspectos complementarios al diseño de cámaras y pilares Pilares puentes

Otro aspecto para tener en cuenta durante la etapa de minado es el dimensionamiento de los pilares puente que deben dejarse para la explotación de los tajeos a minar debajo de los tajeos explotados. Para ellos se ha realizado análisis de esfuerzo deformación con la finalidad de estimar el espesor de estos puentes.

A partir de los resultados de los análisis que son mostrados en el Anexo 6, se concluye que para la masa rocosa del dominio DE-IIIA, en los casos donde

las cámaras tienen 10 y 13 m de ancho, los espesores de los pilares puente deben tener por lo menos 10 m de espesor, este hecho ocurre para la profundidad de 250 y 340 m.

Para el caso del dominio DE-IIIB, en las cámaras de 10 m, el espesor mínimo del pilar puente debe ser de 10 m y para las cámaras de 13 m, el pilar puente debe tener 12 m o más. Los resultados son similares para las profundidades de 250 y 340 m.

Cuando los anchos de las cámaras sean mayores, habrá necesidad de incrementar el espesor de los pilares puente, lo que implica la menor recuperación del mineral, en ese sentido es recomendable realizar cámaras de menor ancho para que los pilares puente no sean tan gruesos.

Para los análisis solo se ha considerado la alternativa de realizar un minado debajo del minado ya explotado. Si se pretende dejar abierto los tajeos y continuar con el minado de un tercer tajeo debajo de los anteriores, las condiciones de estabilidad global se hacen más complicadas y se requeriría realizar ajustes a los modelos ya que las condiciones cambiarían por los abiertos. Esta situación no es recomendable ya que se podría inestabilizar globalmente la mina pudiendo ocurrir derrumbes en cadena que perjudicaría a la seguridad y producción. Para ello hay la necesidad de realizar el relleno de los tajeos, esto favorecerá además la recuperación de los pilares dejados. Este procedimiento debe realizarse en el corto plazo.

El pilar puente que debe quedar en la parte superior del yacimiento en el contacto con la roca de la caja techo deberá tener dimensiones similares a los pilares puente comunes.

Pilares se separación de tajeos

Estos pilares son los que separan a los tajeos (cámaras) según la longitud asignada al tajeo. El ancho de estos pilares debe ser similar al ancho

de los pilares comunes según el tipo de roca y el diseño de las cámaras y pilares. La distancia entre estos pilares de separación de tajeos ha sido establecida en base a los resultados obtenidos con el Método Gráfico de Estabilidad. La longitud que debería tener el tajeo deberá ser igual a la distancia de separación de los pilares. Un estimado más riguroso podría ser determinado mediante un análisis en 3D de esfuerzo / deformación, pero esto toma tiempo y costo para su realización. Mientras no se lleve a cabo estos análisis hay que seguir la recomendación que se da.

Pilares barrera

En casos donde los mantos mineralizados tengan significativa extensión horizontal es recomendable dejar pilares estabilizantes. Utilizando el criterio Bullock (1982) (Ref.: 10) para estimar el arco de presión máximo W (W = 0.15H + 18.3) en función de la profundidad H del minado, resultando W aproximadamente 70 m. Es decir, cada 70 m se debe dejarse un pilar estabilizante corrido (o denominado también pilar de barrera) de por lo menos el doble de ancho de los pilares comunes. Estos pilares contribuirán a la estabilidad global del área de minado.

Secuencia de avance del minado

En el minado horizontal, la secuencia de avance recomendable es entrar hacia la parte central del manto mineralizado y avanzar el minado por cámaras y pilares hacia los bordes, de tal manera que siempre se estará avanzando hacia áreas sólidas con mejores condiciones de estabilidad y seguridad.

En el minado vertical, a fin de mantener condiciones de estabilidad global satisfactorias es recomendable que el minado comience en la parte superior del manto mineralizado y continúe sucesivamente hacia la parte inferior.

Cuando se encuentren tramos pequeños de masa rocosa de mala calidad, como del dominio DE-IVB será preferible dejarlo in-situ, antes de causar posibles problemas de inestabilidad.

CONCLUSIONES

- Regionalmente en el área de estudio se presenta una secuencia de rocas sedimentarias, siendo las más antiguas las limoarcilitas del Grupo Mitu. Sobre estas están las rocas del Miembro Shuco de la Fm. Pocobamba conformadas por arenas, tobas y limoarcilitas (secuencia detrítica fina) y brechas (secuencia conglomerádica). Sobreyaciendo se encuentran las rocas de la Fm. Calera, constituidas por una secuencia mixta: carbonatada, detrítica y piroclástica, en la que se intercalan calizas, margas y dolomías, con horizontes limoarcilíticos, además de rocas tobáceas de fracciones gruesas a finas; esta formación tiene tres miembros: Superior, Medio e Inferior, estando relacionada la mineralización de Marcapunta Norte.
- Localmente, en la Zona Norte, la roca mineralizada está directamente relacionada a la caliza, la roca del techo a la caliza y dolomía y la roca del piso a areniscas. En la Zona SW, la roca mineralizada está relacionada a conglomerado y vulcanoclasto, al techo están presentes la dacita y caliza y al piso se encuentran areniscas. En la Zona SE, las características litológicas son similares a la Zona SW con la diferencia que al piso se presentan intrusiones de dacita.
- Los resultados de la clasificación geomecánica de la masa rocosa, efectuada utilizando el criterio de Bieniawski (1989), han indicado que en los cuerpos mineralizados y su entorno se presentan calidades de masa rocosa en un amplio rango de variación, que van desde Mala B (IVB) hasta calidad Buena (II), estando las Zonas SW y SE con mejor calidad respecto a la Zona N. En todas las zonas se observa la presencia de tramos menores con calidad Muy Mala (V) dentro de los cuerpos mineralizados, algunos de ellos se hallan asociados a contactos litológicos y presencia de fallas.

 Considerando la rapidez y efectividad del Shotcrete vía húmeda, como un instrumento fundamental en el sostenimiento de labores, se considera al shotcrete como elemento importante para el control de caída de rocas y sostenimiento preventivo para las labores de desarrollo y producción.

RECOMENDACIONES

- Cabe recomendar que todos los análisis realizados han considerado que los techos de las cámaras estarán ya sea en mineral o en caliza, no se ha considerado en ningún momento que los techos de las cámaras estén en roca estéril como la marga ya que sus condiciones geomecánicas son inferiores, por lo que es importante dejar escudos de mineral en el techo para evitar que estas rocas conformen el techo de las cámaras.
- Un aspecto muy importante que señalar es que el minado en mina Marcapunta viene avanzando en muchos casos dejando cámaras vacías sin ningún tipo de relleno, esto por un lado no permite la recuperación de los pilares de mineral dejados (tajeos secundarios) y, por otro lado, los pilares verticales y horizontales que quedan están conformado una estructura rocosa que en algún momento podrían colapsar. Una falla local podría provocar el efecto dominó y extenderse hacia un colapso generalizado. Este es un aspecto muy importante que tenerlo en cuenta, siendo altamente recomendable implementar al más breve plazo algún sistema de relleno de preferencia cementado.
- Los resultados del diseño de cámaras y pilares son muy sensibles a la resistencia compresiva de la roca intacta y a la profundidad del minado. Desde que en este estudio no ha habido una campaña sistemática de determinación de la resistencia compresiva uniaxial (UCS) de la roca intacta, es recomendable que Brocal realice esta campaña con miras a mejorar esta data y por tanto tener mayor confiabilidad en el diseño de cámaras y pilares.
- Es importante que durante la operación minera se realice el monitoreo mediante inspecciones visuales ya también instrumental del rendimiento de la masa rocosa

en las cámaras y pilares, a fin de tomar las medidas correctivas de ser necesarias para minimizar o mitigar inestabilidades inesperadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍCAS

- Brady B.H.G. & Brown E.T. "Rock Mechanics for Underground Mining" George Allen & Unwin London 1985.
- Brown E.T. "Rock Caracterization Testing and Monitoring" ISRM Suggested Methods –

 Commission on Testing Methods, International Society for Rock Mechanics –

 1981.
- Brown E.T. "Master's Program in Mining Geomechanics Module 04 Underground Mining Geomechanics" Facultad de Ingeniería, Universidad de los Andes, Santiago de Chile. 2007.
- Córdova D. "Aspectos de Resistencia del Relleno Cementado de Mina Juanita".

 Publicación de la XIX Convención de Ingenieros de Minas Tacna 1988.
- DCR Ingenieros S.R.Ltda. "Evaluación Geomecánica del Minado Subterráneo de Marcapunta Norte y Sur" Informe Técnico preparado para Sociedad Minera El Brocal S.A.A. Febrero 2017.
- DCR Ingenieros S.R.Ltda. "Estudio Geomecánico Integral del Minado de Mina

 Marcapunta Norte Evaluación Geomecánica de la Zona de Brechas y

 Alternativas de Métodos de Minado". Informe Técnico preparado para Sociedad

 Minera El Brocal S.A.A. Noviembre 2011.
- DCR Ingenieros S.R.Ltda. "Estudio Geomecánico Integral del Minado de Mina

 Marcapunta Norte Etapa I Recuperación de Pilares Corridos y Evaluación

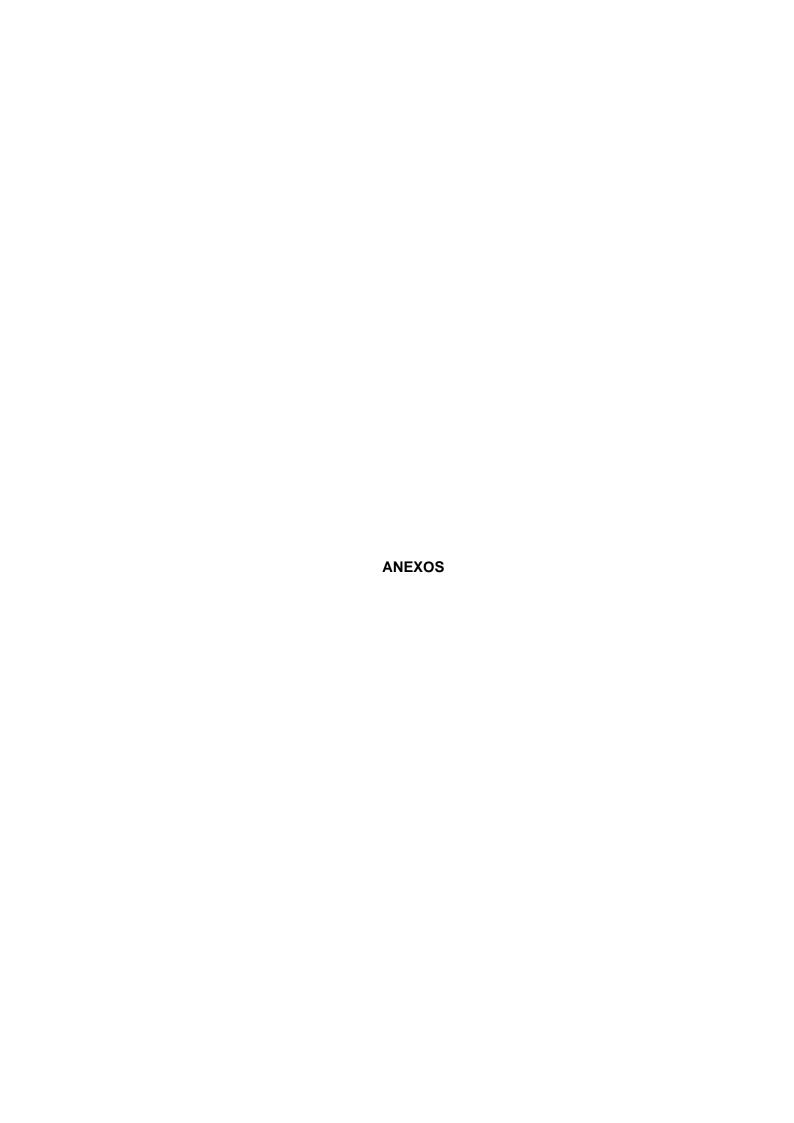
 Geotécnica del Relleno" Informe Técnico preparado para Sociedad Minera El

 Brocal S.A.A. Febrero 2011.
- DCR Ingenieros S.R.Ltda. "Estudio Geomecánico para el Minado de Marcapunta Norte

 Proyecto Reinicio de la Explotación de la Mina Marcapunta Norte Unidad

- Colquijirca" Informe Técnico preparado para Sociedad Minera El Brocal S.A.A. Setiembre 2008.
- Heidbach O. et.al. "World Stress Map" 2009 2nd edition, based on the WSM database release 2008. Helmholtz Centre Potsdam GFZ German Research Centre for Geosciences.
- Hoek E., Kaiser P., Bawden W. "Support of Underground Excavations in Hard Rock"

 A.A. Balkema 1995.
- Hoek E. "Practical rock engineering" Rocscience, 2002.
- Hustrulid W.A. and Bullock R.L. "Underground Mining Methods: Fundamentals and International Case Studies" SME 2001. SOCIEDAD MINERA EL BROCAL S.A.A. Setiembre 2, 2017 Evaluación Geomecánica del Minado Subterráneo de Marcapunta N, SW y SE DCR Ingenieros S.R.Ltda. Página 57
- Lulea University of Technology "MassMin 2008" 5th International Conference & Exhibition on Mass Mining. Lulea, Sweden. 9-11 June 2008.
- Society for Mining, Metallurgy and Exploration, Inc. "MINEFILL 2001". Proceedings of the 7TH International Symposium on Mining with Backfill. NY-USA 2001.
- Sociedad Minera El Brocal S.A.A. "Información Geológica Geomecánica Proporcionada por el personal de los Departamentos de Geología, Geomecánica y Planeamiento" Febrero 2017.



Anexo 1 – Instrumentos de recolección de datos. Mapeo Geomecánico de Labores Subterráneas (Proporcionadas por Brocal)

-	7	EL BRO	2641					١,	ORMATO DE	MAREO	EOME	CANIC	POP	CELDAS		POR		JUAN JO	SE OLIVE	KA U.
3	50	ociedad Minera E	Brocal S.A.A.	AR	EA DE	GEOME	CANICA		OKMATO DE	. IIIAFEO G				OLLUAG		FECHA		1	/11/2016	
								UBICACIÓN:			GL 15	560 S Nv.4	032			HOJA	k.		1	
N" de	Celda	ORIENTACIÓN DI Az.	Buzamiento:	+	Desde:	TRAMO	Hasta :	-			VAL	ORACIÓ	N DEL N	MACIZO ROCOS	O (R. M.	l. R.)				
_	_	257	buzamiento:	-	Desde.	_	nasta :							RANGO DE VAL	OPES					
			DE ROCA:			ERECHE	NCIA / FRACTURA	PARÁM	ETROS -					VALOR ESTIN					-	Valoración
	Α.		B		%	4	Fracturas/ml.	R. COMPRE. U	MAYIAI (MP)	> 250	(15) X	100 - 250	(12)			25 - 50	(4)	45 (2) 45 (1) 1	mm I 4	17
-	RECHA SILIS		Vulcanoclast		20%	- "	24	RQD		90-100		75 - 90	(17)		-	25 - 50	_	<25		8
TIPO		ORIENTACIÓN	Vuicanociasi		.ENO		24	ESPACIAMI		12		06-2	(15)	_		0.06-0.2	(8)	40.06	(3) 2 (5) 3	
STRU	Buzamient		ESPACIAMIENTO	Tipo	Espesor	co	MENTARIOS		ERSISTENCIA	vim long		1-3 m long.	-	X 3-10 m.	-	10 - 20	(1)	120	(D) 4A	2
D	65	230		про	Espesor	_		-l	APERTURA	Cerrada	_	-0.1 mm		X 0.1 - 1.0 mm	-	1 - 5 mm	(1)	>5 mm	(c) 4B	4
D	80	170				ł		CONDICIÓN	RUGOSIDAD	May Rugosa	-	_	-	X Lig. Rugosa		Line	_	Espejo de falla	(0) 4C	
D	69	245				ł		DE JUNTAS	RELLENO	Limpia	(6)	Rugosa Duro «Smm	_	X Duo Hugosa	1.79	Suare (Smm	(1)	Super-Sonn	(0) 4C (0) 4D	3
-	- 09	240				ł		I ⊢	ALTERACIÓN	Sana	(6)	Lio, Afterada	(5)	_		Muy Afterada	(2)		(0) 4E	3
						ł		AGUA SUBT		Seco	(15) X	Lig. Afterada Hümeda	(10)		(7)	Coto	(4)	Descompuesta	(i) 4E (ii) 5	10
							ATADA EN BRECHAS	AGUA 308	EFFOREA	1400	fiel X	- Comments	(14)			AL DWD DA		luma de valorac	1.0	58
							AZADA EN BRECHAS AS DE RESISTENCIA	Ajuste por Orienta	cion Estructures	May Favorable C		Favorable	6.25	Moderada (-			_	Desfavorable ($\overline{}$	-10
						MEDIA A ALT	A, FRACTURAMIENTO	Ajuste por Oriena	ccion Estructuras	Muy Pavorable (2	i)	Parchabi	(-2)	Moderata (-				TOTAL RMR AJ	100	48
							AD, CONDICION DE IMEDO A GOTEO.					1 ACC DC	MACCINO	ROCOSO			VALUR	TOTAL RIBER AU	USTADO	40
						AUUNIN	MEDO A GOTEO.	RMR	100 - 81	90	- 61	60 - 5		50 - 41	40 - 3		30 - 21	1	┥	3 - Regular I
						ł		DESCRIPCIÓN			uena	III A - Reg	_	III B - Regular B	IVA-Mai		8 - Maia B	< 20 V Muy Mai	_	s - Regular i
				$\overline{}$				DESCRIPCION	1 May overs		ruena	III A - Heg	JISF A	iii b - Negular b	TY/N-man	17.0	D - Marie D	V Muy Ma		
						1		INDICACIÓN O	OMECÁNICA:									Snan-	$\overline{}$	
								INDICACIÓN GI		it Set 7', @ = 1	1.50 m. De	forma elet	ematica d	eede la gradiente. I	RESPETAJ	R PILARES I	DE 6.0m	Span:	9 m	
RADO			RESISTENGIAS			O RESIST.			idada + Pemce Spi	it Set 7', @ = 1				eede la gradiente. E						
RADO			RESISTENÇIAS CIÓN DE CAMPO			O RESIST.	Clza	Malla Electroso VIACIÓN DE TIPO	idada + Pernoe Spi UE NUGA Caliza	it Set 7", @ = 1					IMIENTO, TIE		O SOPORTE			
RADO R1	Deleznable o	IDENTIFICAC con golpes firmes con la punt	CIÓN DE CAMPO	lesconcha con	COM	IP. AXIAL		Malla Electroso VIACIÓN DE TIPO	idada + Pemce Spi	Q.AUPERODIA	CRUZINO DE	O.ASPICACIÓ	N GEOMECI		IMMENTO, THE	EMPOS DE AUTO	O SOPORTE	TY SPAM DE EXPOSIO	Town	
RADO R1	Deleznable o una cuchilla	IDENTIFICAC e con golpes firmes con la punt a	CIÓN DE CAMPO a de martillo de gediogo se o		COM		Ciza Ciza Min Mar Lar	Malla Electrosc VIAGIÓN DE 19PO Caliza Margi	idada + Pernoe Spi UE NUGA Caliza Mineralizada Limoarcilita		I			ANCA, TIPOS DE SOSTEN UNIONOS DE AURAGE PORMAS NICODE	THOSE OF	EMPOS DE AUTO IX SOSTUMBIENTO 1 LIMONOS	0 SOPORTE	TY SPAM DE EXPOSIC	odw	carpucate
R1	Deleznable o una cuchilla Se desconch	DENTIFICAC e con golpes firmes con la punt a cha con dificultad con cuchilla.	CIÓN DE CAMPO a de martillo de gediogo se o		COM	1 - 5.	Ciza Ciza Min Mar Lar Bx	Malla Electrosc VIAGIÓN DE 19PO Caliza Margi	idada + Pernoe Spi UE NUGA Caliza Mineralizada	GASPERIOSA V TIPO SE	CRUZINO DE	O.ASPICACIÓ	N GEOMECI	NICA, TIPOS DE SOSTEN	THOSE OF	EMPOS DE AUTO IX SOLICIAMIENTO I LIBORCI	0 SOPORTE	TY SPAAN DE EXPOSIC	now new or a	EXPENSION
	Deleznable o una cuchilla Se desconch	IDENTIFICAC e con golpes firmes con la punt a	CIÓN DE CAMPO a de martillo de gediogo se o		COM	IP. AXIAL	Ciza Ciza Min Mar Lar	Maila Electrosc VIAGIÓN DE TIPO Caliza Margi	idada + Pernoe Spi UE NUGA Caliza Mineralizada Limoarcilita	GASPERIOSA V TIPO SE	CRUZINO DE	O.ASPICACIÓ	N GEOMECI	ANCA, TIPOS DE SOSTEN UNIONOS DE AURAGE PORMAS NICODE	TIPOS DI	EMPOS DE AUTO IX SOSTUMBIENTO 1 LIMONOS	D SOPORTE	TY SPAM DE EXPOSIC	Tickeo i Auro Soroni	COPPUSORA (re)
R1	Deleznable o una cuchilla Se desconch firme del ma	DENTIFICAC e con golpes firmes con la punt a cha con dificultad con cuchilla.	ción DE CAMPO a de martillo de geólogo se o Marcas poco profundas en l	a roca con gol	COM	1 - 5.	Ciza Ciza Min Mar Lar Bx Cgl	Malla Electrosc VIACIÓN DE 18PO Caliza Margo Cor	idada + Pemoe Spi UE NUGA Caliza Mineralizada Lumoarcilita Brecha glomerado	GASPERIOSA V TIPO SE	ONJONE DE ROCK	DOOL WAY	HORE TO	ANCA, TIPOS DE SOSTEM UNIONOS DE SOSTEM MESONO ANTONIA SER O 1 ANTONIO DO CAMBRIO DO CAMBRIO DE SOSTEMA DE	THE STATE OF THE S	EMPOS DE AUTO DISCOMPISSO DE AUTO DISCOMPISSO DE AUTO SEDION 1 4 50 m 1	D SOPORTE	TANDONELLS SECOND SE	Tepano i sonomi	K (M)
R1 R2 R3	Deleznable c una cuchilla Se desconch firme del ma No se raya n	DENTIFICAC e con golpes firmes con la punti a cha con dificultad con cuchilla. harillo (de punta) ni desconcha con cuchillo. La	ción DE CAMPO a de martillo de gediogo se o Marcas poco profundas en li muestra se rompe con golpe	a roca con gol	pe stillo 2	1 - 5. 5 - 25	Ciza Ciza Min Mar Lar Bx Cgl	Maila Electrosc VIAGIÓN DE TIPO Caliza Margi	idada + Pernos Spi UE HOGA Celiza Mineralizada Limoarcilita Brecha glomerado ESTRUCTURAS	GASPERIOSA V TIPO SE	Causano del ROCA	Dept. West	N GROMECI	UNICA, TIPOS DE SOSTEN UNICACIDO ANANCE PORMA SEEDON 4.50 m + 4.50 m * 4.00 m + 4	THE STATE OF THE S	EMPOS DE AUTO DE SOSTIMATION DE L'AUTO DESCRIPTION DE SOSTIMATION DE L'AUTO SESSION DE SOSTIMATION DE SOSTIM	D SOPORTE I	TUNDONLES SEEDING STORY OF THE SEEDING STORY OF TH	TIGNETO I AUTO SOFTONIA	K (M)
R1 R2 R3	Deleznable c una cuchilla Se desconch firme del ma No se raya n La muestra s	IDENTIFICAC e con golpes firmes con la punt a cha con dificultad con cuchilla. narillo (de punta)	CIÓN DE CAMPO a de martillo de geólogo se o Marcas poco profundas en li muestra se rompe con golpe e del martillo	a roca con gol	com	P. AXIAL 1 - 5. 5 - 25	Ciza Ciza Min Mar Lar Bx Cgi ABREVIACK D Dia	Mails Electrosc VIACIÓN DE 18PU Caliza Margi Cor ON DEL TIPO DE Idiasa I I	idada - Pemos Spi UE NUGA Caliza Mineralizada Limoardilita Brecha glomerado ESTRUCTURAS	GASPERIOSA V TIPO SE	Causano del ROCA	Dept. West	N GROMECI	NACA, TIPOS DE SOSTEM JARONES DE AVANES PORMA MESON ASTRONOS DE AVANES PORMA DE SOSTEMBRE AVANES DE SOSTEMBRE	THE OLD DE CONTROL DE	EMPOS DE AUTO DE SOCIOLAMICE DE 1 LABORES SOCIOLAMICE DE 1 SOC	O SOPORTE TRICOS TRICOS O C. AVERNO. TO A Mile	TOMPORALES SECOND SE	TIGORY TIGORY SOFTORM AT TIGORY TIG	LIMPOSOD (M)
R1 R2 R3	Deleznable cuna cuchilla Se desconch firme del mar No se raya ni La muestra s Se requiere v	DENTIFICAC con golpes firmes con la punta a cha con dificultad con cuchilla. natillo (de punta) ni desconcha con cuchillo. La a se rompe con mas de un golp	CÓN DE CAMPO a de martillo de geólogo se o Marcas poco profundas en li muestra se rompe con golpe e del martillo romper la muestra	a roca con gol	COM tillo 2 54 10	1 - 5. 5 - 25 5 - 50 0 - 100	Ciza Min Mar Lar Bx Cgl ABREVIACK D Dia Fa Fi	Mails Electrosc VIACIÓN DE 18PU Caliza Margi Cor ON DEL TIPO DE ciasa I	idada - Pemos Spi UE NUGA Caliza Mineralizada Limoardilita Brecha glomerado ESTRUCTURAS	GASPERIOSA V TIPO SE	Osurbeiro del Biologia Magnituriro Barria	None Team	MONE OF	NAICA, TUPOS DE SOSTEM UN NORCE DE « NAIGE PERMAN MEDION A SOM » 4 ASOM » 4 ASOM » 4 The codes records an explana Som a della records a companion Som a della r	THE OLD DE CONTROL DE	EMPOS DE AUTO LIGITARISMO DE LA CONTRA DEL CONTRA DE LA CONTRA DEL CONTRA DEL CONTRA DE LA CONTR	O SOPORTE TRICOS TRICOS O C. AVERNO. TO A Mile	TOMPORALES SECON SECO	TIGORY TIGORY SOFTORM AT TIGORY TIG	LIMPOSOD (M)
R1 R2 R3 R4 R5	Deleznable cuna cuchilla Se desconch firme del mar No se raya ni La muestra s Se requiere v	IDENTIFICAM e con golpes firmes con la punta a cha con dificultad con cuchilla. nartillo (de punta) ni desconcha con cuchillo. La s se rompe con mas de un golp e varios golpes de martillo para	CÓN DE CAMPO a de martillo de geólogo se o Marcas poco profundas en li muestra se rompe con golpe e del martillo romper la muestra	a roca con gol	COM tillo 2 54 10	1 - 5. 5 - 25 5 - 50 0 - 100 0 - 250	Ciza Min Mar Lar Bx Cgl ABREVIACK D Das Fa	Malla Electrosc VIACIÓN DE 18PU Caliza Margi Cor ON DEL TIPO DE 1 clasa I alia V	idada - Pemos Spi UE NUGA Caliza Mineralizada Limoardilita Brecha glomerado ESTRUCTURAS	GASPERIOSA V TIPO SE	Osurbeiro del Biologia Magnituriro Barria	None Team	MONE OF	NACA, TIPOS DE SOSTEM JARONES DE AVANES PORMA MESON ASTRONOS DE AVANES PORMA DE SOSTEMBRE AVANES DE SOSTEMBRE	THEOLOGY	EMPOS DE AUTO LIBORIO SEEDÓN 1 A 20 de 1 4 20 de 1 A 20 de 1 4 20 de	D SOPORTE: (Proble OF AVENCE TO OF AVENCE	TY SPAM DE EXPOSIC NAMIGNALIS SECON SON IN A SECON SON SON IN A SECON SON SON SON SON SON SON SON SON SON S	TOURN TOURN TO THE SERVICE SER	i moreone
R1 R2 R3 R4 R5 R6	Deleznable cuna cuchilla Se desconch firme del ma No se raya ni La muestra s Se requiere v Solo se romp	IDENTIFICAM e con golpes firmes con la punta a cha con dificultad con cuchilla. nartillo (de punta) ni desconcha con cuchillo. La s se rompe con mas de un golp e varios golpes de martillo para	DÓN DE CAMPO a de martillo de geólogo se o Marcas poco profundas en li muestra se rompe con golpe e del martillo romper la muestra n el martillo	a roca con gol	COM tillo 2 54 10	1 - 5. 5 - 25 5 - 50 0 - 100 0 - 250	Ciza Min Mar Lar Bx Cgl ABREVIACK D Dia Fa F, Cor	Malla Electrosci VIACIÓN DE I IPU Caliza Margi Cor ON DEL TIPO DE I classa I alla I v ntacto	idada - Pernos Spi DE HUGA Caliza Mineralizada Limoarcilita Brecha glomerado ESTRUCTURAS Estrato e Venilla	GASPERIOSA V TIPO SE	Counter the Mook American Amer	0.ASPICADO Repor 1869/ 101-11 61-11	NORTH TO	ANCA, TIPOS DE SOSTEM VARIONO DE AVANCE PERMINA MISTORIA A MISTORIA A SERVI A PAREZA DE CARROLITACIONE DE PERMINA ANTICAMBRE DE PERMINA DE PERMINA ANTICAMBRE DE PERMINA DE PERMINA ANTICAMBRE DE PERMINA DE PERMINA ENTRE DE PERMINA DE PERMINA DE PERMINA PERMINA DE PERMINA DE PERMINA DE PERMINA DE PERMINA PERMINA DE PERMINA DE PERMI	1940 D 19	EMPOS DE AUTO RESOURCE SECONO SECONO	D SOPORTE: IPHODE I DE RIVEROL TE I D	TUSPAM DE EXPOSICI (LAMORALE) SECON LAMORALES SECON LAMORALES	TONO TONO TONO TONO TONO TONO TONO TONO	i iii
R1 R2 R3 R4 R5 R6	Deleznable cuna cuchilla Se desconch firme del mar No se raya ni La muestra s Se requiere v	IDENTIFICAM e con golpes firmes con la punta a cha con dificultad con cuchilla. nartillo (de punta) ni desconcha con cuchillo. La s se rompe con mas de un golp e varios golpes de martillo para	CÓN DE CAMPO a de martillo de geólogo se o Marcas poco profundas en li muestra se rompe con golpe e del martillo romper la muestra	a roca con gol	COM tillo 2 54 10	1 - 5. 5 - 25 5 - 50 0 - 100 0 - 250	Ciza Min Ciza Min Mar Lar Bx Cgi ABREVIACK D Dia Fa Fi Ct Con	Malla Electrosc VIACIÓN DE 18PU Caliza Margi Cor ON DEL TIPO DE 1 clasa I alia V	idada - Pernos Spi UE NUGA Caliza Mineralizada Limoarcilita Birecha giomerado ESTRUCTURAS i Estrato e Venilla	CASPENDON V TIPO M	Countries SE ROCK May have a Rock	Below West	MONEY OF	ANCA, TIPOS DE SOSTEM MEDIDO A MANO E CALAMO E PORMA MEDIDO A MANO E CALAMO E PORMA DE CALAMO D	1940 DA THE THE STATE OF THE ST	EMPOS DE AUTO MEDITAMINO	D SOPORTE TENDOS TENDOS DE ANIMACE TE A SELECT TO A SUPERIOR TENDOS TO A SUPERIOR T	TANAMAN DE EXPONICA TANAMAN DE EXPONICA LOBO IN A MARIO LOBO LOBO IN A MARIO LOBO LOB	SON SIGNAD I SIGNAD	i iii
R1 R2 R3 R4 R5 R6	Deleznable cuna cuchilla Se desconch firme del ma No se raya ni La muestra s Se requiere v Solo se romp	iDENTIFICAM e con golpes firmes con la punt. a cha con difficultad con cuchilla. hartillo (de punta) ni desconcha con cuchillo. La a se rompe con mas de un golp e varios golpes de martillo para mpe esquirlas de la muestra co	ción DE CAMPO a de martillo de geólogo se o Marcas poco profundas en li muestra se rompe con golpe e del martillo romper la muestra n el martillo ÍNDICE DE ALTERAG DESCRIPCIÓN	a roca con gol firme del mar	COM 500 2 500 2 500 3	P. AXIAL 1 - 5. 5 - 25 5 - 50 0 - 100 0 - 250 > 250	Ciza Ciza Min Mar Lar Bx Cgl ABREVIACK D Dia Fa F, Ct Con ABREVIA Cx Are Are	Malla Electrosci VIACIÓN DE 18PU Caliza Margi Cor ON DEL TIPO DE cidasa It alia Viación DEL TIPO DE cido Proción Proción Proción Proción DEL TIPO DE cido Proción DEL TI	idada - Pernos Spi UE NUGA Casiza Mineralizada Limoardilita Brecha glomerado ESTRUCTURAS E Estrato E Venilla E Prita E I Imos	CASPENDON V TIPO M	Counter the Mook American Amer	0.ASPICADO Repor 1869/ 101-11 61-11	NORTH TO	ANCA, TIPOS DE SOSTEM MADONI DE ANMOS PORMA MADONI DE ANMOS PORMA MADONI DE ANMOS PORMA DE CONTROLLEMO DE COMPANIO DE LA COMPANIO DEL COMPANIO DE LA COMPANIO DEL COMPANIO DE LA COMPANIO DEL COMPANIO DE LA COMPANIO DE LA COMPANIO DE LA COMPANIO DEL CO	1000 D 10	EMPOS DE AUTO MEDITAMINO	D SOPORTE TENDOS TENDOS DOLANTACO TO A MILITA DOLANTACO A MILITA DOLANTACO TO A MILITA DOLANTACO A	TAMPORALES SANDON A ASSOCIATION OF THE SANDON A	TIGHTO I STATE STA	COMPAND OF THE PROPERTY OF THE
R1 R2 R3 R4 R5 GR/	Deleznable cuna cuchilla Se desconch firme del ma No se raya ni La muestra s Se requiere v Solo se romp	iDENTIFICAC e con golpes firmes con la punti a cha con difficultad con cuchilla. Ini desconcha con cuchillo. La a se rompe con mas de un golp e varios golpes de martillo para mpe esquirlas de la muestra co	ción DE CAMPO a de martillo de geólogo se o Marcas poco profundas en li muestra se rompe con golpe e del martillo romper la muestra n el martillo ÍNDICE DE ALTERAG DESCRIPCIÓN	a roca con gol firme del mar	COM 500 2 500 2 500 3	P. AXIAL 1 - 5. 5 - 25 5 - 50 0 - 100 0 - 250 > 250	Ciza Min Mar Lar Bx Cgl ABREVIACK D Dia Fa F, Ct Con ABREVIA ABREVIA Ct Con Ct Con	Malla Electrosci VIACIÓN DE I IPU Coniza Margi Cor ON DEL TIPO DE I classa I alla IV ntacto CIÓN DEL TIPO C ACIÓN DEL TIPO C ACI	idada - Pernos Spi UE NUGA Casiza Mineralizada Limoardilita Brecha glomerado ESTRUCTURAS E Estrato E Venilla E Prita E I Imos	CASPENDON V TIPO M	Countries DE Moral May have a May have a Magazian A Magazian A Magazian B Magazian B	(LASPICACIÓ (Major), "Bare" (M-4) (M-4) (M-4) (M-4)	N GROMEC! NOTE: 107 107 107 107 107 107 107 107 107 107	ANCA, TIPOS DE SOSTEM ANCAS DE SANCE PORMA ANCAS DE SANCE PORMA ANCAS DE SANCE PORMA BERGON ANCAS DE SANCE BERGON MINISTER BERGON MINIST	TOTAL DE LA SELLA	EMPOS DE AUTO SE SOSTIMAMENTO D' L'AUTO MODESTA DE L'AUTO MODESTA D	D SOPORTE TPHODS OF AVENUE TO THE CONTROL TO THE	TUMPARALIS TUMPAR	TODAY TODAY TODAY AUTO SOFTOR TOTAY TOT	COMPAND OF THE PROPERTY OF THE
R1 R2 R3 R4 R5 GR/	Deleznable c una cuchilla Se desconch firme del ma No se raya ni La muestra s Solo se romp	iDENTIFICAM e con golpes firmes con la punt. a cha con difficultad con cuchilla. hartillo (de punta) ni desconcha con cuchillo. La a se rompe con mas de un golp e varios golpes de martillo para mpe esquirlas de la muestra co	Marcas poco profundas en li Marcas poco profundas en li muestra se rompe con golpe e del martillo romper la muestra n el martillo INDICE DE ALTERAC DESCRIPCIÓN material rocoso. Quizás lig- del material rocoso y superf	a roca con gol firme del mar BÖN decoloración s	COM Sillo 2 Sillo 3 Solution in the second in the secon	P. AXIAL. 1 - 5. 5 - 25 0 - 100 0 - 250 > 250 es de	Ciza Min Mar Lar Bx Cgl ABREVIACK D Dia Fa F, Ct Con ABREVIA ABREVIA Ct Con Ct Con	Malla Electrosci VIACIÓN DE 18PU Caliza Margi Cor ON DEL TIPO DE cidasa It alia Viación DEL TIPO DE cido Proción Proción Proción Proción DEL TIPO DE cido Proción DEL TI	idada - Pernos Spi UE NUGA Casiza Mineralizada Limoardilita Brecha glomerado ESTRUCTURAS E Estrato E Venilla E Prita E I Imos	CASPENDON V TIPO M	Countries de Marco de	(LASPICACIÓ (Major), "Bare" (M-4) (M-4) (M-4) (M-4)	N GROMEC! NOTE: 107 107 107 107 107 107 107 107 107 107	ANCA, TIPOS DE SOSTEM ANOME DE ANAME PORME BERGON A.M. A. SE DE CONTROL DE CONTROL DE SOSTEMBRE DE CONTROL D	### 100 O O O O O O O O O O O O O O O O O O	EMPOS DE AUTO LUCIOSE LUCIOS	D SUPPLIES TO SUPP	I V SPAME DE EXPOSACI V SPAME DE EXPOSACI LORIZA 4 ARRIVA LORIZA LORIZA 4 ARRIVA LORIZA L	TIGNATO DE LA COLLEGA DE LA CO	Community (see
R1 R2 R5 R6 R. L. S./	Deleznable c una cuchilla Se desconch firme del ma No se raya ni La muestra s Se requiere v Solo se romp NO Ning disconse La de extra extra Menerala Menerala Mene	iDENTIFICAM con golpes firmes con la punt. a cha con difficultad con cuchilla. carillio (de punta) ni desconcha con cuchillo. La s se rompe con mas de un golp e varios golpes de martillo para mpe esquirlas de la muestra co ingún signo de alteración en el scontinuidades principales i decoloración indica alteración remedamente es más debilo que nos de la mitad del mat. rocor denos de la mitad del mat. rocor	Marcas poco profundas en li muestra se rompe con golpe e del martillo indice DE ALTERAG DESCRIPCIÓN material rocoso. Quizás lig. del material rocoso. Quizás lig. del material rocoso. Suizás lig. del material rocoso y superfie en su condición sana o esta descomp. y/o desirte	in roca con golp firme del mar IÓN decoloración s de disc. El m grado a un sun sun sun sun sun sun sun sun sun	COM Sillo 2 Sillo 2 Sobre superfici	IP. AXIAL. 1 - 5. 5 - 25 5 - 50 0 - 100 0 - 250 > 250 > 250 es de	Ciza	Malla Electrosci VIACIÓN DE I IPU Caliza Margi Cor ON DEL TIPO DE l diasa It alla V ntacto LCIÓN DEL TIPO E nido P nido P nido S ACIÓN DEL ESPA ACIÓN DEL ESPA	idada - Pernos Spi UE NUGA Caliza Mineralizada Limoarcilita Birecha i Estrato e Venila E RELLENO y Pirita n I imos ii Silice	CASPENDON V TIPO M	Granten de Mock Mary Barris Angelor A Region E Patris A	01-01 01-01 01-01 01-01 41-01 41-01	NOTE: 100 PM 100 PM	ANCA, TIPOS DE SOSTEM ANCAS DE SOSTEMA SECONO ALBORIO SE ALMANO PODRA ALBORIO SE ALMANO PODRA ALBORIO SE ALMANO PODRA DO SARRO SERVICIO SE ALMANO SERVICIO, L L L S S S S S	### 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	EMPOS DE AUTO MODES M	D SOPORTE TO STATE OF THE PROPERTY OF THE PROP	TOMPORALIS TOMPOR	TIGNATO I STATEMENT OF THE PROPERTY OF THE PRO	COMPANDA
R1 R2 R3 R4 R5 R6 GR/	Deleznable cuna cuchilla Se desconch firme del ma No se raya ni La muestra s Se requiere v Solo se romp NO NNA Ning disc SERO La d estra decc Menada Menada Menada Menada Menada Menada Menada	iDENTIFICAM con golpes firmes con la punt. a cha con dificultad con cuchilla. artilio (de punta) ni desconcha con cuchillo. La s se rompe con mas de un golp e varios golpes de martillo para mpe esquirlas de la muestra co ingún signo de alteración en el scontinuidades principales decoloración indica alteración tremadamente es más debil q enos de la mitad del mat. rocos colorada se presenta como un	Marcas poco profundas en li muestra se rompe con golpe e del martillo indice DE ALTERAG DESCRIPCIÓN material rocoso. Quizás lig. del material rocoso y superf e en su condición sana o esta descomp. y/o desirte marco continuo o como núc	in roca con golp firme del mar BÓN decoloración s de disc. El m grado a un su eleo rocoso.	COM tillo 54 10 3 cobre superfici	IP. AXIAL 1 - 5. 5 - 25 5 - 50 0 - 100 0 - 250 > 250 ess de descolorido	Ciza Min Mar Lar BK Cgl ABREVIACK D Dia Fa F. Ct Con Ct Con ABREVIA CK Cb Carb Pz Pa ABREVI	Malla Electrosci VIACIÓN DE I IPU Cafiza Margi Cor ON DEL TIPO DE I classa I I alla II alla II sidio P sidio I I sidio P sidio I sid	idada - Pernos Spi UE NUCA Caliza Mineralizada Limoarcilita Brecha glomerado ESTRUCTURAS E	CASPENDON V TIPO M	Granten de Mock Mary Barris Angelor A Region E Patris A	01-01 01-01 01-01 01-01 41-01 41-01	NOTE: 100 PM 100 PM	ANCA, TAPOS DE SOSTEM ANOMO DE ANAMO PORMA BERDON ANTONO DE ANAMO PORMA BERDON ANTONO DE ANAMO PORMA DE SOSTEMBRE ANTONO DE ANAMO PORMA DE SOSTEMBRE ANTONO DE ANAMO DE SOSTEMBRE ANTONO DE SOSTEMB	TAPOS OF	EMPOS DE AUTO MODISSI DE MONTRAMONIO O 1 MODISSI DE MONTRAMONIO O 1 MODISSI DE MODIS DE MODIS DE MODIS DE MODIS MODISSI DE MODIS DE MODIS DE MODIS DE MODIS MODIS DE MODIS DE MODIS DE MODIS DE MODIS MODIS DE MODIS DE MODIS DE MODIS DE MODIS MODIS MODIS DE MODIS MODIS	D SOPORTE TENDOS TENDOS DE ARRENOCE TE DE A	I V SPAMA DE EXPOSACI V SPAMA DE EXPOSACI LIMITA 4 ARIA DE LIMITA DELINITA DE LIMITA	SOAN TROUBLE OF THE STATE OF T	COMPOSITION (See
R1 R2 R3 R4 R5 R6 L S/L S/L S/L S/L S/L S/L S/L S/L S/L S	Deleznable c una cuchilla Se desconch firme del ma No se raya ni La muestra s Se requiere v Solo se rompiano MADO La destrucción descripto descripto del material	iDENTIFICAC con golpes firmes con la punti a cha con dificultad con cuchilla. Ini desconcha con cuchillo. La a se rompe con mas de un golp e varios golpes de martillo para mpe esquiñas de la muestra co ungún signo de alteración en el scontinuidades principales a decoloración indica alteración tremadamente es más debil qu encadamente	DÓN DE CAMPO a de martillo de geólogo se o Marcas poco profundas en li muestra se rompe con golpe e del martillo romper la muestra n el martillo INDICE DE ALTERAC DESCRIPCIÓN material rocoso. Quizás lig. o del material rocoso y superf se en su condición saran en su condición saran en arco continuo o como nicio esta descomp. y/o desintegri	in roca con golp firme del mar BÓN decoloración s de disc. El m grado a un su eleo rocoso.	COM tillo 54 10 3 cobre superfici	IP. AXIAL 1 - 5. 5 - 25 5 - 50 0 - 100 0 - 250 > 250 ess de descolorido	Ciza Ciza Min Mar Lar Bx Cgl	Mails Electrosc VIACIÓN DE I IPO Caliza Margi Cor ON DEL TIPO DE I classa I I alla V ntacto I I condo P cor condo P c	idada - Pernos Spi DE NUGA Caliza Mineralizada Limoarcilita Brecha glomerado ESTRUCTURAS Estrato Venilla E RELLENO y Pinta il Imno. Il Imno. Il Imno. CIAMIENTO	CASPENDON V TIPO M	Granten de Mock Mary Barris Angelor A Region E Patris A	01-01 01-01 01-01 01-01 41-01 41-01	NOTE: 100 PM 100 PM	ANCA, TIPOS DE SOSTEM ANCAS DE SOSTEMA ANCAS DE SOSTEMA DE COMPANION DE SOSTEMA ANCAS DE SOSTEMA	TOPICS OF THE CONTROL	EMPOS DE AUTO MONTE MANORE DE L'ANTINO MONTE	D 50P08TE 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10	TOMPORALIS TOMPOR	TROUBE OF THE PARTY OF THE PART	SI COMPOSITION OF THE PROPERTY
R1 R2 R3 R4 R5 R6 R6 R R R R R R R R R R R R R R R	Deleznable c una cuchilla Se desconch firme del ma No se raya ni La muestra s Se requiere v Solo se rompiano MADO La discosso La discosso ERROA Meneraba Meneraba Mana Mana Mana Mana Mana Mana Mana M	iDENTIFICAM con golpes firmes con la punti a cha con dificultad con cuchilla. Ini desconcha con ouchillo. La a se rompe con mas de un golp e varios golpes de martillo para mpe esquirlas de la muestra co ungún signo de alteración en el scontinuidades principales a decoloración indica alteración tremadamente es más debil que menda de la mitad del mat. rocoso- colorada se presenta como un as de la mitad del mat. rocoso- colorada se presenta como un as de la mitad del mat. rocoso- colorada se presenta como un as de la mitad del mat. rocoso- colorada se presenta como un as de la mitad del mat. rocoso- colorada se presenta como un as de la mitad del mat. rocoso- colorada se presenta como un as de la mitad del mat. rocoso-	DÓN DE CAMPO a de martillo de geólogo se o Marcas poco profundas en li muestra se rompe con golpe e del martillo romper la muestra n el martillo ÎNDICE DE ALTERAC DESCRIPCIÓN material rocoso. Quizás lig. o del material rocoso y superf se en su condición sara- material rocoso. y o desinte marco confinuo o como núo esta descomp. y/o desintegri núcleo rocoso.	a roca con goli firme del mar RÓN decoloración s de disc. El m grado a un suelo do a un suelo	com silio 2 silio 2 silio 3 correspondinte superfici	IP. AXIAL. 1 - 5. 5 - 25 5 - 50 0 - 100 0 - 250 - 250 es de descolorido na o	Ciza Ciza Min Mar Lar Sx Cgl	Mails Electrosc VIACIÓN DE 18PU Coliza Margi Cor ON DEL TIPO DE (classa I alta V ratacto) COIN DEL TIPO E (classa I alta V ratacto) COIN DEL TIPO E (classa I alta V ratacto) COIN DEL TIPO E (classa I alta V ratacto) COIN DEL ESPA ACIÓN DEL ESPA 0.6 - 2 m 0.2 - 0.6 i	idada - Pernos Spi UE NUGA Caliza Mineralizada Limoarcilita Birecha i Estrato e Venila i Finos i I imos i I Silice CIAMIENTO	CASPENDON V TIPO M	Countries (MCCA) More factors Magniture (MCCA) Magniture (MCCA) Magniture (MCCA) Magniture (MCCA)	Mepoli "Mesor" 100"-01 00"-01 00"-01 40"-01 40"-01	Secret 10" 10" 10" 10 10" 10" 10 10" 10" 10 10" 10" 10 10" 10" 10 10" 10" 10 10" 10" 10 10" 10" 10 10" 10" 10	ANCIA, TIPOS DE SOSTEM MACINI DE AUMENT PORMIT MACINI DE AUMENT PORMIT MACINI DE AUMENT PORMIT DE COMPT DE AUMENT PORMIT PROTOCOL (1 - 1)", SERQUI" DE COMPT DE AUMENT PORMIT DE COMPT PORMIT DE	TOTAL DE LA SERIO DEL SERIO DE LA SERIO DE LA SERIO DE LA SERIO DEL SERIO DE LA SERIO DEL SERIO DEL SERIO DE LA SERIO DE LA SERIO DE LA SERIO DEL SERIO	EMPOS DE AUTO LACONS	D 50P08TE 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10	TOMORAGES SECOND SEC	TROUBE OF THE PARTY OF THE PART	SI COMPOSITION OF THE PROPERTY
E1 E2 E3 E4 E5 E6 E E E E E E E E E E E E E E E E E	Deleznable cuna cuchilla Se desconch firme del ma No se raya ni La muestra s Se requiere v Solo se romp ADO NNA Ning disc Serao Merado Mass W ALT. decc Mass Mass	iDENTIFICAC con golpes firmes con la punti a cha con dificultad con cuchilla. Ini desconcha con cuchillo. La a se rompe con mas de un golp e varios golpes de martillo para mpe esquiñas de la muestra co ungún signo de alteración en el scontinuidades principales a decoloración indica alteración tremadamente es más debil qu encadamente	DÓN DE CAMPO a de martillo de geólogo se o Marcas poco profundas en li muestra se rompe con golpe e del martillo romper la muestra n el martillo ÎNDICE DE ALTERAC DESCRIPCIÓN material rocoso. Quizás lig. o del material rocoso y superf se en su condición sara- material rocoso. y o desinte marco confinuo o como núo esta descomp. y/o desintegri núcleo rocoso.	a roca con goli firme del mar RÓN decoloración s de disc. El m grado a un suelo do a un suelo	com silio 2 silio 2 silio 3 correspondinte superfici	IP. AXIAL. 1 - 5. 5 - 25 5 - 50 0 - 100 0 - 250 - 250 es de descolorido na o	Ciza Ciza Min Mar Lar Bx Cgl	Mails Electrosc VIACIÓN DE I IPO Caliza Margi Cor ON DEL TIPO DE I classa I I alla V ntacto I I condo P cor condo P c	Idada - Pernos Spi UE NUGA Casiza Mineralizada Limoarcilitia Brecha glomerado ESTRUCTURAS E Estrato E Venilla I Imos I Silice CIAMIENTO II.	BAMPENDON THOUGHT	Mary borns Mary borns Mary borns Mary borns Mary or A Mary or A Mary or B	04-93 66-93 66-93 66-93 61-93 41-93 41-93	Medi 10" 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 1	AND CA. TIPOS DE SOSTEMA ANDRES DE ANAMES PERMANEN SERVICION ANDRES DE ANAMES PERMANEN DE COMPENSANTE DE COMPENSANTE DE COMPEN	DRIED OF	EMPOS DE AUTO EXICITAMENTO DE CALTO SEDION	D SOPORTE : 19 100 10 10 10 10 10 10	TAMPORALIS TAMPORALIS SERIOR LOBIN + LOBIN LOBI	SOCIAL INCIDENCE OF THE PROPERTY OF THE PROPE	EXPRISION (MAIL OF THE COLUMN

SILSPIFICACION DE RESISTENCIA MODERA, CONDICION DE AGUA HAMEDO A GOTEO EM MODERAD, CONDICION DE AGUA HAMEDO A GOTEO BOLLO DE RESISTENCIAS INDICACIÓN GEOMECANICA INDICE DE RESISTENCIAS INDICE DE RES	DAS	POR:	JUAN JOSE	OLIVER	LD AS
March Code	JAS	FECHA:	1/11/	/2016	
TPD OR BOOK	1	HOJA:		1	
397 PARAMETROS PRECUENCIA FRACTURA PRECUENCIA	O ROCOSO (R. M. R.)	M. R.)			
## PROCESS PROCESS PRACTURA	CO DE VALORES				Love - vi
BECOMA SUSPICION 50% Value 50% 5				\neg	Valorack
## CONTRACTOR 49% Victoroccisatio 29% 24 ROO N3 85/30 05 15/30 05 27.50 05 27.50 05 27.50 05 27.50 05 27.50 05 27.50 05 27.50 05 27.50 05 27.50 05 27.50 05 27.50 05 05 27.50 05 05 27.50 05 05 07.50 05 05 07.50 05 05 07.50 05		25 - 50 (4)	450 40 40	D 1	17
SPACIAMENTO DE SPACIAMENTO Tipe Espetor				\rightarrow	
PERSISTENCIA Clarkey (ii) All response (ii) All response (iii)		0.06-0.2 (8)		\rightarrow	-
1		10-20 (1)		$\overline{}$	2
D		1 - 5 mm (1)		_	4
PRINCE DE RESISTENCIAS INDUCE DE RESISTENCIAS INDUCED DE RESISTENCIAS INDUCEDO DE RESISTENCIAS INDUCED DE RESIST	Rugosa (3) Lisa	Lite (1)	Expejo de falla (O	9 4C	3
AGUA SUSTERIVANEA E MERCHAS SELSEFICACIA CE RESISTENCIA SUMMODERAL, CONDITION DE AGUA HUMEDO A COTEO BINDICE DE RESISTENCIAS INDICE DE RESISTENCI	ro History (2) Suave	Suave <smm (1)<="" td=""><td>Suave Home. (D)</td><td>1 4D</td><td>3</td></smm>	Suave Home. (D)	1 4D	3
SAUGH FLATACA EN BRECOND SELVENDOCE SELVENDOCE OF CONTROL AND SELVENDOCE OF CONTROL OF	d Alterada (3) May A	May Aterata (2)	Descompuests (0)	1 4E	3
SALOPICADA DE CRESISTENCIA SOURCE AL AT A FRACTURAMENTO E-W MODERAD, CONSISCION DE AGUA HUMBOO A COTEC. RMR. 190-81 60-51 80-51 80-41 FRACINCACIÓN DE RMR. 190-81 80-81	iado (7) Gotao	Goteo (4)	Pup (0)	5 5	10
RADO INDICE DE RESISTENCIAS DENTIFICACIÓN DE CAMPO INDICE DE CAMPO INDICE DE RESISTENCIAS DENTIFICACIÓN DE CAMPO INDICE D	VALOR TOTAL R	TAL RMR BASICO	(Suma de valoración	1 a 5)	58
EW MODERAD, CONDICION DE AGUA HUMIDO À COTEO. RAME 150 - 81 80 - 61 80 - 81 80 - 61 80 - 81 80 - 61 80 - 81 80 - 61 80 - 81 80 - 61 80 - 81 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80 80	Moderada (-5) x De	Desfavorable (-10)	Destavorable (-12)		-10
RARD NOICE DE RESISTENCIAS INDICE DE ALTERACION RS Ser requirer varios goipes de martillo PS Solo se rompe esquitas de la muestra con el martillo PS Solo de Py Pivila ABREVIACIÓN DEL TIPO DE RELLENO OX Oxido Py Pivila ABREVIACIÓN DEL ESPACIAMIENTO SOLO Carbonatis SI SISCE P2 PINICIO ABREVIACIÓN DEL ESPACIAMIENTO 1 ABREVIACIÓN DEL ESPACIAMIENTO		VALO	R TOTAL RMR AJUS	STADO	48
PRIORACIÓN DE RESISTENCIAS IDENTIFICACIÓN DE CAMPO INDICE DE RESISTENCIAS IDENTIFICACIÓN DE CAMPO INDICE DE RESISTENCIAS IDENTIFICACIÓN DE CAMPO INDICE DE RESISTENCIAS IDENTIFICACIÓN DE CAMPO COMP. AXIAL Clas Min. Galza Mineralizada 1 - 5. Mar Lur. Marga Limonocidas Tencha Cola Mineralizada Tencha Cola Condomerado Tencha Cola Condomerado Tencha	SO				
RADO INDICE DE RESISTENCIAS COMP. AXIAL R1 Defezvable con golpes firmes con la punta de martillo de getilogo se desconcha con la punta de martillo de getilogo se desconcha con la rura cudrilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo de petilogo se desconcha con la rura cudrilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo de profuso de la gradiente. PESP R3 No se raya ni desconcha con cudrilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo de policy con cudrilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo de policy con martillo de policy con martillo de policy con martillo de policy con cudrilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo de con cudrilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo de con cudrilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo de con cudrilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo de con cudrilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo de con cudrilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo de con cudrilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo de con cudrilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo de con cudrilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo de con cudrilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo del con cudrilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe del martillo del con cudrilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe del martillo del con cudrilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo del con cudrilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe del martillo del con cudrilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe del martillo del con cudrilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe del martillo del con cudrilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe del martillo del martillo del con cudrilla. Marcas poco profundas en la roca con	-41 40 - 31	-31 30 - 21	< 20		- Regula
Mails Electrosolidada * Pemos Spit Set T*, @ = 1.50 m. De forma sistematica desde la gradiente. RESP RADO INDICE DE RESISTENCIAS COMP. AXIAL	ingular B IVA-Mala A	Asia A IV B - Mal	a 8 V Muy Mala		
INDICE DE RESISTENCIAS IDENTIFICACIÓN DE CAMPO COMP. AXIAL. CISA Mar Lar Mar Lar Marga Limoarcilità Ex Conformatio Conformatio CISA Mino CISA Mino CISA CI			Span:		
Ciza Min Caliza Mineralizada LASTADA PER Defeznable con golpes firmes con la punta de martillo de gediogo se desconcha con 1 - 5. Ciza Min Caliza Mineralizada LASTADA Mary Lar Marga Limoscrilita Bix Brecha Col Condomerado 1 - 5. Col Condomerado Col C	POS DE SOSTENIMIENTO, TIEMPOS	TIEMPOS DE AUTO SOPO	RTEY SPAM OF EXPOSICION	w	
## Una cuchilia ## Marga Limoarcilitia ## Warga Limoarcilitia ## War	1996 06 10070	S SESTERATION O THICK			T
By Se desconcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo 25 - 50 R3 No se raya ni desconcha con cuchillo. La muestra se rompe con golpe firme del martillo 25 - 50 R4 La muestra se rompe con mas de un golpe del martillo 50 - 100 R5 Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra 100 - 250 R6 Solo se rompe esquiñas de la muestra con el martillo > 250 C1 Confacto	OC B SANDLE FERROMETERS	LABORCO DE RUMA	NE TOWNSHIELD	TICHPO IX	CAPCING
Some content of the	1000M 0000M 00	9000m	50000W	soroes	-
R3 No se rays ni desconcha con ouchillo. La muestra se rompe con golpe firme del martillo 25 - 50 R4 La muestra se rompe con mas de un golpe del martillo 50 - 100 R5 Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra 100 - 250 R6 Solo se rompe esquiñas de la muestra con el martillo > 250 GRADO INDICE DE ALTERACIÓN CL Confacto INDICE DE ALTERACIÓN DEL TIPO DE RELLENO ON Ovido Py Divita ASREVIACIÓN DEL TIPO DE RELLENO ON Ovido Py Divita Arc Arcilla Lim Limos Cb Carbonatos Si Silice Pa Panizo R MOCRACA Menos de la mitad del mat. rocoso esta descomp, ylo desintegrado a un suello la roca sana o decolorados se presenta como un marco continuo o como núcleo rocoso. ABREVIACIÓN DEL TIPO DE RELLENO ON Ovido Py Divita Arc Arcilla Lim Limos Cb Carbonatos Si Silice Pa Panizo ABREVIACIÓN DEL ESPACIAMIENTO 1 MOCRACA Menos de la mitad del mat. rocoso esta descomp, ylo desintegrado a un suello la roca sana o decolorados no marco continuo o como núcleo rocoso. 1 ABREVIACIÓN DEL ESPACIAMIENTO 1 MOCRACA Menos de la mitad del mat. rocoso esta descomp, ylo desintegrado a un suello la roca sana o decolorados no marco continuo o como núcleo rocoso.	termination and the selection	n audor innombra chianninda mone dingermangement, s *.	The conference contact contact to the contact		
R4 La muestra se rompe con mas de un golpe del martillo R5 Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra 100 - 250 Ct Confacto INDICE DE ALTERACION DESCRIPCIÓN L. BANA Ningún signo de alteración en el material roccso. Quizás lig. decoloración sobre superficies de disconfinuídades principales R. LOGRO La decoloración indica alteración del material roccso y superf. de disc. El material roccso descolorido en el material roccso cesta descomp. y/o desintégrado a un suelo la roca sana o decoloración se presenta como un marco confinuo o como núcleo roccso. 1 WOCERACA Menos de la mitad del mat. roccso esta descomp. y/o desintégrado a un suelo la roca sana o decoloración DEL TEXALORO DEL ESPACIAMIENTO 1 ABREVIACIÓN DEL ESPACIAMIENTO 2 SUPERIA SERVIACIÓN DEL ESPACIAMIENTO 3 SUPERIA SERVIACIÓN DEL ESPACIAMIENTO 4 SUPERIA SERVIACIÓN DEL ESPACIAMIENTO 5 DE SARVIACIÓN DEL ESPACIAMIENTO 5 SUPERIA SERVIACIÓN DEL ESP					+
RS Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra 100 - 250 RS Solo se rompe esquiñas de la muestra con el martillo > 250 Ct Confacto	usi pomai pomai, 1+7. I e econid son p	and organization, L+F.	ranti unti, b. o. P. # - E. Bellini, dischi faution ori declarity	# Nerven	
GRADO INDICE DE ALTERACIÓN DESCRIPCIÓN DESCRIPCIÓN OX Oxido Py Divita Anc Avoita Lim Limos E BANA Ningún signo de alteración en el material rocoso. Quizás lig. decoloración sobre superficies de discontinuidades principales E LA decoloración indica alteración del material rocoso y superf. de disc. El material rocoso descolorido estremana o decoloración sobre en más debi que en su condición saria E MODERACA Menos de la mitad del mat. rocoso esta descomp. y/o desintegrado a un suelo la roca sana o decoloración DEL ESPACIAMIENTO ABREVIACIÓN DEL ESPAC	Total Street on any and an arrangement of the	mate o dominio lan armo gra	there communitates to express regre to the F - major rate committee	Miller	
GRADO INDICE DE ALTERACIÓN DESCRIPCIÓN DESCRIPCIÓN INDICE DE ALTERACIÓN DESCRIPCIÓN DESCRIPCIÓN OX Culdo Py Dirits Arc Availla Lim Limos Silice Pz Pariszo La decoloración indica alteración del material rocoso y superf, de disc. El material rocoso descolorido está restrictiva de decoloración sobre superficies de discontinuidades principales IL LOGRO Menos de la mitad del mat. rocoso esta descomp. y/o desintegrado a un suelo la roca sana o decoloración DEL ESPACIAMIENTO ARREVIACIÓN DEL ESPACIAMIENTO ABREVIACIÓN DEL ESPACIAMIENTO ARC AUSTRAL ALTERNACIÓN DEL ESPACIAMIENTO ABREVIACIÓN DEL ESPACIAMIENTO A		440	an arms grit on to 1, \$1, \$1, \$100. Arms on at assails.		1
ASREVIACION DEL TIPO DE RELLENO ASREVIACION DEL TIPO DE RELLENO TO COMPANION DEL TIPO DE RELLENO ASREVIACION DEL TIPO DE RELLENO TO COMPANION DEL TIPO D	n.e.of. Mingle on the annual sections were	CORNELIS A KIRIN NA	Marie communicate de communicaçõe	Marie	
I. BANA Ningún signo de alteración en el material rocoso. Quízás lig. decoloración sobre superficies de disconformadades principales II. LOGRO La decoloración del material rocoso y superf. de disc. El material rocoso descolorido estremadamente es más débil que en su condición sana II. WOCERADA Menos de la mitad del mat. rocoso esta descomp. ylo desintégrado a un suelo la roca sana o decoloración sobre superficies rocoso. ABREVIACIÓN DEL ESPACIAMIENTO 1 > 2 m. ABREVIACIÓN DEL ESPACIAMIENTO	ANTONIO DE SERVICIO DE LA FILIPIA DE SERVICIO DE SERVI	* F. Companyate committee on the growth of F. F. Committee	St. F v.F integer halo communication and printing generals, b. C. F. v. S. St. v. Statements on country.	Littere	1
Ningún signo de alteración en el material rocoso. Quizás lig. decoloración sobre superficies de disconfinuidades principales EL USERO EL decoloración indica alteración del material rocoso y superf. de disc. El material rocoso descolorido extremadamente es más debil que en su condición sana EL MOSEACA Menos de la mitad del mat. rocoso esta descomp. y/o desintegrado a un suelo la roca sana o decolorada se presenta como un marco continuo o como núcleo rocoso. 1				Detail	1.
EL MOCERADA Menos de la mitad del mat. roccoso esta descomp, y/o desintegrado a un suelo la roca sana o decolorada se presenta como un marco continuo o como núcleo rocoso. Menos de la mitad del mat. roccoso esta descomp, y/o desintegrado a un suelo la roca sana o decolorada se presenta como un marco continuo o como núcleo rocoso. Menos de la mitad del mat. roccoso esta descomp, y/o desintegrado a un suelo la roca sana o decolorada se presenta como un marco continuo o como núcleo rocoso.	consequences of the second contract of the se	ectival contribute de atrantes region s. F. – umajornajo contestificos est criso aplitos, (a. F. # +), (kiro, acordinatos est papala.	Stationers, e. v., 2°, driggles [*] do fibre protection, exceptionals, better protection and general participations of the control of the cont) top on	1,740
decolorada se presenta como un marco continuo o como núcleo rocoso. 1 > 2 m.	to, a = 6°. Minights' for Hore. Street, Street	Martine, a - (2", Mingriss" de Marie Nada Salador e de Mingriss de relaciones de cal Maries de la relación de deste Mingrissia de la relación de calendar Mingrissia de Mingrissia con China de Mingrissia de Calendario,	Street Control of the	Minus de la	
Tempor Bridge	1,80m. Advantagements	ettas partipo, (, - X, gr + 1, ge m, destribuses et mojolis, anatos eta, anas narunga vingo tasina del aras de Brantonarios.	derricular or receip. Advisor attorns, and renuges organization. Advisor Attorns described in the advisor of t		
M. NUY ALT. Mass de la miliad del mal. rocoso esta descomp. y/o desintegrado a un sueto. La roca sana o 4 0.0 * 2 m. M. Supra L. Anno passada noma: o mirrian sono construcción con construcción de constr	TOTAL SECTION AND ADDRESS OF THE PARTY.	control to bridge a tests	Brancons, A - F , Anglin ² At Race or Mining Spaces on A Value of Advance tools of Textile do to State A House	Calcana Calcana	1,740
199.	1664.	100.	1.8%		_
y. Todo el material roccso esta descomp. y/o desintegrado a suelo. La estructura original de la masa escomputato. S 4 0.06 + 0.2 m. https://doi.org/10.0001/10	N. L. M. Legati complete Willia, of trapes at some		a particular per la china de deservolario	- IAR a more	

-		=,	BBC	CAL						EODI	MATO DE	MAPEO	SEOME	CANIC	O BOB	CELDAS	T	POR:	JUAN JOSE	OLIVER	RA G.
₹	۱,			Brocal S.A.A.	AR	EA DE	GEOME	CANICA		FURI	MAIODE	MAPEU	GEUME	CANIC	UPUR	CELDAS		FECHA:	2/11	/2016	
									UBICACIÓ	N:			GL 1	588 N Nv.4	1032			HOJA:		1	
N° de	celda		ORIENTACIÓN DE I	Buzamiento:	-	Deede:	TRAMO	Hasta :					VAL	ORACIÓ	N DEL	MACIZO ROCO	SO (R. M. F	i.)			
Η,	\rightarrow		257	wuzamiento:	-	Desce:	_	masta :								RANGO DE VA	I ABES			_	
	_			EBOCA		_	ERECUE	HOLA / EDACTION	PARÁ	METRO	os –					VALOR ESTI				_	Valoración
\vdash		A		E ROCA:		%		NCIA / FRACTURA Fracturas/ml.	R. COMPRE	LIMILANII	AL (SADa)	× 250	are v	100 - 250	(12			** **	() (25(2) <5(1) <1)	-1.	
—		ILISIFICAD	% A 60%				N.			_	AL (MP-B)	90-100		_	_		_			$\overline{}$	17
TIPO	CECHA S	ORIENT		Vulcanoclasto		20%		24	ESPACIA	QD (%)	f== 1	90-100 12	(20)	75-90	(12		(13) X 25 (10) X 0.0			1) 2	
ESTRU			r. De Buzamiento	ESPACIAMIENTO	RELL		co	MENTARIOS	ESPACIA		(m.) STENCIA	_	-	-	1,11	_	-) 3	
CT	Buzam	_			Tipo	Espesor			1		RTURA	<fm long<br="">Cerrada</fm>	(6)	1-3 m long.		X 0.1 - 1.0 mm				0) 4A 0) 4B	4
D D	65 A0		170		_				CONDICIÓN		ISIDAD	May Rugosa	(6)	<0.1 mm Runnsa	_	V Lig Rugosa	(4) 1 -	, , ,		n 4C	-
D	69	_	245		_				DE JUNIAS		LENO	Limpia	(6)	Duro «Smm	_	X Duro Yümm	177	as Smn (1	, ,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	9 4D	3
-	- 01		240		_				I -		RACIÓN			_	(5					_	- 1
\vdash		_							AGUA SI			Sana	(6) (15) X	Lig. Alterada	(5)			y Alterada (2		n 4E	10
-		_			_			AZADA EN BRECHAS	AGON SC	DOTEROU	NYEA	5600	(10) X	Pureo	(he		172		O (Suma de valoración	_	58
\vdash		-			\rightarrow			AS DE RESISTENCIA	Ajuste por Orie	estacion E	Tetro urburne	May Favorable	70.	Favorable	1.70	Moderada		Desfavorable (-10)		_	-10
\vdash		-			_		MEDIA A ALT	A, FRACTURAMIENTO	Aquate por One	and contract	List Octor as	Muy Pakoracie	μ)	Parorace	(4)	Moderator	(9)		OR TOTAL RMR AJU	_	-10
\vdash		-			_			RAD, CONDICION DE JMEDO A GOTEO.						1 ASE DE	MACIZ	ROCOSO		YAL	OR TOTAL RMR AJO	T	40
\vdash		-			_		noonin	ALLEO A GOTEG.	KMK	-	100 - 81		1-61	60 ·		50 + 41	40 - 31	30 - 2	Z1 < 20	┨	- Regular B
\vdash		-							DESCRIPCI	Aw	I Muy Buena	_	Buena	III A - Rec	_	III B - Regular B	IVA-Mala A	_		⊣ ""	- rayusa e
-		_							INDICACIÓN				-	III A - RO	par n	in a - rogala a	11//11/20		Span:	-	
\vdash		-							ENDICACION	GEOME	Couce								opan.	_	
									Malla Electro	osoldada	Pernos Spli	it Set 7", @ =	1.50 m. De	forma sis	tematica (desde la gradiente.	RESPETAR F	ILARES DE 6	i.0m	9 m	
GRADO			INDICE DE RI	ESISTENCIAS		RANGO	RESIST.	ABREV	VACIÓN DE TIE	PO DE R	OCA			CLASIFICACI	ON GROMEC	ANICA, TIPOS DE SOSTE	NIMIENTO, TIEM	OS DE AUTO SOP	ORTEY SPAM DE EXPOSICIÓ	N	
GRADO			IDENTIFICACIO	ÓN DE CAMPO		COM	P. AXIAL	Ciza		Caliza	1	$\overline{}$	_	_	_		TOWNS OF SIX	CIDAMIENT O TIPICOS		_	
R1	Deleznab	le con golpe	s firmes con la punta o	de martillo de geólogo se di	esconcha con		- 5.	Ciza Min	Cal	iza Miner	ralizada	GASFERDO	CHARLES			UABORIS DE AVANCE PERM			INCL TEMPORALES	TICHEO DE	
R1	una cuchi	illa					- 0.	Mar Lar	Ma	rga Limo	arcilita	YTIPO OE ROGA	ROGA	proxit_mess.	MOKE U.	sucode		secodes	91100N	SOPORTS	(M)
R2	Se desco	ncha con dif	cultad con cuchilla. M	arcas poco profundas en la	roca con golp	۰ .	- 25	8x		Brech	a		-	-	-	450m+450m*4.00m	430=14	0 - 4.00 m x 4.00 m	100-1400-	-	-
R.z	firme del	martillo (de p	punta)			- *	- 25	Cgl		Conglome	erado		Mayburn	181-10	> 10	Sin sasteriorismos a empe ecacional con perinos portes		monto o emperodo eperoscopió sel, La F.	Sin section in terms or permade electronic compenses grift set, 1 + 7.	Minha	
R3	No se ray	a ni descono	tha con cuchillo. La m	uestra se rompe con golpe	firme del marti	llo 25	5 - 50	ABREVIACIO	ON DEL TIPO D	E ESTR	UCTURAS		Barra	M-11	w- u	Sin contact intends a critical accessor on permanance p	made Smaader	miems a empernade r permengelfred, 1 = F	Emportuals colorotico an portus spiritori, i T. Ø - 1,30%, depressor		\top
R4	La muest	ra se rompe	con mas de un golpe	del martillo		50	- 100	D Dia	clasa	E	Estrato								no oznatela nase ve		+
RS	Se requie	ire varios gol	ipes de martillo para n	omper la muestra		100	- 260	Fo F	alla	Ve	Venilla		*****	100-100	w	\$100 To \$1,000 And \$100 And \$1	No. 1 . 7 . 8	TOTAL CONTRACTOR OF THE CONTRACTOR OF T	do d' s P properting controlles on prime grit eri, L. P. B - L. Sin, derriques en conde.	Miles	-
R6	Solo se ro	ompe esquiri	as de la muestra con e	el martillo		>	250	Ct Con	itacto								-		ANTUR IT SUB.		+
													Register#	44.700	71.3	Shartrens, e = \$1', \$104g/m ² ; matteres, +amperisate order	manage to 6' or 5' or		Maria eracemani mata da atamber rege de d' e F' - emperimata comunicacion	Liberon	
GRA	00			INDICE DE ALTERACI	ÓN			ABREVIA	CIÓN DEL TIP	O DE REI	LLENO		Regularit	45.143	314	personaution, LP. (E-) domouses an oadd	No.	t set, i, = Y, gF = 1, NF ts, builder are conside.	con pomos grit ser, L. F. & - L.Bim, dominación en cacado.	SZPortes	
				DESCRIPCIÓN					eido	Py	Pirita					Statement of St. Milliage of	n tire Malacines	sel disdo de altambre mage	Shattanta, a +1,5°, Magini to Nova		
LSA			de alteración en el m des principales	aterial rocoso. Quizás lig. d	ecoloración so	bre superficie	is de		cilla onatos	Lm Si	Limos	7/4	Patrick A	40-31	#*1	montance, - ampermade critical portion pathon, 1, -7, -9-4 portional delication are consist	Million Brief CF, 10	n pormado contemidros co han, 1 - P. IP - 1 JECN. had dri et conjulta.	portracaythan, 1 = P, # = 1, 2010, distribution of cascalis.	27476	1,71000
II. LIG			ión indica alteración d ente es más débil que	el material rocoso y superf. en su condición sana	descolorido		nizo				2011	м-га	1-0.1	Statutes, e - 2°, Ming/m ² months in decreasing on hard-of-herm de bridge	o ties or series ber	e – pr., 44 kg/m² do Horo konsero mbo cam phaticont mbo do la laborra media yermaka colombitos car	Shampires, a = \$7", 44 \(\frac{1}{2}\) for these enteriors (auditorior continuous challenges). Assigned to be listed as martin as a required to be listed as a required to be listed as a required to be listed as a required to be	Marries de 2	1/100		
II. MOD				esta descomp. y/o desinteg arco continuo o como núcle	a o		ACIÓN DEL ES		ENTO					second - aron ranages, Ø	Advonument	han, i, = P, @ = 1, 20 m, hunter en consets, m, ancomerungen regar c'anno de Serameramos.	permanyaythan, i, = P, # = 1, 20 m, depretaunder en cacado. Adopte processa, prose renungan ongo indicadore del area de Societaciones.	Narios			
N. MU		Mas de la mi	tad del mat. rocoso es	ta descomp. y/o desintegra	0	2	0.6 - 2	2 m.			Mayanen	630	183	Shadondra, et a 2°, 30 kg/m² motorcia (se discrete arrise con hauta el franto de la labora	matter temporaries	e - P. A Ngilm ² do Haro horo es de con produces mo de la labor a Media	Shattores, e = 2°, 4 kg/m² de fibre. si especia (autorium antiquia) chattorium hauta olifinento de la labor umada.	Cartegian	1/1pm		
	9		e presenta como un n	mp. y/o desintegrado a sue	la masa	4	0.2 - 0					L		#1000 - 21000 HUSELIK. - 0.80 m.	F-1,100 (0.00) - p	1.0m.	1.80 m.	1			
DESCOM			mai rocoso esta desco e conserva intacta.	mp. yill desirilegrado a sue	na masa	5	< 0.0			100	de managión de	Morros, se usert o	-turnaments po	machydratolt, L- SK orgánica	enter 1990, et especiare	office sort definition design of the	ma competta per las firmas de Genemacios	o SMERy Seam	redres #6.		

2	. 1	EL	F	_																					
re	7 6			RC	CAL		EA DE	CEC	200	CANUCA		FO	RMATO DI	E MA	PEO GI	EOME	CANICO	POR	CELDAS		_	POR:		SE OLIVE	RA G.
		ociec	lad Mir	nera El	Brocal S.A.A.	AH	EA DE	GEC	DME	CANICA	LIBROTON	Čat.				C1 44	00 N N				_	ECHA:	<u> </u>	/11/2016	
					LA EXCAVACIÓN	_			OMAS		UBICACK	JN:				GL 16	02 N Nv.4	132				HOJA:		1	
N" de 0	elda		Az.	ACION DE	Buzamiento:	-	Desde:	TR	OMO	Hasta :	\dashv					VAL	ORACIÓ	N DEL N	IACIZO ROC	:OSO (I	R. M. R.)				
-	\rightarrow		257		Guzamiento.	-	Desue.	\rightarrow		riasta :	_	_							RANGO DE	VALORE	19				
	_			TIPO D	E ROCA:	_		FE	RECUEN	CIA / FRACTUR/	PAR	ÁMET	ROS						VALOR ES					-	Valoración
_		A		%	В		%	٠		acturas/ml.	R. COMPRI	E. UNIA	XIAL (MPa)	> 25	i0 ((15) X	100 - 250	(12)		(7)	25 - 50	(4)	45(2) 45(1)	100 1	17
8/	RECHA S		ADA	60%	Vulcanoclasto	,	20%			24	_	ROD (%	, ,	90-9		-	75 - 90	(17)	_	(13)	X 25-50	(8)	<25	(b) 2	
TIPO			NTACIÓN				.ENO	-			ESPACI			12		_	06-2	(15)		(10)	X 0.06-0.		_	(5) 3	8
STRU	Duzami	lento	Dir. De Du	zamiento	ESPACIAMIENTO	Tipo	Espesor		COM	ENTARIOS		PER	DIOTENCIA	N loss	tany	(6)	1-3 m lung.	(4)	X 3-10 m.	(ž)	10-20	(1)	-20	(0) 4A	2
D	65		23	0								AF	ERTURA	Cert	969	(4)	<0.1 mm	(5)	X 0.1 - 1.0 mm	(4)	1 - S myn	(1)	- 5 mm	(0) 4B	4
D	80		17	0							CONDICIÓN DE JUNTAS	RU	GOSIDAD	Muy	Rugosa	(6)	Rugosa	(5)	X Lig. Rugosa	(3)	Lisa	(1)	Espejo de falla	(0) 4C	3
D	69		24	5							DE JONIAS	R	ELLENO	Limo	ola .	(6)	Duro «Smm	(4)	X Duro HSmm	(2)	Suave <	Smm (1)	Suave +Smm	(B) 4D	3
												_	TERACIÓN	Sana		(6)	Lig. Alterada	(5)		(3)	Muy Alte	rada (2)	Descompuesta	(9) 4E	3
\Box											AGUA S	SUBTER	BRÁNEA	Seco	0 ((15) 🗶	Hümedo	(10)	Mojado	(7)	Goteo	(4)	Flujo	(0) 5	10
										ZADA EN BREC S DE RESISTEN	CLA												(Suma de valorac	$\overline{}$	58
\rightarrow		\rightarrow								FRACTURAMIE		ientacio	n Estructuras	Muy	Favorable (2)		Favorable	(-2)	Modera	ša (-5)	X Desfa	ovorable (-10)	Desfavorable		-10
\rightarrow		\rightarrow								AD, CONDICION												VALO	K TOTAL KMK A.	UNIADO	411
\rightarrow		\rightarrow						A	GUA HUN	MEDO A GOTEO		_					LASE DEL	_		_				⊣	
\rightarrow		\rightarrow									DESCRIPO		100 - 81 I May Buer		80 -	_	60 - 5	_	50 - 41 II B - Regular B	_	40 - 31 A-Maia A	30 - 21 IV B - Mail			B - Regular B
\rightarrow		\rightarrow									INDICACIÓ			na	11 800	ena	III A - Regu	aar A	II B - Regular B	IV	A-Mala A	14.9 - 9/9/	Span;		
RADO					ESISTENCIAS ÓN DE CAMPO		RANGO	D RESI		Ciza	BREVIACIÓN DE T		ROCA				CLASFICACIO	ON GROMEC	ANICA, TIPOS DE SO	STENMIE			RTEY SPAM-DE EXPOS	OON	
	Deleznabi	le con go	(pes firmes	con la punta	de martillo de geólogo se d	esconcha con			\neg	Ciza Min	0	aliza Mi	neralizada		GAMES A COLOR						TIPOS DE SOSTENI			10000	DE PROPE
	una cuchil						۱ ¹	- 5.	- 1	Mar Lar	M	larga Lir	moarcilita		Y TIPO OK ROCA	MOCA .	MOKE . KWK.	post at.	LABORES DE RURNEE P		-	LABORES DE REIN	NO TEMPORALIS MEDÓN	AUTO SORGE	DIFFERENCE
	Se descor	ncha con	dificultad or	n cuchilla. N	farcas poco profundas en la	roca con gol	e .		\neg	Bx		Bre	cha						430 n + 430 n * 40		430 m + 4.50 m		100-1-100-1		
RZ	firme riel r	martillo (de punta)				+-	- 25	\dashv	Cgl		Conglo	morado	=		Mayburta	300-81	196	The application is vity as most send one perman p		The samplest return manufacture and party	to a cregormatic necessiti seri, t P.	En soder televis a ongon material serge manget un.		-
_				de un golpe	uestra se rompe con golpe del martillo	firme del mar		- 100	_	ABREV D	DISCISSA	DE EST	RUCTURAS Estrato			Buch	W-10	w-n	Sin sometime into a month of the contract of the annual contract of the contra	espenada ellen, 1+F:	Ser applications are a	to a conjunctable securitizati, § = F.	Emportuda cotornidhia con p quint art. 1 = 7, df = 1, 36 m, diser on carada.	Mail Notes Amount	
R5	Se requie	re varios	golpes de n	artillo para r	romper la muestra		100	250		Fa	Falla Contacto	Ve	Venilla			Angularit	ar-11	18-7	Empermate concerning pathon, 1 + 7, dh + 1, 50m, cocado.	a-can permas Arambuatan er	Importanto control di 101,1 - F. di - 1,30		Maria orantescandinda do organiza do E [*] o F [*] , — proportescada colorea ano porte as april seri, 1, - F [*] , Q [*] - distribuição articoloridas distribuição articoloridas	the same	
R6	oulo se ro	unipe esq	urias de la	muestra con	e marsilo		,	250		Ct	Coritacio			-		Support	419	212						iii iii	
_					INDICE DE ALTERAC	ιόν			\neg	ADD	EVIACIÓN DEL TIF	PO DE S	RELLENO	-			_		Sharonni, e = 3°, 36%, metahai, = e reportado o portas partient, i = 1°.	# - 1.30 P.	to 4" s. F', r oregons permanaget set, i	ode ontendration can be F. # + 100m.	do 6" x 1"; - empermada como am permanapert set, 1, - 1"; # -	district	_
GRA	00				DESCRIPCIÓN					Ox Non	Oxido	Py	Pirita	\neg		Require 8	#*#	114	Berthunde et e		renuce	11.60h	ENTER IT GOTS	Ultran	
L SA			ingán signo de afteración en el material rocceo. Quizás lig. decoloración sobre superficies scontinuidades principales							Arc Cb	Arcilla Carbonatos	Lm	Limos	=	**	Febru A	4-1	4-1	Shatonin, e = F, 304; metalio, - e reprincis e permecapitan, i = F, distribution en e	F-1-Hit.	Waris o'extressoridad for E' n. E', n. composito portoss pythosis, i dratifiyatida	La F. de La Labora.	Shartconto, o = 1, F', 4 hg/m² do cristino, — originado o divino portos definan, 1, - F', (F = 1, 2) d harribod en en cacado.	100 000	n n n n n n n n n n n n n n n n n n n
II. LIGI					del material rocoso y superf. en su condición sana	aterial rocoso	descolo	orido	Pz	Ponizo			=		roos	*-0	1741	Sharecone, e = F , 80%, Reflector (sealesteror en Franco Permi de los	and observed	Name of Persons do	and a country of the same	Shakureko, e - D', ekgine ² do: printingo (apidori shounto con di Apido prilitante de tarabaro e proprieto) - proportual poroto estr	recents only to care Marriero	1 1/mm	
II. MODE		fenos de la mitad del mat, rocoso esta descomp, y/o desintegrado a un suelo la roc lecolorada se presenta como un marco contínuo o como núcleo rocoso.								1 ABI	REVIACIÓN DEL E	SPACIA 2 m.	MIENTO						sectors - pros torungs 1,800.	H. Ø = 1.50 m *	pomospythan, o electronia Adicardinanta, yo refractor del ann	DE NAVABEL INSCR	pomos parteiro, L. P. (F. L.). Entretadan en enciada. Micropolitorita, proposa suga indicación del arco de fanateix	1982	
$\overline{}$		Mae de la mitad del mat, rocceo esta descomp, y/o desintegrado a un suelo. La roc decolorada se presenta como un núcleo rocoso.								3		- 2 m. 0.6 m.		_		Mayastre			Shakerate, a + F, 364; materia partechnic de hada el frente de luci segrido + protosa munto	Ger Limiter	Shaharin, a - 2'- siriansa paadonin haata di Roma da secolori - arcas ha	ramin con promotiva i fortiborio montio tengos, di + 1, dino 11	Shakkaran, and Jr. A lights' day seminana paraban menanta pantahan hada at harma da taraban a menantah a prasa harmagan, di n	renero (ampr	e situation
IV. MUY	d	percurum arc																148.0				1,00%			

																	POR:	JUAN JOSE	OLIVERA	A G.
*) I s	EL BRC Sociedad Minera El	Brocal S.A.A.	AF	REA DE	GEOME	CANICA		FORMATO	DE MA	APEO GE	EOME	CANICO	POR (CELDAS	F	ECHA:	4/11/	2016	
-		rocicada rimera E	Di deal di Primi					UBICACIÓ	N:			GL 16	16 N Nv. 4	132			HOJA:	1		
N° de	Colda	ORIENTACIÓN DE	LA EXCAVACIÓN			TRAMO						WAL	OBACIÓI	I DEL N	ACIZO ROCOSO	VP M P				
N Ge	Ceiua	Az.	Buzamiento:		Desde:		Hasta:					VAL	ORACIO	V DEL IV	ACIZO ROCOSC	/ (R. W. R.)				
	1	257						PAR	METROS						RANGO DE VALO	RES			v	/aloración
		TIPO	DE ROCA:			FRECUE	NCIA / FRACTURA	PAIN	METROS						VALOR ESTIMA	DO				raioracion
		A %	В		%	N° F	racturas/ml.	R. COMPRE	. UNIAXIAL (MPa)	> 25	50 ((15)	100 - 250	(12)	X 50 - 100 (7) 25 - 50	(4)	<25 (2) <5 (1) <1(0)	1	7
									QD (%)	90-1	100 ((20)	75 - 90	(17)	50 - 75 (1	_		< 25 (3)	2	8
ESTRU		ORIENTACIÓN	ESPACIAMIENTO		LENO	co	MENTARIOS	ESPACIA	MIENTO (m.)	>2		20)	0.6 - 2	(15)	0.2 - 0.6 (1)			< 0.06 (5)	3	8
CT	Buzami			Tipo	Espesor]	PERSISTENCIA			(6)	1-3 m long.	(4)		2) 10 - 20		>20 (0)		2
Е	16					1		CONDICIÓN	APERTURA	Cen		(6) X	<0.1 mm	(5)		4) 1 - 5 mr		> 5 mm (0)	_	5
D	80	0 170				1		DE JUNTAS	RUGOSIDAD	Muy	y Rugosa	(6)	Rugosa	(5)	X Lig. Rugosa (3) Lisa	(1)	Espejo de falla (0)	4C	3
D	69								RELLENO	Lim		_	Duro <5mm	(4)		2) Suave 4		Suave >5mm (0)	_	3
D	74	4 83				1			ALTERACIÓN	San		(6)	Lig. Alterada	(5)	x Mod Alterada (3) Muy Alt	erada (2)	Descompuesta (0)	4E	3
						l		AGUA S	JBTERRÁNEA	800	0 (15) 🗶	Húmedo	(10)	Mojado (i		(4)	Flujo (0)	-	10
							LAZADA EN CALIZAS RCILLOZAS DE								VAL	OR TOTAL RA	IR BASICO	(Suma de valoración	1 a 5)	49
							NCIA MEDIA BAJA.	Ajuste por Ori	entacion Estructura	as Muy	y Favorable (2)		Favorable	-2)	Moderada (-5)	x Desf	avorable (-10)	Desfavorable (-12)	\perp	-10
						FACTURAM	ENTO MODERADO A										VALO	R TOTAL RMR AJUST	TADO	39
						'	NTENSO.						LASE DEL						4	
<u></u>						l		RMR	100 -		80 -		60 - 51	$\overline{}$	50 - 41	40 - 31	30 - 21		IVA	-Mala A
								DESCRIPC			II Bue	ena	III A - Regu	lar A	II B - Regular B	IVA-Mala A	IV B - Mala	_	_	
								INDICACION	GEOMECÁNICA:									Span:	J	
								1		Shoton	ete 2", secci	ion comp	oleta + Pen	os Pytho	n 7', @ = 1.20 m			0	m	
_								L .												
GRADO			RESISTENCIAS IÓN DE CAMPO			O RESIST. P. AXIAL	Clza	VIACIÓN DE TI	Caliza				CLASIFICACIO	N GEOMEC	INICA, TIPOS DE SOSTENIA	MIENTO, TIEMPOS	DE AUTO SOPO	RTE Y SPAM DE EXPOSICIÓN	1	
					_	P. AXIAL		0-	liza Mineralizada							TIPOS DE SOSTEN	IMENTO TIPICOS		Ι	
R1	Deleznahl una cuchil	nie con golpes firmes con la punta villa	de martillo de geólogo se d	esconcha cor	٠	1 - 5.	Clza Min				CLASSICACIÓN Y TIPO DE	CAUDADDE	MORCE - HAM-	INDEX 101	LABORES DE AVANCE PERMANE	NTES	LABORES DE AVAN	NCE TEMPORALES	TIEMPO DE AUTO	SPAM DE EXPOSICION
-							Mar Lar	Mi	erga Limoarcillita Brecha		ROGA	ROCA			5ECDÓN 4.30 m x 4.30 m - 4.00 m x 4.00	560	CIÓN - 400 m x 400 m	SECCIÓN BUR M X 4 UR M	SOPORTE	(=)
R2		oncha con dificultad con cuchilla. I martillo (de punta)	Marcas poco profundas en la	roca con gol	pe (5 - 25	Cal								120111120111111111111111111111111111111	1	400 111 400 11	530 III X 430 II		+
-	mine der	marano (de parta)					Cgi		Conglomerado			Mayburna	200-81	>50	Sin sealenimie nto a empersad ecasional con persos python, Li	is Sin sestent wile 37: ocasion al con per	nto e empernado mos split set, L = 7°.	Sin sesten imiente e empernado ecasional conpernos spilt set, L+ 7.	20 años	
R3	No se raya	ya ni desconcha con cuchillo. La r	nuestra se rompe con golpe	firme del ma	tillo 2	5 - 50				_						_		Employada sistemiti a con access		-
R4		tra se rompe con mas de un golpe	4-1		-	- 100		ON DEL TIPO I	E ESTRUCTURA		100	Burns	90 * 60	50 = 30	Sin sostenimie nto o empersad ocasional con persos python, L-		nto o empernado nos spirtset, L - P.	Empermado sistemático con permos spirt set, L + 7, Ø = 1.50 m, distribución en cacada.	470000	
		era se rompe con mas de un goipe ere varios golpes de martillo para				0 - 250		alla	Ve Veni		-				Empernado sistemátrico con pere		átrico con permos spilit	Maila et ectrasalidada de alambro negro		
R5 R6	_	ere varios goipes de martillo para compe esquirfas de la muestra con				250		ntacto	ve ven	ma'	HA.	Regular A	60 - 51	10-7	python, L+ 7, @ + 1.50 m, distribus cocads.	6n on set, L + 7, Ø + 1.5	em, distribución en rada.	do 6" s T'; + empercado sociemidoso sen percessajili set, L+T; @ + 150 m, distribución en cocada.	48 horse	12
Ne	3010 SE 10	ompe esquinas de la muestra con	er marullo			200	VI CO	nacto				Brester B	60.70	7.1	Sharring a - P. Billight of the				12 herse	٠.
			ÍNDICE DE ALTERAC	ιάν		$\overline{}$	*******	OIÓN DEL TIT	O DE RELLENO			Arguer E			shorrers, a = P, 80 kg/m² de te metali a; + e mpernado sytemáli a pernospython, L = P, @ = 1.50 n	con die 4"x 3"; + emper	els de sismore negro nado sistemático con L+T, Ø + 150m.	Malia el comunidado de niombre negro de 4" x T ₁ + empermado sistemático con permocapiót set. L + T, Ø + 1,20 m.	127904	-
GR	ADO		DESCRIPCIÓN	ION				XION DEL TIP	Py Piri	to		Regular B	45 * 45	5 * 4	distribución en cocada.	digribució	L=F, Ø = 150 m, in on occada.	con permosspirt set, L+F, @+120m, distribución en cocada.	12 haras	
\vdash		Ningún signo do alternoló! -		landarani/	obro suporii -i	on do		cilla	Lm Lim						Shotcoto, a + 2", 30 kg/m ² do 10		da de alambro negro nado uluternánco con	Shetcrote, e = 1.5°, 4 Kg/m² do fibra		
1. 8		Ningún signo de alteración en el r discontinuidades principales	naterial rocoso. Quizas lig. 6	ecoloración s	oore superfici	es de		onatos	Si Silio		IVA	Pobre A	40 - 30	4-1	metalics; + a mpornado sistemán o pernospython, L = 7°, @ = 1.20 n distribución en cocada.	n permes pythen.	L = 7; @ = 1.20 m, in on oscada.	sintática; + empermado sistemático con permos python, L + T, @ + 1.20 m, d istribución en cocada.	2horas	s/spam
\vdash					december 1.0		nizo	Silik	-						_	. 4 Kg/m² do filoso	Shatorete, e = 2°, 4 Kg/m² de Fibra		\vdash	
IL LIC			n indica alteración del material rocoso y superf. de disc. El m nte es más débil que en su condición sana				PZ PC	and the same of th							Shotcretz, e = 2°, 30 kg/m² de 60 metalica (sestenimie me, sen shek	ra hasta of fronts of	niento con shonore to le la labor a media	sintética (se monimiento con shetorete hama el fronte de la luber a media		
	-	·		and a second	de la seco esc		Approx	tolóti pri so	PACIAMIENTO		N/B	Pobre B	30 - 25	1-01	hasta el frente de la labor a med segión) + arcas noruegos, (F + 1.5)	perman prychart.	udo sistemático con L= 7, @ = 1,20 m, in en cocada.	serción) + empermad o sistemático con permes portren, L = 7, df = 3,26 m, d totribudión en cocada.	Menos de 2 norse	s/spam
<u> </u>			o esta descomp. y/o desinte		ero la roca ŝar	na o	1 ABREVI	ACION DEL ES							1.20 m.	Adicional ments, a	m en lacasa. Flas norungos según la de Seomecanica.	Adicionalmente, arcas ne ruegos según indicacion del area de Geomecanica.		
III. MOD		Menos de la mitad del mat, rocosi decolorada se presenta como un i	marco continuo o como núcl				2	****				1			1					
III. MOC	d	decolorada se presenta como un i						0.0	2 m						Sharmon a a P. Millage Territor	na Summer 1	Same to Section	Sharran es P. A Salm de Com-		
III. MOD	MALT N	decolorada se presenta como un Mas de la mitad del mat. rocoso e	sta descomp. y/o desintegra		. La roca sana	10	2	0.6 -			v	Muy potre	5.20	501	Sinotoreta, a + 2°, 30 kg/m² de filo metalica (saetenimiento-con cheto hatto el frenta de la labor a med	nete sintérica (soutenir la hacta-el frente d	", 4Kg/m ³ de fibra sienta-can shatos te le la labor a media	Shotcretz, e = 2°, 4 Kg/m² de fibra sintética (ao den imiento con shotcrete ha da el fronte de la labor a media	Colopse	s/spam
IV. MU	Y ALT.	decolorada se presenta como un i Mas de la mitad del mat. rocoso e decolorada se presenta como un i	esta descomp. y/o desintegra núcleo rocoso.	do a un suelo			3	0.2 - 0).6 m.		٧	Muy patire	6 20	681	mertalica (seetenimie nto opn sheto	nete sintético (sostenia la hasta el frente d .50 m sección) e arcos no	miento-con shoros to	sintética (se den invento con shotorete	Colopso inmediato	s / spam
IV. MU	Y ALT. M	decolorada se presenta como un Mas de la mitad del mat. rocoso e	esta descomp. y/o desintegra núcleo rocoso.	do a un suelo			2		0.6 m. 0.2 m.		NOTA SIL				metalica (aestenimie ma-son shetc hasta di fronto de la labor a med sección) +combras metalicas, (b = 1 ~0.80 m.	nete sintético (soutenir lia haeta-el friente e 150 m sección) + arces ne 1	sients-can shat av te le la labor a media rrungos, df = 1,23 m = 0 m.	sintética (se stenimiento con shetorete ha sa el frente de la labor a media sección) - anos norungos, # + 1.56 m *		

		EL BBC	200						EODMATO D	E MADEO	CEOME	CANIC	DOD.	CELDAS		POR:	JUAN JOSE	OLIVER	RA G.
3) ! 5	EL BRC ociedad Minera El	Brocal S.A.A.	AR	REA DE	GEOME	CANICA		FORMATO D	E MAPEO	GEOME	CANIC	POR	CELDAS	F	FECHA:	4/11/	2016	
								UBICACIÓ	N:		GL 90	022 E Nv. 4	1032			HOJA:	1	1	
N° de	Celda	ORIENTACIÓN DE				TRAMO					VAL	.ORACIÓ	N DEL N	ACIZO ROCOS	O (R. M. R.)				
		Az.	Buzamiento:	_	Desde:		Hasta:												
								PARA	METROS					RANGO DE VAL					Valoración
	A		E ROCA:		%		NCIA / FRACTURA Fracturas/ml.	D COMPRE	. UNIAXIAL (MPa)	> 250	(15)	100 - 250	(12)	VALOR ESTIMA	(7) 25 - 50) (4)	<25 (2) <5 (1) <1(0)	1.	7
	A	76	В		76	N° I	racturas/mi.	_	QD (%)	90-100	(20)	75 - 90	(12)		(/) 25 - 50 13) X 25 - 50				8
TIPO	т —	ORIENTACIÓN		DELL	LENO				MIENTO (m.)	>2	(20)	0.6 - 2	(17)		10) X 25-50 10) X 0.06-0		< 0.06 (5)	 - 	8
ESTRU	Buzamien		ESPACIAMIENTO	Tipo	Espesor	co	MENTARIOS	ESPAGIA	PERSISTENCIA	<1m long	(6)	1-3 m long.	(4)		(2) 10 - 20		-5.05	_	2
CT E	16	230			Laptoo.			1	APERTURA	Cerrada	(6) X	<0.1 mm	(5)		(4) 1 - 5 m			_	5
D	80	170				i		CONDICIÓN	RUGOSIDAD	Muy Rugosa	(6)	Rugosa			(3) Lisa	(1)		_	3
D	69	245				1		DE JUNTAS	RELLENO	Limpia	(6)	Duro <5mm	(4)		(2) x Suave			_	1
D	74	83				1			ALTERACIÓN	Sana	(6)	Lig. Alterada	(5)	x Mod Alterada	(3) Muy Alt	iterada (2)	Descompuesta (0)	4E	3
						1		AGUA SI	JBTERRÁNEA	Seco	(15) X	Húmedo	(10)	Mojado	(7) Goteo	(4)	Flujo (0)	5	10
						LABOR EMP	LAZADA EN CALIZAS							VAL	OR TOTAL RI	MR BASICO	(Suma de valoración	1 a 5)	47
							RCILLOZAS DE	Ajuste por Ori	entacion Estructuras	Muy Favorable	2 (2)	Favorable	(-2)	Moderada (-5)	X Desi	favorable (-10)	Desfavorable (-12)	\Box	-10
							NCIA MEDIA BAJA, IENTO MODERADO A									VALO	OR TOTAL RMR AJUS	TADO	37
							NTENSO.					CLASE DEI	L MACIZO	ROCOSO				Т	
						1		RMR	100 - 8	1 8	30 - 61	60 - 5	i1	50 - 41	40 - 31	30 - 21	1 < 20	IV	/A-Mala A
								DESCRIPC	ÓN I Muy Bue	ena II	Buena	III A - Reg	ular A	III B - Regular B	IVA-Mala A	IV B - Mai	la B V Muy Mala		
						1		INDICACIÓN	GEOMECÁNICA:								Span:		
										Shotcrete 2", s	eccion com	pleta + Per	rnos Pytho	n 7', @ = 1.20 m			0	m (
GRADO																			
			ESISTENCIAS			O RESIST.		VIACIÓN DE TI				CLASIFICACI	ÓN GEOMEC	ÁNICA, TIPOS DE SOSTEN	IMIENTO, TIEMPOS	S DE AUTO SOPO	DRTE Y SPAM DE EXPOSICIÓN	1	
		IDENTIFICACI	ÓN DE CAMPO		СОМ	O RESIST. P. AXIAL	Clza		Caliza			CLASIFICACI	ÓN GEOMEC	ÁNICA, TIPOS DE SOSTEN	,	S DE AUTO SOPO	DRTE Y SPAM DE EXPOSICIÓN	1	
R1	Deleznable o	IDENTIFICACI e con golpes firmes con la punta	ÓN DE CAMPO	esconcha con	сом		Ciza Ciza Min	Ca	Caliza liza Mineralizada	CLASFICA	CIÓN CALIDAD DE			ÁNICA, TIPOS DE SOSTEN	TIPOS DE SOSTEX	NIMENTO TIPICOS	DRTE Y SPAM DE EXPOSICIÓN	THEMPO D	DE SPAMDE
	Deleznable o	IDENTIFICACI e con golpes firmes con la punta la	ÓN DE CAMPO de martillo de geólogo se d		COM	P. AXIAL	Ciza Ciza Min Mar Lar	Ca	Caliza liza Mineralizada rga Limoarcillita	CLASFICA V TIPO	CIÓN CALIDA O DE ROCA	CLASIFICACI	ÓN GEOMEC	LABORES DE AVANCE PERMAN	TIPOS DE SOSTEN	NIMIENTO TIPICOS LABORES DE AVA	INCETEMPORALES SECTION		EXPOSICIÓN
	Deleznable ouna cuchilla	IDENTIFICACI e con golpes firmes con la punta la cha con dificultad con cuchilla. M	ÓN DE CAMPO de martillo de geólogo se d		COM	P. AXIAL	Ciza Ciza Min Mar Lar Bx	Ca Ma	Caliza liza Mineralizada rga Limoarcillita Brecha	CLASEICA Y SIPO I PO GA	CIÓN CALIDAD DE ROCA			LABORES DE AVANCE PERMAN	TIPOS DE SOSTEN	NIMIENTO TÍPICOS LABORES DE AVA	INCETEMPORALES	TIEMPO DI	EXPOSICIÓN
R1	Deleznable ouna cuchilla	IDENTIFICACI e con golpes firmes con la punta la	ÓN DE CAMPO de martillo de geólogo se d		COM	P. AXIAL 1 - 5.	Ciza Ciza Min Mar Lar	Ca Ma	Caliza liza Mineralizada rga Limoarcillita	CLASSFICA Y TIPO I 100 CA	CXÓN CALIDAD DE ROCA			LABORES DE AVANCE PERMAN	TIPOS DE SOSTEM ENTES SE 00 m 450 m x 4.50 m	NIMIENTO TIPICOS LABORES DE AVA	INCETEMPORALES SECTION	TIEMPO DI	EXPOSICIÓN t-d
R1	Deleznable o una cuchilla Se desconch firme del ma	IDENTIFICACI e con golpes firmes con la punta la cha con dificultad con cuchilla. M	ÓN DE CAMPO de martillo de geólogo se d tarcas poco profundas en la	a roca con gol	COM	P. AXIAL 1 - 5.	Ciza Ciza Min Mar Lar Bx Cgi	Ca Ma	Caliza liza Mineralizada rga Limoarcillita Brecha Conglomerado	CLASHICA Y TIPO I NO EA	OK ROEA Muyburra	E BACKET - NAME.	>ss	LABORES DE AVANCE PERMAN SECCION 4.50 m x 4.50 m * 4.00 m x 4.5 Lin sauteniste rés a e repersa. escaland sen permas guiffan.	TIPOS DE SOSTEM ENTES SEI SEI SEI SEI SEI SEI SEI SEI SEI S	DAMENTO TRICOS LABORES DE AVA ECCIÓN nº 4.00 m x 4.00 m tento a expermada emas split set, i. = 7;	MCETEMPORALES SECTION 8.00 m x 4.00 m Sin su deletinamina a emperada secenaria impermasajiti keri, l. a. 7. Emperados some masajiti keri, l. a. 7.	THEMPO DE AUTO SOPREME	EXPOSICIÓN (m)
R1 R2 R3	Deleznable ouna cuchilla Se desconch firme del ma	iDENTIFICACI e con golpes firmes con la punta la a cha con dificultad con cuchilla. M nartillo (de punta) n il desconcha con cuchillo. La m	ÓN DE CAMPO de martillo de geólogo se d farcas poco profundas en la uestra se rompe con golpe	a roca con gol	COM	P. AXIAL 1 - 5. 5 - 25 5 - 50	Ciza Ciza Min Mar Lar Bx Cgi	Ca Ms	Caliza liza Mineralizada	YTIPO	NOCA ROCA	E BACKET - NAME.	inner .d.	LABORES DE AVANCE PERMAN SECCIÓN 4.50 m x 4.50 m = 4.00 m x 4.	TIPOS DE SOSTEX ENTES SE 450 m x 4,50 m x 4,50 m de Lin seateni etc etcasion si can pe	NIMENTO TÍPICOS LABORES DE ANA ECCIÓN mº 4.00 m x 4.00 m	MCETEMPORALES MCDON SOO m x 4.00 m Sin suident into inte a emperade accessed on permensials to t. L. 7.	THEMPO DE AUTO SOPRATE	EXPOSICIÓN (m)
R1 R2 R3	Deleznable o una cuchilla Se desconct firme del ma No se raya n	IDENTIFICACI con golpes firmes con la purita de cha con dificultad con cuchilla. M artillo (de punta) ni desconcha con cuchillo. La m a se rompe con mas de un golpe	ON DE CAMPO de martillo de geólogo se d larcas poco profundas en la uestra se rompe con golpe del martillo	a roca con gol	COM pe 5 rtillo 2	P. AXIAL 1 - 5. 5 - 25 5 - 50 0 - 100	Ciza Ciza Min Mar Lar Bx Cgl ABREVIACIÓ D Dia	Ca Ma	Caliza Iiza Mineralizada rga Limoarcillita Brecha Conglomerado E ESTRUCTURAS E Estrato	YTIPO	Mayburna Bunna	200-81 80-45	> 50 - 30	LABORES DE AVANCE PERMAN SECONO 4.50 m x 4.50 m = 4.00 m x 4. En santenimie nite a emperimiente de la emperimiente de la primise publica. San santenimiento o emperimiento de la primise publica. San santenimiento de la primise publica. Emperimado sontenimiento de la primise publica.	TWOS DE SOSTEM ENTES SEE SEE SIN ASSEMBLE SIN ASSEMBLE	CAMMENTO TRACOS LABORES DE AVA LOCIÓN m - 4,00 m x 4,00 m anto a empernada emas split set, 1 = 7. anto o empernado emas split set, 1 = 7.	MCCTEMPORALES MCDON 800 m x 400 m So to the control of the cont	THIMPO DI AUTO SOPORTE	EXPOSICIÓN 12
R1 R2 R3	Deleznable ouns cuchilla Se desconct firme del ma No se raya n La muestra s Se requiere	iDENTIFICACI e con golpes firmes con la punta la a cha con dificultad con cuchilla. M nartillo (de punta) n il desconcha con cuchillo. La m	ON DE CAMPO de martillo de geólogo se d farcas poco profundas en la uestra se rompe con golpe del martillo omper la muestra	a roca con gol	pe 50 50 100 100 100 100 100 100 100 100 1	P. AXIAL 1 - 5. 5 - 25 5 - 50	Ciza Ciza Min Mar Lar Bx Cgl ABREVIACIÓ D Dia Fa F:	Ca Ma	Caliza liza Mineralizada	YTIPO	OK ROEA Muyburra	E BACKET - NAME.	>ss	LABORES DE AVANCE PERMANA SECCIÓN 450 m x 450	TPOS DE SOSTEM SENTES SENTES	CALMENTO TPHOS LABORES DE AVA LECION m = 4,00 m x 4,00 m cento o emperando cento o emperando cento o emperando cento o emperando cento o espiri seri, i. = 7.	MCEYEMPORALES MICHON 800 m x 4.00 m Sin we destination to a imperiada accessoral simple messagili ext. 1.2 7. Emperiado estore value con periado est modello. Millo el colorestando e con periado modello. Millo el colorestando e con periado estore similado. Millo el colorestando e con periado estore similado.	THEMPO DE AUTO SOPREME	EXPOSICIÓN 12
R1 R2 R3 R4 R5	Deleznable ouns cuchilla Se desconct firme del ma No se raya n La muestra s Se requiere	IDENTIFICACI con golpes firmes con la purta e a cha con dificultad con cuchilla. M antillo (de punta) ni desconcha con cuchillo. La m a se rompe con mas de un golpe e varios golpes de martillo para re	ON DE CAMPO de martillo de geólogo se d farcas poco profundas en la uestra se rompe con golpe del martillo omper la muestra	a roca con gol	pe 50 50 100 100 100 100 100 100 100 100 1	P. AXIAL 1 - 5. 5 - 25 5 - 50 0 - 100 0 - 250	Ciza Ciza Min Martar Bx Cgl ABREVIACK D Dia Fa Fi	Ca Ms	Caliza Iiza Mineralizada rga Limoarcillita Brecha Conglomerado E ESTRUCTURAS E Estrato	YTIPO	Mayburna Bunna	200-81 80-45	> 50 - 30	LABORES DE AVANCE PERMANA MECCIÓN 458 m x 4.50 m = 4.00 m x 4. En salación de la emperana macazión den permas prihan, Sin someranes ento o emperan ocazión den permas prihan, emperanas internas ento o emperan permas prihan, emperanas internas ento a emperan permas prihan, emperanas internas ento a emperan emperanas entores entores entores entores entores emperanas entores entor	TIPOS DE SOSTEX SU OB m 450 mx 450 m 450 mx 450 m de a. Ti in sestemanir de case nal con pe case nal con pe succe nal con pe succ	ANAMENTO TIPICOS LABORES DE AVA COCIÓN nº 4.00 m x 4.00 m nº 4.00 m x 4.00 m emes spin set, i. = 7. Cotto o empernado como spin set, i. = 7. Mados do pernasspin set, i. = 7. Solo, distribución en esista.	MCCTEMPORMES MCCON MCCON So water invariant angermale assessed any arrangement yell vol. 1-7 / Supermale sold yell yell yell yell yell yell yell ye	THIMPO DI AUTO SOPORTE	EXPOSICIÓN 1-d
R1 R2 R3 R4 R5 R6	Deleznable o una cuchilla Se descond firme del ma No se raya n La muestra s Se requiere Solo se rom	IDENTIFICACI con golpes firmes con la purta e a cha con dificultad con cuchilla. M antillo (de punta) ni desconcha con cuchillo. La m a se rompe con mas de un golpe e varios golpes de martillo para re	ON DE CAMPO de martillo de geólogo se d farcas poco profundas en la uestra se rompe con golpe del martillo omper la muestra	a roca con gol	pe 50 50 100 100 100 100 100 100 100 100 1	P. AXIAL 1 - 5. 5 - 25 5 - 50 0 - 100 0 - 250	Clza Clza Min Mar Lar Bx Cgl ABREVIACK D Dia Fa F, Cct Cor	Ca Ma DON DEL TIPO D classa alla stacto	Caliza Iza Mineralizada rga Limoarcillita Brecha Conglomerado E ESTRUCTURAS E Estrato Ve Venilla	YTIPO	May burns May burns Regular A Magular B	200 " 81 MCHCE " RAME" 200 " 81 200 " 81 200		ABONES OF AVAILABLE FERMAN SECTION 4.58 m.s.55 m.s.460 m.s.4	TIPOS DE SOSTEX ENTES SE 1 4.50 m x 4.50 m x 4.50 m 4.50 m x 4.50 m x 6.50 m En nachemient entre per Caller and con per	DAMMENTO TENCOS LABORES DE AVA COCIÓN — 4.00 m x 4.00 m — 4.00 m x 4.00 m como a empernada como aplito etc. 1, - F. valloca de apernada pinto sale, distribución en costa. Sale, distribución en costa. Sale, distribución en costa.	MCCTEMPORALS MCCOM Solin n x 400 m So	THEMPO DO AUTO SOPERITO DE COMPTO SOPERITO DE COMPTO DE COMPTO SOPERITO DE COMPTO DE C	EXPOSICIÓN
R1 R2 R3 R4 R5 R6	Deleznable ouns cuchilla Se desconct firme del ma No se raya n La muestra s Se requiere	IDENTIFICACI con golpes firmes con la purta e a cha con dificultad con cuchilla. M antillo (de punta) ni desconcha con cuchillo. La m a se rompe con mas de un golpe e varios golpes de martillo para re	ÓN DE CAMPO de martillo de geólogo se d larcas poco profundas en la uestra se rompe con golpe del martillo omper la muestra el martillo	a roca con gol	pe 50 50 100 100 100 100 100 100 100 100 1	P. AXIAL 1 - 5. 5 - 25 5 - 50 0 - 100 0 - 250	Ctza Ctza Min Mar Lar Bx Cgl ABREVIACH D Dia Fa F, Ct Cor	Ca Ma DON DEL TIPO D classa alla stacto	Caliza Iiza Mineralizada rga Limoarcillita Brecha Conglomerado E ESTRUCTURAS E Estrato	YTIPO	Mayburna Burna Regular A	200"#1 #0"#1	> 1MDRCE "Q" > 10 > 20 > 20	LABORES DE AVANCE PERMANA ASPIRA SERDIA TO MASCORIO — 4.00 m.s. 4.00 To MASCORIO — 5.00 m.s. 4.00 To MASCORIO — 5.00 m.s. 4.00 SERVICIO — 5.00 m.s. 4.0	TIPOS DE SOSTEM SSD mx 4.50 m x 4.50 m 4.50 m x 4.50 m x 6.50 m in the section of control of con	INMENTO TRICOS LABORS DE AVA LABORS DE LABORS LA	MCCTEMPORALS SOO on x 400 on So on x 400 on The value of the value	THEMPO DO AUTO SOPRIME DE SOPRIME	EXPOSICIÓN
R1 R2 R3 R4 R5 R6	Deleznable una cuchilla Se desconct firme del ma No se raya r La muestra : Se requiere Solo se romi	iDENTIFICACI con golpes firmes con la purta e a cha con dificultad con cuchilla. M antillo (de punta) ni desconcha con cuchillo. La m a se rompe con mas de un golpe e varios golpes de martillo para r mpe esquirlas de la muestra con	ON DE CAMPO de martillo de geólogo se d tarcas poco profundas en la uestra se rompe con golpe del martillo omper la muestra el martillo ÍNDICE DE ALTERAC DESCRIPCIÓN	roca con gol	pe 5 tillo 2:	P. AXIAL 1 - 5. 5 - 25 5 - 50 0 - 100 0 - 250 > 250	Ctza Ctza Min Mar Lar Bx Cgl ABREVIACK D Dia Fa Fi Ct Cor ABREVIA CX Cor	Ca Ma	Caliza Caliza Mireralizada rga Limenarilita Brecha Conglomerado EESTRUCTURAS E Estrato Ve Venilla D DE RELLENO	YTIPO	May burns May burns Regular A Magular B	200 " 81 MCHCE " RAME" 200 " 81 200 " 81 200		ABONES DE AVANCE PERMANA MECONO ASS na 450 nn - 450 nn 4 4 To secondo en primo pilmo. Son accommon ma e majorimo michano en primo pilmo. Transmission de accommon de acc	TIPOS DE SOSTEZ CENTES \$60 00 m	INTERNIO TRICOS LABORES DE AVIA LABORES DE AVIA — 4.00 m x 4.00 m — 6.00 m x 6.00 m — 6.	SCHOOL SC	THEMPO DO AUTO SOPERITO DE COMPTO SOPERITO DE COMPTO DECOMPTO DE COMPTO DE C	EXPOSICIÓN 12 12
R1 R2 R3 R4 R5 R6	Deleznable e una cuchilla Se desconct firme del ma No se raya r La muestra : Se requiere Solo se rom	IDENTIFICACI con golpes firmes con la purta e a cha con dificultad con cuchilla. M antillo (de punta) ni desconcha con cuchillo. La m a se rompe con mas de un golpe e varios golpes de martillo para re	ON DE CAMPO de martillo de geólogo se d tarcas poco profundas en la uestra se rompe con golpe del martillo omper la muestra el martillo ÍNDICE DE ALTERAC DESCRIPCIÓN	roca con gol	pe 5 trillo 2:	P. AXIAL 1 - 5. 5 - 25 5 - 50 0 - 100 0 - 250 > 250	Ctza Ctza Min Mar Lar Bx Cgl ABREVIACK D Dia Fa F. Ct Con ABREVIA OX O: Arc Ar	Ca Me	Caliza Caliza Miranizada Iza Mineralizada Brecha Conglomerado DE ESTRUCTURAS E Estrato Ve Venilla D DE RELLENO Py Pirita	Y TENO.	Muyburna Rodina Regular B Regular B	200" X1	50° 20 20° 7 30° 30 30° 7	ABONES DE AVANCE PERMANA ASSENSA SUPERIOR DE CONTROL D	TEPOS DE SOSTEZ CENTES SO m 450 m x 450 m x 550 m do 250 m x 650 m	ANIMENTO TRYCOS LABORES DE AVA COCOM — " 4.00 m x 4.00 m cotto a emperrada emes spira set, l. x 7. cotto a emperrada dos a emperrada totto a emperrada totto a emperiada dos a emperiada totto a emperiada dos a emperiada totto a emperiada to	MCCTEAPORALS SCOON SOON as 400 on The widon interests a responsable present of the second on the	THEMPO DO AUTO SOPERITO DE AUTO SOPERITO DE AUTO DE AU	EXPOSICIÓN Serior 12
R1 R2 R3 R4 R5 R6	Deleznable una cuchilla Se desconch firme del ma No se raya r La muestra : Se requiere Solo se rom	iDENTIFICACI e con golpes firmes con la punta i a cha con dificultad con cuchilla. M nartillo (de punta) ni desconcha con cuchillo. La m a se rompe con mas de un golpe e varios golpes de martillo para r mpe esquirlas de la muestra con ingún signo de alteración en el m ingún signo de alteración en el m	ON DE CAMPO de martillo de geólogo se de larcas poco profundas en la larcas poco profundas el martillo INDICE DE ALTERAC DESCRIPCIÓN aterial rocoso. Quizás lig. General pocoso. Quizás lig. General pocoso.	firme del mar	communication of the communica	P. AXIAL 1 - 5. 5 - 25 5 - 50 0 - 100 0 - 250 - 250 es de	Ctza Ctza Min Mar Lar Bx Cgl ABREVIACK D Dia Fa F. Ct Cor ABREVIA Ox Oi ARC Carb	Ca Miles Casa Alla Alla Casa Alla Alla Casa Alla Casa Alla Casa Alla Casa Casa Casa Casa Casa Casa Casa C	Caliza Iza Mineralizada Iza Mineralizada Brecha Conglomerado DE ESTRUCTURAS E ESTRUCTURAS Ve Venilla D DE RELLENO Py Pirita Lm Limos	Y TENO.	Muyburna Rodina Regular B Regular B	200" X1	50° 20 20° 7 30° 30 30° 7	ABONES DE AVANCE PERMANA ASONA SURCIONA ASONA SURCIONA TO ASONA TO	##05 05 50 50 FEE ##05 05 50 50 FEE ##05 05 05 05 FEE ##05 05 05 0	AMMENTO TRICOS LARORES DE ANY LARORES DE ANY	MCCTEMPORALS MCCOM Sole in a 400 m McCommission of the 400 m Mc	THEMPO DO AUTO SOPERITO DE AUTO SOPERITO DE AUTO DE AU	EXPOSICIÓN Serior 12
R1 R2 R3 R4 R5 R6	Deleznable una cuchilla Se desconct firme del ma No se raya r La muestra : Se requiere Solo se romi	iDENTIFICACI con golpes firmes con la punta i a cha con dificultad con cuchilla. M nartillo (de punta) ni desconcha con cuchillo. La m a se rompe con mas de un golpe e varios golpes de martillo para n mpe esquirlas de la muestra con ingún signo de alteración en el m scontinuidades principales	ON DE CAMPO de martillo de geólogo se de tarcas poco profundas en la uestra se rompe con golpe del martillo omper la muestra el martillo INDICE DE ALTERAC DESCRIPCIÓN aterial rocoso. Quizás lig. Ge el material rocoso y superf	firme del mar	communication of the communica	P. AXIAL 1 - 5. 5 - 25 5 - 50 0 - 100 0 - 250 - 250 es de	Ctza Ctza Min Mar Lar Bx Cgl ABREVIACK D Dia Fa F. Ct Cor ABREVIA Ox Oi ARC Carb	Ca Mai Mai Mai Mai Mai Mai Mai Mai Mai Ma	Caliza Iza Mineralizada Iza Mineralizada Brecha Conglomerado DE ESTRUCTURAS E ESTRUCTURAS Ve Venilla D DE RELLENO Py Pirita Lm Limos	Y TENO.	Muyburna Rodina Regular B Regular B	200" X1	50° 20 20° 7 30° 30 30° 7	ABONES DE AVANCE PERMANA ASPIRA - ASPIR	#POS 01 5001151 SATURE SO 00 00 15001151 SO 00 00 00 00 15001151 SO 00 00 00 00 00 15001151 SO 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00	ANNERSTO TRIVIOS LABORS DE ANY COCOM 1 400 no 400 no 400 no 400 no 400 no 400 no 400 no 400	MCCTEMPORALS MCCOM Soft on x 400 or Soft on x	TICAPO D AUTO SOPERITO SOPERIT	EXPOSICIÓN Serior 12
R1 R2 R3 R4 R5 R6 GR	Deleznable i una cuchilla Se desconct firme del ma No se raya r La muestra : Se requiere Solo se romi	iDENTIFICACI con golpes firmes con la purta i a cha con dificultad con cuchilla. M artillo (de punta) ni desconcha con cuchillo. La m a se rompe con mas de un golpe e varios golpes de martillo para r mpe esquirlas de la muestra con ingún signo de alteración en el m scontinuidades principades decoloración indica alteración d tremadamente es más débil que enos de la mitad del mat. rocoso de la mitad del mat. rocoso	ON DE CAMPO de martillo de geólogo se de larcas poco profundas en la l	i roca con golj firme del mar IÓN IóON de disc. El m grado a un su	communication of the communica	P. AXIAL 1 - 5. 5 - 25 5 - 50 0 - 100 0 - 250 2 250 es de descolorido	Ctza Ctza Min Mar Lar Bx Cgl ABREVIACK D Dia Fa Fi Ct Cor ABREVIA Ox O: Arc Ar Cb Carb Pz Pa	Ca Mit	Caliza Iza Mineralizada Iza Mineralizada Brecha Conglomerado DE ESTRUCTURAS E ESTRUCTURAS Ve Venilla D DE RELLENO Py Pirita Lm Limos	Y TENO.	May Sue no. May Sue no. May Sue no. Regular A Regular B Follow A	200 - 81 200 - 81 200 - 81 200 - 82 40 - 82 40 - 82	10000 107 112 10 120 20 17 7 18 5 14 4 1	ABONES DE AVANCE PERMANA ASONA SURCIONA ASONA SURCIONA TO ASONA TO	#POLD I SODIES (NYSS	ANMENTO TRICOS LANORS DE AVIDA COCON COCO	SCOOM SCOOL	THEMPO DO AUTO SOPERITO DE AUTO SOPERITO DE AUTO DE AU	NOSHOON 1-4 12 22 4 5 6 1/ppon
R1 R2 R3 R4 R5 R6 GR	Deleznable i una cuchilla Se desconct firme del ma No se raya r La muestra : Se requiere Solo se romi	IDENTIFICACI con golpes firmes con la purta i a cha con dificultad con cuchilla. M antillo (de punta) ni desconcha con cuchillo. La m a se rompe con mas de un golpe e varios golpes de martillo para n mpe esquirlas de la muestra con ingún signo de alteración en el m scontinuidades principales a decoloración indica alteración d tremadamente es más débil que	ON DE CAMPO de martillo de geólogo se de larcas poco profundas en la l	i roca con golj firme del mar IÓN IóON de disc. El m grado a un su	communication of the communica	P. AXIAL 1 - 5. 5 - 25 5 - 50 0 - 100 0 - 250 2 250 es de descolorido	Ctza Ctza Min Mar Lar Bx Cgl ABREVIACK D Dia Fa Fi Ct Cor ABREVIA Ox O: Arc Ar Cb Carb Pz Pa	Ca Mit	Caliza Caliza Miranizada Iza Mineralizada Brecha Conglomerado DE ESTRUCTURAS E ESTRUCTURAS Ve Venilla Venilla D DE RELLENO Py Pirita Limos SI Silice	Y TENO.	May Sue no. May Sue no. May Sue no. Regular A Regular B Follow A	200 - 81 200 - 81 200 - 81 200 - 82 40 - 82 40 - 82	10000 107 112 10 120 20 17 7 18 5 14 4 1	ABONES DE AVANCE PERMANA ASONS DE AVANCE PERMANA ASONS DE ASONS DE AVANCE PERMANA El mandemaire de a emparent de avance de avenue parent de avance de avance de avance de avance de avance de avance de avance de avance de avance de avance de avance de avance de avance de avance de avance de avance de avance de a	##06 01 500110 USAN	ANNERSTO TRIVIOS LABORS DE ANY COCOM 1 400 no 400 no 400 no 400 no 400 no 400 no 400 no 400	MCCTEMPORALS MCCOM Solom a 480 mm Solom a 4	TICAPO D AUTO SOPERITO SOPERIT	DX7090000 1
R1 R2 R3 R4 R5 R6 GR	Deleznable e una cuchilla Se desconct firme del ma No se raya r La muestra : Se requiere Solo se romi disco se rom	IDENTIFICACI con golpes firmes con la purta i a cha con dificultad con cuchilla. M antillo (de punta) ni desconcha con cuchillo. La m a se rompe con mas de un golpe e varios golpes de martillo para n mpe esquirlas de la muestra con ingún signo de alteración en el m scontinuidades principales a decoloración indica alteración d tremadamente es más del ique concordad se presenta como un as de la mitad del mat, rocoso cociorada se presenta como un as de la mitad del mat, rocoso es	ON DE CAMPO de martillo de geólogo se de tarcas poco profundas en la tarca la tarca poco profundas en la tarca poco profundas en la tarca poco profundas en la tarca comina de la tarca comina como nicia tarca comina como nicia tarca descomp. y/o desintegra tarca comina como nicia tarca como nicia tarca comina profunda en la tarca comina como nicia tarca tarca como nicia tarca como nicia tarca como nicia tarca tarca como nicia tarca tarca tarca como nicia tarca tarca tarca tarca tarca tarca tarca tarca tar	iroca con goli firme del mar IÓN IÓN de disc. El m grado a un sue o rocoso.	COM 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	P. AXIAL 1 - 5. 5 - 25 5 - 50 0 - 100 0 - 250 - 250 es de descolorido	Ctza Ctza Min Mar Lar Bx Cgl ABREVIACK D Dia Fa F. Ct Cor ABREVIA Ox O: Arc Ar Cb Carb Pz Pa	Ca Mili Mili Mili Mili Mili Mili Mili Mil	Caliza Conglomerado Caliza Conglomerado Caliza Ca	Y TENO.	Model Model May business May business Regular A Regular B Folice B	5 NOTES TANK! 200 - 81 80 - 80 60 - 80 40 - 80 50 - 80		ABONES DE AVANCE PERMANA ASONA SON ASONA PERMANA DE ASONA SON ASONA PERMANA DE ASONA SON ASONA PERMANA DE ASONA	##05.01.500318 100 00 1.500318 100 00	AMMENTO TPOOS LARORES DE AVIDENCE TO A DE LA COMPANION TO A DEL COMPANION	MCCTEMPORALS MCCOM Solom a 480 mm Solom a 4	TICAPO D AUTO SOPERITO SOPERIT	N/PSHOON 1-6
R1 R2 R3 R4 R5 R6 GRR	Deleznable e una cuchilla Se desconct firme del ma No se raya r La muestra : Se requiere Solo se romi disco se rom	iDENTIFICACI con golpes firmes con la purita de a cha con dificultad con cuchilla. Martillo (de punta) ni desconcha con cuchillo. La m a se rompe con mas de un golpe e varios golpes de martillo para n mpe esquirlas de la muestra con un desconcha con cuchillo. La m a se rompe con mas de un golpe e varios golpes de martillo para n mpe esquirlas de la muestra con un desconcion de la mitad de la mat. rocoso enos de la mitad el mat. rocoso colorada se presenta como un m	ON DE CAMPO de martillo de geólogo se de tarcas poco profundas en la tarca la tarca poco profundas en la tarca poco profundas en la tarca poco profundas en la tarca comina de la tarca comina como nicia tarca comina como nicia tarca descomp. y/o desintegra tarca comina como nicia tarca como nicia tarca comina profunda en la tarca comina como nicia tarca tarca como nicia tarca como nicia tarca como nicia tarca tarca como nicia tarca tarca tarca como nicia tarca tarca tarca tarca tarca tarca tarca tarca tar	iroca con goli firme del mar IÓN IÓN de disc. El m grado a un sue o rocoso.	COM 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	P. AXIAL 1 - 5. 5 - 25 5 - 50 0 - 100 0 - 250 - 250 es de descolorido	Clza Clza Min Mar Lar Bx Cgl ABREVIACK D Dia Fa Fi Ct Cor ABREVIA Cb Carb Pz Pa ABREVI	Ca Mit	Caliza Caliza	Y TENO.	May Sue no. May Sue no. May Sue no. Regular A Regular B Follow A	200 - 81 200 - 81 200 - 81 200 - 82 40 - 82 40 - 82	10000 107 112 10 120 20 17 7 18 5 14 4 1	ABONES DE AVANCE PERMANA SECONO 438 na 459 ni - 460 na 4.4 Illiano de avanceira de	PPOS DI SODITO	AMMENTO TRYCOS LABORS DE AVIA LABORS DE AVIA	SCOON SCO	TICAPO D AUTO SOPERITO SOPERIT	NONSHORN 1-6 12 12 14 15 16 17 17 18 18 18 18 18 18 18 18
R1 R2 R3 R4 R5 R6 GR L. S. II. LL. III. MC	Deleznable i una cuchilla Se desconct firme del ma No se raya ri La muestra i Se requiere Solo se romi ADO CERADA Missi dele CERADA Metadece del Missi DERADA Missi decevir. I Todo v.	IDENTIFICACI con golpes firmes con la purta i a cha con dificultad con cuchilla. M antillo (de punta) ni desconcha con cuchillo. La m a se rompe con mas de un golpe e varios golpes de martillo para n mpe esquirlas de la muestra con ingún signo de alteración en el m scontinuidades principales a decoloración indica alteración d tremadamente es más del ique concordad se presenta como un as de la mitad del mat, rocoso cociorada se presenta como un as de la mitad del mat, rocoso es	ON DE CAMPO de martillo de geólogo se de tarcas poco profundas en la indica poco profundas en la indica poco profundas en la tarca poco profundas en la tarca poco profundas liga de tarca poco poco profundas liga de tarca poco poco profundas en la tarca poco profundas	in roca con golj firme del mar IÓN de disc. El m grado a un suelo sido a un suelo	COM 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	P. AXIAL 1 - 5. 5 - 25 5 - 50 0 - 100 0 - 250 - 250 es de descolorido ta o	Ciza Ciza Min Mar Lar Bx Cgi Sx Cgi Ciza Min Ciza Min Ciza Min Ciza Ciza Ciza Ciza Ciza Ciza Ciza Ciza	Ca Mit	Caliza Caliza	THOUGH AND A STATE OF THE AND A	Megalar A Regular B Regular B	\$ PACKET FRANCE - 2000-181 - 500-181 - 600-180 - 600-180 - 600-180 - 50		ABONES DE AVANCE PERMAN MECONE 138 na 15 fair - 160 na 14 Illustration de la cessoria Illustration de la cessoria Personale de la cessoria Per	PROS DI SOSTION 100	ANNEXTO TPCOS LABORIS DE ANA DE LABORIS D	MCCTEMPORALS MCCOM Solom a 480 mm Solom a 4	TELMO D D D AMERICA AM	22 2 1/apam 1 2 1/apam

Anexo 2.

Logueo Geotécnico de Testigos de Sondajes Diamantinos (Proporcionadas por Brocal)

-					LC	GUEO	GEOTE	CNIC	:0 DI	E TEST	rigos	ROCO	sos				_				
	CR Ingenie mecánica en Miner				yecto:		EVALUAC				EL MINA A N, SW		BTERRAI	NEO			3	EL	BROC	EAL SESAA	
	SONDAJE	COOF	RDENAD	AS E	36	1,541.73	1	N :		8,808,91	5.37	Co	ta:	4 345.0	5 msnm	Real	iz: R	AM PERL	J	Hoja	Pág.
1:	2-552DDH	ORIE	NTACIO	ON Azim	ut:	0.00°	Inclin	ación :	:	-90.00)°	Long	gitud:	382.	90 m	Fech	ia: 1	/07/2017	1	de 3	1
Inter	valo de Profundidad	Lon	ngitud		Grado	Resistenc	. RQI	,					Parámet	ros del F	RMR						
Desd	le Hasta	del	tramo	Litología	de	compres		' F	RC	RQD	Esp.		Condi	ción de jur	ntas (4)		Agua	RMR		Descripció	'n
(m)	(m)	((m)		Alteración	roca intact	ta (%))	(1)	(2)	(3)	Per	Ap	Rug	Rel	Alt	(5)	Total			
0.00	4.80	4	.80	SUELO	NULL	NULL	-1		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	NULL	NU	ĹĹ
4.80	37.80	33	3.00	AGLO	Lig	R3	90		4	17	10	4	4	4	1	3	10	57	IIIA	Regu	lar A
37.8	0 39.10	1	.30	ZF	Muy	R1	15		1	3	5	0	0	1	1	2	7	20	V	Muy	Mala
39.1	0 40.60	1	.50	AGLO	Mod	R3	45		4	7	5	4	4	1	1	2	7	35	IVA	Mala	a A
40.6	0 43.20	2	.60	AGLO	Lig	R3	50		4	8	8	4	4	3	1	3	7	42	IIIB	Regu	lar B
43.2	0 45.00	1	.80	AGLO	Lig	R3	85		4	16	10	4	4	3	1	3	10	55	IIIA	Regu	lar A
45.0	0 46.80	1	.80	AGLO	Mod	R3	40		3	6	8	2	1	1	1	1	7	30	IVB	Mala	a B
46.8	0 48.40	1	.60	AGLO	Mod	R3	85		4	16	10	2	4	3	1	3	10	53	IIIA	Regu	lar A
48.4	0 51.75	3	.35	AGLO	Lig	R3	90		4	17	10	4	4	3	1	4	10	57	IIIA	Regu	lar A
51.7	5 52.80	1	.05	AGLO	Mod	R3	70		3	12	10	2	1	3	1	3	7	42	IIIB	Regu	lar B
52.8	0 59.55	6	.75	AGLO	Lig	R3	90		4	17	10	4	4	3	1	3	10	56	IIIA	Regu	lar A
59.5	5 61.60	2	.05	BXFM	Mod	R3	80		4	15	10	2	1	3	1	3	10	49	IIIB	Regu	lar B
61.6	0 62.50	0	.90	BXFM	Mod	R2	15		2	3	5	1	1	2	1	2	7	24	IVB	Mala	a B
62.5	0 64.20	1	.70	BXFM	Mod	R3	85		4	16	10	4	4	3	1	3	10	55	IIIA	Regu	lar A
64.2	0 64.60	0	.40	BXFM	Mod	R2	15		2	3	5	2	1	2	1	2	7	25	IVB	Mala	a B
64.6	0 71.20	6	.60	BXFM	Mod	R3	80		3	14	10	4	4	3	0	3	10	51	IIIA	Regu	lar A
71.2	0 75.70	4	.50	TOBA	Lig	R3	85		4	14	10	4	4	3	1	3	10	53	IIIA	Regu	lar A
75.7	0 76.80	1	.10	TOBA	Mod	R3	15		3	3	5	2	1	3	1	2	7	27	IVB	Mala	a B
76.8	0 78.15	1	.35	TOBA	Lig	R2	85		4	14	10	4	4	3	1	3	10	53	IIIA	Regu	lar A
78.1		8	.05	DAPO	Mod	R3	40		4	17	10	4	4	3	1	3	7	53	IIIA	Regu	lar A
	Litología		Resiste	ncia de la roca	intacta	MPa						VAL	ORACIO	N DEL	MACIZO	ROCOS	0				
MIN	Mineral	R1	Delezna	ble con golpes firm	es, se	1-5	RESIST. C	OMP. U	JNIAX.	>250	(15)	100-250	(12)	50-100	(7)	25-50	(4)	<25(2) <	5(1) <1(0)	1	
CLZA	Caliza		desconc	ha con una cuchilla	a		RC	D (%)		90-100	(20)	75-90	(17)	50-75	(13)	25-50	(8)	<25	(3)	2	
DAPO	Dacita porfirítica	R2	Se desce	oncha con dificul.	d cuchilla.	5 - 25	ESPACIA	MIENTO	O (m)	>2	(20)	0,6-2	(15)	0.2-0.6	(10)	0.06-0.2	(8)	<0.06	(5)	3	
AREN	Arenisca		Marcas	no profundas con l	a picota.			Persist	tencia	<1 m	(6)	1-3 m	(4)	3-10 m	(2)	10-20 m	(1)	>20 m	(0)	4A	
ANDE	Andesita	R3	No se ra	ya ni desconcha c	cuchillo.	25 - 50	COND.	Apertu	ıra	Cerrada	(6)	<0.1 n	nm (5)	0.1-1 mr	n (4)	1 - 5 mm	n (1)	>5 mm	(0)	4B	
NULL	No existe		Se romp	e con golpe firme	de picota.		DE	Rugosi	idad	Muy rug	josa (6)	Rugosa	(5)	Lig. rugo	osa (3)	Lisa	(1)	Espejo f	alla (0)	4C	
	do de alteración	R4	1	tra se rompe con r	nás de	50 - 100	JUNTAS	Rellend	_	Limpia	(6)		mm (4)		imm (2)	Suave <		Suave >5		4D	
San	Sano	4	un golpe	de la picota.				Alterac		Sana	(6)	Lig. Alt	era (5)	Mod.Alt	erada (3)	Muy Alte	erada (2)	Descom	puesta (0)	4E	
Lig	Ligero	R5	Se requi	ere varios golpes o	le la	100 - 250	AGUA SU	BTERRA		Seco	(15)	Húmedo	(10)	Mojado	(7)	Goteo	(4)	Flujo	(0)	5	
Mod	Moderado			ara romper la mues			RMR		100	Ŧ.	80 -			- 51	50		40 - :		30 - 21		20 - 0
Muy	Muy alterado	R6	Solo se i	rompe esquirlas c/	la picota.	>250	DESCRIPC	ION	I Muy	Buena	II Bi	uena	IIIA Re	egular A	IIIB Re	gular B	IVA Ma	ala A	IVB Mala	B V N	/luy Mala

Geo	CR mecáni	Ingeniero ca en Minería	os S.R y Obras	.Ltda. Civiles	2	Proyecto		OGUEO G		ON G	ЕОМЕС	ANICA D	EL MIN	ADO SUE		NEO			333	EL	BROC	AL ISAA	
	SONDA	JE	COOF	RDENAD	AS	E:	36	1,541.73	N	l:		8,808,91	5.37	Co	ta:	4 345.0	5 msnm	Reali	iz: R	AM PERU		Hoja	Pág.
1	12-552D	DH	ORIE	NTACIO	N A	zimut :		0.00°	Inclin	ación	:	-90.00)°	Long	gitud:	382.	90 m	Fech	a: 1	/07/2017	2	de 3	2
Inte	rvalo de l	Profundidad	Lon	ngitud		G	irado	Resistenc.	RQD						Parámet	ros del R	MR						
Des	de	Hasta	del t	tramo	Litología		de	compres.	NQL.	΄ Γ	RC	RQD	Esp.		Condi	ción de jur	tas (4)		Agua	RMR		Descripcio	ón
(m)	(m)	(m)		Alte	eración	roca intacta	(%)		(1)	(2)	(3)	Per	Ap	Rug	Rel	Alt	(5)	Total			
86.2	20	88.70	2.	.50	DAPO		Mod	R3	75		4	13	10	4	1	3	1	2	10	48	IIIB	Regu	lar B
88.	70	92.20	3.	.50	DAPO		Mod	R3	75		4	13	10	4	1	3	1	2	10	48	IIIB	Regu	lar B
92.2	20	96.00		.80	DAPO	-	Mod	R3	60		4	10	8	4	4	3	1	3	10	47	IIIB	Regu	lar B
96.0	00	108.65	12	2.65	DAPO		Lig	R3	90		4	17	8	4	4	3	4	5	10	59	IIIA	Regu	lar A
108.	.65	132.90	24	1.25	DAPO/MI	N	Lig	R3	90		4	17	10	4	4	3	4	5	10	61	II	Bue	ena
132.		136.90		.00	DAPO/MI		Lig	R3	90		4	17	7	4	4	3	4	5	10	58	IIIA	Regu	lar A
136.	.90	151.40	_	1.50	DAPO/MI	_	Lig	R3	90		4	17	10	4	4	3	1	3	10	56	IIIA	Regu	lar A
151.	.40	156.75	_	.35	DAPO/MI	N I	Mod	R3	75		4	13	8	4	1	2	1	2	10	45	IIIB	Regu	lar B
156.	.75	164.30		.55	DAPO/MI	N I	Mod	R3	90		4	17	8	4	4	3	1	3	10	54	IIIA	Regu	lar A
164.	.30	172.90	8.	.60	DAPO/MI	N I	Mod	R3	75		4	13	8	3	1	2	1	2	10	44	IIIB	Regu	lar B
172.		181.15	_	.25	DAPO/MI		Mod	R3	75		4	13	8	3	1	2	1	2	10	44	IIIB	Regu	lar B
181.	.15	181.60		.45	F		Mod	R3	75		4	13	8	3	1	2	1	2	10	44	IIIB	Regu	lar B
181.		184.75		.15	DAPO/MI		Mod	R3	75		4	13	8	3	1	2	1	2	10	44	IIIB	Regu	lar B
184.	.75	198.35	13	3.60	DAPO/MI	N I	Mod	R3	85		4	16	10	4	4	3	1	3	10	55	IIIA	Regu	lar A
198.	.35	211.80	13	3.45	DAPO/MI	N I	Mod	R3	85		4	16	10	4	4	3	1	3	10	55	IIIA	Regu	lar A
211.		222.80		1.00	DAPO/MI		Mod	R3	60		4	9	8	2	4	3	3	3	10	46	IIIB	Regu	lar B
222.	.80	230.60	7.	.80	ZF/MIN		Mod	R2	30		2	4	5	1	1	2	1	2	7	25	IVB	Mal	a B
230.	.60	235.70	5.	.10	BX/MIN	-	Mod	R2	30		2	4	5	1	1	2	1	2	7	25	IVB	Mal	a B
235.	.70	241.80	6.	.10	BX/MIN	-	Mod	R3	60		4	12	8	3	1	3	1	3	7	42	IIIB	Regu	lar B
241.	.80	243.20	1.	.40	TOBA/MI	N I	Mod	R3	60		4	12	8	3	1	3	1	3	7	42	IIIB	Regu	lar B
	Litole	ogía		Resiste	ncia de la re	ca intact	a	MPa						VAL	ORACIO	N DEL	MACIZO	ROCOS	0				
MIN	Mineral	l	R1	Deleznat	ole con golpes	firmes, se		1 - 5	RESIST. C	OMP. U	JNIAX.	>250	(15)	100-250	(12)	50-100	(7)	25-50	(4)	<25(2) <	5(1) <1(0)	1	
CLZA	Caliza			desconct	na con una cu	chilla			RQ	D (%)		90-100	(20)	75-90	(17)	50-75	(13)	25-50	(8)	<25	(3)	2	
DAPO	Dacita	porfirítica	R2	Se desco	oncha con difi	ul. c/ cuch	illa.	5 - 25	ESPACIA	MIENT	O (m)	>2	(20)	0,6-2	(15)	0.2-0.6	(10)	0.06-0.2	(8)	<0.06	(5)	3	
AREN	Areniso	ca	IVE	Marcas n	o profundas o	on la picot	a.	3-20		Persist	tencia	<1 m	(6)	1-3 m	(4)	3-10 m	(2)	10-20 m	(1)	>20 m	(0)	4A	
ANDE	Andesi	ta	R3	Marcas no profundas con la picota. No se raya ni desconcha c/ cuchillo.		25 - 50	COND.	Apertu	ra	Cerrada	(6)	<0.1 m	nm (5)	0.1-1 mr	n (4)	1 - 5 mm	(1)	>5 mm	(0)	4B			
NULL	No exis	ste	No	Se rompe	e con golpe fir	ne de pico	ta.	20 - 00	DE	Rugos	idad	Muy rug	osa (6)	Rugosa	(5)	Lig. rugo	isa (3)	Lisa	(1)	Espejo fa	alla (0)	4C	
Gra	ado de a	alteración	R4	La mues	tra se rompe	on más de		50 - 100	JUNTAS	Rellen	0	Limpia	(6)	Duro <5	imm (4)	Duro >5	mm (2)	Suave <5	5 mm (1)	Suave >5	mm (0)	4D	
San	Sano		154	un golpe	de la picota.			55 - 100		Alterac	ción	Sana	(6)	Lig. Alte	era (5)	Mod.Alte	erada (3)	Muy Alte	erada (2)	Descomp	ouesta (0)	4E	
Lig	Ligero		R5	Se requie	ere varios gol	es de la		100 - 250	AGUA SUE	BTERR	ANEA	Seco	(15)	Húmedo	(10)	Mojado	(7)	Goteo	(4)	Flujo	(0)	5	
Mod	Modera	ado	KS	picota pa	ra romper la i	nuestra.		100 - 250	RMR		100	- 81	80	- 61	60	- 51	50	- 41	40 - 3	31	30 - 21		20 - 0
Muy	Muy alt	terado	R6	picota para romper la mo R6 Solo se rompe esquirlas			ta.	>250	ESCRIPCI	ON	I Muy	Buena	II B	uena	IIIA Re	egular A	IIIB Re	gular B	IVA Ma	la A	IVB Mala	B VI	Muy Mala

DCR Ingenieros S.R.Ltda.

LOGUEO GEOTECNICO DE TESTIGOS ROCOSOS

Proyecto: EVALUACION GEOMECANICA DEL MINADO SUBTERRANEO



Geor	mecánica en Miner	ia y Obras	s Civiles	,	, octo.			DE	MAR	CA PUNT	A N, SW	Y SE					F	ed So	L BRO	Brocal S.A.A.		
,	SONDAJE	COOF	RDENADAS	E:	36	1,541.73	N	V :		8,808,91	5.37	Co	ta:	4 345.0	5 msnm	Reali	iz: R	AM PEI	RU	Hoja	a	Pág.
1	2-552DDH	ORIE	NTACION	Azimı	ıt:	0.00°	Inclin	ación :		-90.00)°	Long	gitud:	382.	90 m	Fech	ia: 1	1/07/201	17	3 de	3	3
Inter	valo de Profundidad	Lor	ngitud		Grado	Resistenc.	RQD	,					Parámet	ros del R	MR							
Desc	de Hasta	del	tramo	Litología	de	compres.	NQL	' Г	RC	RQD	Esp.		Condi	ción de jur	itas (4)		Agua	RM	IR	De	scripció	n
(m)	(m)	((m)		Alteración	roca intacta	a (%))	(1)	(2)	(3)	Per	Ap	Rug	Rel	Alt	(5)	Tot	tal			
243.	20 245.45	2	.25 T	OBA/MIN	Mod	R3	60		4	12	8	3	1	3	1	3	7	42	2 11	IB	Regula	ar B
245.4	45 249.70	4	.25	BX/MIN	Mod	R3	60		4	12	8	3	1	3	1	3	7	42	2 11	IB	Regula	ar B
249.	70 259.60	-		OBA/MIN	Mod	R2	30		2	4	5	2	1	2	1	2	7	26	6 /\	/B	Mala	В
259.	60 271.80	12	2.20	CLZA/MIN	Mod	R3	70		4	12	8	4	1	3	1	3	7	43	3 11	IB	Regula	ar B
271.	80 272.92	1	.12 T	OBA/MIN	Mod	R3	70		4	12	9	4	4	3	1	3	7	47	7 11	IB	Regula	ar B
272.	92 278.00	5	.08 T	OBA/MIN	Mod	R2	30		2	4	5	2	1	1	1	2	7	25	5 / \	/B	Mala	В
278.	00 289.70	11	1.70 T	OBA/MIN	Mod	R2	40		2	6	7	2	1	2	2	3	7	32	2 /	/A	Mala	Α
289.				BX/MIN	Mod	R3	80		4	16	8	3	2	3	3	3	10	52	2 11	IA	Regula	ar A
311.	95 312.70	0	.75	BX/MIN	Muy	R1	15		1	3	5	0	0	1	0	2	7	19	9	V	Muy N	1ala
312.	70 375.80	63	3.10	BX/MIN	Lig	R3	90		4	17	10	4	4	3	4	4	10	60	0 //	IA	Regula	ar A
375.	80 382.90	7	.10	AREN	Mod	R2	30		2	4	5	2	1	2	1	2	7	26	6 /\	/B	Mala	В
	Litología		Resistencia	de la roca i	ntacta	MPa						VAL	ORACIO	N DEL	MACIZO	ROCOS	0					
MIN	Mineral	R1	Deleznable o	on golpes firm	es, se	1-5	RESIST. C	OMP. UI	NIAX.	>250	(15)	100-250	(12)	50-100	(7)	25-50	(4)	<25(2	9) <5(1) <1	(0)	1	
CLZA	Caliza		desconcha co	on una cuchilla	ı	. ,	RQ	D (%)		90-100	(20)	75-90	(17)	50-75	(13)	25-50	(8)	<25		(3)	2	
DAPO	Dacita porfirítica	R2	Se desconch	a con dificul. c	/ cuchilla.	5 - 25	ESPAÇIA	MIENTO	(m)	>2	(20)	0,6-2	(15)	0.2-0.6	(10)	0.06-0.2	(8)	<0.06	3	(5)	3	
AREN	Arenisca		Marcas no pr	ofundas con la	picota.	Q - 2Q		Persiste	encia	<1 m	(6)	1-3 m	(4)	3-10 m	(2)	10-20 m	(1)	>20 r	m	(0)	4A	
ANDE	Andesita	R3	No se raya ni	desconcha c/	cuchillo.	25 - 50	COND.	Apertur	a	Cerrada	(6)	<0.1 m	nm (5)	0.1-1 mr	n (4)	1 - 5 mm	1 (1)	>5 mr	m	(0)	4B	
NULL	No existe	N3	Se rompe cor	n golpe firme d	e picota.	20-00	DE	Rugosio	dad	Muy rug	josa (6)	Rugosa	(5)	Lig. rugo	osa (3)	Lisa	(1)	Espej	jo falla	(0)	4C	
Gra	do de alteración	R4	La muestra s	e rompe con n	nás de	50 - 100	JUNTAS	Relleno	•	Limpia	(6)	Duro <5	mm (4)	Duro >5	mm (2)	Suave <	5 mm (1)	Suave	>5 mm	(0)	4D	
San	Sano	154	un golpe de la	a picota.		30 - 100		Alteraci	ón	Sana	(6)	Lig. Alte	era (5)	Mod.Alte	erada (3)	Muy Alte	erada (2)	Desc	ompuesta	(0)	4E	
Lig	Ligero	R5	Se requiere v	arios golpes d	e la	100 - 250	AGUA SUE	BTERRA	NEA	Seco	(15)	Hûmedo	(10)	Mojado	(7)	Goteo	(4)	Flujo		(0)	5	
Mod	Moderado			omper la mues		.50 - 200	RMR		100	- 81	80	- 61	60	- 51	50	- 41	40 -	31	30	- 21	_	0 - 0
Muy	Muy alterado	R6			a picota.	>250	DESCRIPCI	ION	I Muy	Buena	II B	uena	IIIA Re	egular A	IIIB Re	gular B	IVA Ma	ala A	IVB I	//ala B	V M	luy Mala

70	(1) I	C D	T.d.		LC	OGUEO 0	BEOTE	CNICO	DE	TEST	1608	ROCC	sos				1				
	CE Ingenier mecánica en Minerí			Proye	cto:	E	VALUACI				EL MIN		BTERRAI	NEO			3	E	L BROC	AL	
	SONDAJE	COORE	DENADAS	E:	36	1,541.73	l N	:	_	.808.91			ta:	4 345.0	5 msnm	Real		AM PER	RU	Ноја	Pág.
	2-584DDH		NTACION	Azimut		0.00°	_	ación :		-90.00			gitud:		90 m	Fech		1/07/201		de 2	_
Inter	valo de Profundidad	Longi	itud	<u> </u>	Grado	Resistenc.	200	т					Parámet	ros del R	MR						
Desd	de Hasta	del tra	amo Lit	ología	de	compres.	RQD	R	С	RQD	Esp.		Condi	ción de jun	tas (4)		Agua	RM	R	Descripció	
(m)	(m)	(m	1)		Alteración	roca intacta	(%)	(1	1)	(2)	(3)	Per	Ap	Rug	Rel	Alt	(5)	Tota	al		
0.00	0 1.50	1.5	io TOE	BA/MIN	Mod	R3	15	3	3	3	5	4	1	3	1	3	7	30	IVB		
1.50	3.90	2.4	O TOE	BA/MIN	Lig	R3	50	4	1	8	10	4	1	3	1	3	10	44	IIIB	IIIB Regular	
3.90	0 6.40	2.5	O TOE	BA/MIN	Lig	R3	80	4	4	14	6	1	2	2	3	3	10	45	IIIB	Reg	ular B
6.40	0 8.00	1.6	00 V	ACIO	NULL	NULL	-1	-	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	NULL	. N	JLL
8.00	9.40	1.4	O TOE	BA/MIN	Lig	R3	30	4	4	4	5	3	1	2	2	3	10	34		Ма	la A
9.40	0 10.00	0.6	00	F	Muy	R1	15	1	1	3	5	0	0	1	1	0	7	18	V	Muy	Mala
10.0		3.9	O TOE	BA/MIN	Mod	R2	40	2		6	6	1	1	3	1	3	7	30	IVB	Ма	la B
13.9	0 14.50	0.6		LZA	Mod	R2	40	2		6	7	2	1	2	1	3	7	31		Ма	la A
14.5	16.65	2.1	5 T	OBA	Lig	R3	70	3	3	12	8	4	1	3	1	3	10	45	IIIB	Reg	ular B
16.6		0.1		F	Muy	R1	15	1		3	5	0	0	1	1	0	7	18			Mala
16.8	0 20.70	3.9	00 T	OBA	Lig	R3	50	3	3	8	7	3	1	3	1	3	10	39	IVA		
20.7		0.6		F	Muy	R1	15	1		3	5	0	0	1	1	0	7	18		, , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	
21.3	0 23.30	2.0	00 T	OBA	Mod	R3	30	3	3	4	7	2	1	2	1	3	7	30	IVB	IVB Mala	
23.3		1.6		OBA	Lig	R3	70	4	1	12	10	4	1	2	1	3	10	47		Reg	ular B
24.9		0.1	_	F	Muy	R1	15	1		3	5	0	0	1	1	0	7	18			Mala
25.0		10.9		OBA	Lig	R3	75	4		13	8	3	1	2	1	3	10	45	_	Reg	ular B
36.0		3.0		OBA	Lig	R3	75	4		13	8	3	1	2	1	3	10	45			ular B
39.0		0.6		ULC	Lig	R3	75	4		13	8	3	1	2	1	3	10	45			ular B
39.6		1.2		OBA	Lig	R3	75	4		13	8	3	1	2	1	3	10	45			ular B
40.8		0.1	-	F	Lig	R3	75	4	1	13	8	3	1	2	1	3	10	45	IIIB	Reg	ular B
	Litología	R	Resistencia d	e la roca in	tacta	MPa							ORACIO	N DEL I	MACIZO	ROCOS					
MIN	Mineral	- R1	Deleznable con		s, se	1-5	RESIST. CO		AX.	>250	(15)	100-250		50-100	(7)	25-50	(4)		<5(1) <1(0)	1	
CLZA	Caliza	-	desconcha con i					D (%)	_	90-100	(20)	75-90	(17)	50-75	(13)	25-50	(8)	<25	(3)	2	
DAPO	Dacita porfirítica	- R2	Se desconcha c			5 - 25	ESPACIA	MIENTO (n	-	>2	(20)	0,6-2	(15)	0.2-0.6	(10)	0.06-0.2	4-7	<0.06	1-1	3	
AREN	Arenisca	-	Marcas no profu					Persistend	cia ·	<1 m	(6)	1-3 m	(4)	3-10 m	(2)	10-20 m		>20 m		4A	
ANDE	Andesita	- R3	No se raya ni de			25 - 50	COND.	Apertura		Cerrada	(6)	<0.1 n		0.1-1 mn		1 - 5 mm		>5 mn	4-2	4B	
NULL	No existe	_	Se rompe con g	•			DE	Rugosidad	d	Muy rug		Rugosa	(-)	Lig. rugo		Lisa	(1)	Espej		4C	
_	do de alteración	R4	La muestra se ro		s de	50 - 100	JUNTAS	Relleno		Limpia	(6)		mm (4)	Duro >5			5 mm (1)	Suave			
San	Sano	-	ın golpe de la p		_	\vdash		Alteración	-	Sana	(6)	Lig. Alte		Mod.Alte		Muy Alte		_	mpuesta (0)	4E	+
Lig	Ligero	- R5	Se requiere vari			100 - 250	AGUA SUE	BTERRANE		Seco	(15)	Húmedo	(10)	Mojado	(7)	Goteo	(4)	Flujo	(0)	5	
0	Moderado		picota pa TOBA/I		lod 		RMR		3			5		1		1	7		30 - 21		20 - 0
1.5	Muy alterado	2.4	Solo se TOBA/I	VIIN L	ig	R3	DESCRIPCI	ON	4		1	10		1		1	10	J	IVB Mala	R A	Muy Mala

# # # P # P # P # P # P # P # P # P # P	T .	a n	T . 1			LOGUEO	GEOTE	CNIC		E TEST	rigos	ROCC	1808									
	Ingenier ecánica en Minerí			Pr	oyecto:		EVALUAC						TERRAN	IEO			2	E	LBR	ROCA	AL.	
	ONDAJE		RDENADAS	+-	:	361,541,73	٠,	N:		8,808,91		Co	ta ·	4 345.0	5 menm	Reali	· G	RAM PE	PII I	L	łoja	Pág.
	-584DDH		NTACION		nut :	0.000		ación :	+	-90.00		Long		382.9		Fech		1/07/20	_	2 de		5 5
Interval	lo de Profundidad	Lon	gitud		Grado	Resister	Ċ.		•				Parámetr	os del R	MR							
Desde	Hasta	del t	ramo	Litología	de	compre	RQI	, L	RC	RQD	Esp.		Condi	ión de jun	tas (4)		Agua	RN	1R		Descripció	ón
(m)	(m)	(1	m)		Alteraci	ón roca inta	ta (%)		(1)	(2)	(3)	Per	Ap	Rug	Rel	Alt	(5)	Tot	tal			
40.95	44.30	3.	.35	BXTE	Mod	R3	30		3	4	7	1	1	1	1	2	7	27	7	IVB	Mala	а В
44.30	47.10	2.	.80	TOBA	Lig	R3	75		3	13	9	2	1	2	1	3	10	44	4	IIIB Regular		lar B
47.10	47.45	0.	35	F	Миу		15		1	3	5	0	0	1	1	0	7	18	8	V Muy N		Mala
47.45	51.50		.05	TOBA	Lig	R3	45		4	7	9	2	1	2	1	3	9	38	_	IVA	Mala	a A
51.50	52.50	_	.00	F	Mod	R3	30		3	4	7	1	1	1	1	0	7	25	_	IVB	Mala	a B
52.50	57.90	_	.40	BXTE	Mod	R3	30		3	4	7	1	2	1	1	2	7	28	_	IVB	Mala	
57.90	62.55		.65	TOBA	Mod	R3	40		3	6	7	2	1	2	1	3	10	38	_	IVA	Mala	
62.55	64.40		.85	F	Muy	R1	15		1	3	5	0	0	1	0	0	7	17		V	Muy I	
64.40	67.00		.60	TOBA	Lig	R3	60		3	10	8	2	1	2	1	3	10	40		IVA	Mala	
67.00	75.10	8.	.10	ZF	Muy	R1	15		1	3	5	0	1	1	0	0	7	18	В	V	Muy I	Mala
					-													+	-	_		
		_																_	_			
																			_			
																		_	_	_		
	_	_																	_			
		_																+	-+	\rightarrow		
		_																+	-+	\rightarrow		
		+				_	-										<u> </u>	+	-+			
		-																-	-+			
	Litología	+-	Resistencia	de la roca	intacta	MPa						VAL	ORACIO	N DEL N	MACIZO	ROCOS	0					
	/lineral	+	Deleznable o				RESIST, C	OMP III	VIΔΥ	>250	(15)	100-250		50-100	(7)	25-50	(4)	<25/2	2) <5(1)	<1/0)	1	т
	Caliza	R1	desconcha co			1 - 5		D (%)		90-100	(20)	75-90	(17)	50-76	(13)	25-50	(8)	<25	-5(1)	(3)	2	+-
	Dacita porfirítica	+	Se desconcha				ESPACIA	. , ,	(m)	>2	(20)	0,6-2	(15)	0.2-0.6		0.06-0.2		<0.06	6	(5)	3	+-
	Arenisca	R2	Marcas no pro			5 - 25		Persiste	` '	<1 m	(6)	1-3 m	(4)	3-10 m	(2)	10-20 m		_		(0)	4A	\vdash
	Andesita	No se rava ni de			_		COND.	Apertura		Cerrada			ım (5)	0.1-1 mm		1 - 5 mm		>5 m		(0)	4B	
	No existe	R3	Se rompe cor			25 - 50	DE	Rugosid			osa (6)	Rugosa		Lig. rugosa (3)		Lisa	(1)			(0)	4C	
Grado	o de alteración	B.	La muestra se			50 400	JUNTAS	Relleno		Limpia	(6)	_	mm (4)		mm (2)	Suave <		1	- 2 >5 mm	(0)	4D	
San Sa	Sano	R4	un golpe de la	a picota		50 - 100		Alteració	ón	Sana	(6)	Lig Alte	ara (5)	Mod Alte	rada (3)	Muy Alte	erada (2)	Desc	nmpuest	ta (0)	4F	
.ig Lig	igero	Dr.	Se requiere v	arios golpes	de la	400 050	AGUA SU	BTERRA	NEA	Seco	(15)	Húmedo	(10)	Mojado	(7)	Goteo	(4)	Flujo		(0)	5	
	Moderado	R5	picota para ro	mper la mu	aetra	100 - 250	RMR		100	- 81	80	- 61	60	- 51	50	- 41	40 -	31		30 - 21		20 - 0

I Muy Buena

II Buena

IIIA Regular A

IIIB Regular B

IVA Mala A

IVB Mala B

V Muy Mala

>250 DESCRIPCION

Muy alterado

R6 Solo se rompe esquirlas c/ la picota.

DCR Ingenieros S.R.Ltda. Geomecánica en Minería y Obras Civiles LOGUEO GEOTECNICO DE TESTIGOS ROCOSOS

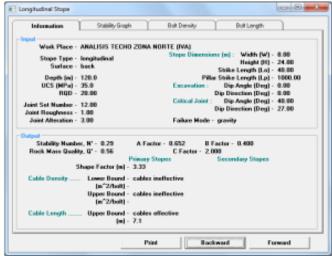


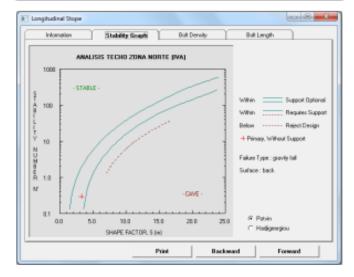
Proyecto: EVALUACION GEOMECANICA DEL MINADO SUBTERRANEO
DE MARCA PUNTA N. SW Y SE

Geor	mecánica en Minería	a y Obra	s Civiles					DE	MAR	CA PUNT	A N, SW	Y SE					· P	Code Socie	edad Minera El	Brocal S.A.A	1	
,	SONDAJE	COO	RDENADAS	E:	36	1,541.73	1	N :		8,808,91	5.37	Co	ta:	4 345.0	5 msnm	Reali	iz: R	AM PER	lU	Hoj	a	Pág.
1	1-556DDH	ORIE	ENTACION	Azimut	:	0.00°	Inclin	ación :		-90.00)°	Long	jitud:	382.	90 m	Fech	na: 1	1/07/2017	7 1	1 de		6
Inter	valo de Profundidad	Lor	ngitud		Grado	Resistenc.	RQE						Parámet	ros del R	MR							
Desc	de Hasta	del	tramo L	tología	de	compres.			RÇ	RQD	Esp.		Condi	ción de jun	tas (4)		Agua	RMF	₹	Descripción		n
(m)	(m)	((m)		Alteración	roca intacta	a (%))	(1)	(2)	(3)	Per	Ap	Rug	Rel	Alt	(5)	Tota	ıl			
0.0				UELO	NULL	NULL	-1		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	NU		NULL	
3.5				DAPO	Muy	R1	15		1	3	8	3	1	3	1	1	7	28	IV	IVB Mala B		
6.9				DAPO	Mod	R2	40		1	6	9	4	1	4	1	2	7	35	_	/A Mala A		
17.1				DAPO	Mod	R2	90		2	17	9	3	1	3	1	3	10	49	III	_		
19.8		_		DAPO	Mod	R2	60		2	10	10	4	1	3	1	2	10	43	III	_	Regula	
21.7				DAPO	Mod	R2	90		2	17	9	4	1	3	1	2	10	49	III		Regula	
34.0				DAPO	Mod	R2	90		2	17	10	4	1	3	1	3	10	51	III	_	Regula	
44.8				DAPO	Mod	R2	-1		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	NU		NUL	.L
45.2		_		DAPO	Mod	R2	90		2	17	10	4	1	3	1	3	10	51	III		Regula	
46.5		_		DAPO	Mod	R3	90		3	17	10	4	1	3	1	4	10	53	III		Regula	
46.9			.25	F	Muy	R1	15		1	3	5	0	1	0	1	1	7	19			Muy N	
	47.15 48.60			DAPO	Mod	R2			2	17	10	4	1	3	1	4	10	52	III		Regula	
48.6				PO/MIN	Mod	R2	50.3		1	8	10	3	1	3	1	2	10	39	IV	_	Mala	
50.4				DAPO	Mod	R2	30		1	4	8	3	1	3	1	3	10	34	IV		Mala A	
51.9				DAPO	Mod	R2	90		2	17	10	4	1	3	1	4	10	52	III	_	Regula	
56.7				DAPO	Mod	R2	40		1	6	7	4	1	3	1	3	10	36	IV	_	Mala	
62.3		_		DAPO	Mod	R2	30		1	4	8	3	1	3	1	3	10	34	IV		Mala	
71.1				PO/MIN	Lig	R2	40		1	5	8	3	1	3	1	3	10	35	IV		Mala	
72.3				PO/MIN	Lig	R2	15		-1	-1	-1	-1 3	-1	-1 4	-1	-1 3	-1	-1	NU	_	NUL Mala	
73.4		1		PO/MIN	Mod	R2	30		1	4	8	,	ORACIO		MACIZO	ROCOS	10	35	IV	A	Wala	A
	Litología	+	Resistencia			MPa																
MIN	Mineral	R1	Deleznable co		s, se	1 - 5	RESIST. C		NIAX.	>250	(15)	100-250		50-100	(7)	25-50	(4)		<5(1) <1		1	\vdash
CLZA	Caliza	+	desconcha cor			-		D (%)	. ()	90-100	(20)	75-90	(17)	50-75	(13)	25-50	(8)	<25		(3)	2	⊢—
DAPO	Dacita porfirítica	R2	Se desconcha			5 - 25	ESPACIA	_	, ,	>2	(20)	0,6-2	(15)	0.2-0.6		0.06-0.2		<0.06		(5)	3 4A	⊢—
AREN	Arenisca	+-	Marcas no pro			\vdash	COND	Persiste		<1 m	(6)	1-3 m	(4)	3-10 m	(2)	10-20 m		>20 m		(0)		
ANDE	Andesita	R3	No se raya ni o			25 - 50	COND.	Apertur		Cerrada			nm (5)	0.1-1 mn		1 - 5 mm		>5 mm		(0)	4B	⊢—
NULL	No existe	+	Se rompe con			\vdash	DE	Rugosio			josa (6)	Rugosa		Lig. rugo		Lisa	(1)	Espejo			0) 4C	
	do de alteración	R4	La muestra se		is de	50 - 100	JUNTAS	Relleno		Limpia	(6)		mm (4)		mm (2)	Suave <	(-)	Suave >		(0)	4D	
San	Sano	+	un golpe de la		lo.	\vdash	AGUA SU	Alteraci		Sana	(6)	Lig. Alte		_	erada (3)	_	erada (2)	-	mpuesta (-	4E 5	\vdash
ig 4od	Ligero	R5	Se requiere va			100 - 250	RMR	BIERRA		Seco	(15)	Húmedo 61		Mojado 51	(7)	Goteo	(4)	Flujo		(0)	_	0 0
Mod Muy	Moderado Muy alterado	R6	Solo se rompe			>250	DESCRIPC	ION		- 81 Buena	80	- 61 uena		- 51 egular A		- 41 egular B	40 - : IVA Ma		30 ·	- 21 Mala B		0 - 0 luy Mala
wuy	wuy aiterauo	NO	solo se rompe	esquirias c/ la	picota.	>250	DESCRIPC	ALC:N	rividy	Duena	пВ	ueria	IIIA RE	igular A	IIID RE	gular b	IVA ME	ala M	IVBIV	nald D	v M	uy maia

Anexo 3. Resultados del Dimensionamiento de Tajeos segun el MGE



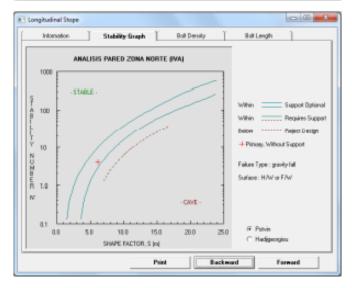




Zona Norte - Análisis en techo de tajeos para ancho = 8 m (DE-IVA)







Zona Norte – Análisis en caja techo de tajeos para altura = 24 m (DE-IVA)

Anexo 4: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: "Evaluacion Geomecánica para el minado subterraneo de la Zona Marcapunta Norte – Sociedad Minera El Brocal S.A.A."

Tesista: Bach. NN.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIO NES	INDICADO RES	TIPO Y NIVEL DE INVEST
GENERAL:	GENERAL:	GENERAL	INDEPENDIE			TIPO:
¿Como efectuar la	Efectuar la evaluación	Con la evaluación	NTE	Caracteriza	Mapeos	Aplicada.
evaluación Geomecánica	Geomecánica para el	Geomecánica se	X: Evaluación	cion	geomecánic	
para el minado	minado subterráneo de	realizará el minado	Geomecánico.	Geomecani	os	NIVEL:
subterráneo de la Zona			Dependientes	ca		Evaluativa
Marcapunta Norte en la	Norte en la Sociedad	Marcapunta Norte en la	Y: Minado		Determinaci	
Sociedad Minera El Brocal	Minera El Brocal S.A.A.	Sociedad Minera El	subterráneo de	Parámetros	ón de las	
S.A.A.?	Objetivos específicos	Brocal S.A.A.	la Zona	geotécnicos	RMR	
Problemas específicos	A. Determinar los	Hipótesis específicas	Marcapunta			
A. ¿Cómo determinar los	parámetros	A. Si determinamos los	Norte	Parametros	Dimenciona	
parámetros Geotécnicos	Geotécnicos para el	parámetros Geotécnicos		Geomecani	miento de	
para el minado	minado subterráneo de	se efectuara el minado		cos	cxamaras y	
subterráneo de	Marcapunta Norte en la				pilares	
Marcapunta Norte en la	Sociedad Minera El	Marcapunta Norte en la				
Sociedad Minera El Brocal	Brocal S.A.A.	Sociedad Minera El				
S.A.A.?	B. Realizar la	Brocal S.A.A.				
B. ¿Como realizar la	zonificación	B. Si realizamos la				
zonificación geomecánica	geomecánica para el	zonificación				
para el minado	minado subterráneo de	geomecánica se				
subterráneo de la Zona de	la Zona de Marcapunta	ejecutará el minado				
Marcapunta Norte en la		subterráneo de la Zona				
Sociedad Minera El Brocal	Minera El Brocal S.A.A.	de Marcapunta Norte en				
S.A.A.?		la Sociedad Minera El				
		Brocal S.A.A.				