

**RELACIÓN ENTRE EL RMR Y EL Q DE BARTON PARA LA FORMACIÓN NEIS
DE BUCARAMANGA EN LOS TÚNELES DEL PROYECTO REGULACIÓN DEL
RÍO TONA.**

JOHANA ALEXANDRA CASAS PARRA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA**

2014

**RELACIÓN ENTRE EL RMR Y EL Q DE BARTON PARA LA FORMACIÓN NEIS
DE BUCARAMANGA EN LOS TÚNELES DEL PROYECTO REGULACIÓN DEL
RÍO TONA.**

JOHANA ALEXANDRA CASAS PARRA

**Proyecto de grado para optar al título de
Magister en Geotecnia**

Director de Proyecto:

JORGE EDUARDO ARDILA RUEDA

Ingeniero Civil

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA**

2014

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	15
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	16
2. OBJETIVOS.....	17
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	17
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
3. MARCO METODOLÓGICO	18
4. ANTECEDENTES.....	22
4.1. ROCK MASS RATING (RMR)	22
4.1.1. Resistencia Compresiva de la Roca.....	22
4.1.2. Índice de Calidad de la Roca - RQD	23
4.1.3. Espaciamiento de Discontinuidades.....	24
4.1.4. Condiciones de Discontinuidades	24
4.1.5. Presencia de Agua.....	25
4.1.6. Corrección por Orientación	25
4.2. ÍNDICE Q DE BARTON	26
4.3. RELACIÓN MATEMÁTICA ENTRE RMR Y Q.....	27
5. FORMACIÓN NEIS DE BUCARAMANGA.....	29
5.1. MARCO GEOLÓGICO.....	29
5.2. GEOLOGÍA REGIONAL	31
6. PROYECTO REGULACIÓN DEL RÍO TONA	34
6.1. TÚNEL DE DESVIACIÓN	35
6.2. TÚNEL DE ADUCCIÓN.....	36
7. CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA DEL MACIZO ROCOSO	41

7.1.	FORMACIÓN NEIS DE BUCARAMANGA.....	41
7.2.	TÚNEL DE DESVIACIÓN	42
7.2.1.	Geología.....	42
7.2.2.	Levantamiento de Discontinuidades.....	43
7.2.3.	Tramos Caracterizados Geomecánicamente	44
7.2.4.	Resultados de RMR	45
7.3.	TÚNEL DE ADUCCIÓN	53
7.3.1.	Geología.....	53
7.3.2.	Levantamiento de Discontinuidades.....	53
7.3.3.	Tramos Caracterizados Geomecánicamente	54
7.3.4.	Resultados del RMR	56
8.	LÍNEAS DE TENDENCIA.....	64
8.1.	LÍNEA DE TENDENCIA LINEAL.	65
8.2.	LÍNEA DE TENDENCIA EXPONENCIAL	66
8.3.	LÍNEAS DE TENDENCIA POLINÓMICA.....	68
8.4.	LÍNEA DE TENDENCIA LOGARÍTMICA.	71
9.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	74
10.	CONCLUSIONES	77
11.	RECOMENDACIONES	79
	BIBLIOGRAFÍA.....	80
	ANEXOS.....	82

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Relación entre la resistencia a la compresión y el uso de martillo geológico.	23
Tabla 2. Rock Mass Rating Evaluation	25
Tabla 3. Evaluación de varias correlaciones entre RMR y Q	27
Tabla 4. Características del Túnel de Desviación	36
Tabla 5. Sectorización de diseño Túnel de Desviación.....	36
Tabla 6. Sectorización de diseño Túnel de Aducción	37
Tabla 7. Túnel de Desviación. Caracterización geomecánica por tramos	44
Tabla 8. Rangos de RMR obtenidos en el túnel de desviación.....	45
Tabla 9. Túnel de Aducción. Caracterización geomecánica por tramos	54
Tabla 10. Rangos de RMR obtenidos en el túnel de aducción.	56
Tabla 11. Evaluación de calidad de Roca en el Túnel de Desviación. Integral S.A.	75
Tabla 12. Evaluación de calidad de Roca en el Túnel de Aducción. Integral S.A.	75
Tabla 13. Comparación de calidad de roca.	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Formato de Registro Construcciones Conalvías S. A. S.....	19
Figura 2. Formato de Registro utilizado por Integral S. A.	20
Figura 3. Diagrama de flujo de la metodología utilizada.	21
Figura 4. Representación gráfica de las ecuaciones propuestas por diversos autores.....	28
Figura 5. Fragmento del mapa geológico de Colombia	30
Figura 6. Detalle de la zona de presa y túneles. Mapa geológico del Proyecto Regulación del Río Tona	32
Figura 7. Ubicación general del Proyecto Embalse Bucaramanga	34
Figura 8. Planta General de la zona de presa y obras anexas.	35
Figura 9. Secciones primer tramo Túnel de Aducción	38
Figura 10. Galería para la Tubería de Aducción – Perfil.	39
Figura 11. Perfil tramo 1 - Túnel de Aducción.....	40
Figura 12. Distribución estereográfica de las discontinuidades.	43
Figura 13. Distribución de los valores del RMR en el Túnel de Desviación.	45
Figura 14. Distribución de los valores de la Resistencia a Compresión.....	46
Figura 15. Distribución de valores de RQD.....	46
Figura 16. Distribución de valores de espaciamiento.....	47
Figura 17. Distribución de los valores de continuidad.....	49
Figura 18. Distribución de los valores de Abertura.	49
Figura 19. Distribución de los valores de Rugosidad.	50
Figura 20. Distribución de los valores de relleno.	50
Figura 21. Distribución de valores de Meteorización.	51
Figura 22. Distribución de valores de Contenido de Agua.	52

Figura 23. Distribución de los ajustes por discontinuidades.	52
Figura 24. Principales discontinuidades Túnel de Aducción	54
Figura 25. Distribución de los valores del RMR en el Túnel de Aducción.....	57
Figura 26. Distribución de los valores de la Resistencia a Compresión.....	58
Figura 27. Distribución de valores de RQD.....	59
Figura 28. Distribución de valores de espaciamiento.....	59
Figura 29. Distribución de los valores de continuidad.....	60
Figura 30. Distribución de los valores de Abertura.	60
Figura 31. Distribución de los valores de Rugosidad.	61
Figura 32. Distribución de los valores de relleno.	61
Figura 33. Distribución de valores de Meteorización.	62
Figura 34. Distribución de valores de Contenido de Agua.	62
Figura 35. Distribución de los ajustes por discontinuidades.	63
Figura 36. Gráfico Q vs RMR para ambos túneles.	64
Figura 37. Relación lineal Túnel de Aducción.....	65
Figura 38. Relación Lineal Túnel de Desviación.....	65
Figura 39. Relación lineal para el total de los datos.....	66
Figura 40. Relación Exponencial Túnel Aducción.....	67
Figura 41. Relación Exponencial Túnel de Desviación.	67
Figura 42. Relación Exponencial para todos los datos.	68
Figura 43. Relación polinómica Grado 2 Túnel de Aducción.	68
Figura 44. Relación polinómica Grado 2 Túnel de Desviación.	69
Figura 45. Relación Polinómica Grado 2 para todos los datos.	69
Figura 46. Relación polinómica Grado 3 Túnel de Aducción.	70

Figura 47. Relación polinómica Grado 3 Túnel de Desviación.	70
Figura 48. Relación polinómica Grado 3 para todos los datos.....	71
Figura 49. Relación logarítmica Túnel de Aducción.....	72
Figura 50. Relación Logarítmica Túnel de Desviación.....	72
Figura 51. Relación Logarítmica de todos los datos	73
Figura 52. Gráfico comparativo entre la ecuación propuesta por Bieniawski y la ecuación obtenida.....	74

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Túnel de Desviación. Neis de Bucaramanga. Abscisa K0+220	43
Fotografía 2. Detalle de las condiciones de bajo fracturamiento del Neis en el Túnel de Desviación.	47
Fotografía 3. Detalle del estado de las discontinuidades en el Túnel de Desviación.	48
Fotografía 4. Túnel de Aducción. Neis perteneciente al Complejo Bucaramanga. K0+340	53
Fotografía 5. Falla de Cuña en la clave del túnel de Aducción.	57

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Procedimiento de Toma de Datos de Campo	83
ANEXO B. Caracterizaciones Geomecánicas Túnel de Desviación	93
ANEXO C. Caracterizaciones Geomecánicas Túnel de Aducción.....	119

RESUMEN

TITULO: Relación entre el RMR y el Q de Barton para la Formación Neis de Bucaramanga en los túneles del Proyecto Regulación del Río Tona. (*)

AUTOR: Johana Alexandra Casas Parra. (**)

PALABRAS CLAVES: Neis de Bucaramanga, Índice RMR, Índice Q, Túneles, Geomecánica.

El Proyecto Regulación Río Tona, que está en construcción en la ciudad de Bucaramanga; tiene como propósito crear un embalse que garantice el abastecimiento de agua para el Área Metropolitana de Bucaramanga en los próximos 25 años. Como parte del proyecto se diseñó la construcción de cuatro (4) túneles principales: Aducción, Desviación, Vertedero y Vial; a la fecha de la elaboración de este documento, se contaba con la información de los túneles de desviación y aducción.

A partir de información geológico-geotécnica obtenida en levantamientos de campo durante la excavación de cada uno de los túneles, se realizó un análisis del comportamiento geomecánico de la formación Neis de Bucaramanga en el área del proyecto (correspondiente a la denominada faja Bucaramanga); para finalmente obtener valores del Índice RMR y el Índice Q. Con los datos de las principales propiedades geomecánicas del macizo rocoso, se realizó un análisis para evaluar su variabilidad en el macizo excavado en los dos túneles utilizados.

Con los datos obtenidos se generó un gráfico de Q vs RMR, y a través de regresiones de tipo matemático, se obtuvo una ecuación que relacione ambos índices para la Formación Neis de Bucaramanga. Además se comparó la ecuación obtenida con la ecuación universalmente utilizada, definida por Bieniawski en 1976.

(*) Proyecto de Grado

(**) Facultad de Ingenierías Físico – Mecánica. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Jorge E. Ardila.

ABSTRACT

TITLE: Relationship between RMR and Q Barton for Bucaramanga Gneiss Formation in tunnels Tona River Regulation Project. (*)

AUTHOR: Johana Alexandra Casas Parra. (**)

KEY WORDS: Bucaramanga gneiss, RMR Index, Q Index, Tunnels, Geomechanic

The purpose of the Rio Tona regulation project, currently under construction in the Bucaramanga city, is to create an embankment to guarantee the water supply in the Metropolitan Area of Bucaramanga during the next 25 years. The project includes the design of four (4) main tunnels as follow: adduction, divert, spillway and road. At the time of the elaboration of this document, there was only information available from the deviation and adduction tunnels.

A Geo-mechanic behavior analysis of the Gneiss formation, encountered within the area of the project, was performed based on primary field geological/geotechnical information obtained during the excavations of the tunnels. RMR and Q indexes of the rock mass were obtained from the analyses and its variability was evaluated.

Based on the results, a Q vs RMR graph was elaborated to obtain an equation relating both indexes for the Bucaramanga Gneiss formation by utilizing mathematical regressions. Finally, the obtained equation was compared to the universal referenced equation developed by Bieniawski in 1976.

(*) Proyecto de Grado

(**) Facultad de Ingenierías Físico – Mecánica. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Jorge E. Ardila.

INTRODUCCIÓN

La caracterización de macizos rocosos, para el diseño y construcción de túneles se realiza comúnmente utilizando uno de los dos sistemas de clasificación más populares, el RMR de Bieniawski y/o el Q de Barton.

Existen diversas ecuaciones que relacionan los dos índices, en forma general; para cualquier tipo de macizo.

A continuación se propone una ecuación particular para la Formación Neis de Bucaramanga, a partir de datos de campo recopilados durante la construcción de dos túneles (Desviación y Aducción) del Proyecto Regulación del Río Tona – Embalse Bucaramanga, propiedad del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga (**amb**).

El Neis de Bucaramanga es el cuerpo rocoso más importante de la zona norte de la Cordillera Oriental, donde se encuentran proyectadas diferentes obras de infraestructura, entre ellas algunos túneles viales; por lo que el obtener una ecuación particular aporta mejores conocimientos de él.

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Para el diseño y construcción de diversas obras civiles y mineras, se hace necesario tener un conocimiento detallado de las características geológicas y geotécnicas del macizo rocoso que va a ser afectado por dichas obras. Para tal labor, se han generado numerosos tipos de sistemas, que permitan calificar la calidad del macizo rocoso, y dividir diferentes dominios según sus propiedades.

Para el diseño y construcción de túneles, los sistemas de clasificación de macizos rocosos más utilizados son el RMR de Bieniawski (1989) y el Q de Barton (1974).

Durante los últimos 40 años, diversos autores han presentado expresiones que relacionan estos parámetros, estas han surgido a partir de una serie de datos específicos, por lo que la validez de estas expresiones depende del lugar donde se obtuvieron los datos. En consecuencia, ninguna de estas expresiones es universal hoy en día.

El constante crecimiento de la ciudad de Bucaramanga y su posicionamiento como eje económico del oriente del país, ha generado la necesidad de construcción de diversas obras de infraestructura (embalses, vías de doble calzada, etc.).

La formación de rocas cristalinas más importante del área metropolitana de Bucaramanga, corresponde al Neis de Bucaramanga, siendo a una de las formaciones geológicas más antiguas del país (Precámbrico), de características particulares por su protolito sedimentario y por el alto grado de fracturamiento.

Conocer su comportamiento geomecánico es de vital importancia para el diseño y planeación de estas obras.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Obtener la relación numérica entre el RMR y Q de Barton para la Formación Neis de Bucaramanga, en la denominada faja Bucaramanga (Faja Occidental); utilizando levantamientos de campo en los túneles construidos en el Proyecto Regulación del Río Tona - Embalse de Bucaramanga.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar una revisión de los sistemas de clasificación de macizos rocosos, más utilizados en túneles.

Recopilar información real de levantamientos geológico-geotécnicos en dos túneles construidos en el Neis de Bucaramanga, como parte del Proyecto Regulación del Río Tona. (Túneles de 500 y 300 m).

Comparar la ecuación obtenida con la relación entre RMR y Q definida por Bieniawski (1976).

3. MARCO METODOLÓGICO

La obtención de una fórmula matemática que relacione los dos sistemas de clasificación de macizos rocosos más utilizados en túneles (RMR y Q), requiere datos de campo con levantamientos reales.

Para obtener información del Neis de Bucaramanga se utilizaron los levantamientos de campo de los túneles de desviación y aducción del Proyecto Regulación del Río Tona, ubicado en la ciudad de Bucaramanga.

Los levantamientos de campo se realizaron en los avances de la excavación de cada uno de los túneles. En el Anexo A se presenta el procedimiento de toma de datos en campo.

Para los levantamientos se usaron dos tipos de formatos de registros, el primero usado por el constructor Construcciones Conalvías S.A.S. y el segundo utilizado por el miembro diseñador Integral S.A.

Ambos registros de campo permiten el levantamiento al detalle de las estructuras del macizo y la clasificación del macizo por los métodos de Bieniawski (RMR) y Barton (Q).

La información fue recopilada entre mayo de 2011 y febrero de 2013. Los levantamientos de campo fueron realizados por ingenieros geólogos con experiencia en levantamiento de macizos rocosos en túneles.

La información recopilada se procedió a tabularla y organizarla con el fin de obtener las curvas y diferentes líneas de tendencia.

A partir de los resultados de la correlación de datos R, se determinaría la mejor relación matemática entre los valores de RMR y Q.

En las Figuras 1 y 2 se observa los formatos de registro.

Figura 1. Formato de Registro Construcciones Conalvías S. A. S



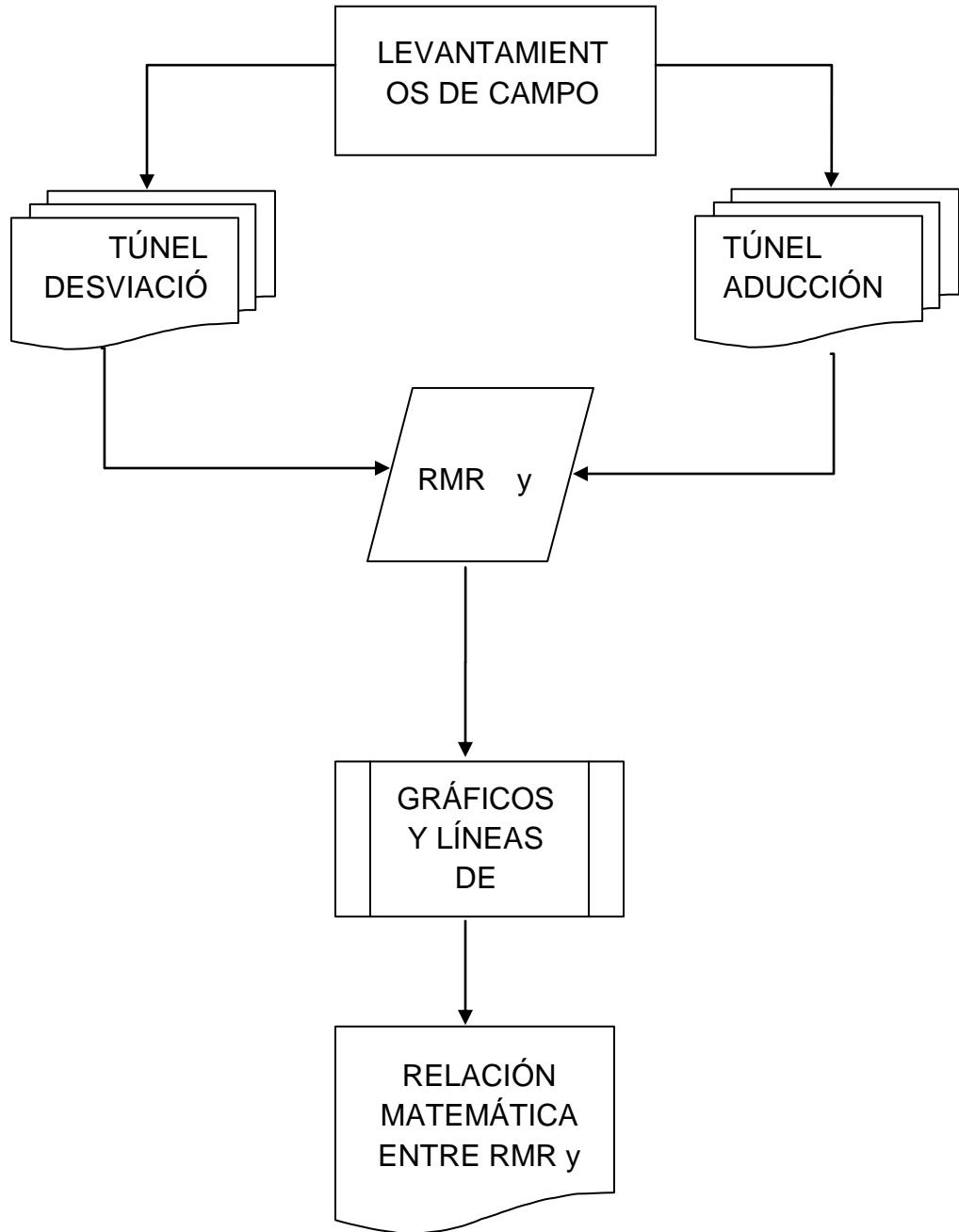
		CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA MACIZO ROCOSO							
VERSION 0-01/10/2010								SG-EB-06P	
PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA									
FECHA: _____ LOCALIZACIÓN: _____ FRENTE: _____									
No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES						VALUACIÓN	
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)								
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)								
3	Espaciamiento (m)								
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3			
	RUMBO/BUZAMIENTO								
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación		
	Continuidad (m)								
	Abertura (mm)								
	Rugosidad								
	Relleno								
	Grado de meteorización								
5	Contenido de Agua								
RMR BÁSICO									
AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES									
ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS		VALORACIÓN		AJUSTE		RMR FINAL			
CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO									
CLASIFICACIÓN RMR DESCRIPCIÓN TIEMPO DE SOSTENIMIENTO COHESIÓN ÁNGULO DE FRICCIÓN		RQD Jn Jr Ja Jw SRF		GSI Q					
CROQUIS DE CAMPO					REGISTRO FOTOGRÁFICO				
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"></div> <div style="width: 48%;"></div> </div>									
Observaciones: _____ _____ _____									
INGENIERO GEÓLOGO ELABORÓ					DIRECTOR TÉCNICO REVISÓ				

Figura 2. Formato de Registro utilizado por Integral S. A.

CONALVIAS		INTEGRAL		REGISTRO GEOLÓGICO-GEOTECNICO DE CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO EN OBRAS SUBTERRANEAS						Reg. No.																						
Frete:		Actividad en curso:		Fecha:		Hora:		Abscisa:																								
Levantó:		Sección:		Dirección de la excavación:																												
Descripción Geológico-Geotécnica																																
Observaciones																																
Conv.		Diaclasa		Foliación		Falla																										
CLASIFICACIÓN GEOMECÁNICA - SISTEMA RMR (1989)																																
Resistencia de la matriz rocosa																																
UCS		R ₂ > 250 Mpa		R ₂ 100-250 Mpa		R ₂ 50-100 Mpa		R ₂ 25-50 Mpa		R ₂ < 25 Mpa																						
RQD (Índice de calidad de roca)																																
RQD		90-100%		75-90 %		50-75 %		25-50 %		< 25%																						
Separación entre discontinuidades																																
SD		> 2 m		0.6 - 2.0 m		200 - 600 mm		60 - 200 mm		< 60 mm																						
Condición de las discontinuidades																																
#	Tipo	Dip	Dip Dire	Persistencia			Abertura			Rugosidad			Relleno		Alteración			Paralela														
				< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	>20m	Sellada	< 0.1 mm	0.1-1.0 mm	1.5 mm	> 5 mm	Slickens	Lito	Lig. Rugoso	Rugoso	Muy Rugoso	Ninguno	< 5mm	> 5mm	< 5 mm	> 5mm	inalterada	Lig. Alterada	Modo. Alterada	Muy Alterada	Descomp.	separa (cm)			
1																																
2																																
3																																
4																																
5																																
6																																
7																																
8																																
9																																
10																																
11																																
Condición Agua Subterránea																																
GW		Completamente seco			Ligeramente Húmedo			Húmedo			Goteo			Flujo			Caudal Estimado (L/min)															
Desprendimientos																																
Vol. Aproximado (m3):		Profundidad:		Ubicación:		HI	HD	BÓVEDA	SOLERA	#	COD																					
Revisó: Integral S.A. Carlos Alberto Vera Acevedo Firma:																																
Aprobó: Conalvias S.A.S. Marco E. Gutiérrez Cortés Director de Ingeniería Firma:																																
Abscisa Inicial:		Abscisa Inicial:																														
Clasificación del Macizo Rocoso RMR SYSTEM (1989) Q BARTON VALOR Q Resistencia de la roca Intacta RQD Separación de Discontinuidad Condición de las Discontinuidades Condiciones de agua Orientación de Estructuras VALOR Q RQD Jn Jr Ja Jw Valor Tipo Terreno Tipo Soporte VALOR GSI VALOR Estructura Cond. de																																

En la Figura 3, se observa el diagrama de flujo de la metodología empleada

Figura 3. Diagrama de flujo de la metodología utilizada.



4. ANTECEDENTES

Para el diseño y construcción de túneles, los sistemas de clasificación de macizos rocosos más utilizados son el RMR de Bieniawski (1989) y el Q de Barton (1974).

4.1. ROCK MASS RATING (RMR)

Entre 1972 y 1976, Bieniawski Z. T. desarrolló en Sudáfrica el *Rock Mass Rating* (RMR), que da una estimación de la calidad del macizo rocoso, teniendo en cuenta los siguientes factores: resistencia compresiva de la roca, índice de la calidad de la roca (RQD), espaciamiento de discontinuidades, condición de discontinuidades, presencia de agua y corrección por orientación. El Sistema ha sido corregido por su autor en 1976, 1979 y 1989, en base a más de 300 casos reales de túneles, cavernas, taludes y cimentaciones. Actualmente se usa la edición de 1989, que coincide sustancialmente con la de 1979.

Estos factores se cuantifican mediante una serie de parámetros definiéndose unos valores para dichos parámetros, cuya suma, en cada caso nos da el índice de Calidad del RMR que varía entre 0 y 100.

Los objetivos de esta clasificación son:

- Determinar y/o Estimar la calidad del macizo rocoso.
- Dividir el macizo rocoso en grupos de conducta análoga.
- Proporcionar una buena base de entendimiento de las características del macizo rocoso.
- Facilitar la planificación y el diseño de estructuras en roca, proporcionando datos cuantitativos necesarios para la solución real de los problemas de ingeniería.

Se clasifican las rocas en 5 categorías. En cada categoría se estiman los valores de la cohesión y el ángulo de fricción interna del macizo rocoso. A continuación se definen y valoran cada uno de los factores que intervienen en la clasificación.

4.1.1. Resistencia Compresiva de la Roca.

La resistencia compresiva de una roca se puede determinar por tres ensayos:

- Estimación de la Resistencia Compresiva mediante el martillo Schmidt de Dureza.

- Determinación de la Resistencia Compresiva mediante el Ensayo de Carga Puntual “Franklin”.
- Determinación de la Resistencia Compresiva mediante el Ensayo de Compresión Simple y/o Uniaxial.

En trabajo de campo, también se utiliza una relación entre el uso del martillo geológico y los rangos definidos por Bieniawski.

Tabla 1. Relación entre la resistencia a la compresión y el uso de martillo geológico.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (MPa)		VALORACIÓN RMR
> 250	La muestra solo puede ser astillada con el martillo geológico.	15
100 – 250	La muestra requiere muchos golpes del martillo geológico para ser fracturada.	12
50 – 100	La muestra requiere más de un golpe del para ser fracturada.	7
25 – 50	No puede ser disgregada por la navaja, se fractura con un solo golpe firme.	4
5 – 25	Puede ser escarbada con dificultad por la navaja, se disgrega por un golpe fuerte de la punta del martillo.	2
1 – 5	Puede ser escarbada fácilmente, se disgrega por un golpe de la punta del martillo geológico.	1
< 1	Puede ser rayada por la uña.	0

4.1.2. Índice de Calidad de la Roca - RQD

Para determinar el RQD (*Rock Quality Designation*) en el campo, existen dos procedimientos de comunes de cálculo.

- Se calcula midiendo y sumando el largo de todos los trozos de testigos mayores que 10 cm en el intervalo de longitud de la corrida.

$$RQD = \frac{\sum \text{Longitud de trozos} \geq 10 \text{ cm}}{\text{Longitud de la corrida (cm)}}$$

- Comprende el cálculo del RQD en función del número de fisuras, por metro cúbico, determinadas al realizar el levantamiento litológico-estructural en el área.

$$RQD = 115 - 3.3 (J_v)$$

Siendo: J_v = Número de fisuras por metro cúbico.

4.1.3. Espaciamiento de Discontinuidades

Se ha comprobado que el espaciamiento de discontinuidades tiene gran influencia sobre la estructura del macizo rocoso. La resistencia del macizo rocoso va disminuyendo según va aumentando el número de discontinuidades, siendo el espaciado de las discontinuidades el factor más influyente en esta disminución de resistencia.

Así resulta que un material rocoso de alta resistencia de 100 a 200 MPa, que esté muy fracturado con un espaciamiento de discontinuidades de 5 cm, corresponde a un macizo rocoso débil.

A continuación se presenta la clasificación de los macizos rocosos, en lo referente al espaciamiento de discontinuidades; que es la que recomienda utilizar en la clasificación geomecánica de Bieniawski.

DESCRIPCIÓN ESPACIAMIENTO	ESPACIO DISCONTINUIDADES	TIPO DE MACIZO ROCOSO
Muy Ancho	> 3 m	Sólido
Ancho	1 – 3 m	Masivo
Moderadamente Cerrado	0.3 – 1 m	En Bloques
Cerrado	0.05 – 0.3 m	Fracturado
Muy Cerrado	< 0.05 m	Machacado

4.1.4. Condiciones de Discontinuidades

En esta evaluación se tienen en cuenta los siguientes parámetros:

- Apertura.
- Tamaño.
- Rugosidad.
- Dureza de las paredes de la discontinuidad.
- Relleno.

El tamaño de las discontinuidades influye en la importancia que el material rocoso y la separación de las discontinuidades tienen en el comportamiento del macizo rocoso.

Rugosidad: En esta clasificación se establecen 5 categorías de rugosidad: muy rugosa, rugosa, ligeramente rugosa, suave y espejo de falla.

4.1.5. Presencia de Agua

El efecto del agua tiene especial importancia en los macizos rocosos diaclasados. Se tendrá en cuenta el flujo agua en el macizo rocoso. El criterio que se utiliza es el siguiente: completamente seco, húmedo, agua a presión moderada y agua a presión fuerte.

4.1.6. Corrección por Orientación

A la hora de considerar los efectos de la orientación de las discontinuidades para la clasificación del macizo rocoso, con vistas a la construcción de una excavación subterránea o a cielo abierto, es suficiente considerar si las orientaciones del rumbo y del buzamiento son más o menos favorables con relación a la labor que se va ejecutar.

En la Tabla 2, se presenta la tabla resumen de la evaluación de RMR definida por Bieniawski; en el Anexo A, se incluye el método detallado de toma de datos en campo.

Tabla 2. Rock Mass Rating Evaluation

A. CLASSIFICATION PARAMETERS AND THEIR RATINGS									
Parameter			Range of values						
1	Strength of intact rock material	Point-load strength index	>10 MPa	4 - 10 MPa	2 - 4 MPa	1 - 2 MPa	For this low range - uniaxial compressive test is preferred		
		Uniaxial comp. strength	>250 MPa	100 - 250 MPa	50 - 100 MPa	25 - 50 MPa	5 - 25 MPa	1 - 5 MPa	< 1 MPa
	Rating	15	12	7	4	2	1	0	
2	Drill core Quality RQD		90% - 100%	75% - 90%	50% - 75%	25% - 50%	< 25%		
	Rating		20	17	13	8	3		
3	Spacing of discontinuities		> 2 m	0.6 - 2 . m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm		
	Rating		20	15	10	8	5		
4	Condition of discontinuities (See E)		Very rough surfaces Not continuous No separation Unweathered wall rock	Slightly rough surfaces Separation < 1 mm Slightly weathered walls	Slightly rough surfaces Separation < 1 mm Highly weathered walls	Slickensided surfaces or Gouge < 5 mm thick or Separation 1-5 mm Continuous	Soft gouge >5 mm thick or Separation > 5 mm Continuous		
	Rating		30	25	20	10	0		
5	Ground water	Inflow per 10 m tunnel length (l/m)	None	< 10	10 - 25	25 - 125	> 125		
		(Joint water press)/ (Major principal σ)	0	< 0.1	0.1, - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5		
	General conditions		Completely dry	Damp	Wet	Dripping	Flowing		
	Rating		15	10	7	4	0		

B. RATING ADJUSTMENT FOR DISCONTINUITY ORIENTATIONS (See F)						
Strike and dip orientations		Very favourable	Favourable	Fair	Unfavourable	Very Unfavourable
Ratings	Tunnels & mines	0	-2	-5	-10	-12
	Foundations	0	-2	-7	-15	-25
	Slopes	0	-5	-25	-50	
C. ROCK MASS CLASSES DETERMINED FROM TOTAL RATINGS						
Rating	100 ← 81	80 ← 61	60 ← 41	40 ← 21	< 21	
Class number	I	II	III	IV	V	
Description	Very good rock	Good rock	Fair rock	Poor rock	Very poor rock	
D. MEANING OF ROCK CLASSES						
Class number	I	II	III	IV	V	
Average stand-up time	20 yrs for 15 m span	1 year for 10 m span	1 week for 5 m span	10 hrs for 2.5 m span	30 min for 1 m span	
Cohesion of rock mass (kPa)	> 400	300 - 400	200 - 300	100 - 200	< 100	
Friction angle of rock mass (deg)	> 45	35 - 45	25 - 35	15 - 25	< 15	
E. GUIDELINES FOR CLASSIFICATION OF DISCONTINUITY conditions						
Discontinuity length (persistence)	< 1 m	1 - 3 m	3 - 10 m	10 - 20 m	> 20 m	
Rating	6	4	2	1	0	
Separation (aperture)	None	< 0.1 mm	0.1 - 1.0 mm	1 - 5 mm	> 5 mm	
Rating	6	5	4	1	0	
Roughness	Very rough	Rough	Slightly rough	Smooth	Stickensided	
Rating	6	5	3	1	0	
Infilling (gouge)	None	Hard filling < 5 mm	Hard filling > 5 mm	Soft filling < 5 mm	Soft filling > 5 mm	
Rating	6	4	2	2	0	
Weathering	Unweathered	Slightly weathered	Moderately weathered	Highly weathered	Decomposed	
Ratings	6	5	3	1	0	

(Bieniawski, 1989)

4.2. ÍNDICE Q DE BARTON

El Sistema Q o Clasificación de Barton fue desarrollado en Noruega en 1974 por Barton, Lien y Lunde, del Instituto Geotécnico Noruego. Se basó su desarrollo en el análisis de cientos de casos de túneles construidos principalmente en Escandinavia.

Esta clasificación geomecánica se basa en el índice de calidad "Q" denominado también índice de Calidad túnelera, que da una estimación de la calidad del macizo rocoso, teniendo en cuenta los siguientes factores:

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

Dónde:

RQD: *Rock Quality Designation*

J_n: *Joint Set Number*, Índice de fracturamiento, que tiene en cuenta el número de Familias.

J_r: *Joint Roughness Number*, índice de rugosidad de las discontinuidades.

Ja: *Joint Alteration Number*, índice de alteración de las discontinuidades.

Jw: *Joint Water Reduction* factor, factor de reducción por presencia de agua en las discontinuidades.

SRF: *Stress Reduction Factor*, factor de reducción por esfuerzos.

La Clasificación de Barton asigna a cada terreno un índice de calidad Q, tanto mayor cuanto mejor es la calidad de la roca. Su variación no es lineal como la del RMR, sino exponencial, y oscila entre $Q=0.001$ para terrenos muy malos y $Q=1000$ para terrenos muy buenos.

En el Anexo A, se presentan las tablas de valores para cada factor de evaluación del Índice Q y un procedimiento de cómo evaluarse en campo.

4.3. RELACIÓN MATEMÁTICA ENTRE RMR Y Q

En 1976, Bieniawski propone una relación entre el RMR y el Índice Q, a partir del análisis de 111 casos históricos, que incluyen 62 casos escandinavos, 28 casos surafricanos y otros 21 casos documentados en EE.UU., Canadá, Australia y Europa. La relación obtenida es:

$$RMR = 9 \ln Q + 44 \quad (1)$$

Basado en casos de Nueva Zelanda, Rutledge y Presto (1978) propusieron la siguiente relación: $RMR = 5.9 \ln Q + 43$ (2)

Otras relaciones desarrolladas por diversos autores son:

$$\text{Moreno. (1980): } RMR = 5.4 \ln Q + 55.2 \quad (3)$$

$$\text{Cameron-Clarke and Budavari (1981): } RMR = 5 \ln Q + 60.8 \quad (4)$$

$$\text{Abad J et al (1984): } RMR = 10.5 \ln Q + 41.8 \quad (5)$$

En la Tabla 3, se muestran los valores de los coeficientes de correlación para cada caso.

Tabla 3. Evaluación de varias correlaciones entre RMR y Q

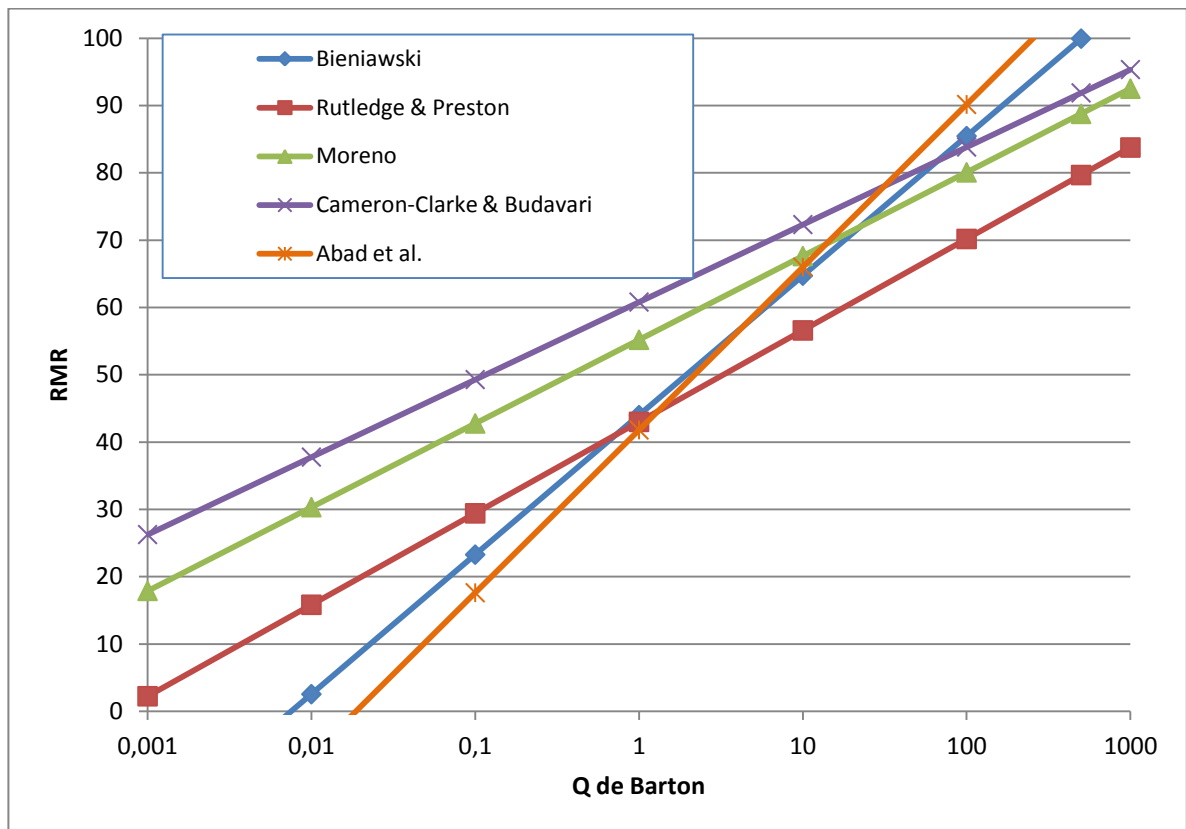
Proponentes	Ecuación de Relación	Coficiente de Correlación
Bieniawski (1976)	$RMR = 9 \ln Q + 44$	0.77
Rutledge & Preston (1978)	$RMR = 5.9 \ln Q + 43$	0.81

Proponentes	Ecuación de Relación	Coefficiente de Correlación
Moreno (1980)	$RMR = 5.4 \ln Q + 55.2$	0.55
Cameron-Clarke & Budavari (1981)	$RMR = 5 \ln Q + 60.8$	Alta Dispersión
Abad <i>et al.</i> (1984)	$RMR = 10.5 \ln Q + 41.8$	0.66

Tomado de Goel *et al.*, 1995

En la Figura 4, se observan las diferencias entre las ecuaciones propuestas por los diferentes autores.

Figura 4. Representación gráfica de las ecuaciones propuestas por diversos autores



Cada una de las expresiones anteriores ha surgido a partir de una serie de datos específicos, por lo que la validez de estas expresiones depende del lugar donde se obtuvieron los datos. En consecuencia, ninguna de estas expresiones es universal hoy en día.

5. FORMACIÓN NEIS DE BUCARAMANGA

El Neis de Bucaramanga al ser la unidad metamórfica más antigua del Macizo de Santander se encuentra afectada por todos los eventos tectónicos y termales que han afectado el macizo. Esta unidad fue reconocida inicialmente por Julivert (1951) y Goldsmith *et al.* (1971) y luego definida por Ward *et al.* (1973).

5.1. MARCO GEOLÓGICO

Estructuralmente el Macizo de Santander es un bloque levantado limitado al oeste por la falla Bucaramanga-Santa Marta y al este por el sistema de fallas Pamplona-Cubogón-Mercedes (García *et al.*, 2005). La Falla Bucaramanga-Santa Marta es considerada un sistema de fallas de rumbo con movimiento sinistral, cuyo desplazamiento es calculado de 100 a 110 km (Ward *et al.*, 1973). Según Julivert (1961b), tiene una componente vertical importante, que hace que esta falla se comporte en algunos sectores como inversa y en su extremo meridional aún de cabalgamiento por flexión de la falla.

Ward *et al.* (1973) definieron el Neis de Bucaramanga como una secuencia estratificada de rocas metasedimentarias de alto grado metamórfico, que consisten principalmente en paragneis pelítico, semi-pelítico y arenáceo, esquisto y cantidades subordinadas de neis calcáreo, mármol, neis hornbléndico y anfibolita, localmente migmatizado.

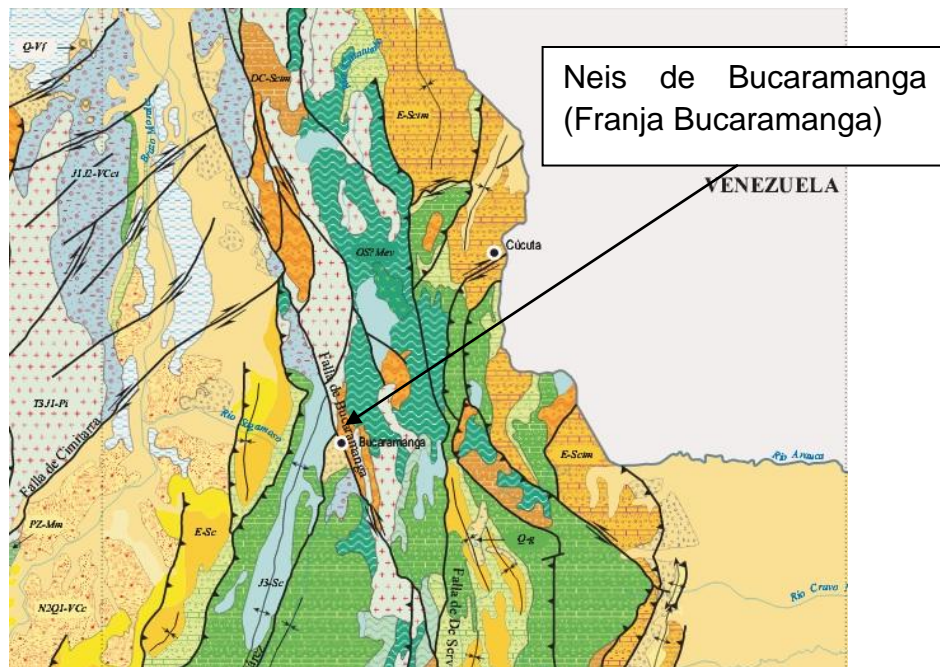
Se encuentra aflorando en tres fajas: la más occidental (faja Bucaramanga) al este de la Falla Bucaramanga-Santa Marta, la central que comprende el área de Berlín y California-Cachirí y la oriental que aparece cerca de Chitagá al sur de Pamplona. En la faja Bucaramanga, se observan meta-pelitas, semi-pelitas y metaareniscas, con presencia restringida de neis hornbléndico y anfibolita. En la Figura 5, se muestra un fragmento del mapa geológico de Colombia; donde se demarca la ubicación del Neis de Bucaramanga con respecto a las capitales de los Santanderes.

Dentro de las litologías predominantes en el Neis de Bucaramanga según Navarro & Reyes (1983) se encuentran: neis cuarzo feldespático, de grano medio a grueso, compuesto por cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y en algunas ocasiones anfíbol, cuando se encuentra biotita mayor al 20% se clasifica como neis cuarzo feldespático biotítico; neis anfibólico, el cual presenta bandas de color verde oscuro alternado con bandas blancas de cuarzo y feldespato potásico y/o plagioclasa y está compuesto por hornblenda, cuarzo, plagioclasa y feldespato

potásico; y anfibolita, que se caracteriza por un alto contenido de hornblenda de color verde a amarillo, grandes cristales de granate, plagioclasa y piroxeno en menor cantidad.

El Neis de Bucaramanga está en contacto con esquistos de bajo y medio grado de metamorfismo (Fm. Silgará), aunque este contacto no está bien definido (Restrepo-Pace et al. 1997). Entre la Formación Silgará y el Neis de Bucaramanga existe una diferencia litológica general, la Formación Silgará tiende a ser más cuarcítica incluyendo pizarras, filitas y esquistos de afinidad calcárea y pelítica con estratificación delgada, mientras que el Neis de Bucaramanga es de estratificación más gruesa y consiste de rocas néisicas con altos contenidos de biotita y hornblenda. Sin embargo, entre las dos formaciones hay gran semejanza en los tipos de roca, particularmente en lo que puede ser la parte inferior de Silgará; puesto que sus rocas metasedimentarias pueden seguirse a lo largo del rumbo en el Neis sin ninguna ruptura visible (Ward et al. 1973). Según Arenas (2004) las relaciones estratigráficas entre las dos unidades y las evidencias geocronológicas e isotópicas permiten interpretar que el neis ya se encontraba “adosado” al borde noroccidental de Gondwana al final del Proterozoico y por lo tanto las dos unidades no corresponden a un mismo evento metamórfico.

Figura 5. Fragmento del mapa geológico de Colombia



(Ingeominas)

Adicionalmente el Neis de Bucaramanga se encuentra afectado por varios intrusivos de edad Triásico-Jurásico (Ward *et al.* 1973; Dörr *et al.* 1995) dentro de los cuales se encuentran la Cuarzomonzonita de Mogotes, la Cuarzomonzonita de Santa Barbará, el Plutón de La Corcova y otros en la zona de Vetas definidos como intrusivos Jura-Triásicos. Estos cuerpos tienen composiciones similares, con feldespato potásico, plagioclasa y cuarzo con variación en los contenidos de moscovita, biotita y hornblenda (Royero & Vargas (2001)). Quizá la mayor variación se presenta en los cuerpos del área de Vetas donde aumenta el contenido de cuarzo y disminuye el feldespato potásico y en diques de composición andesítica en el sector de Cepitá. También se observan cambios texturales ya que se observan rocas porfiríticas y faneríticas, equi e inequigranulares. Generalmente al metamorfismo del Neis de Bucaramanga se le asigna un rango de edad entre el Precámbrico y el Cámbrico, este rango de edad está de acuerdo con las edades de 680 ± 140 M.a. reportadas por Goldsmith *et al.* (1971) con base en Rb – Sr en hornblenda de un neis biotítico de la zona de Berlín – Vetas, de 945 ± 40 M.a. reportadas por Ward *et al.* (1973) con base en K – Ar en hornblenda de un neis hornbléndico proveniente de las cercanías a Ocaña, de ~800 a ~850 M.a. reportadas por Restrepo-Pace *et al.* (1997) con base en $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ en hornblenda de un neis hornbléndico de una muestra tomada en la misma localidad del neis hornbléndico reportado por Ward *et al.* (1973), y de 864 ± 66 M.a. de acuerdo a SHRIMP U/Pb en sobrecrecimientos metamórficos en circones (Cordani *et al.* 2005). La edad del protolito está restringida al rango ~ 860 – 1040 M.a. de acuerdo a edades SHRIMP U/Pb en circones reportadas por Cordani *et al.* (2005).

5.2. GEOLOGÍA REGIONAL

En el Proyecto Regulación del Río Tona, el Neis de Bucaramanga cubre gran parte del área de la presa, en algunas zonas en contacto con la Fm. Silgará e intruido por un cuerpo ígneo jurásico en la zona oriental del proyecto.

En la Figura 6, se puede observar los cuerpos geológicos que afloran en el área de presa, en el mapa existen unos puntos denominados MR (Material Removido); definición adoptada por Integral para algunos coluviones colgados.

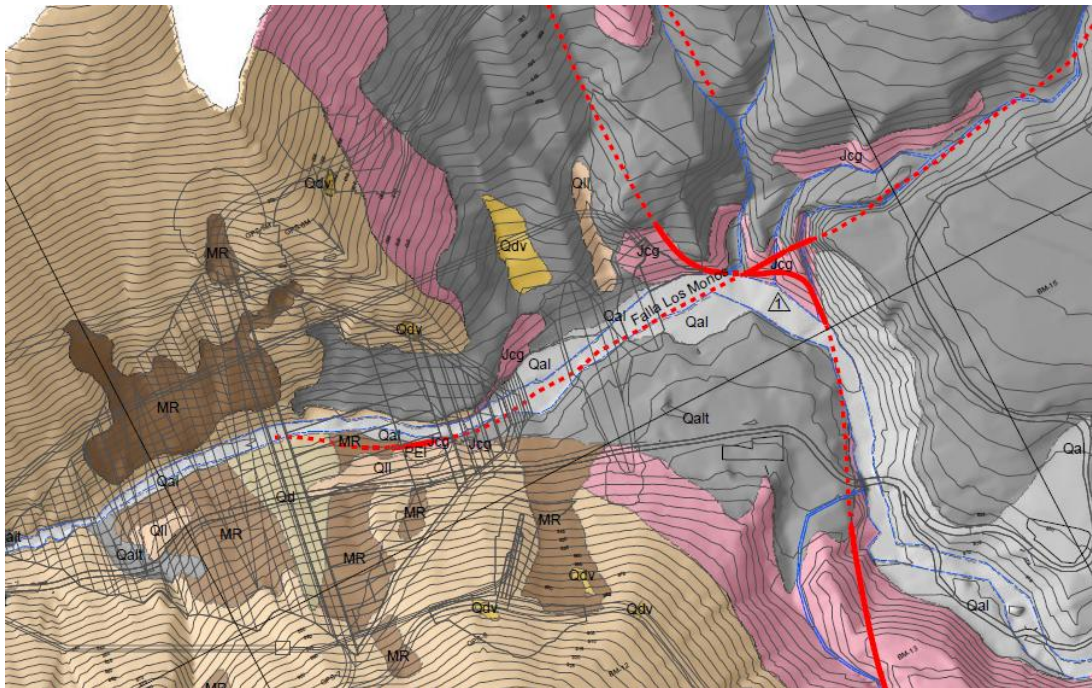
Se puede observar que el Neis cubre gran parte del área de presa y por lo tanto la mayoría de longitud de los túneles previstos en el Proyecto.

Integral en sus informes describe el Neis como: “Un macizo rocoso cristalino, constituido predominantemente por gneises cuarzo-feldespáticos, micáceos

(biotíticos principalmente) y hornbléndicos, pertenecientes al Complejo Bucaramanga. Esta roca anisotrópica está caracterizada por amplias variaciones composicionales, heredada de su protolito sedimentario, con paquetes o estratos de composición diversa.

Localmente aflora roca fresca, fracturada, competente, de grano medio a grueso, que exhibe variaciones texturales desde foliada de grano grueso a masiva de grano fino, evidenciando su protolito sedimentario. La foliación exhibe variación en su disposición con repliegues a escala de afloramiento y queda evidenciado por la marcada variación en los datos de la disposición estructural de dichas superficies de recristalización que en conjunto no definen un patrón particular”.

Figura 6. Detalle de la zona de presa y túneles. Mapa geológico del Proyecto Regulación del Río Tona



(Integral 2012)

En el proyecto, se observa claramente la influencia que tienen las fallas locales; subordinadas a la Falla Santa Marta – Bucaramanga en los patrones de fracturamiento del túnel; y como la variación en sus paquetes texturales controla el comportamiento geomecánico.

Los paquetes de Neis de mayor contenido de cuarzo (correlacionables con paquetes de areniscas) presentan una mejor calidad; mientras que los paquetes

correspondientes a rocas blandas del protolito tienen texturas, rellenos y comportamientos frágiles frente a los esfuerzos regionales.

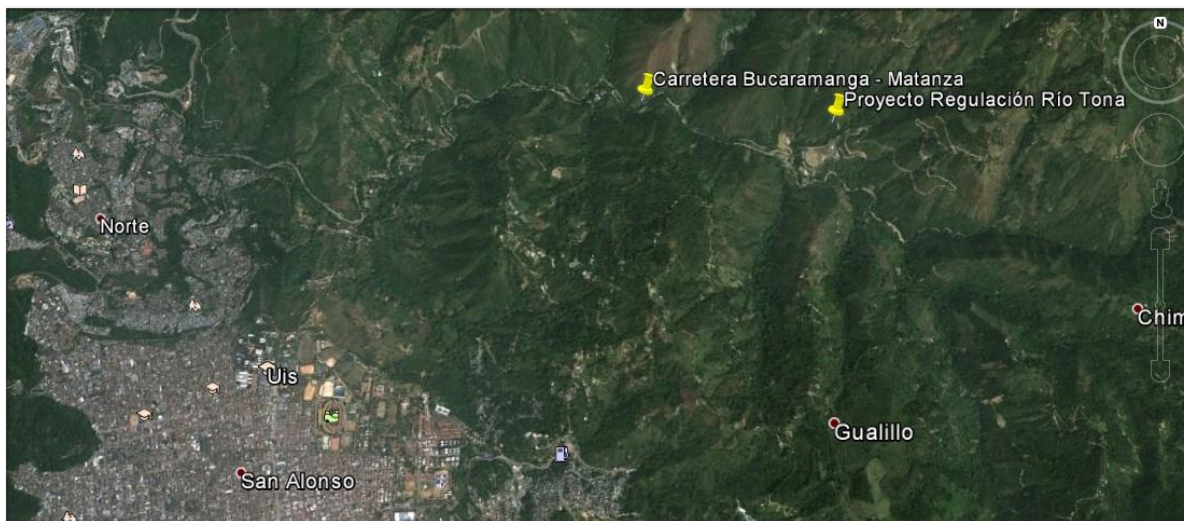
6. PROYECTO REGULACIÓN DEL RÍO TONA

El Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. - **amb**, suscribió, el Contrato No.073 de 2010 el día 28 de Junio de 2010, correspondiente a la invitación pública No. AMB-046-09, para los “ESTUDIOS, DISEÑOS, CONSTRUCCIÓN, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TEMPORAL DE LA PRESA, Y OBRAS COMPLEMENTARIAS, ADUCCIÓN Y BY PASS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA (COMPONENTE I) PARA EL PROYECTO DE REGULACIÓN DEL RÍO TONA - EMBALSE DE BUCARAMANGA EN EL DEPARTAMENTO DE SANTANDER”.

El proyecto asegurará el abastecimiento de agua potable en los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón, por un período de 25 años. Además de ser la solución a las necesidades de agua potable de los municipios atendidos por el **amb**, el Embalse conformará un espejo de agua de 54 hectáreas, con gran potencial turístico y ecológico, para la práctica de actividades como la pesca, los deportes náuticos y el camping.

El proyecto se encuentra ubicado en la cuenca baja del Río Tona, cerca de su desembocadura en el Río Surata. El acceso al proyecto se realiza utilizando la vía departamental que comunica los municipios de Bucaramanga y Matanza, al norte de la capital de departamento.

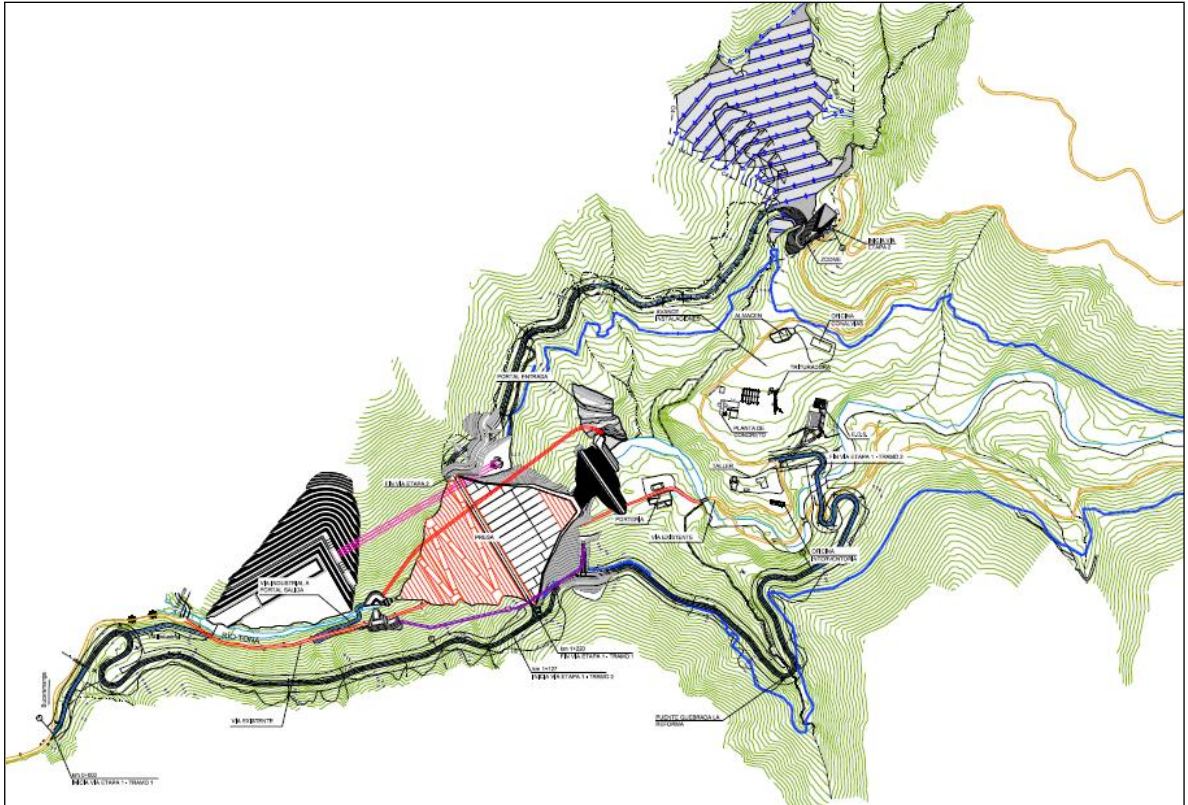
Figura 7. Ubicación general del Proyecto Embalse Bucaramanga



(Google Earth)

El componente I, incluye el cuerpo de la presa y sus obras anexas, entre las obras anexas se tomaran para este documento la información correspondiente a la construcción de los túneles de desviación y aducción. En la Figura 8, se observa una planta general del proyecto, marcado por la zona de presa y sus obras anexas.

Figura 8. Planta General de la zona de presa y obras anexas.



(Conalvías 2011)

A continuación se describen los túneles utilizados para este trabajo, en forma general.

6.1. TÚNEL DE DESVIACIÓN

El túnel de desviación se proyectó sobre la margen derecha del río Tona, garantizando una cobertura lateral mínima de 2 veces el diámetro dentro del macizo rocoso.

En la Tabla 4, se muestran las principales características del túnel de desviación definidas en el diseño definitivo para construcción.

Tabla 4. Características del Túnel de Desviación

CARACTERISTICA	UNIDAD	VALOR
Caudal de diseño	m ³ /s	270
Período de retorno	Años	50
Longitud	m	504,5
Pendiente	%	5,12
Sección	Adim.	Herradura
Ancho	m	4,60
Altura de la bóveda	m	2,30
Radio de la bóveda	m	2,30
Cota de entrada	msnm	798
Cota de salida	msnm	772

El túnel de desviación está en capacidad de evacuar la creciente de 50 años con un caudal de 270 m³/s. La velocidad máxima que se presentará en el túnel es de 11,40 m/s.

Teniendo en cuenta el grado de fracturamiento del macizo rocoso, sumado a la variación en profundidad de las características de resistencia así como la influencia del llenado del embalse, se establecieron los siguientes criterios de sectorización del túnel:

Tabla 5. Sectorización de diseño Túnel de Desviación

ABSCISA (m)	TIPO DE SOPORTE	AVANCE DE EXCAVACIÓN (m)
K0+000 - K0+115	IV	0,7
K0+115 - K0+175	III	5,0
K0+175 - K0+205	I	
K0+205 - K0+265	II	7,5
K0+265 - K0+476	III	5,0
K0+476 - K0+508	IV	2,0

6.2. TÚNEL DE ADUCCIÓN

Para este documento se denominará Túnel de Aducción al total de la excavación subterránea del Sistema de Aducción, el primer tramo corresponde al túnel entre

la estructura de captación y la cámara de válvulas, y el segundo es la galería para la tubería de aducción.

En el primer tramo la excavación es de sección en forma de baúl revestida en concreto hidráulico, con una pendiente descendente del 9,0% y una longitud total de 180 m, de los cuales 150 m tendrán revestimiento en concreto, y los 30 m restantes tendrán un blindaje (Ver Figura 9 y Figura 11).

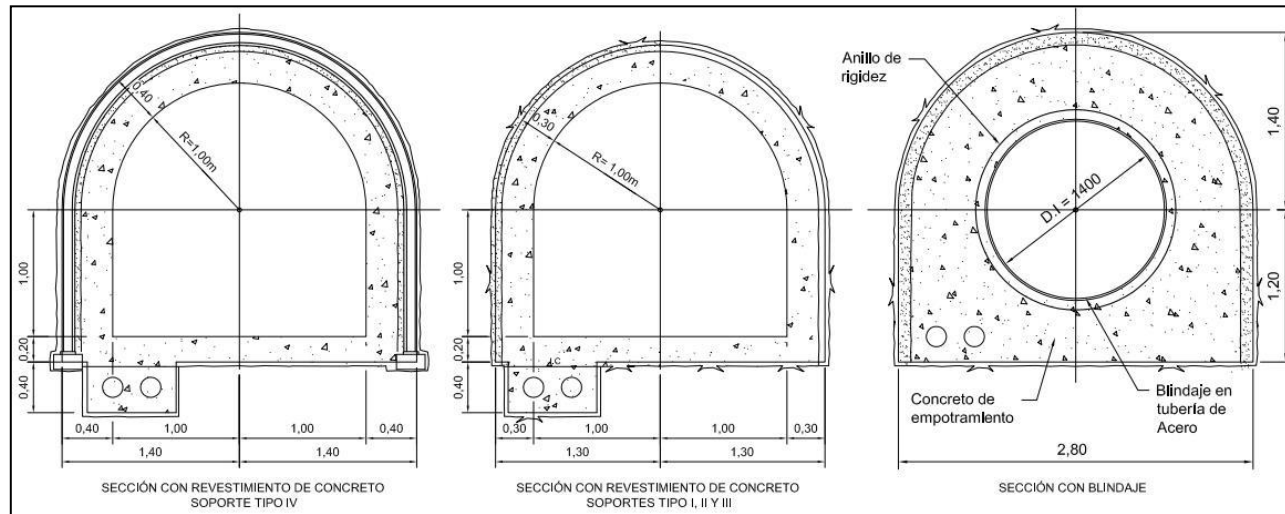
En la transición entre los tramos 1 y 2 se excavó una Cámara de sección en forma de baúl, cuyas dimensiones son largo 7,10 m x ancho 7,80 m x alto 6,55 m, y piso en la elevación 816,00 msnm. A continuación, la galería subterránea que tiene sección en forma de baúl, con dimensiones libres de 2,85 m de altura, ancho 3,50 m, y una longitud de 197,75 m. La cota de solera en el portal de salida se ubica a 799,38 msnm y la pendiente de la Galería es del 9,0% descendente.

Teniendo en cuenta el grado de fracturamiento del macizo rocoso, sumado a la variación en profundidad de las características de resistencia así como la influencia del diseño hidráulico, se establecieron los siguientes criterios de sectorización del túnel:

Tabla 6. Sectorización de diseño Túnel de Aducción

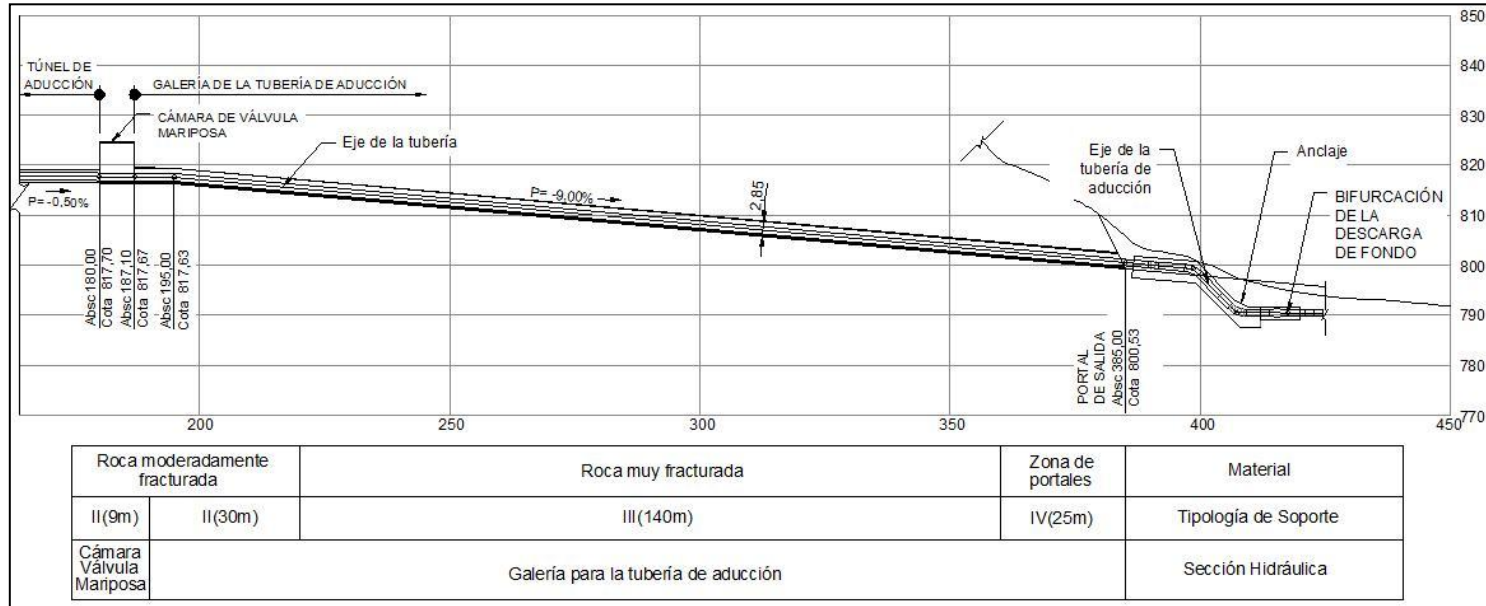
ABSCISA (m)	TIPO DE SOPORTE	AVANCE DE EXCAVACIÓN (m)
K0+000 - K0+020	IV	0,7
K0+020 - K0+050	III	2,0
K0+050 - K0+220	II	5,0
K0+220 - K0+360	III	2,0
K0+360 - K0+375	IV	0,7

Figura 9. Secciones primer tramo Túnel de Aducción



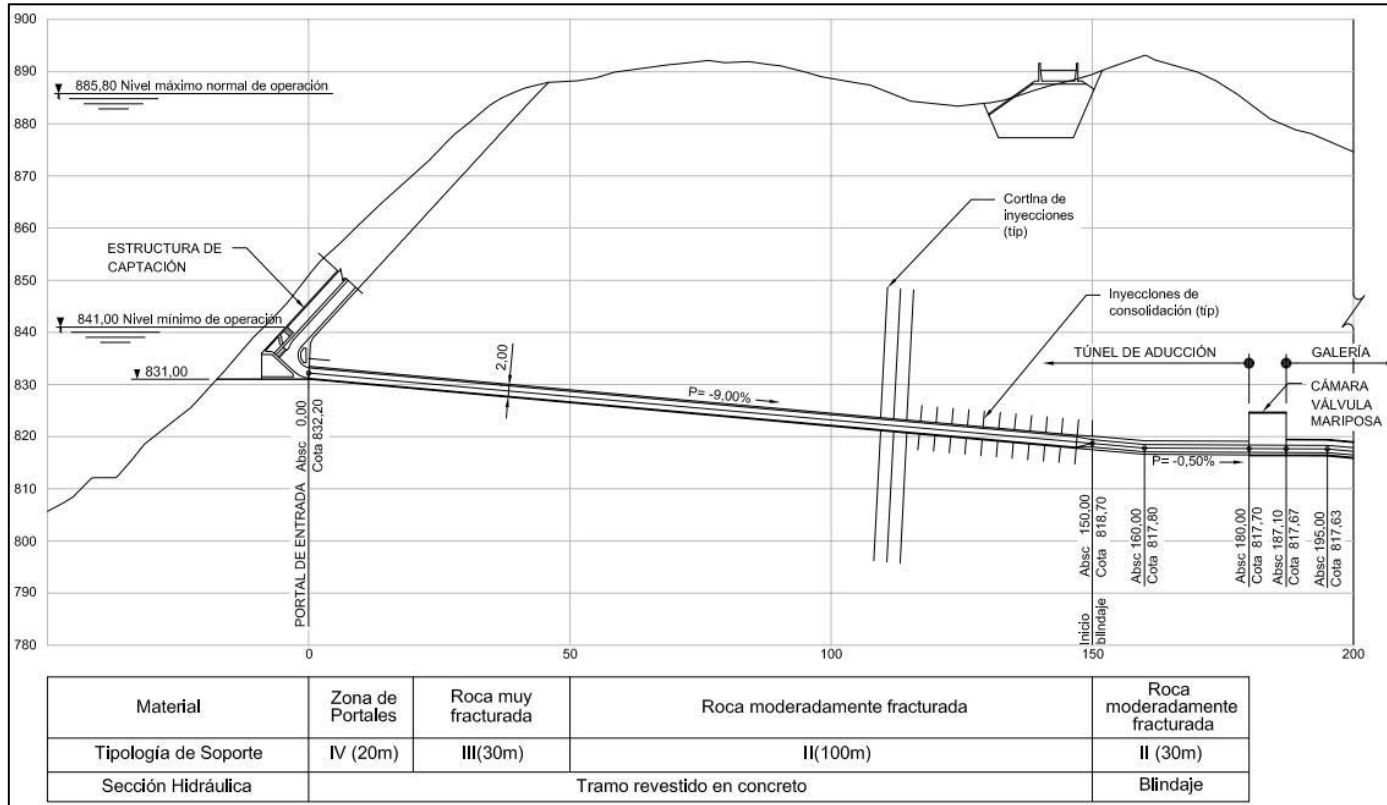
(Integral 2012)

Figura 10. Galería para la Tubería de Aducción – Perfil.



(Integral 2012)

Figura 11. Perfil tramo 1 - Túnel de Aducción



(Integral 2012)

7. CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA DEL MACIZO ROCOSO

Para la caracterización del macizo rocoso durante la excavación de los túneles, se utilizaron diferentes sistemas de clasificación: el Índice de Calidad Túnelera – Q (Barton), el Índice de Resistencia Rocosa - GSI (Hoek) y la Valoración del Macizo Rocoso – RMR (Bieniawski).

Los levantamientos de campo fueron realizados por el personal del Contratista (Conalvías Construcciones S.A.S.) y debidamente revisados por la Interventoría (Inar Asociados). Para este trabajo se contó con la base de datos de cada túnel debidamente registrada por ingenieros geólogos en obra.

Para este documento, se analizarán los datos obtenidos en cada tramo en cuanto al índice Q y el RMR. Cada uno de los túneles atraviesa dos cuerpos geológicos diferentes, un cuerpo metamórfico correspondiente al Neis de Bucaramanga y un cuerpo ígneo correspondiente a cuerpos intrusivos de edad jurásica. Los datos a considerar corresponden exclusivamente a los tramos en que la excavación fue en rocas metamórficas regionales.

A continuación, se presenta un resumen de las características geomecánicas de la Formación Neis de Bucaramanga en el área de proyecto.

7.1. FORMACIÓN NEIS DE BUCARAMANGA.

Como se refirió en el Capítulo 6, la Formación Neis de Bucaramanga cubre gran parte del área de la presa y de los túneles anexos (Desviación, aducción, vertedero y vial).

En la Figura 6, además de las formaciones presentes en el área del proyecto se identifican dos fallas geológicas, perpendiculares entre sí y afectando gran parte del proyecto.

Se ha podido observar en las excavaciones del proyecto, que el comportamiento geomecánico de la Fm. Neis de Bucaramanga; además de estar controlado por las diferencias texturales y composicionales, consecuentes con su protolito sedimentario, presenta comportamientos diferentes en cada estribo de la presa (costado del valle), al parecer por la afectación de la Falla Los Monos, paralela al cauce del Río Tona.

En forma general se identificó que en el estribo izquierdo (de acuerdo al sentido de corriente del río) la roca se encuentra en condiciones más pobres de calidad. A diferencia del estribo derecho, donde las condiciones son mejores.

Debido que para este documento solamente se cuenta con dos túneles, no es posible realizar un análisis de información por cada estribo.

Pero es posible identificarlo en los valores de RMR y Q obtenidos en cada túnel.

Esto se debe a que el túnel de desviación se encuentra excavado en el estribo derecho y el túnel de aducción en el estribo izquierdo.

A continuación se presenta un análisis para cada túnel.

7.2. TÚNEL DE DESVIACIÓN

7.2.1. Geología

A partir de la abscisa K0+101, el avance en las excavaciones fue en rocas metamórficas de Neis de Bucaramanga, atravesando diferentes paquetes composicionales, característicos del protolito sedimentario, se identificaron gneis cuarzo-feldespáticos y micáceos con variaciones texturales (ver Fotografía 1).

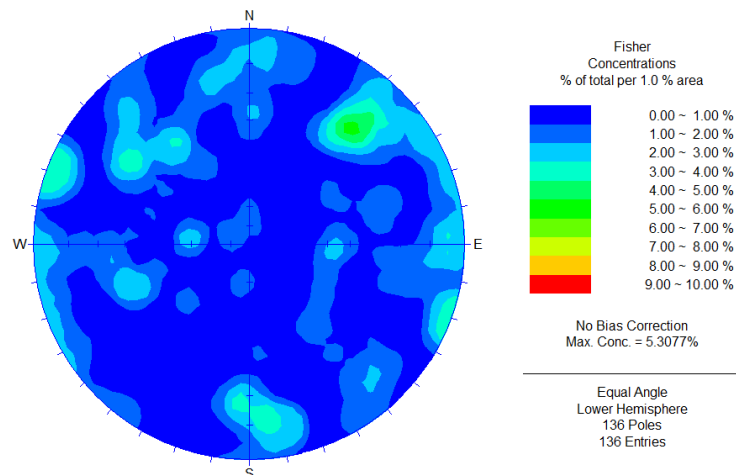
Fotografía 1. Túnel de Desviación. Neis de Bucaramanga. Abscisa K0+220



7.2.2. Levantamiento de Discontinuidades

Durante los avances del túnel, y paralelo a la clasificación geomecánica del macizo, se tomaron datos estructurales correspondientes a las zonas de esfuerzo en los tramos cizallados y diaclasas.

Figura 12. Distribución estereográfica de las discontinuidades.



En general, se puede concluir que el 65% de los planos medidos corresponden a los dos esfuerzos principales del área, los planos paralelos a la falla Santa Marta –

Bucaramanga (N – S) con un 40% y al esfuerzo secundario (E - W) con 25% de los datos.

7.2.3. Tramos Caracterizados Geomecánicamente

En la Tabla 7, se resume la caracterización geomecánica en la zona de neis, en los tramos del túnel registrada por el Contratista (ver Anexo B):

Tabla 7. Túnel de Desviación. Caracterización geomecánica por tramos

Abscisa Inicial	Abscisa Final	Q	RMR
K0+101,0	K0+104,0	5,000	64
K0+104,0	K0+107,0	15,000	64
K0+107,0	K0+120,0	32,000	61
K0+120,0	K0+135,0	22,667	55
K0+135,0	K0+145,0	34,000	63
K0+145,0	K0+164,0	54,000	72
K0+164,0	K0+180,0	85,000	73
K0+180,0	K0+200,0	80,000	73
K0+200,0	K0+220,0	45,000	70
K0+220,0	K0+240,0	45,000	73
K0+240,0	K0+260,0	26,667	64
K0+260,0	K0+280,0	28,333	66
K0+280,0	K0+300,0	24,000	49
K0+300,0	K0+320,0	71,111	61
K0+320,0	K0+340,0	38,000	61
K0+340,0	K0+360,0	40,000	58
K0+360,0	K0+380,0	26,667	58
K0+380,0	K0+390,5	57,000	61
K0+390,5	K0+406,0	71,111	71
K0+406,0	K0+426,0	84,444	74
K0+426,0	K0+446,0	84,444	69
K0+446,0	K0+466,0	80,000	65
K0+466,0	K0+486,9	40,000	61
K0+486,9	K0+495,5	9,333	51
K0+495,5	K0+504,5	3,333	55

Para entender un poco mejor se presenta un análisis de cada una de las características evaluadas, en especial para obtener el RMR.

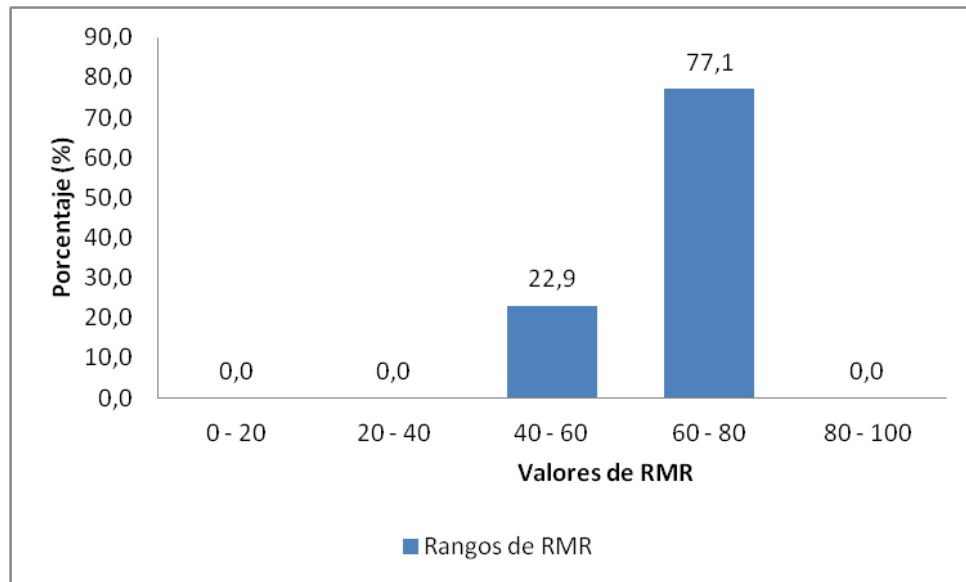
7.2.4. Resultados de RMR

En el Túnel de Desviación 403,5 m de longitud corresponden a rocas de la Fm. Neis de Bucaramanga. En la Tabla 8, se presentan los porcentajes de esta longitud, separados de acuerdo a los rangos de calidad de roca establecidos por Bieniawski.

Tabla 8. Rangos de RMR obtenidos en el túnel de desviación.

Rangos de RMR	Roca Muy Mala 0 - 20	Roca Mala 20 - 40	Roca Regular 40 - 60	Roca Buena 60 - 80	Roca Muy Buena 80 - 100	Totales
Longitud (m)	0,0	0,0	92,6	310,9	0,00	403,5
Porcentaje (%)	0,0	0,0	22,9	77,1	0,00	100,0

Figura 13. Distribución de los valores del RMR en el Túnel de Desviación.

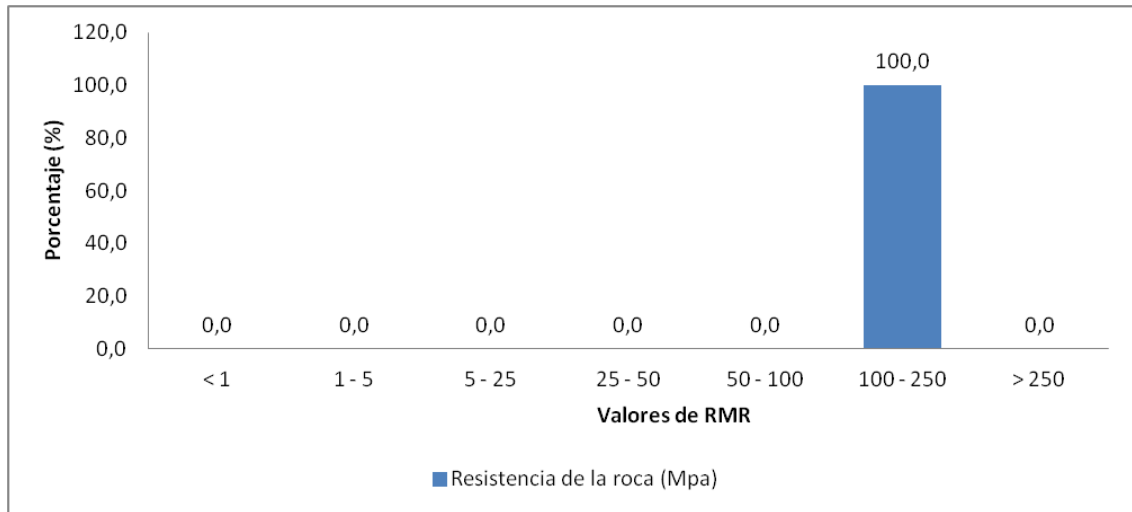


Como se puede observar en la Figura 13, la mayoría del Neis, en el túnel de desviación fue excavado en rocas buenas, con algunos rangos de rocas regulares y sin presencia de rocas malas.

Para poder entender cómo afectan las propiedades del macizo rocoso, se presenta a continuación gráficos para cada una de las propiedades evaluadas en el sistema RMR.

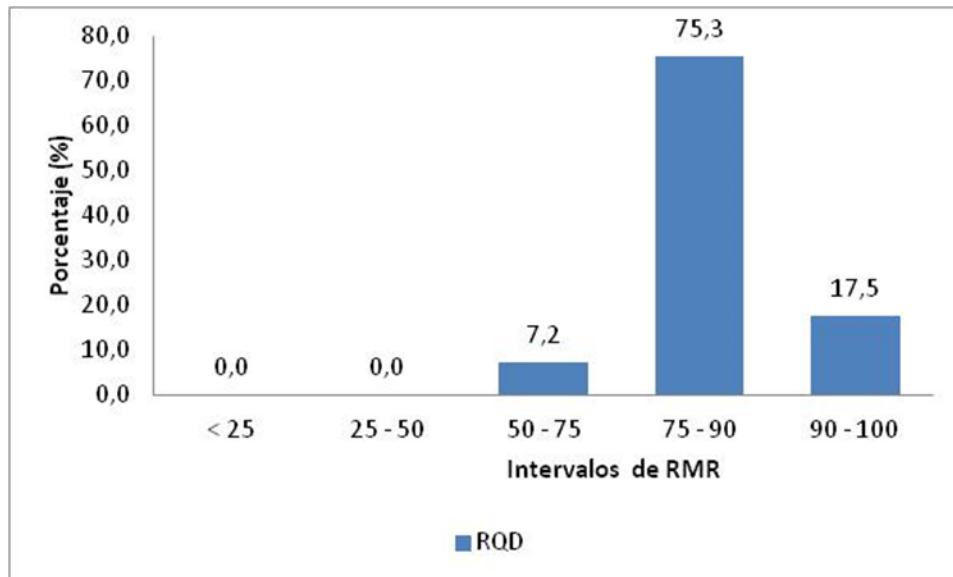
Resistencia a la Compresión: Dado el carácter cristalino (roca metamórfica), corresponde a rocas de alta resistencia, independiente de su textura y composición mineralógica.

Figura 14. Distribución de los valores de la Resistencia a Compresión.

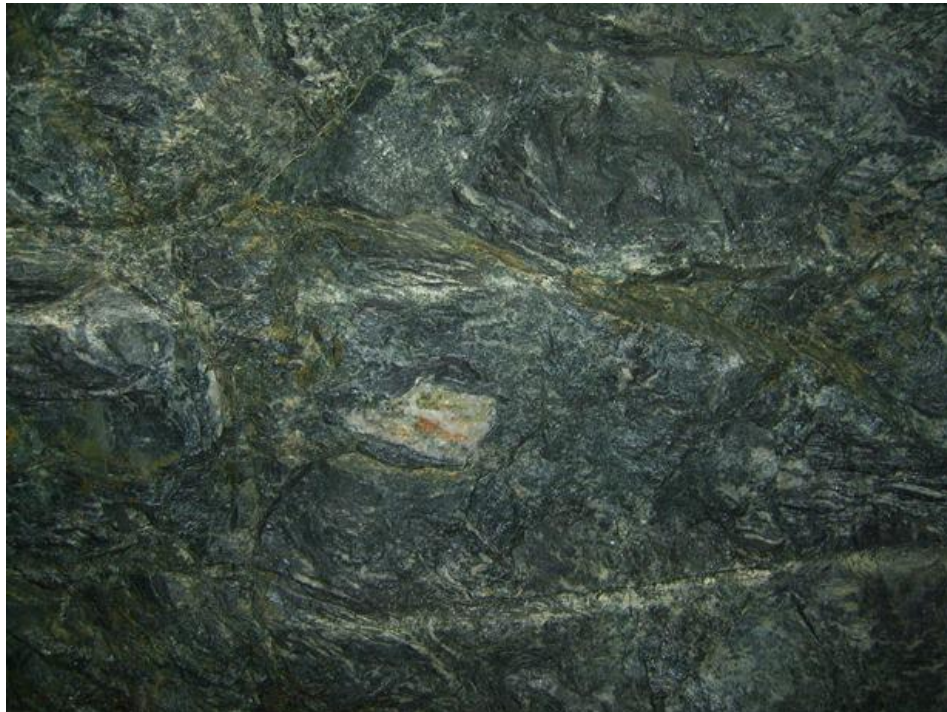


RQD: Se puede observar que en este túnel el nivel de fracturamiento de la roca es de medio a alto.

Figura 15. Distribución de valores de RQD.

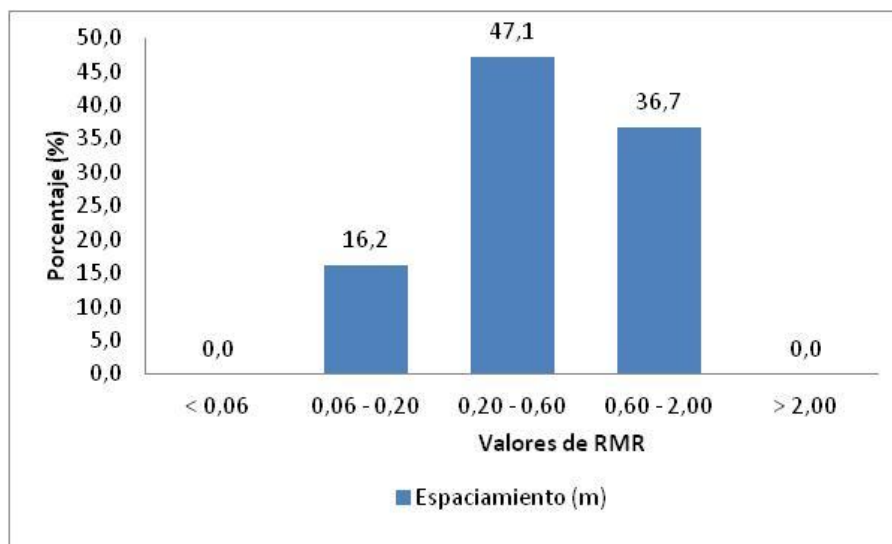


Fotografía 2. Detalle de las condiciones de bajo fracturamiento del Neis en el Túnel de Desviación.



Espaciamiento: La distribución de espaciamentos en las discontinuidades del túnel presenta una distribución más amplia, en este caso no se muestra un patrón específico.

Figura 16. Distribución de valores de espaciamento.



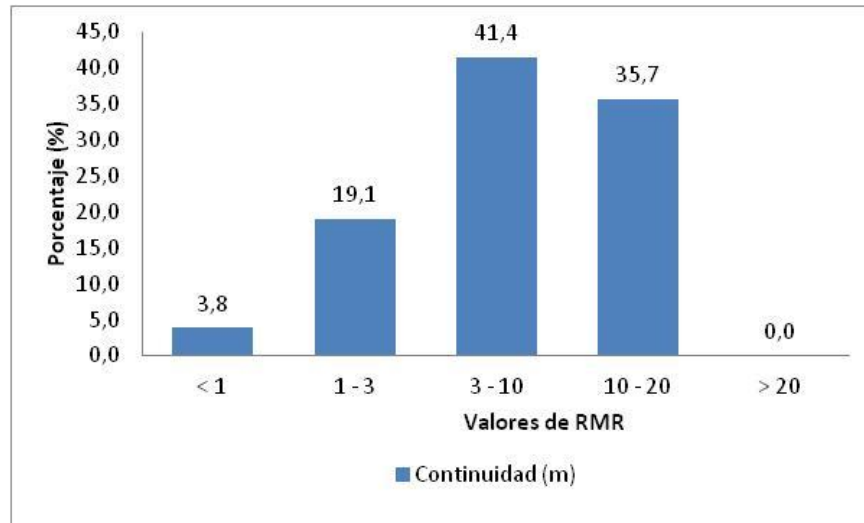
En las características de las discontinuidades, se presentan las siguientes distribuciones:

Fotografía 3. Detalle del estado de las discontinuidades en el Túnel de Desviación.



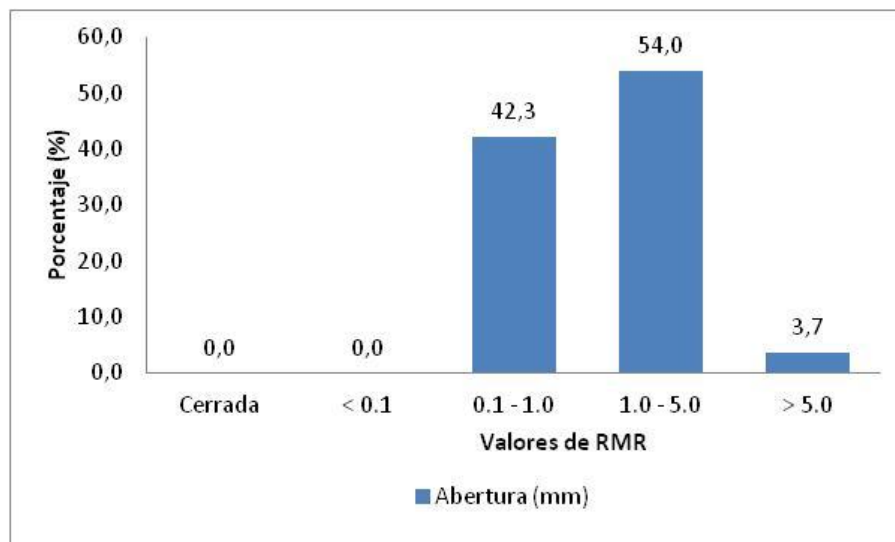
Continuidad: Corresponde a la longitud que alcanzan los planos de discontinuidades principales, se puede observar que las discontinuidades tienen longitudes importantes; el no tener datos de valores mayores a 20 m está más asociado a los diámetros de los túneles. Esto se puede explicar, teniendo en cuenta que los esfuerzos de deformación que han afectado el macizo rocoso corresponden a esfuerzos regionales, por lo que los planos de discontinuidades son de gran longitud.

Figura 17. Distribución de los valores de continuidad.



Abertura: Corresponde a la distancia entre las paredes de las discontinuidades en mm.

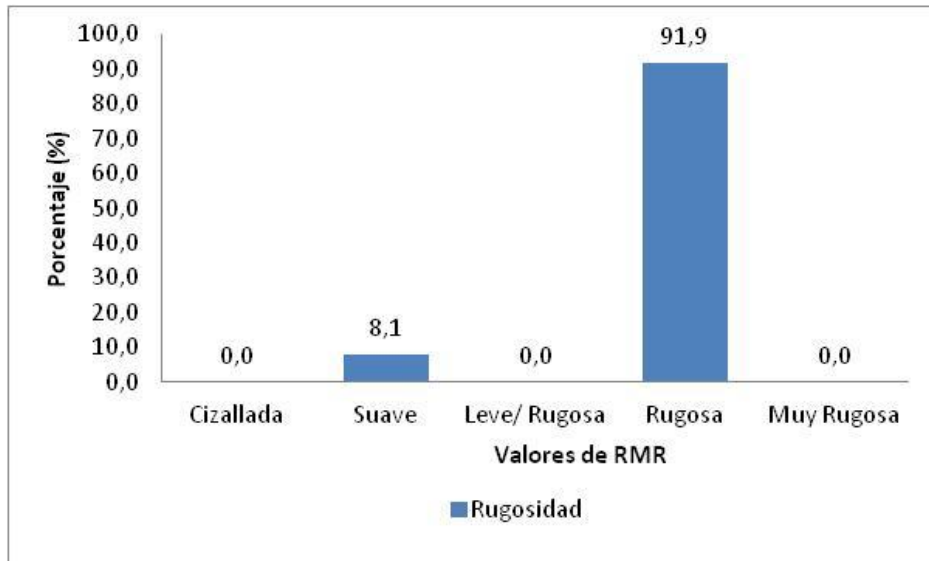
Figura 18. Distribución de los valores de Abertura.



En este caso es fácilmente observable que el 100% de las discontinuidades presentaban algún tipo de abertura.

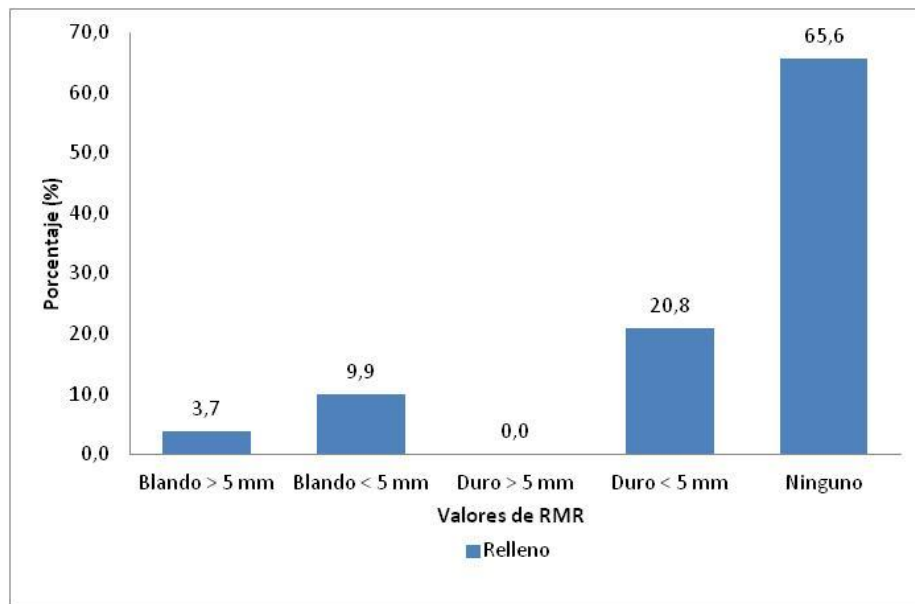
Rugosidad: Es esta característica una propiedad constante en el macizo y por lo tanto no marca una diferencia en los resultados de RMR.

Figura 19. Distribución de los valores de Rugosidad.



Relleno: Este factor está directamente asociado con la abertura y así mismo con la valoración que le asigna Bieniawski.

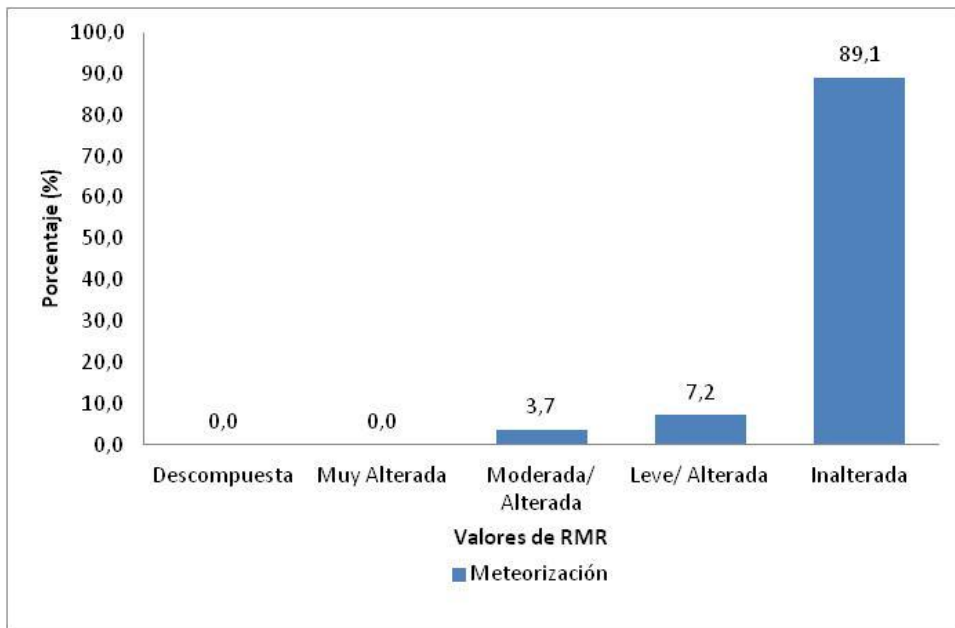
Figura 20. Distribución de los valores de relleno.



En el macizo rocoso encontrado en el túnel de desviación, prima la ausencia de rellenos, y generalmente cuando se encuentran corresponden a rellenos duros (cuarzo).

Meteorización: Se refiere exclusivamente al estado de las paredes de las discontinuidades, generalmente asociados al flujo de agua a través de ellas.

Figura 21. Distribución de valores de Meteorización.



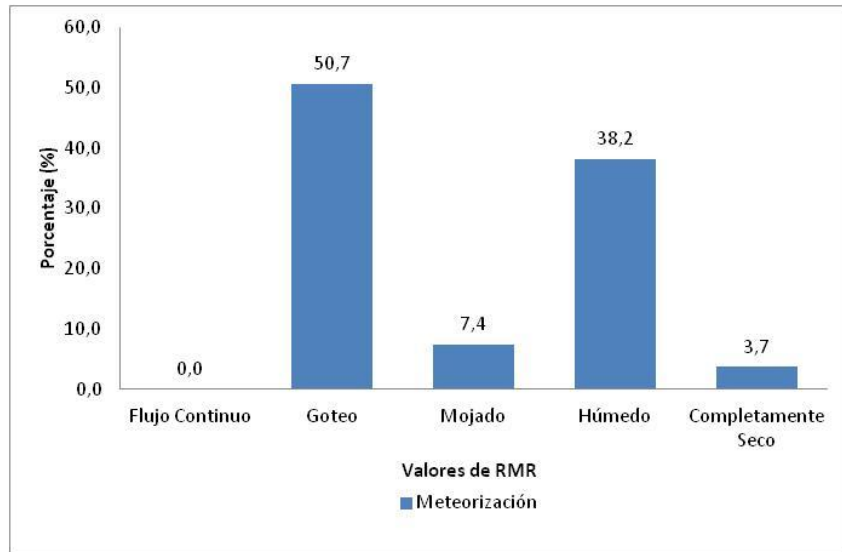
Se puede observar que en este caso las paredes se encuentran en condiciones sanas, y la roca fresca.

Ahora se evaluará la presencia de agua en el macizo, propiedad tomada para todo el macizo y no para las discontinuidades; aunque en este tipo de rocas la permeabilidad encontrada corresponde a Permeabilidad Secundaria.

Qué según los datos anteriores debe ser mínima.

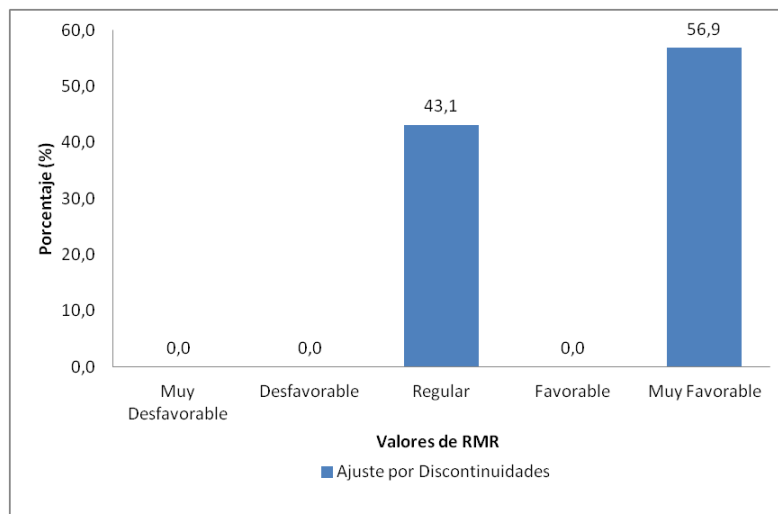
Contenido de Agua: Aunque es notable que existe agua en el macizo, su presencia no es en gran cantidad, apreciando goteos y zonas de humedad; pero ningún flujo continuo.

Figura 22. Distribución de valores de Contenido de Agua.



Ajuste por discontinuidades: Finalmente el RMR considera un ajuste por dirección de las discontinuidades, cuya valoración permite utilizar el método en forma diferente para Túneles, Cimentaciones y Taludes. Este factor está afectado por el diseño del túnel y su método constructivo; en el caso del túnel de desviación, la excavación fue realizada desde ambos portales, lo que genera que algunos planos constantes en toda la excavación en algunos casos fuera regular y en el otro sentido muy favorable. En la se presenta los valores obtenidos, aunque está característica no es en sí una PROPIEDAD del macizo rocoso, tiene un peso importante en el resultado final.

Figura 23. Distribución de los ajustes por discontinuidades.



7.3. TÚNEL DE ADUCCIÓN

7.3.1. Geología

Gran parte del avance fue en roca metamórfica (gneis) del Complejo Bucaramanga, atravesando diferentes paquetes composicionales, característicos del protolito sedimentario, se identificaron gneis cuarzo-feldespáticos y micáceos con variaciones texturales, con diques graníticos. (Ver Fotografía 4).

Fotografía 4. Túnel de Aducción. Neis perteneciente al Complejo Bucaramanga. K0+340



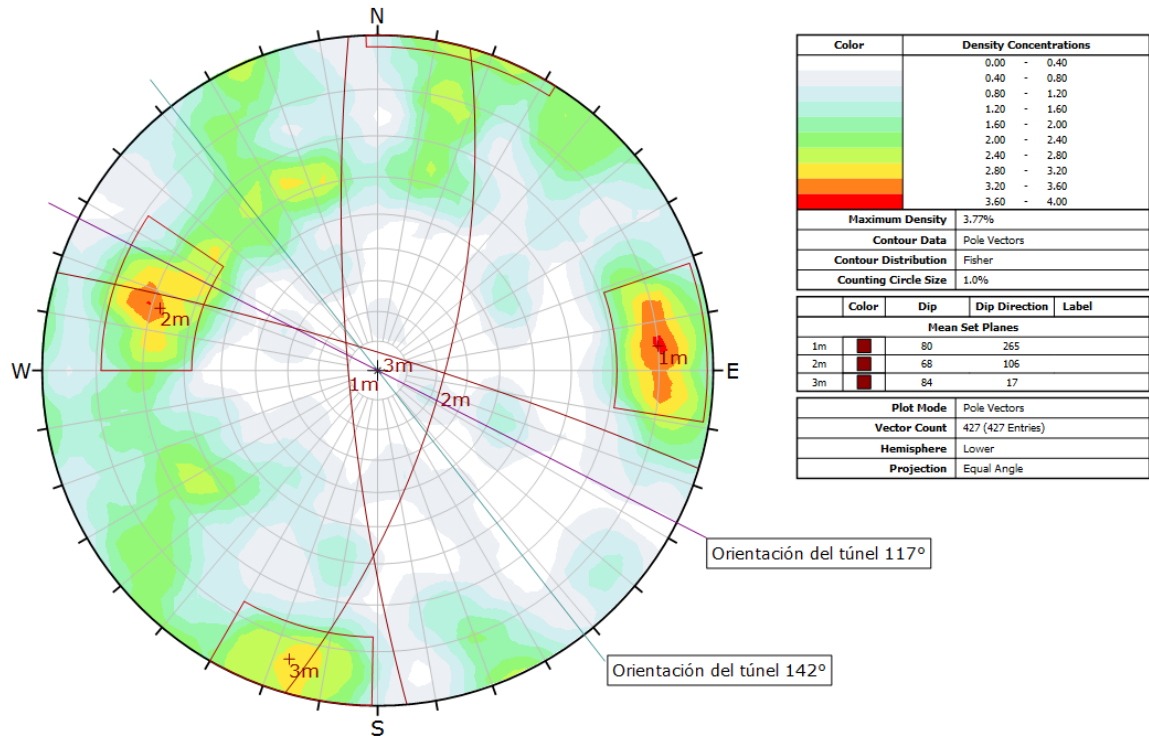
7.3.2. Levantamiento de Discontinuidades

Durante los avances de la galería y paralelo a la clasificación geomecánica del macizo, se tomaron datos estructurales de fallas y diaclasas.

En la Figura 24, se observan las principales familias de discontinuidades, así:

- J1: N5°W/80°SW (80/265)
- J2: N16°E/68°SE (68/106)
- J3: N73°W/84°NE (84/17)

Figura 24. Principales discontinuidades Túnel de Aducción



7.3.3. Tramos Caracterizados Geomecánicamente

En la Tabla 9, se resume la caracterización geomecánica por tramos del túnel registrada por el Contratista, se incluyen solo los tramos correspondientes a excavaciones en Neis (Ver Anexo C):

Tabla 9. Túnel de Aducción. Caracterización geomecánica por tramos

Abcisa Inicial	Abcisa Final	Q	RMR
380,35	378,80	0,472	48
378,80	377,40	0,667	54
377,40	374,90	0,944	55
374,90	370,80	0,708	48
370,80	364,20	6,750	62
364,20	362,30	8,500	58
362,30	359,80	2,667	48
359,80	350,00	5,333	60
350,00	345,00	5,667	53
345,00	342,00	0,528	44
342,00	340,00	1,259	50

Abscisa Inicial	Abscisa Final	Q	RMR
340,00	338,00	1,259	50
338,00	335,00	1,185	56
335,00	330,00	1,259	48
330,00	315,00	13,500	61
315,00	307,50	9,380	57
307,50	302,40	5,280	56
302,40	300,00	2,340	55
300,00	295,50	1,700	45
295,50	293,00	5,310	54
293,00	290,00	2,500	46
290,00	275,50	2,500	46
275,50	272,40	7,500	63
272,40	270,00	7,410	68
270,00	265,90	5,330	59
265,90	263,50	7,500	57
263,50	261,00	6,250	58
261,00	256,00	4,170	55
256,00	254,00	6,800	44
254,00	249,20	11,250	51
249,20	244,30	10,620	55
244,30	239,40	14,160	58
239,40	234,70	18,750	67
234,70	230,30	11,330	64
230,30	225,80	11,110	64
225,80	222,80	5,000	45
222,80	215,20	2,300	46
215,20	213,00	12,500	68
213,00	204,30	11,700	66
204,30	201,40	45,000	63
201,40	196,70	8,000	55
196,70	193,90	9,300	62
193,90	189,40	35,620	59
189,40	187,50	45,000	68
187,50	179,85	7,200	39
179,85	175,00	0,300	32
175,00	171,70	0,300	32
171,70	167,50	1,800	45
167,50	166,10	11,250	69
166,10	165,30	60,000	74

Abscisa Inicial	Abscisa Final	Q	RMR
165,30	162,70	31,875	71
162,70	160,00	31,900	65
160,00	158,30	2,000	71
158,30	155,50	14,100	67
155,50	154,10	17,810	78
154,10	153,50	17,810	74
153,50	151,10	21,250	72
151,10	146,50	3,000	61
146,50	144,80	8,500	66
144,80	143,40	2,900	58
143,40	140,50	4,300	63
140,50	138,80	2,700	64
138,80	135,60	2,400	58
135,60	132,10	1,330	47
132,10	130,50	4,400	57
130,50	128,80	1,000	47
128,80	122,90	0,830	44
122,90	120,00	7,080	64
120,00	116,70	4,060	55
116,70	113,50	9,000	55
113,50	111,80	4,000	58
111,80	108,80	8,100	56
108,80	103,80	0,630	41
103,80	101,80	0,750	39

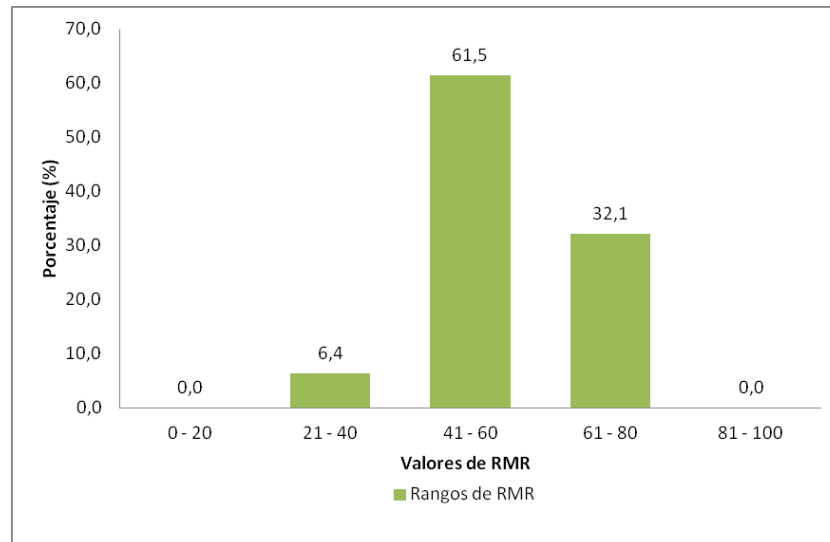
7.3.4. Resultados del RMR

En el Túnel de Aducción 278,55 m de longitud corresponden a rocas de la Fm. Neis de Bucaramanga. En la Tabla 10, se presentan los porcentajes de esta longitud, separados de acuerdo a los rangos de calidad de roca establecidos por Bieniawski.

Tabla 10. Rangos de RMR obtenidos en el túnel de aducción.

Rangos de RMR	Roca Muy Mala 0 - 20	Roca Mala 21 - 40	Roca Regular 41 - 60	Roca Buena 61 - 80	Roca Muy Buena 81 - 100	Totales
Longitud (m)	0,0	17,8	171,4	89,4	0,0	278,55
Porcentaje (%)	0,0	6,4	61,5	32,1	0,0	100

Figura 25. Distribución de los valores del RMR en el Túnel de Aducción.



Como se puede observar en la Figura 25, la mayoría del túnel de aducción fue excavado en rocas regulares, con algunos rangos de rocas buenas y algunas zonas de rocas malas.

Fotografía 5. Falla de Cuña en la clave del túnel de Aducción.



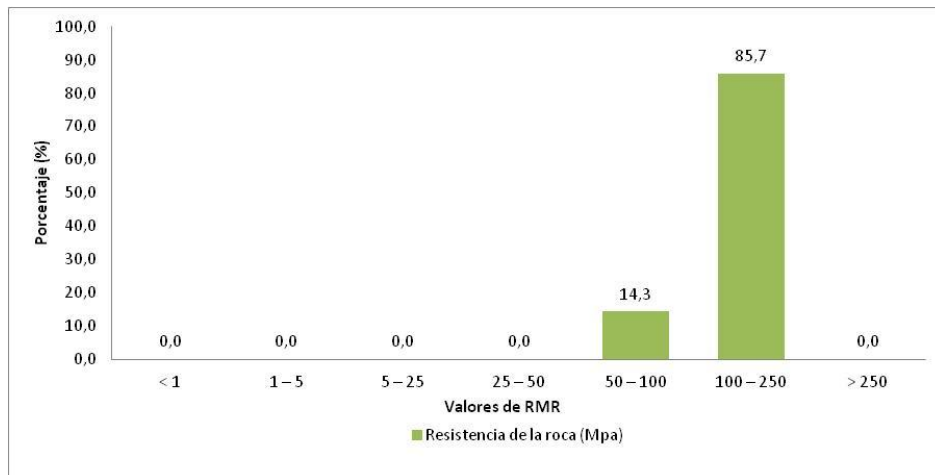
Se puede evidenciar la diferencia de calidad del macizo, en cada estribo de la presa.

Para poder interpretar cuales son las propiedades del macizo rocoso que marcan la diferencia entre el comportamiento geomecánico del macizo en cada estribo, a continuación se presentan gráficos para cada una de las propiedades evaluadas en el sistema RMR.

Resistencia a la Compresión: Dado el carácter cristalino (roca metamórfica), corresponde a rocas de alta resistencia, independiente de su textura y composición mineralógica.

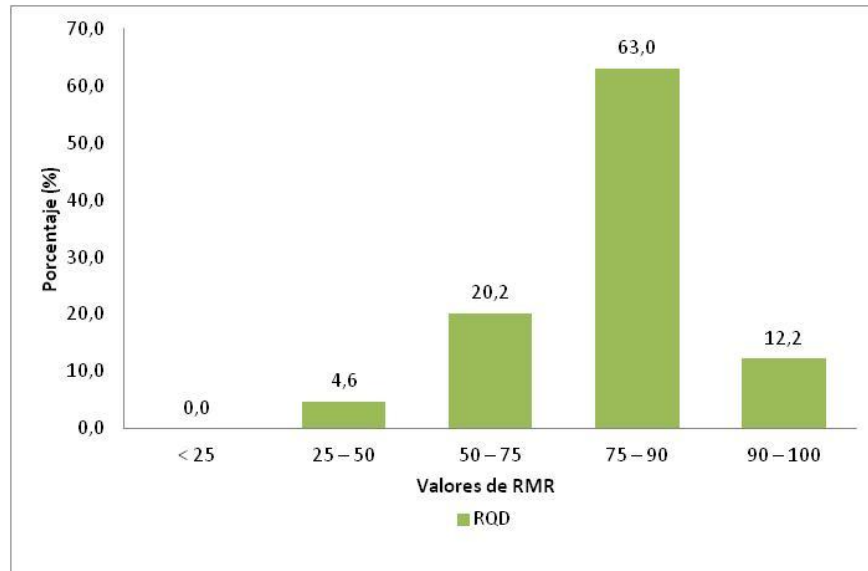
En el túnel de aducción se encontraron zonas afectadas por fallas locales, que tienen una menor resistencia a la compresión que la roca fracturada.

Figura 26. Distribución de los valores de la Resistencia a Compresión.



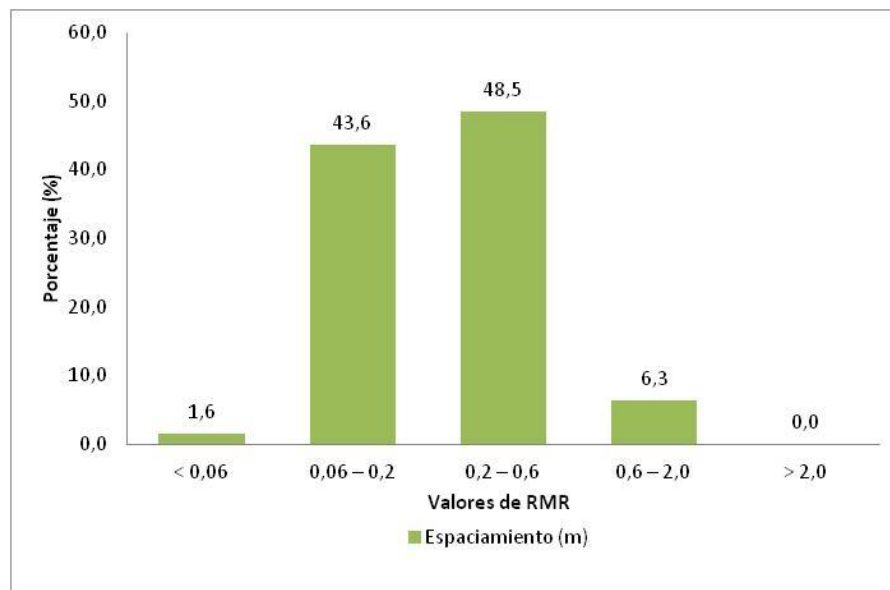
RQD: Se puede observar que en este túnel el nivel de fracturamiento de la roca bastante heterogéneo, las zonas de bajo RQD corresponden a la zona de fallas locales.

Figura 27. Distribución de valores de RQD.



Espaciamiento: La distribución de espaciamentos en las discontinuidades del túnel presenta una distribución más amplia, con una tendencia a separaciones pequeñas (< 1 m).

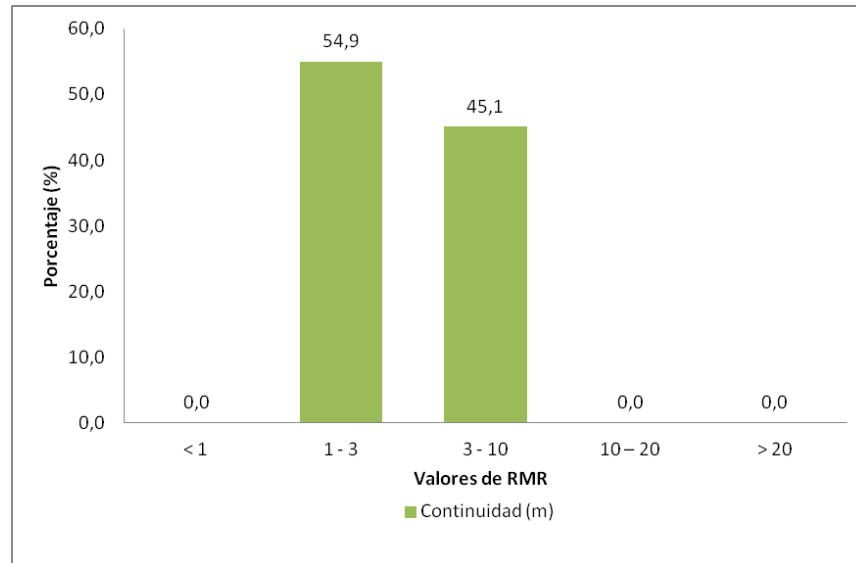
Figura 28. Distribución de valores de espaciamento.



En las características de las discontinuidades, se presentan las siguientes distribuciones:

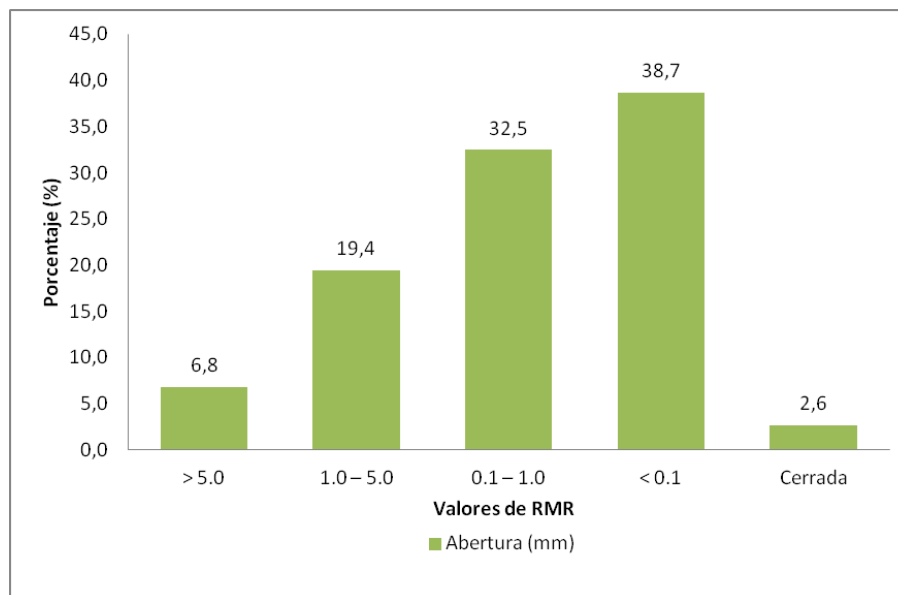
Continuidad: teniendo en cuenta que los diámetros de la sección de excavación del túnel de aducción es menor a 3 m en los primeros 180 metros, es posible que los datos de persistencia se vean afectados por este motivo.

Figura 29. Distribución de los valores de continuidad.



Abertura: Corresponde a la distancia entre las paredes de las discontinuidades en mm.

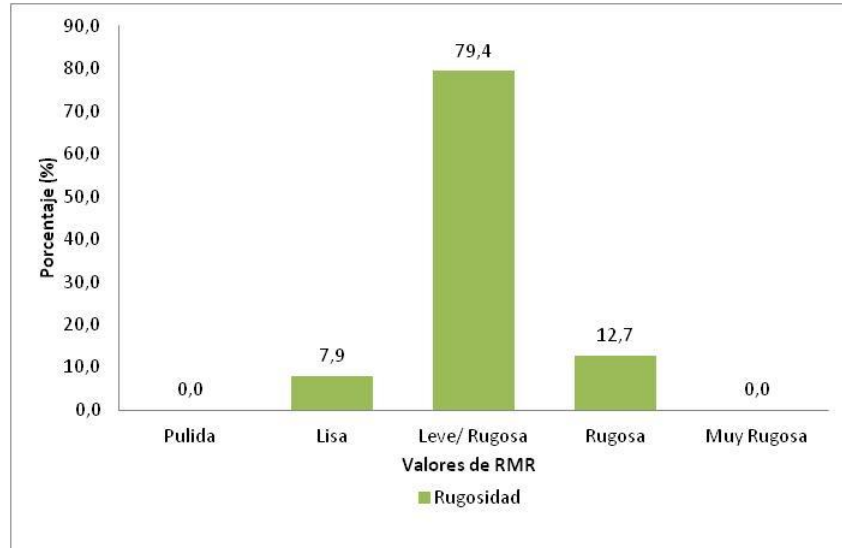
Figura 30. Distribución de los valores de Abertura.



En este caso la abertura presenta una variabilidad importante, aunque se puede observar en los registros, que las mayores aberturas coinciden con las zonas cercanas a la superficie.

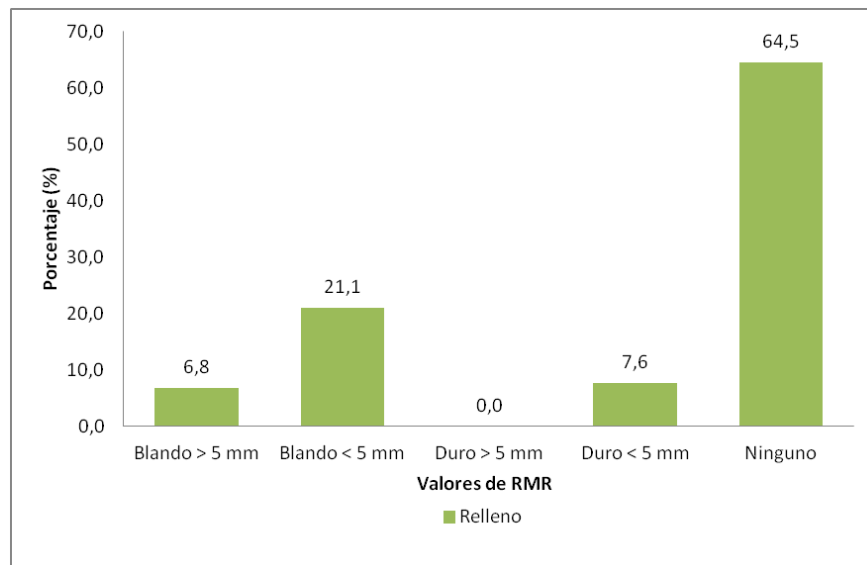
Rugosidad: Es esta característica una propiedad constante en el macizo y por lo tanto no marca una diferencia en los resultados de RMR.

Figura 31. Distribución de los valores de Rugosidad.



Relleno: Este factor está directamente asociado con la abertura y así mismo con la valoración que le asigna Bieniawski.

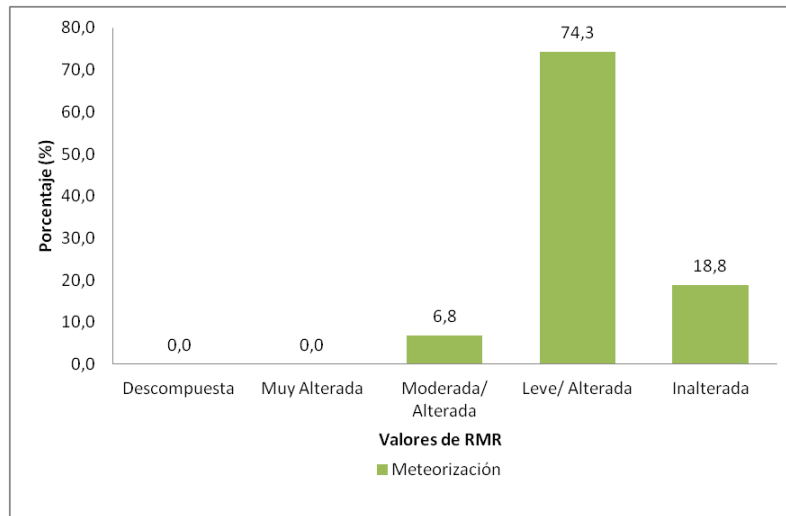
Figura 32. Distribución de los valores de relleno.



En el macizo rocoso encontrado en el túnel de aducción, prima la ausencia de rellenos, pero cuando aparecen son variables, en especial en las zonas de falla.

Meteorización: Se refiere exclusivamente al estado de las paredes de las discontinuidades, generalmente asociados al flujo de agua a través de ellas.

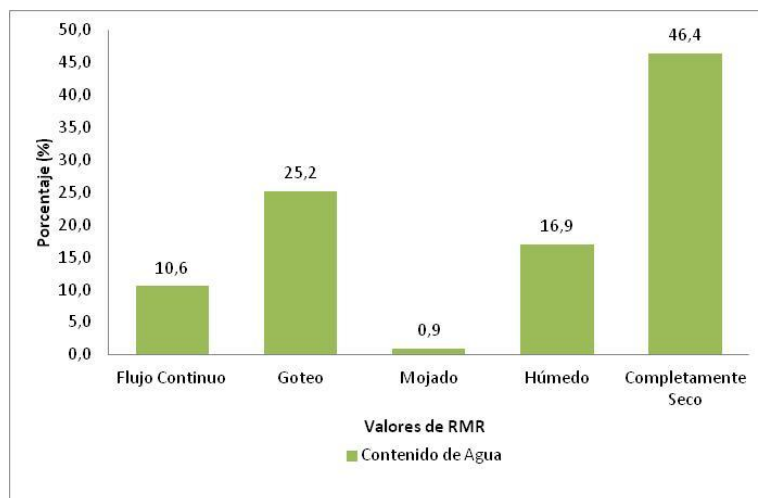
Figura 33. Distribución de valores de Meteorización.



Se puede observar que en este caso las paredes se encuentran en condiciones levemente alteradas, en la mayoría del túnel.

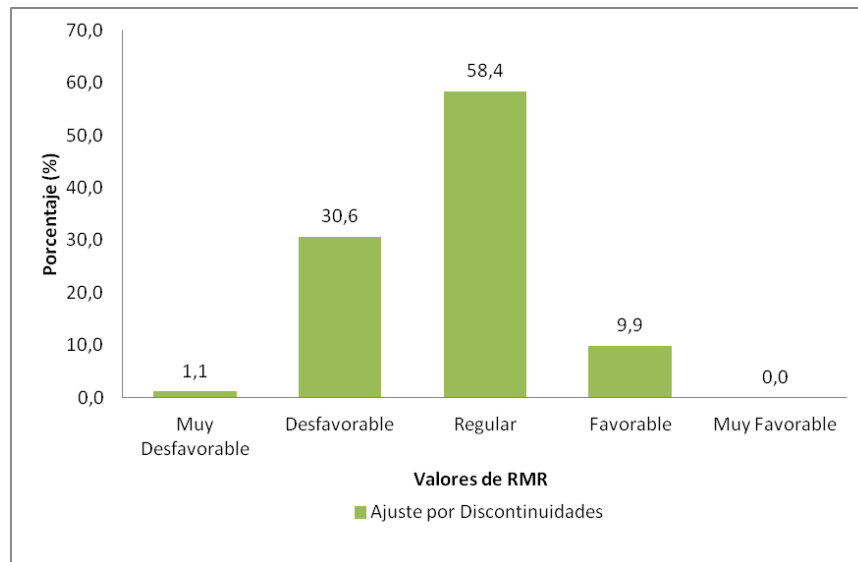
Contenido de Agua: En el túnel de aducción, es claro que hay mucha más presencia de agua que en el túnel de desviación; incluyendo zonas de flujo continuo.

Figura 34. Distribución de valores de Contenido de Agua.



Ajuste por discontinuidades: Este factor está afectado por el diseño del túnel y su método constructivo; en el caso del túnel de aducción, la excavación fue desde el portal salida (hasta la abscisa del contacto entre el Neis y la Diorita). Aunque esta característica no es en sí una PROPIEDAD del macizo rocoso, tiene un peso importante en el resultado final.

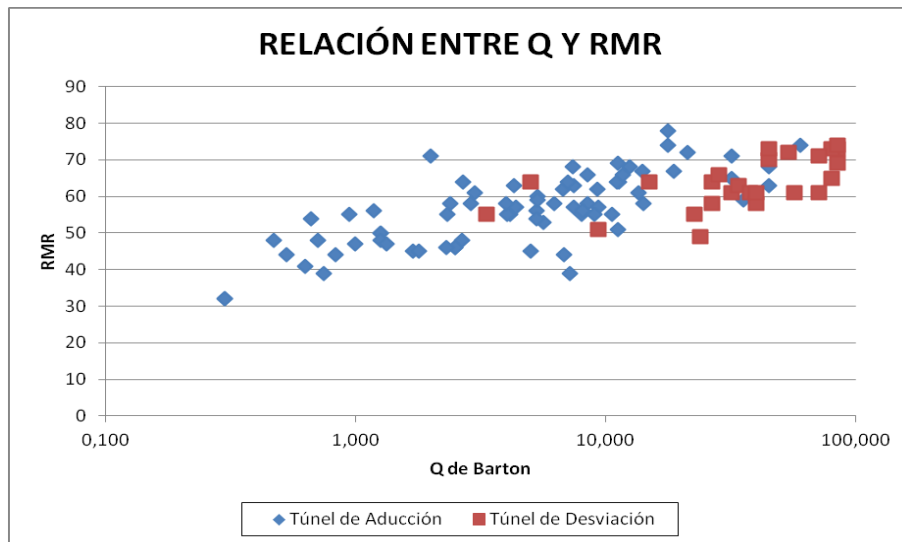
Figura 35. Distribución de los ajustes por discontinuidades.



8. LÍNEAS DE TENDENCIA

A partir de la información recopilada, se generaron curvas Q vs RMR, para cada uno de los túneles. Ver Figura 36

Figura 36. Gráfico Q vs RMR para ambos túneles.



Para analizar los resultados obtenidos, se utilizó el coeficiente R (coeficiente de Pearson para la correlación). Este coeficiente proporciona información sobre el grado de relación entre dos variables (RMR y Q, en este caso). Si la relación es perfectamente lineal, R será equivalente a -1 o 1, dependiendo del signo de la relación.

En general, los valores de $R > 0,80$ se consideran altos, pero esto depende del número de pares de datos involucrados en el cálculo y el nivel de seguridad deseado para extraer conclusiones.

Otro parámetro que se utiliza para analizar los resultados obtenidos es el coeficiente de determinación (R^2), que corresponde al cuadrado del coeficiente de Pearson solamente en relaciones lineales.

Se mide en tantos por ciento. Si la varianza residual es cero, el modelo explica el 100% de valor de la variable; si coincide con la varianza de la variable dependiente, el modelo no explica nada y el coeficiente de determinación es del 0%.

En el Túnel de Aducción se cuenta con 74 pares de datos, para desviación con 25 pares de datos; para un total de 99 pares de datos.

Después de procesar los datos, la posibilidad de interrelacionar el Índice de Calidad de Bieniawski RMR y el Índice de Calidad Q de Barton se estudia a partir del uso de diferentes tipos de expresiones matemáticas. Para las relaciones matemáticas, usaremos las diferentes opciones del programa *Excel*, así:

8.1. LÍNEA DE TENDENCIA LINEAL.

En este caso se asume una relación lineal entre las dos variables, la relación es del tipo $RMR = a*Q + b$. Donde a y b son constantes.

Figura 37. Relación lineal Túnel de Aducción.

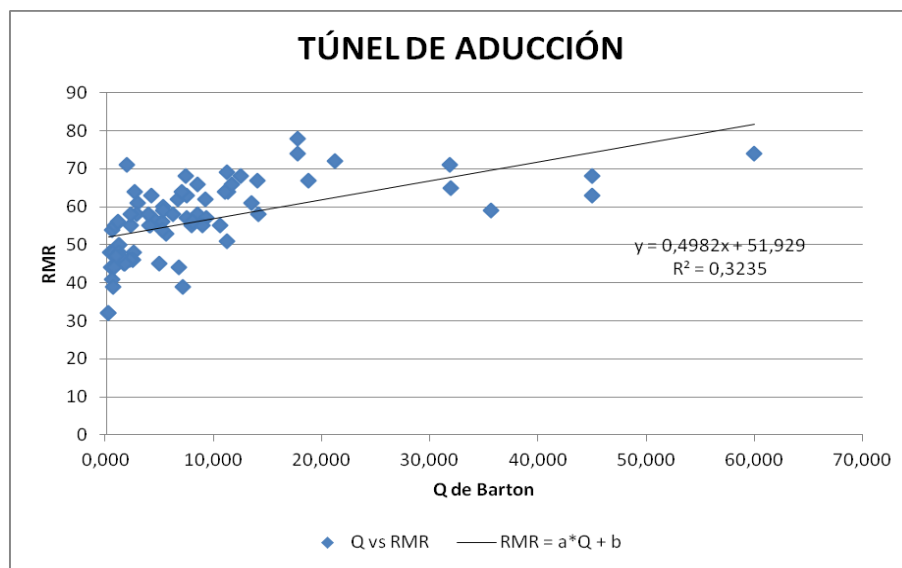


Figura 38. Relación Lineal Túnel de Desviación

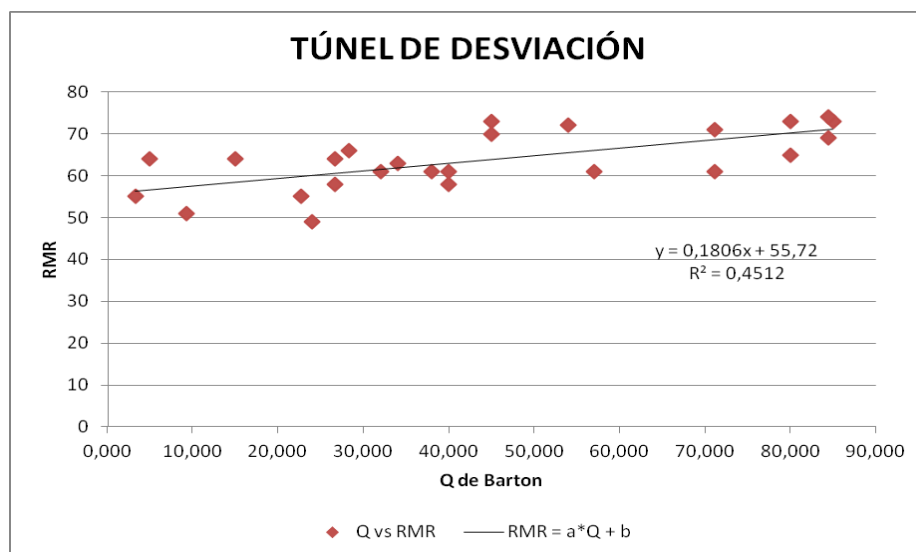
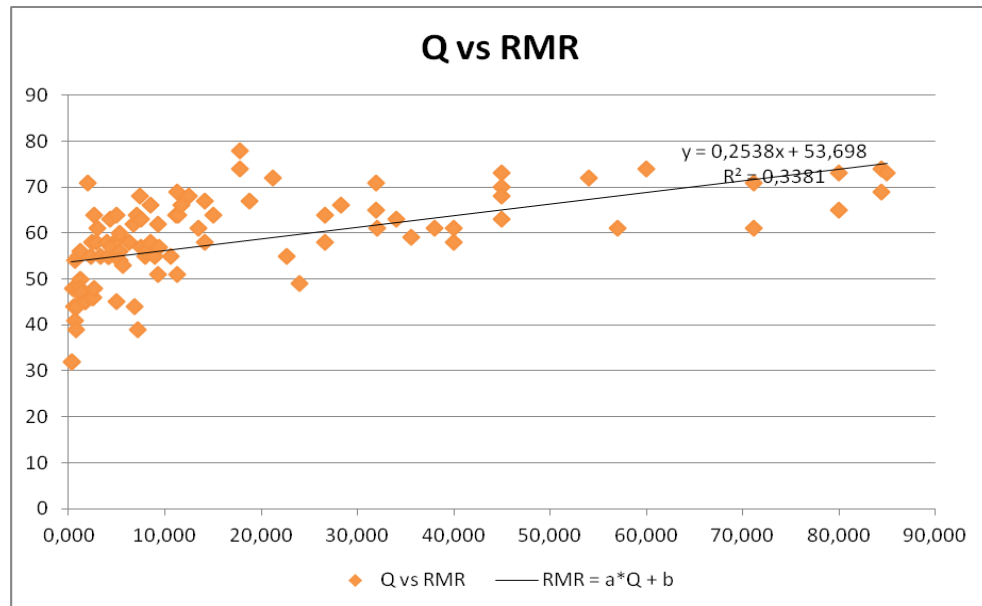


Figura 39. Relación lineal para el total de los datos.



Para una relación lineal, en el caso del túnel de aducción se obtiene un valor de $R = 0.5688$, que puede considerarse bajo, comparado con el R obtenido para el túnel de desviación ($R = 0.6717$). Esto se puede explicar con la calidad de roca presente en el túnel de desviación, donde los RMR son mayores a 50, o sea corresponden a roca regular a buena.

Para la totalidad de los datos (Figura 50), $R = 0.5815$. Mostrando una baja relación para los valores bajos de Q .

Sin embargo, con los valores obtenidos se puede determinar que existe una correlación entre los valores de Q y RMR.

8.2. LÍNEA DE TENDENCIA EXPONENCIAL

Para este tipo de tendencia, la ecuación es del tipo $RMR = a \cdot e^{bQ}$.

Figura 40. Relación Exponencial Túnel Aducción.

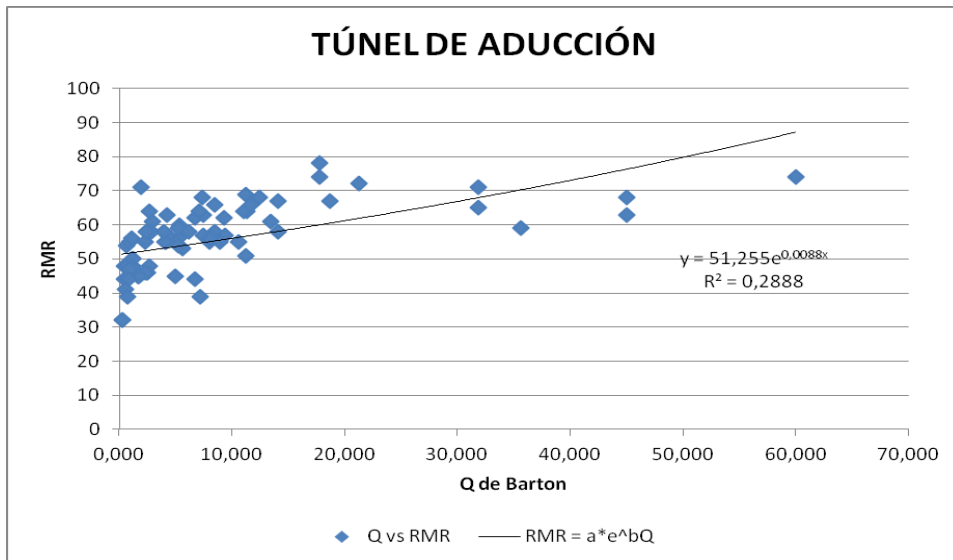


Figura 41. Relación Exponencial Túnel de Desviación.

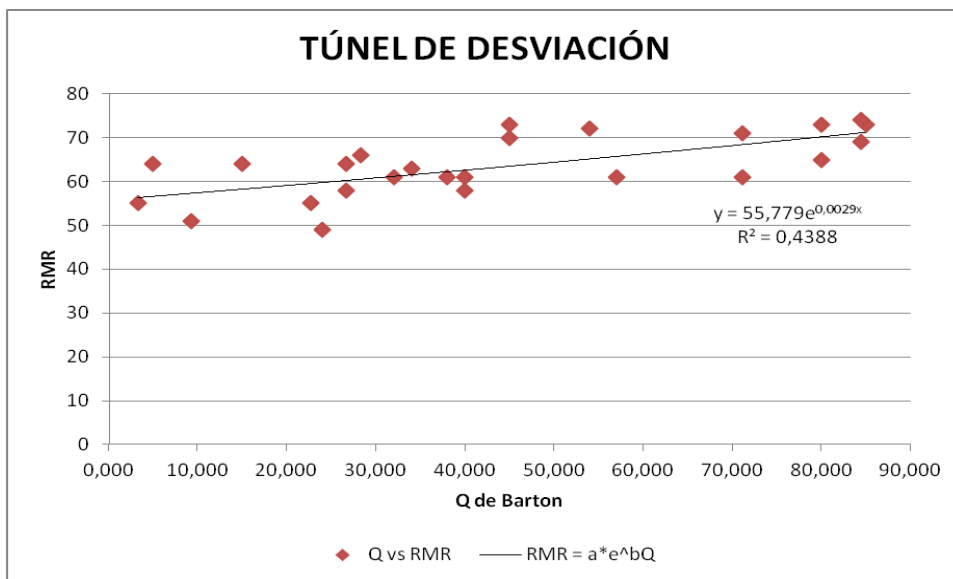
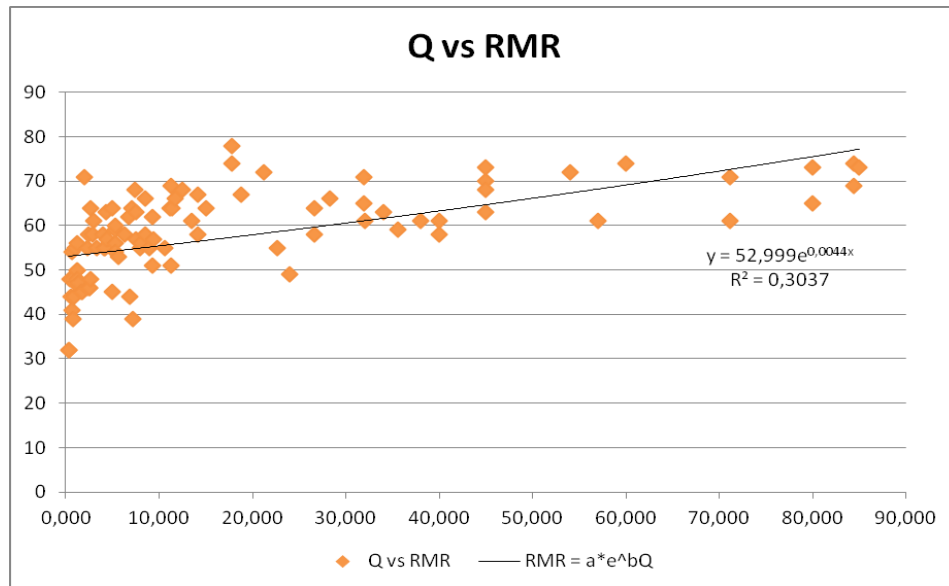


Figura 42. Relación Exponencial para todos los datos.



En este caso, la relación para el túnel de aducción ($R^2 = 0.2888$) es menor que para el túnel de desviación ($R^2 = 0.4388$), sin embargo para la totalidad de los datos se obtiene una correlación baja ($R^2 = 0.3037$).

8.3. LÍNEAS DE TENDENCIA POLINÓMICA

- Grado 2.

El resultado de este tipo de tendencia sería una ecuación del tipo: $RMR = a*Q^2 + b*Q + c$

Figura 43. Relación polinómica Grado 2 Túnel de Aducción.

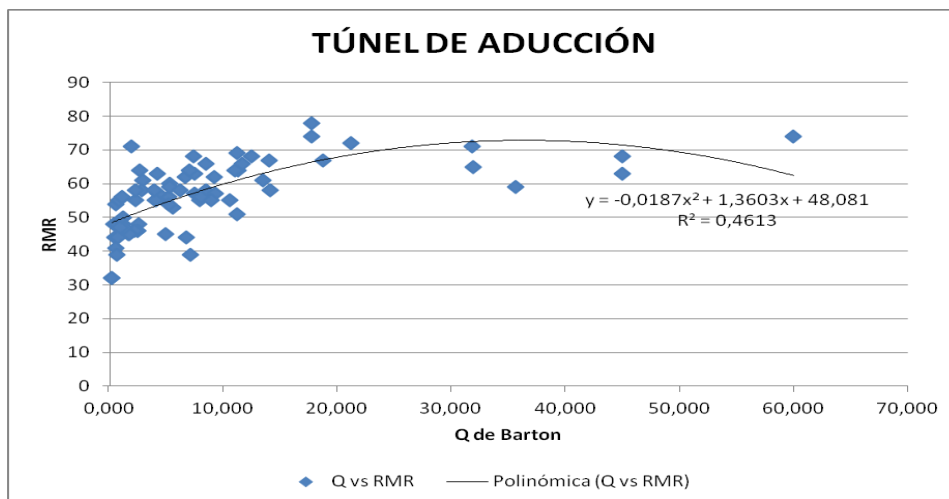


Figura 44. Relación polinómica Grado 2 Túnel de Desviación.

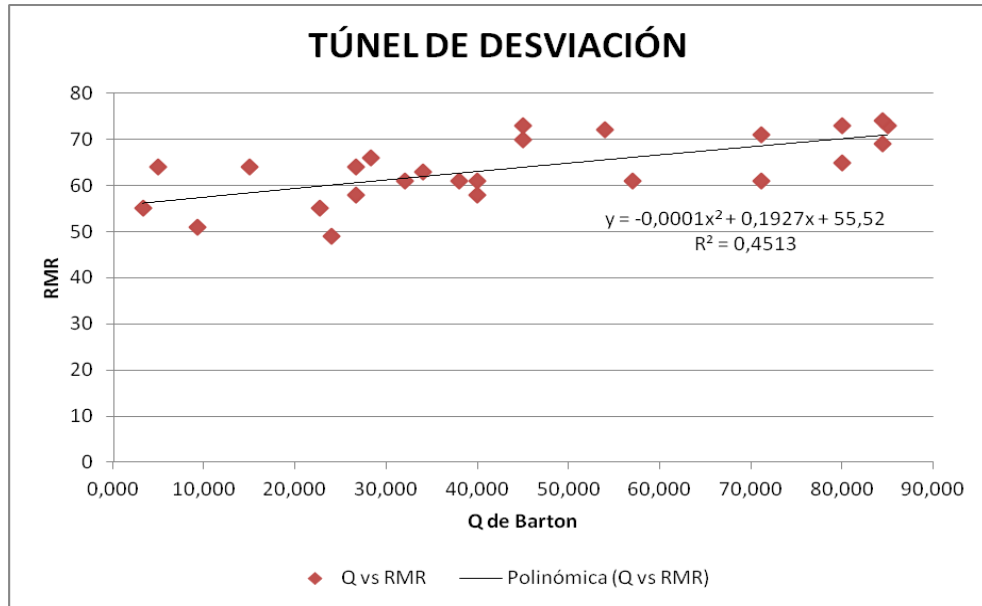
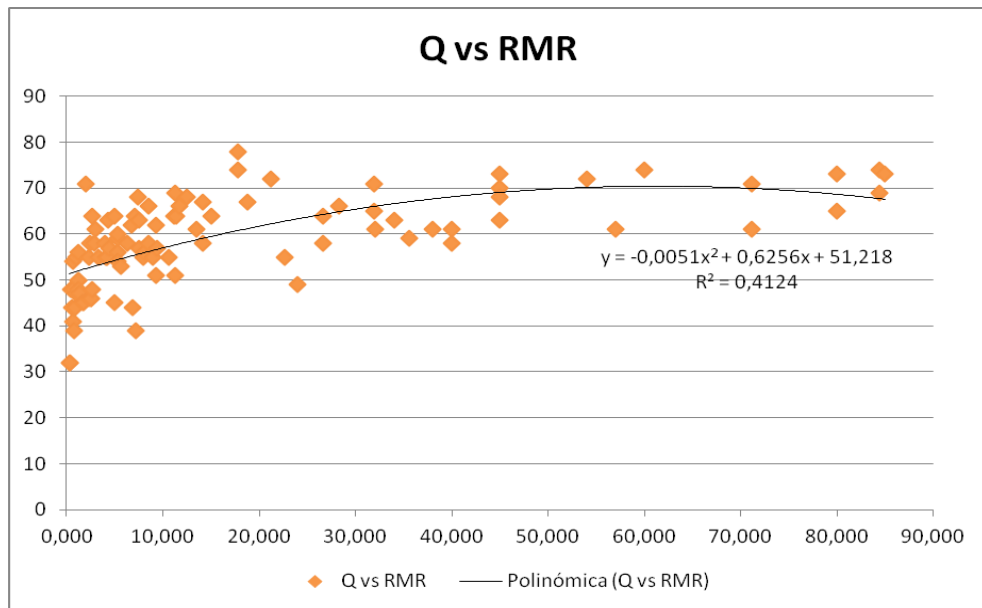


Figura 45. Relación Polinómica Grado 2 para todos los datos.



- Grado 3

El resultado de este tipo de tendencia sería una ecuación del tipo:

$$RMR = a \cdot Q^3 + b \cdot Q^2 + c \cdot Q + d$$

Figura 46. Relación polinómica Grado 3 Túnel de Aducción.

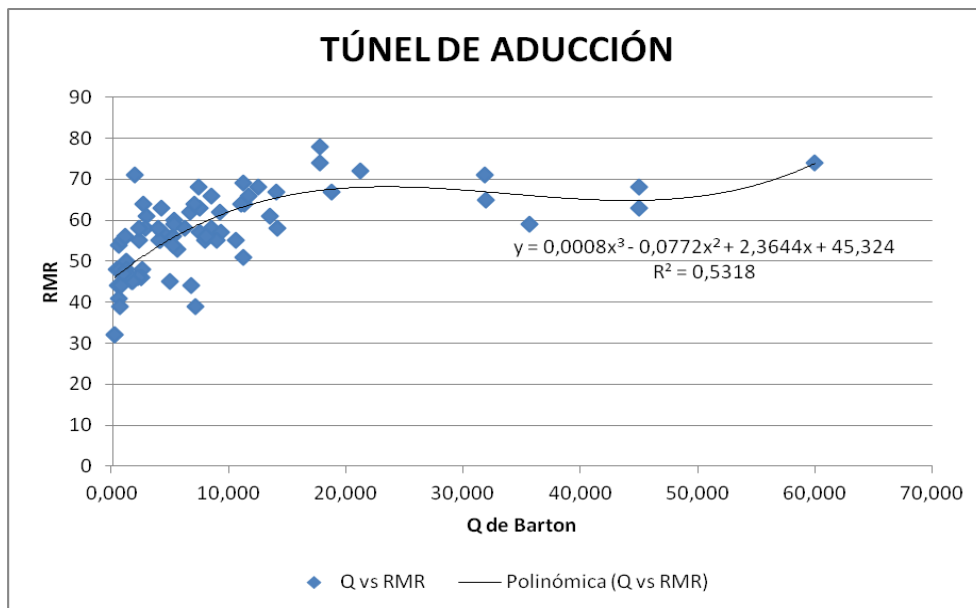


Figura 47. Relación polinómica Grado 3 Túnel de Desviación.

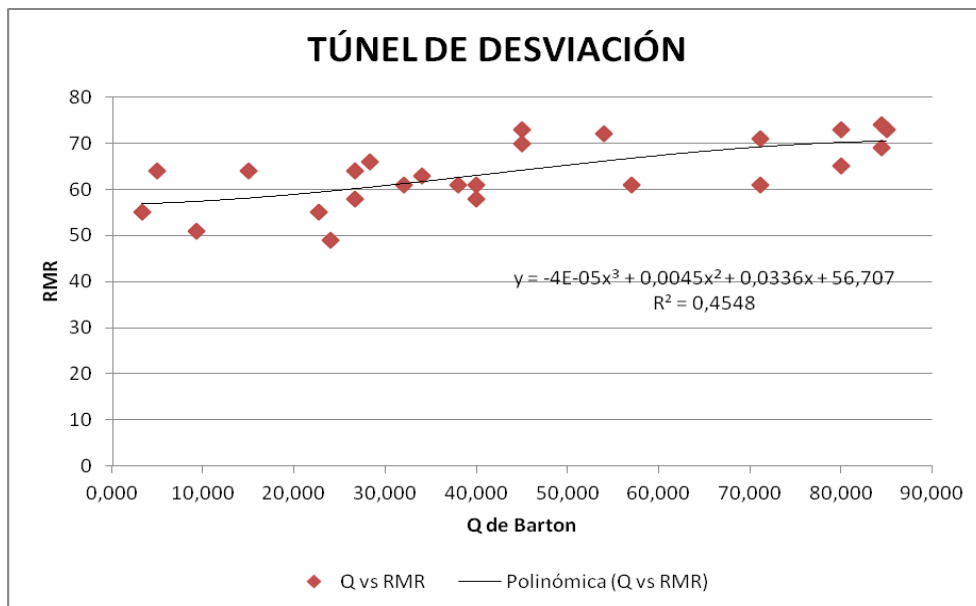
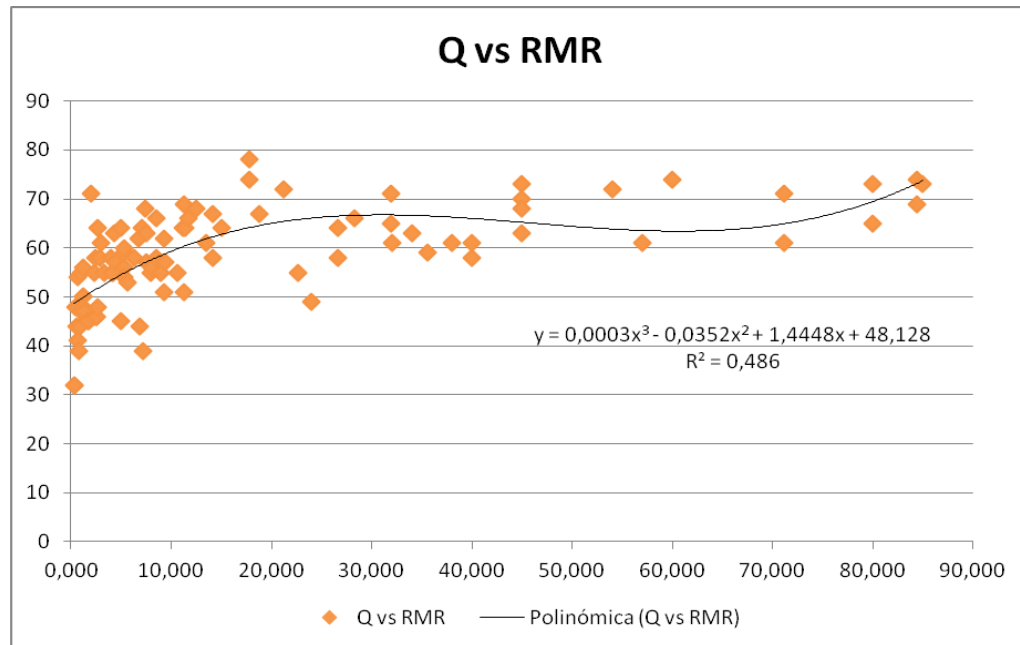


Figura 48. Relación polinómica Grado 3 para todos los datos.



En caso de usar relaciones polinómicas, se observa que entre mayor sea el grado utilizado mayor será el R obtenido. Para la totalidad de los datos con Grado 2 $R^2 = 0.4124$ y con Grado 3 $R^2 = 0.486$.

Se podría aumentar el grado, para obtener mejores aproximaciones. Sin embargo este tipo de ecuaciones se pueden considerar poco prácticas, por requerir cálculos complejos.

8.4. LÍNEA DE TENDENCIA LOGARÍTMICA.

En este caso se asume una relación logarítmica entre las dos variables, la relación es del tipo $RMR = a \cdot \ln Q + b$. Donde a y b son constantes.

Figura 49. Relación logarítmica Túnel de Aducción

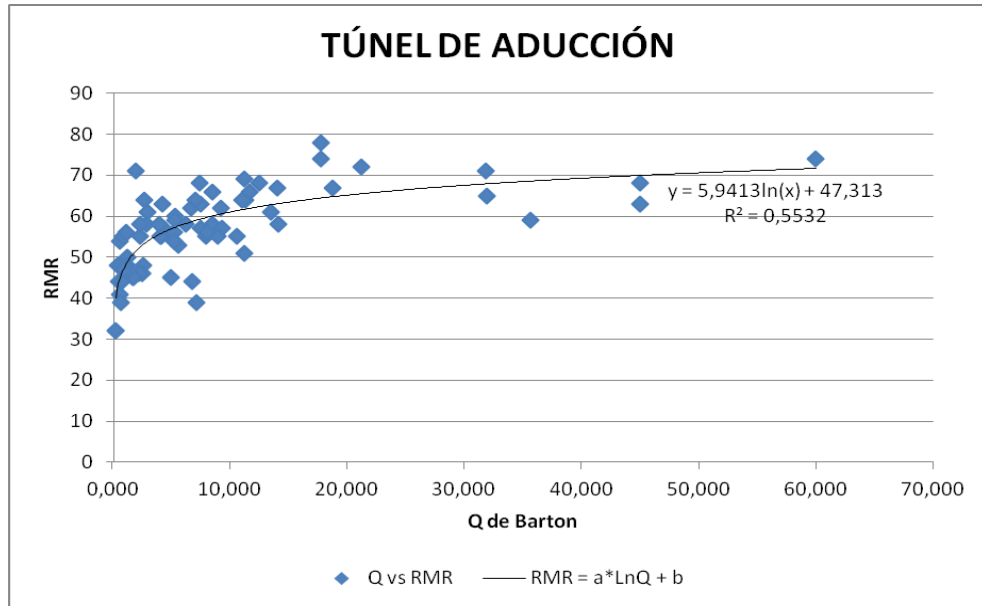


Figura 50. Relación Logarítmica Túnel de Desviación.

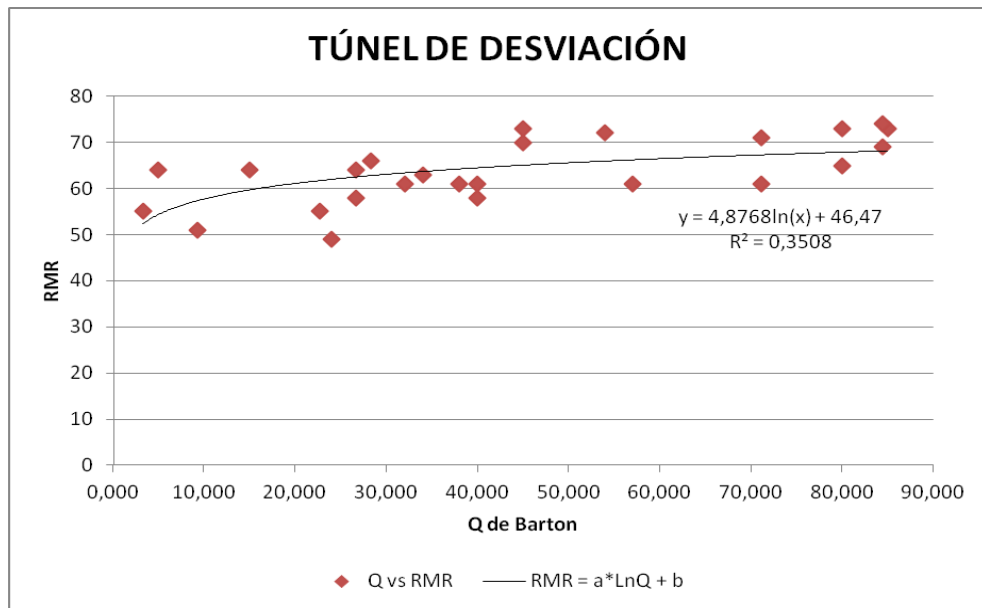
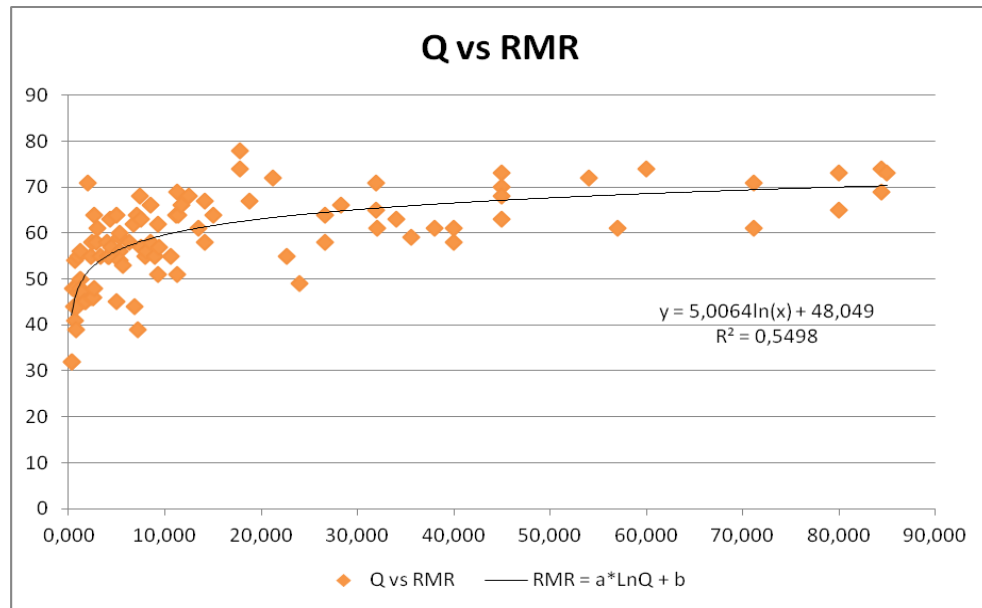


Figura 51. Relación Logarítmica de todos los datos



La relación obtenida para los 74 datos del túnel de aducción es $R = 0,7438$, valor que se puede considerar medio alto, para el Túnel de Desviación se obtuvo una $R = 0.5923$. (Ver Figura 50), debido al comportamiento lineal de los datos para clasificaciones en roca sana.

Esto se muestra en mejor forma en la totalidad de los datos, donde la correlación obtenida con una relación logarítmica es la más alta (R de 0.7415), y además es coherente con la relación usada para estas dos variables por los diversos autores mencionados, y el tipo de ecuación encontrada en la literatura.

Por lo tanto la ecuación obtenida para el caso particular del Neis de Bucaramanga sería

$$\mathbf{RMR = 5LnQ + 48}$$

Comparado con las relaciones obtenidas por los diversos autores (Tabla 3), se puede observar una correlación de datos buena. ($R=0.74$).

9. ANÁLISIS DE RESULTADOS

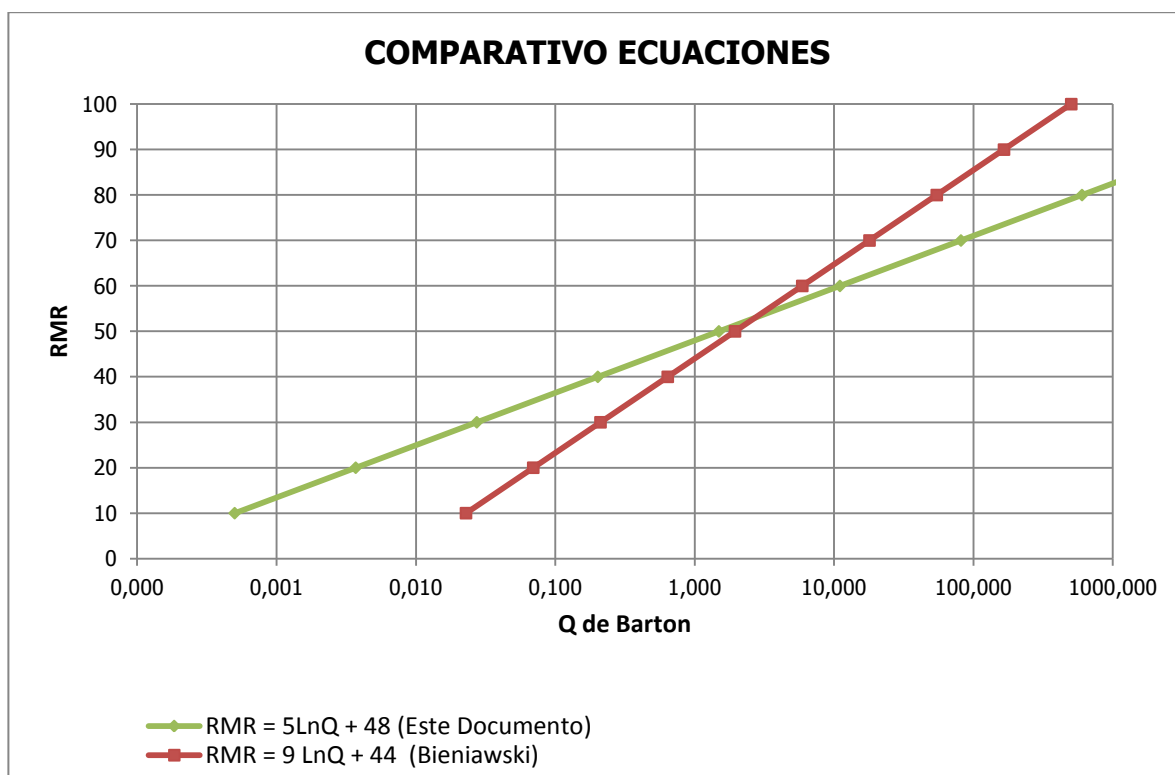
De acuerdo con la ecuación obtenida en el capítulo anterior:

$$\text{RMR} = 5\text{Ln}Q + 48$$

Es posible revisar las clasificaciones generales para el Neis de Bucaramanga, especialmente las definidas para los túneles analizados.

Es posible analizar qué cambios produce usar la ecuación particular obtenida en este documento, con respecto al uso de la ecuación propuesta por Bieniawski.

Figura 52. Gráfico comparativo entre la ecuación propuesta por Bieniawski y la ecuación obtenida.



Como se observa en la Figura 52, utilizando la ecuación de Bieniawski en el Neis de Bucaramanga, se presenta una sobrevaloración de la calidad del terreno para rocas consideradas buenas ($\text{RMR} > 60$) y una subvaloración para las rocas regulares y malas.

Este tipo de análisis permite evaluar la conveniencia de tener ecuaciones particulares para los diferentes cuerpos rocosos colombianos.

En el caso particular de los túneles del Proyecto Regulación del Río Tona, el diseñador (Integral S.A.) definió la calidad de roca de acuerdo a valores de Q. En las Tablas 7 y 8, se muestran las divisiones determinadas para cada túnel.

Tabla 11. Evaluación de calidad de Roca en el Túnel de Desviación. Integral S.A.

Calidad de La Roca	Q
Muy Buena	$Q > 5,9$
Buena a Regular	$1,1 < Q < 5,9$
Regular a Mala	$0,1 < Q < 1,1$
Muy Mala	$Q < 0,1$

Tabla 12. Evaluación de calidad de Roca en el Túnel de Aducción. Integral S.A.

Calidad de la Roca	Q (GSI)
Muy buena	$Q > 1,2^*$
	$Q > 2,8^{**}$
	$Q > 5,0^{***}$
Buena a regular	$0,52 < Q \leq 1,2^*$
	$0,75 < Q \leq 2,8^{**}$
	$0,94 < Q \leq 5,0^{***}$
Regular a mala	$0,034 < Q \leq 0,52^*$
	$0,058 < Q \leq 0,75^{**}$
	$0,078 < Q \leq 0,94^{***}$
Mala a muy mala	$Q \leq 0,034^*$
	$Q \leq 0,058^{**}$
	$Q \leq 0,078^{***}$

(*) Sección Típica (**) Tramo Blindado (***) Galería.

Utilizando la ecuación obtenida en este documento y basados en la evaluación de la calidad de la roca dado por el RMR, se puede obtener las siguientes comparaciones.

Tabla 13. Comparación de calidad de roca.

Calidad de la Roca	RMR	Q Obtenido	Q de Diseño
Muy Buena	80 - 100	Mayor a 600	Mayor a 5

Calidad de la Roca	RMR	Q Obtenido	Q de Diseño
Buena	60 - 80	10 - 600	1.0 – 5-0
Regular	40 - 60	0.2 - 10	0.5 – 1.0
Mala	20 - 40	0.04 – 0.2	0.1 – 0.5
Muy Mala	< 20	< 0.2	<0.1

En la Tabla 13, se observa que los valores de RMR equivalentes a Roca Muy Buena, serían necesarios valores muy altos de Q.

Esto es coherente con las características generales del Neis de Bucaramanga, el cuál por ser un cuerpo rocoso antiguo, sometido a varios eventos orogénicos regionales y además afectado por la tectónica local; no es posible hallarlo en estado intacto, poco fracturado y totalmente fresca, características de lo que Bieniawski llama roca Muy Buena.

En los mapeos realizados en ambos túneles se puede observar que el valor más alto de RMR mapeado en el Neis de Bucaramanga es de 74. Nunca un valor por encima de 80.

Teniendo en cuenta lo anterior, se observa que para el Neis de Bucaramanga no se debe esperar roca de muy alta calidad, y las mejores condiciones encontradas en una excavación corresponderían a Roca Buena, equivalente a valores de $Q > 10$.

10. CONCLUSIONES

1. La ecuación particular entre el RMR y el Q, para el Neis de Bucaramanga es **$RMR = 5LnQ + 48$** .

Los datos utilizados en este trabajo cubren un rango amplio de valores, tanto de Q como de RMR. Es posible mostrar la relación lineal que se presenta en datos de roca sana. Pero también es posible correlacionar valores obtenidos en zonas afectadas por fallas locales y alto fracturamiento, situación muy común en el Neis de Bucaramanga.

Obtener una relación matemática exclusiva para el Neis de Bucaramanga, con mejores correlaciones que las reportadas en la literatura, facilita el trabajo de diseñadores y constructores para la proyección de los futuros túneles proyectados en el área.

2. Los sistemas de clasificación de macizos rocosos, son y han sido el criterio para diseño y construcción de sostenimientos en túneles alrededor del mundo, a pesar de ser métodos descriptivos.

Conocer y analizar datos de macizos rocosos propios de la geología colombiana, aporta bases de conocimiento particular. Los diferentes eventos tectónicos y orogénicos han modelado en forma particular nuestro territorio y por lo tanto el comportamiento geomecánico de nuestras unidades litológicas.

3. El Neis de Bucaramanga es un cuerpo rocoso de gran importancia para las ciudades más importantes del Oriente Colombiano, y el apoyo de entidades como el **amb**, permiten a la sociedad académica enriquecer las bases de datos. Los grandes proyectos en construcción permiten acceder a nuevos afloramientos y por lo tanto a nueva información.
4. Se puede deducir que utilizando la ecuación de Bieniawski en el Neis de Bucaramanga, se presenta una sobrevaloración de la calidad del terreno para rocas consideradas buenas ($RMR > 60$) y una subvaloración para las rocas regulares y malas.

Al utilizar la ecuación particular del Neis de Bucaramanga, es prácticamente imposible obtener rocas consideradas Muy Buenas para Bieniawski, a partir de levantamientos con datos de Q.

Teniendo en cuenta la edad geológica, los múltiples eventos tectónicos de tipo regional a los que ha estado sometido el Neis de Bucaramanga, no se deben

esperar en las excavaciones encontrar sectores de roca Muy Buena (RMR>80). Lo cual es coherente con los resultados obtenidos.

11.RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta que para el momento en que se planteó este documento, aún faltaba la construcción de dos (2) túneles en el Proyecto Regulación del Río Tona (Vertedero y Vial), para un longitud de 500 metros de excavaciones en su gran mayoría en el Neis de Bucaramanga; se podría recopilar la información de estas excavaciones al final del proyecto, para ampliar el número de pares de datos y mejorar la correlación obtenida.

La construcción de túneles viales, en la doble calzada Bucaramanga – Cúcuta, que cruzan el Neis de Bucaramanga, permitiría realizar la validación de la correlación aquí obtenida y mejorar la información geomecánica que se tiene de esta importante unidad litológica.

Datos obtenidos en laboratorio de las propiedades geomecánicas, medibles y cuantificables; permitirían mejorar el análisis presentado en este documento.

BIBLIOGRAFÍA

Arenas, J. E. Litología y Petrología de las Metamorfitas Carbonatadas y Metasedimentitas Asociadas de la Formación Silgará, Faja Noroeste de Mutiscua (Macizo de Santander), Norte de Santander (Trabajo de grado). Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Geociencias, Bogotá. 2004.

Barton N., Lien R. & Lunden J. "Engineering Classification of Rock Masses for the Design of Tunnel Support". Rock Mechanics, Springer Verlag, Vol. 6, 1974.

Bieniawski, Z. T. "Engineering Rock Mass Classifications". John Wiley & Sons Inc. 1989.

Bieniawski, Z. T. "Tunnel Design by Rock Mass Classifications". Technical Report, 6L-79-19. U.S. Army Corps of Engineers.

Cordani, U.G.; Cardona, A.; Jimenez, D. & Nutman, A. P. Geochronology of Proterozoic basement inliers from the Colombian Andes: tectonic history of remnants from a fragmented Grenville belt. En: Cardona, A.; Chew, D.; Valencia, V.; Bayona, G.; Miscovic, A. & Ibañez-Mejía, M. (2010): Grenvillian remnants in the Northern Andes: Rodinia and Phanerozoic paleogeographic perspectives. Journal of South American Earth Sciences, Vol. 29. 2005.

Castro-Fresno, D. *et al.* "Correlation between Bieniawski's RMR and Barton's Q Index in Low-Quality Soils. Revista de la Construcción, Vol. 9, N°. 1. 2010.

Dörr, W.; Grösser, J.R.; Rodríguez, G. I. & Kramm, U. Zircon U-Pb age of the Paramo Rico tonalitegranodiorite, Santander Massif (Cordillera Oriental, Colombia) Geotectonic significance. Journal South American Earth Sciences. 1995

García, C. A.; Ríos, C. A. & Castellanos, O. M. Medium- pressure, metamorphism in the Central Santander Massif, Eastern Cordillera, Colombian Andes. Boletín de Geología, V. 27. 2005.

Goldsmith, R.; Marvin, R. & Mehnert, H. Radiometric Ages in the Santander Massif, Eastern Cordillera, Colombian Andes. US Geological Survey, Professional Paper.1971.

Integral S. A. Memorando Técnico No 7 - Sistema de Desviación. Proyecto Regulación del Río Tona. 2012.

Integral S. A. Memorando Técnico No 8 - Sistema de Aducción y Descarga de fondo. Proyecto Regulación del Río Tona. 2012.

Integral S. A. Memorando Técnico No 9 - Sistema de Vertedero. Proyecto Regulación del Río Tona. 2012.

Julivert, M. Geología de la Vertiente W de la Cordillera Oriental en el Sector de Bucaramanga. Boletín de Geología/ Universidad Industrial de Santander. V. 4 (8). 1961b.

Navarro, A. & Reyes, R. Estudio geológico petrográfico orientado a la prospección de Uranio en un sector al occidente del Municipio de Abrego (Vereda Capitán Largo), Norte de Santander (Trabajo de grado). Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Geociencias, Bogotá. 1983.

Restrepo-Pace, P.; Ruiz, J.; Gehrels, G. & Cosca, M. Geochronology and Nd isotopic data of the Grenville-age rocks in the Colombian Andes: new constraints for Late Proterozoic-Early Paleozoic paleocontinental reconstructions of the Americas. Earth and Planetary Science Letters. 1997.

Royero, J. & Vargas, R. Mapa Geológico Generalizado Departamento de Santander, Escala 1:400.000; Memoria Explicativa. Ingeominas. 2001.

Singh B. & Goel R. K. "Rock Mass Classification: A Practical Approach in Civil Engineering". Elsevier. 1999.

Ureña-Suárez C. L. & Zuluaga C.A. "Petrografía del Neis de Bucaramanga en cercanías a Cepitá, Berlín y Vetas – Santander". Geología Colombiana, Vol. 36 No. 1. 2011.

Ward, D.; Goldsmith, R.; Cruz, J. & Restrepo, A. Geología de los cuadrángulos H-12 Bucaramanga y H-13 Pamplona, Departamento de Santander. Ingeominas, Boletín Geológico 21. Bogotá. 1973.

http://es.wikipedia.org/wiki/Coeficiente_de_determinaci%C3%B3n

ANEXOS

ANEXO A. Procedimiento de Toma de Datos de Campo

PROCEDIMIENTO DE TOMA DE DATOS DE CAMPO

Durante los trabajos de excavación, el acompañamiento de un ingeniero geólogo era constante. Los levantamientos se realizaron durante cada avance o en zonas de roca buena, cada máximo 20 metros. Los mapeos geológico – geotécnicos ayudan a definir el tipo de sostenimiento a instalar en cada tramo y las medidas necesarias para hacer segura para los trabajadores la excavación.

A continuación se describe de forma general el trabajo que debe realizar en campo el ingeniero geotecnista.

Paso 1. Revisión general de la excavación: Antes de permanecer en el frente de excavación es necesario realizar una inspección del total de la excavación, que permita identificar bloques sueltos, cuñas inestables y posibles desprendimientos del concreto lanzado. En caso de encontrarse alguna anomalía es necesario discutir la solución con el encargado del frente, y en el caso particular de bloques sueltos estos deben ser retirados inmediatamente.

Para el cálculo del Rock Mass Rating (RMR) de Bieniawski, se siguieron los siguientes pasos:

Paso 2. Identificación de discontinuidades: El principal parámetro a definir en el macizo rocoso son las principales discontinuidades, que controlan el comportamiento geomecánico del macizo; siendo en orden de importancia, primero las fallas, luego familias de diaclasas presentes en toda la excavación y finalmente discontinuidades locales.

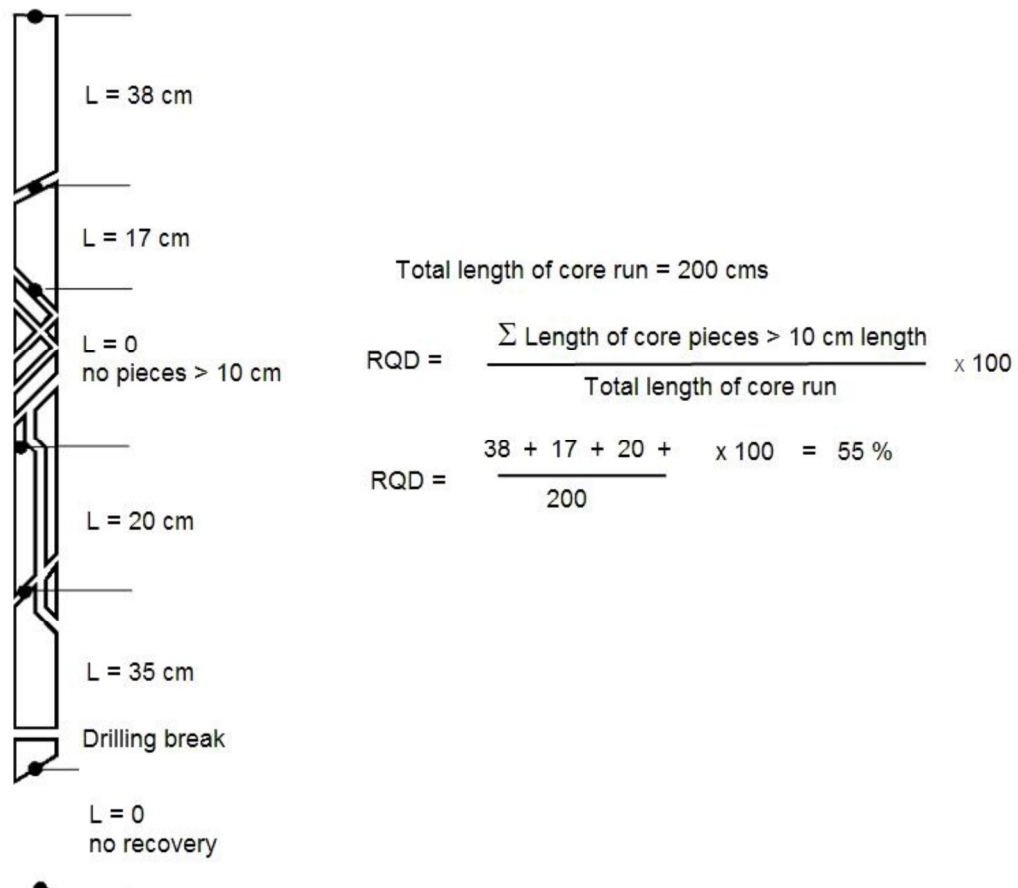
En los registros quedaran en orden de importancia y para el cálculo se tomaran máximo 4 datos, en caso de existir ese número de discontinuidades principales.

Paso 3. Determinación de la Resistencia a la compresión simple. Para definir el valor de este parámetro de acuerdo a los intervalos definidos por Bieniawski para el RMR; se utiliza comúnmente el martillo geológico, la navaja y la uña de la siguiente manera.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (MPa)		VALORACIÓN RMR
> 250	La muestra solo puede ser astillada con el martillo geológico.	15
100 – 250	La muestra requiere muchos golpes del martillo geológico para ser fracturada.	12
50 – 100	La muestra requiere más de un golpe del para ser fracturada.	7

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (MPa)		VALORACIÓN RMR
25 – 50	No puede ser disgregada por la navaja, se fractura con un solo golpe firme.	4
5 – 25	Puede ser escarbada con dificultad por la navaja, se disgrega por un golpe fuerte de la punta del martillo.	2
1 – 5	Puede ser escarbada fácilmente, se disgrega por un golpe de la punta del martillo geológico.	1
< 1	Puede ser rayada por la uña.	0

Paso 3. Determinación del RQD: Teniendo en cuenta que se está frente a un afloramiento de roca, para la determinación del RQD se utiliza una cinta métrica, colocada en la dirección en que se corte el mayor número de discontinuidades; y sobre ella realizar la medición como si fuera una sección de núcleos de perforación, tal como lo indica el ISRM.



O utilizando la fórmula matemática $RQD = 115 - 3.3 (J_v)$. Siendo J_v = Número de discontinuidades por metro cúbico.

RQD (%)	VALORACIÓN RMR
90 – 100	20
75 – 90	17
50 – 75	13
25 – 50	8
< 25	3

Paso 4. Determinación del espaciamiento de discontinuidades: Para determinar este valor es necesario definir a partir de la experiencia, cual discontinuidad tiene mayor influencia sobre el comportamiento del macizo; y en caso de ser más de una, determinar el valor promedio de acuerdo a los rangos definidos por Bieniawski.

ESPACIAMIENTO (m)	VALORACIÓN RMR
> 2,0	20
0,6 – 2,0	15
0,2 – 0,6	10
0,06 – 0,2	8
< 0,06	5

Paso 5. Determinación de las condiciones de las discontinuidades. Al igual que en el paso anterior, es necesario definir a partir de la experiencia, cual discontinuidad tiene mayor influencia sobre el comportamiento del macizo; y en caso de ser más de una, determinar el valor promedio de acuerdo a los rangos definidos por Bieniawski.

Las propiedades a determinar son: Persistencia (Longitud de la discontinuidad), abertura (en mm), rugosidad, tipo de relleno y meteorización de las paredes.

PROPIEDAD	RANGO				
	VALORACIÓN RMR				
PERSISTENCIA (m)	< 1	1 - 3	3 - 10	10 - 20	> 20
	6	4	2	1	0
ABERTURA (mm)	Cerrada	< 0.1	0.1 - 1.0	1.0 - 5.0	> 5.0
	6	5	4	1	0
RUGOSIDAD	Muy Rugosa	Rugosa	Leve/ Rugosa	Lisa	Pulida
	6	5	3	1	0
TIPO DE RELLENO	Ninguno	Duro < 5 mm	Duro > 5 mm	Blando < 5 mm	Blando > 5 mm
	6	5	2	2	0
METEORIZACIÓN	Inalterada	Leve/ Alterada	Moderada/ Alterada	Muy Alterada	Descompuesta
	6	5	3	1	0

Paso 6. Determinación de las condiciones de humedad. Para el tramo de túnel que se esté caracterizando, se evalúa la presencia de agua subterránea y la cantidad de flujo presente.

CONDICIONES DE HUMEDAD	VALORACIÓN RMR
Completamente Seco	15
Húmedo	12
Mojado	7
Goteo	4
Flujo Continuo	0

Paso 7. Corrección por orientación de discontinuidades. Al igual que en los pasos 4 y 5, de acuerdo a las discontinuidades seleccionadas como principales; se

debe hacer un promedio del valor de ajuste por orientación. En este cálculo es muy importante tener el dato de orientación y sentido de excavación del túnel.

A partir de este análisis se determinará si la orientación de las discontinuidades, con respecto al eje del túnel es muy favorable, favorable, regular, desfavorable o muy desfavorable a los trabajos de excavación.

ANÁLISIS DE LA ORIENTACIÓN DE DISCONTINUIDADES						
RUMBO PERPENDICULAR AL EJE				RUMBO PARALELO AL EJE DEL TÚNEL		BUZAMIENTO 0 – 20° (Independiente del Rumbo)
Dirección según Buzamiento		Dirección contra Buzamiento		Buzamiento 45 – 90°	Buzamiento 20 – 45°	
Buzamiento 45 – 90°	Buzamiento 20 – 45°	Buzamiento 45 – 90°	Buzamiento 20 – 45°	Buzamiento 45 – 90°	Buzamiento 20 – 45°	
Muy Favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy Desfavorable	Regular	Desfavorable

CORRECCIÓN POR ORIENTACIÓN	VALORACIÓN RMR
Muy Favorable	0
Favorable	-2
Regular	-5
Desfavorable	-10
Muy Desfavorable	-12

Para el cálculo del Rock Tunnelling Quality Index (Q) de Barton, *et al.*, se siguieron los siguientes pasos:

Para saber los datos que se deben tener en cuenta para hallar el Q del tramo caracterizado, es necesario tener en mente los valores de la formula.

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

Para determinar el **RQD**, se utiliza el **Paso 3**, con la diferencia que en el Q se utiliza el valor exacto del parámetro. Cuando el valor es menor de 10, se puede utilizar 10 en la formula.

Para determinar el **Jn** se utiliza el **Paso 2**, y se valora de la siguiente manera:

NÚMERO DE FAMILIAS	Jn
Masivo, sin o con pocas discontinuidades	0.5 - 1
Una sola familia de discontinuidades	2
Una familia y algunas discontinuidades ocasionales	3
Dos familias de discontinuidades	4
Dos familias y algunas discontinuidades ocasionales	6
Tres familias de discontinuidades	9
Tres familias y algunas discontinuidades	12
Cuatro familias o más, roca muy fracturada. Terrones de azúcar.	15
Roca triturada terrosa.	20

Para la definición de **Jr**, se determina la rugosidad de las discontinuidades del **Paso 2**.

NÚMERO DE RUGOSIDAD DE LAS DISCONTINUIDADES	Jr
Discontinuidades con relleno	1
Discontinuas	4
Rugosa o irregular ondulada	3
Suave ondulada	2
Espejo de falla, ondulada	1.5
Rugosa o irregular plana	1.5

NÚMERO DE RUGOSIDAD DE LAS DISCONTINUIDADES	Jr
Suave plana	1.0
Espejo de falla o superficie de fricción plana	0.5

Para la definición de **Ja**, se determina la rugosidad de las discontinuidades del **Paso 2**.

NÚMERO DE ALTERACIÓN DE LA DISCONTINUIDAD	Ja
CONTACTO ENTRE LAS DOS CARAS	
Sellado, dura, relleno impermeable.	0.75
Caras únicamente manchadas	1
Caras ligeramente alteradas y contienen partículas de arena, roca desintegrada libre de arcillas.	2
Recubrimiento de limo o arena arcillosa, pequeña fracción arcillosa.	3
Recubrimiento de minerales arcillosos blandos o de baja fricción.	4
CONTACTO ENTRE LAS DOS CARAS CON MENOS DE 10CM DE DESPLAZAMIENTO LATERAL	
Partículas de arena, roca desintegrada, libre de arcilla.	4
Fuertemente sobre-consolidados, rellenos de minerales arcillosos. < 5 mm	6
Sobre-consolidación media a baja, relleno de mineral arcilloso.	8
Relleno de arcillas expansivas. El valor depende del porcentaje de partículas (6 – 12 %)	8 – 12
NO EXISTE CONTACTO ENTRE LAS DOS CARAS DE LA DISCONTINUIDAD	
Zonas o bandas de arcilla desintegrada y arcilla.	6 – 12
Zonas blandas de arcilla limosa o arena con pequeña fracción de arcilla.	5
Zonas o capas gruesas de arcilla.	10 - 20

Para la definición de **Jw**, se utiliza el **Paso 6**.

FACTOR POR PRESENCIA DE AGUA	Jw

FACTOR POR PRESENCIA DE AGUA	Jw
Excavación seca o de flujo poco importante	1
Presión media, ocasional lavado de rellenos de discontinuidades	0.66
Presión alta, considerable lavado de los rellenos de las discontinuidades	0.33
Presión de agua excepcional, disminuyendo con el tiempo.	0.1 – 0.2
Presión de agua excepcional, continua en el tiempo	0.05 – 0.1

Para la medición del parámetro **SRF**, el paso más importante es el **Paso 1**; porque un análisis general del estado de la excavación ayuda a la determinación del valor a utilizar.

PARÁMETRO SRF	VALOR
Multitud de zonas débiles	10
Zonas débiles aisladas, con arcilla o roca descompuesta (Cobertura < 50 m)	5
Zonas débiles aisladas, con arcilla o roca descompuesta (Cobertura > 50 m)	2.5
Abundantes zonas débiles en roca competente.	7.5
Zonas débiles aisladas en roca competente (Cobertura < 50 m)	5
Zonas débiles aisladas en roca competente (Cobertura > 50 m)	2.5
Terreno en bloques muy fracturados	5
EN ROCA COMPETENTE	
Pequeña cobertura	2.5
Cobertura media	1
Gran cobertura	0.5 – 2.0
TERRENO FLUYENTE	
Con bajas presiones	5 – 10
Con altas presiones	10 – 20
TERRENO EXPANSIVO	

PARÁMETRO SRF	VALOR
Con presión de hinchamiento moderada	5 – 10
Con presión de hinchamiento alta	10 - 15

Finalmente, es importante aclarar que lo indicado en este procedimiento son algunas indicaciones de campo, pero es necesario que la persona encargada del trabajo conozca los dos sistemas y las tablas originales de cálculo y determinación de valores.

ANEXO B. Caracterizaciones Geomecánicas Túnel de Desviación

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 28 de diciembre de 2011
 LOCALIZACIÓN: Túnel de Desviación K0+504,50 - K0+495,50
 FRENTE: Portal Salida

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES				VALUACIÓN		
		FAMILIA 1		FAMILIA 2			FAMILIA 3	
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250				12		
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	50 - 75				13		
3	Espaciamiento (m)	0,06 - 0,2				8		
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		14
	RUMBO/BUZAMIENTO	N60°E/45°SE						
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación	
	Continuidad (m)	10 - 20	1					
	Abertura (mm)	1 - 5	1					
	Rugosidad	Suave	1					
	Relleno	Ninguno	6					
	Grado de meteorización	Leve/ Meteorizada	5					
5	Contenido de Agua	Seco				15		
						62		

RMR BÁSICO

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
	Regular	-7	55

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

CLASIFICACIÓN RMR	55
DESCRIPCIÓN	Roca Regular
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo II
COHESIÓN (kPa)	300 - 400
ÁNGULO DE FRICCIÓN	35 - 45

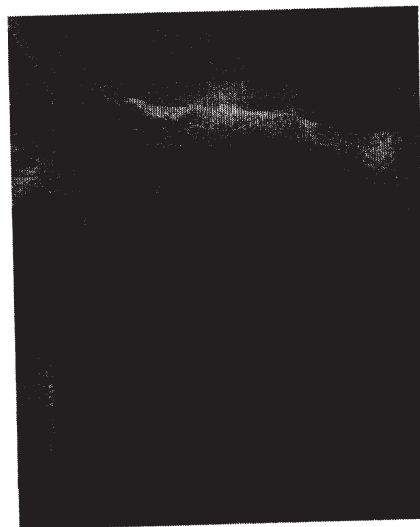
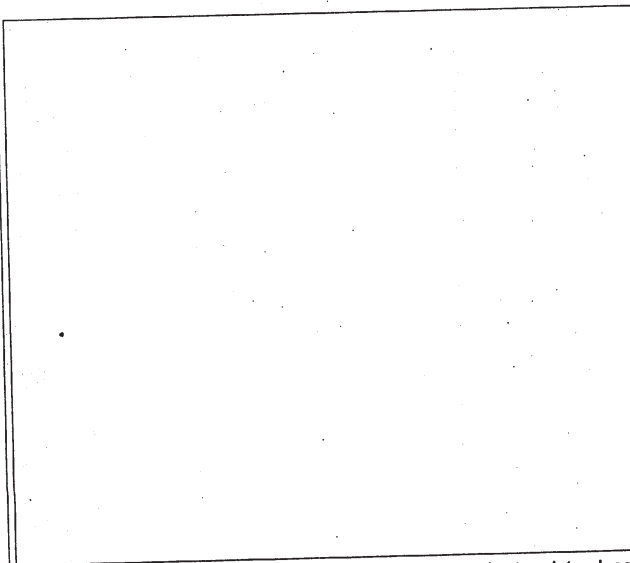
RQD	50
Jn	3
Jr	1
Ja	1
Jw	1
SRF	5

GSI	55 - 60
-----	---------

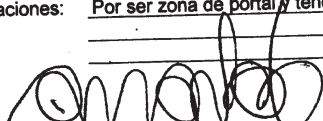
Q	3,333
---	-------

CROQUIS DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Observaciones: Por ser zona de portal y tener poca cobertura lateral, se instalará soporte Tipo IV




PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 4 de enero de 2012
 LOCALIZACIÓN: Túnel de Desviación K0+495,50 - K0+486,90
 FREENTE: Portal Salida

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES				VALUACIÓN	
		FAMILIA 1		FAMILIA 2			FAMILIA 3
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250				12	
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	75 - 90				13	
3	Espaciamiento (m)	0,2 - 0,6				8	
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	N60°E/45°SE		N80°E/50°NW		15	
	RUMBO/BUZAMIENTO	Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación
	Continuidad (m)	10 - 20	1	10 - 20	1		
	Abertura (mm)	1 - 5	1	1 - 5	1		
	Rugosidad	Suave	1	Suave	1		
	Relleno	Ninguno	6	Ninguno	6		
	Grado de meteorización	Fresca	6	Fresca	6		
5	Contenido de Agua	Húmedo				10	
RMR BÁSICO						58	

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
	Regular	-7	51

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

CLASIFICACIÓN RMR	51
DESCRIPCIÓN	Roca Buena
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo I
COHESIÓN (kPa)	300 - 400
ÁNGULO DE FRICCIÓN	35 - 45

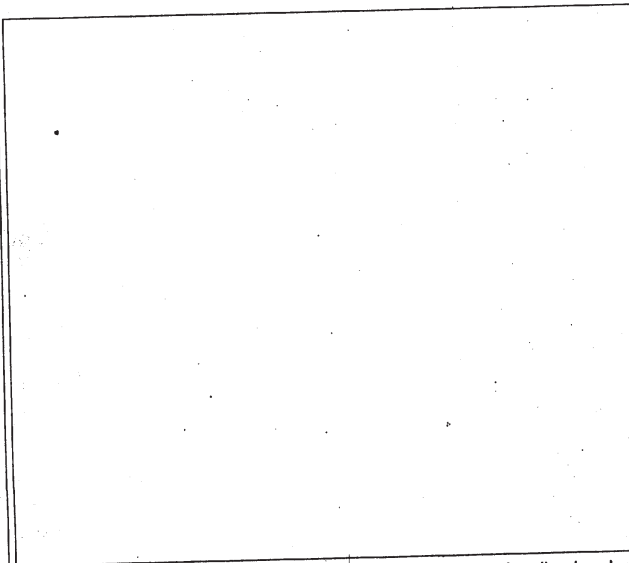
RQD	70
Jn	4
Jr	1
Ja	0,75
Jw	1
SRF	2,5

GSI	65 - 70
-----	---------

Q	9,333
---	-------

CROQUIS DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Observaciones: Se instalará Soporte Tipo II, con pernos localizados dada la formación de cuñas y la protección de concreto lanzado para la zona de humedad del costado derecho, por los niveles del río.

Amor

Mbark

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 11 de enero de 2012
 LOCALIZACIÓN: Túnel de Desviación K0+486,90 - K0+466,70
 FREENTE: Portal Salida

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES						VALUACIÓN
		FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250						12
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	75 - 90						17
3	Espaciamiento (m)	0,06 - 0,2						8
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	N35°E/72°SE		E - W/72°N		N10°E/83°NW		20
	RUMBO/BUZAMIENTO	N35°E/72°SE		E - W/72°N		N10°E/83°NW		
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación	
	Continuidad (m)	3 - 10	2	1 - 3	2	1 - 3	2	
	Abertura (mm)	1 - 5	1	1 - 5	1	1 - 5	1	
	Rugosidad	Rugosa	5	Rugosa	5	Rugosa	5	
	Relleno	Ninguno	6	Ninguno	6	Ninguno	6	
	Grado de meteorización	Fresca	6	Fresca	6	Fresca	6	
5	Contenido de Agua	Goteo						4
							61	

RMR BÁSICO

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
	Muy favorable	0	61

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

CLASIFICACIÓN RMR	61
DESCRIPCIÓN	Roca Buena
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo I
COHESIÓN (kPa)	300 - 400
ÁNGULO DE FRICCIÓN	35 - 45

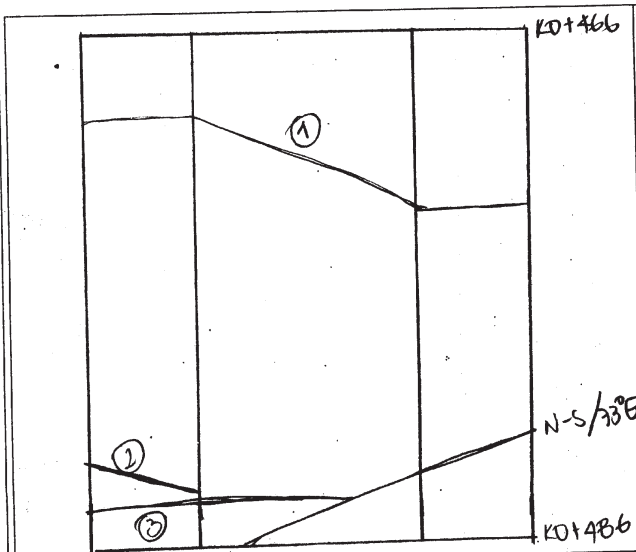
RQD	80
Jn	4
Jr	3
Ja	0,75
Jw	1
SRF	2

GSI	65 - 70
-----	---------

Q	40,000
---	--------

CROQUIS DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Observaciones:

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 13 de enero de 2012
 LOCALIZACIÓN: Túnel de Desviación K0+466,00 - K0+446,00
 FREENTE: Portal Salida

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES						VALUACIÓN
		FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250						12
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	75 - 90						17
3	Espaciamiento (m)	0,2 - 0,6						10
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		22
	RUMBO/BUZAMIENTO	N40°E/50°SE		N35°W/78°NE				
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación	
	Continuidad (m)	3 - 10	2	1 - 3	4	< 1	6	
	Abertura (mm)	1 - 5	1	1 - 5	1	1 - 5	1	
	Rugosidad	Rugosa	5	Rugosa	5	Rugosa	5	
	Relleno	Ninguno	6	Ninguno	6	Ninguno	6	
	Grado de meteorización	Fresca	6	Fresca	6	Fresca	6	
5	Contenido de Agua	Goteo						4
							65	

RMR BÁSICO

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
	Muy favorable	0	65

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

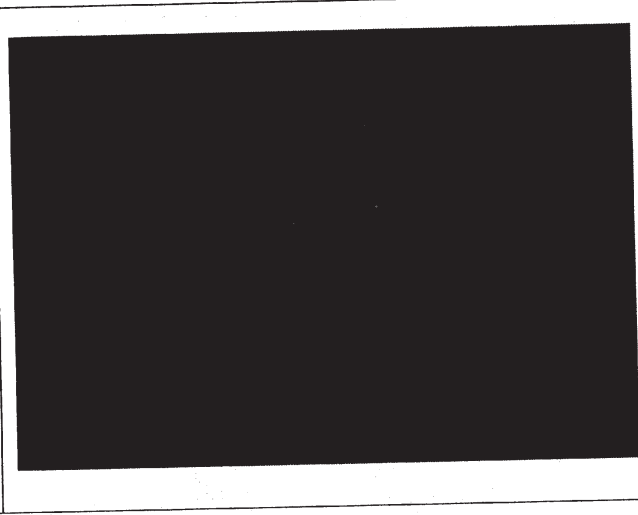
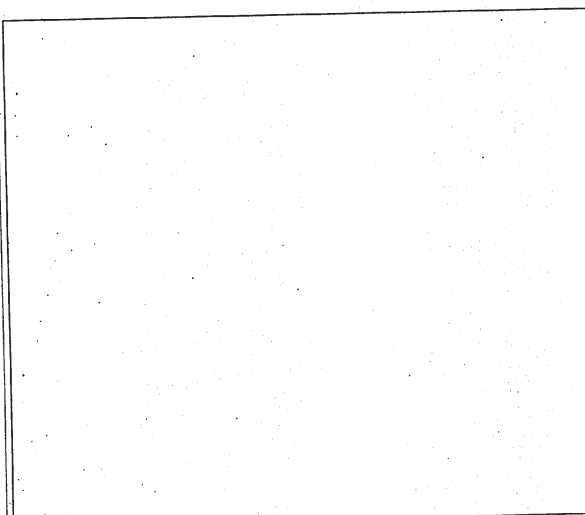
CLASIFICACIÓN RMR	65
DESCRIPCIÓN	Roca Buena
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo I
COHESIÓN (kPa)	300 - 400
ÁNGULO DE FRICCIÓN	35 - 45

RQD	90
Jn	3
Jr	4
Ja	0,75
Jw	1
SRF	2

GSI	65 - 70
Q	80,000

CROQUIS DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRAFICO



Observaciones:

[Handwritten Signature]
 INGENIERO GEÓLOGO
 ELABORÓ

[Handwritten Signature]
 DIRECTOR TÉCNICO
 REVISÓ

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 25 de enero de 2012
 LOCALIZACIÓN: Túnel de Desviación K0+446,00 - K0+426,00
 FREENTE: Portal Salida

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES						VALUACIÓN
		FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250						12
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	90 - 100						20
3	Espaciamiento (m)	0,6 - 2,0						15
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	E - W/75°N		N70°E/65°NW				18
	RUMBO/BUZAMIENTO							
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación	
	Continuidad (m)	3 - 10	2	3 - 10	2			
	Abertura (mm)	1 - 5	1	1 - 5	1			
	Rugosidad	Rugosa	5	Rugosa	5			
	Relleno	Blando	2	Ninguno	6			
	Grado de meteorización	Fresca	6	Fresca	6			
5	Contenido de Agua	Goteo						4
RMR BÁSICO							69	

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
	Muy favorable	0	69

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

CLASIFICACIÓN RMR	69
DESCRIPCIÓN	Roca Buena
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo I
COHESIÓN (kPa)	300 - 400
ÁNGULO DE FRICCIÓN	35 - 45

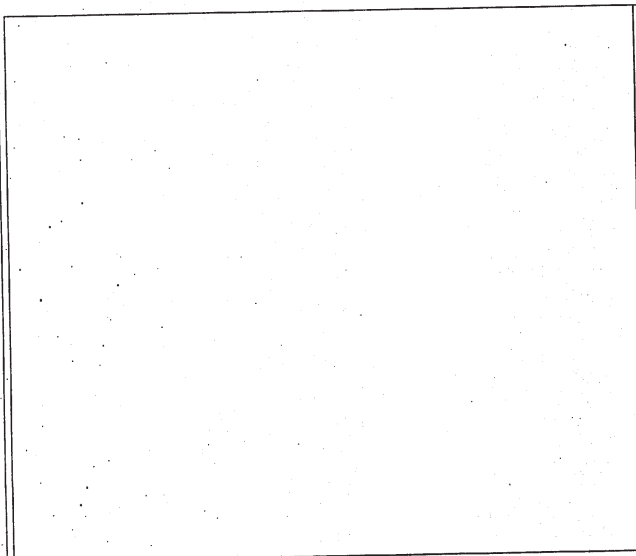
RQD	95
Jn	3
Jr	4
Ja	0,75
Jw	1
SRF	2

GSI	68 - 73
-----	---------

Q	84,444
---	--------

CROQUIS DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRAFICO



Observaciones:

[Handwritten signature]

M6 al-1

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 27 de enero de 2012
 LOCALIZACIÓN: Túnel de Desviación K0+426,00 - K0+406,00
 FRENTE: Portal Salida

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES						VALUACIÓN
		FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250						12
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	90 - 100						20
3	Espaciamiento (m)	0,6 - 2,0						15
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	N30°E/65°SE		N70°W/85°NE				23
	RUMBO/BUZAMIENTO							
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación	
	Continuidad (m)	1 - 3	4	< 1	6			
	Abertura (mm)	1 - 5	1	1 - 5	1			
	Rugosidad	Rugosa	5	Rugosa	5			
	Relleno	Ninguno	6	Ninguno	6			
	Grado de meteorización	Fresca	6	Fresca	6			
5	Contenido de Agua	Goteo						4
RMR BÁSICO								74

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
	Muy favorable	0	74

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

CLASIFICACIÓN RMR	74
DESCRIPCIÓN	Roca Buena
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo I
COHESIÓN (kPa)	300 - 400
ÁNGULO DE FRICCIÓN	35 - 45

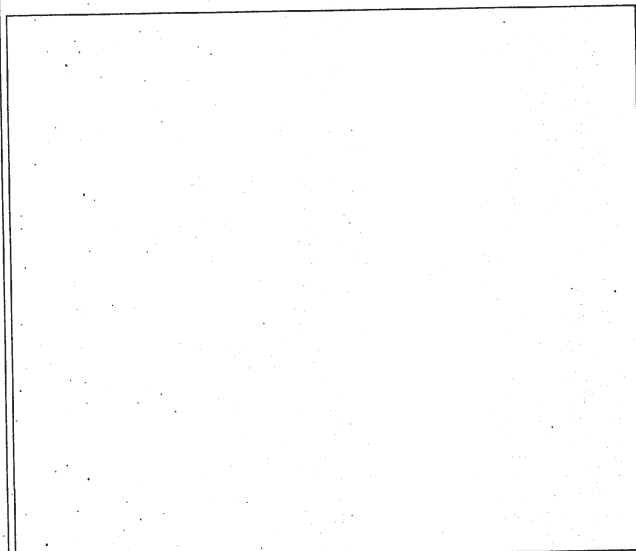
RQD	95
Jn	3
Jr	4
Ja	0,75
Jw	1
SRF	2

GSI	68 - 73
-----	---------

Q	84,444
---	--------

CROQUIS DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRAFICO



Observaciones:

Amorato

M. Gal

VERSION 0-01/10/2010

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 2 de Febrero de 2012
 LOCALIZACIÓN: Túnel de Desviación K0+406,00 - K0+390,50
 FRETE: Portal Salida

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES						VALUACIÓN
		FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250						12
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	75 - 90						17
3	Espaciamiento (m)	0,06 - 0,2						8
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		24
	RUMBO/BUZAMIENTO	N60°E/50°NW		N55°W/90°		N40°E/20°SE		
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación	
	Continuidad (m)	< 1	6	< 1	6	< 1	6	
	Abertura (mm)	1 - 5	1	1 - 5	1	1 - 5	1	
	Rugosidad	Rugosa	5	Rugosa	5	Rugosa	5	
	Relleno	Ninguno	6	Ninguno	6	Ninguno	6	
	Grado de meteorización	Fresca	6	Fresca	6	Fresca	6	
5	Contenido de Agua	Húmedo						10
								71

RMR BÁSICO

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
	Muy favorable	0	71

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

CLASIFICACIÓN RMR	71
DESCRIPCIÓN	Roca Buena
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo I
COHESIÓN (kPa)	300 - 400
ÁNGULO DE FRICCIÓN	35 - 45

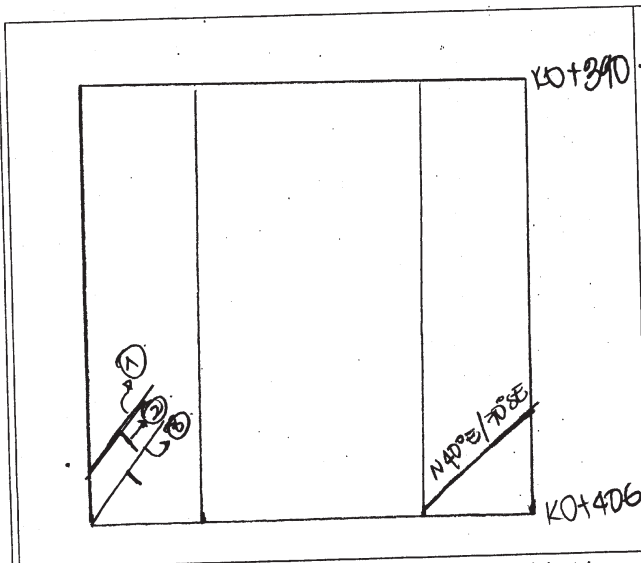
RQD	80
Jn	3
Jr	4
Ja	0,75
Jw	1
SRF	2

GSI	65 - 70
-----	---------

Q	71,111
---	--------

CROQUIS DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Observaciones: Formación de pequeñas cuñas en el hastial derecho

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 2 de diciembre de 2011
 LOCALIZACIÓN: Túnel de Desviación K0+380,00 - K0+390,50
 FREENTE: Portal Entrada

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES						VALUACIÓN
		FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250						12
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	> 90						20
3	Espaciamiento (m)	0,2 - 0,6						10
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	RUMBO/BUZAMIENTO						22
		N15°E/10°SE						
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación	
	Continuidad (m)	10 - 20	1					
	Abertura (mm)	0,1 - 1	4					
	Rugosidad	Rugosa	5					
	Relleno	Ninguno	6					
	Grado de meteorización	Fresca	6					
5	Contenido de Agua	Goteo						4
RMR BÁSICO							68	

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
	Regular	-7	61

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

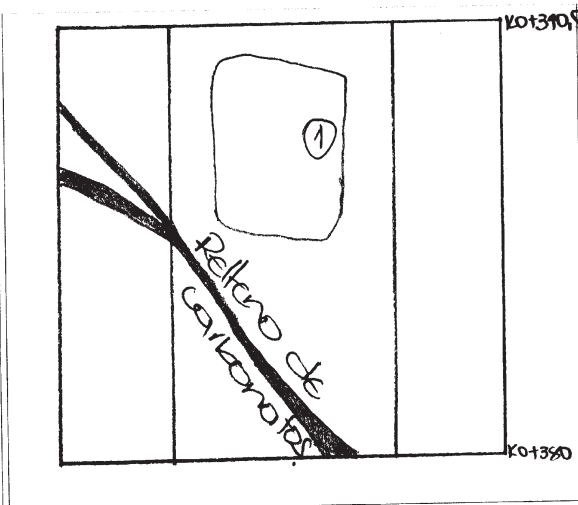
CLASIFICACIÓN RMR	61
DESCRIPCIÓN	Roca Buena
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo I
COHESIÓN (kPa)	300 - 400
ÁNGULO DE FRICCIÓN	35 - 45

RQD	95
Jn	2
Jr	3
Ja	1
Jw	1
SRF	2,5

GSI	65 - 70
Q	57.000

CROQUIS DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Observaciones: Banda de material calcáreo con alteración por flujo de agua (goteo). Dirección N50°E/75°SE

[Signature]
 INGENIERO GEÓLOGO
 ELABORÓ

[Signature]
 DIRECTOR TÉCNICO
 REVISÓ

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 30 de noviembre de 2011
 LOCALIZACIÓN: Túnel de Desviación K0+360,00 - K0+380,00
 FRENTE: Portal Entrada

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES						VALUACIÓN
		FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250						12
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	75 - 90						17
3	Espaciamiento (m)	0,2 - 0,6						10
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	N15°E/10°SE		N50°W/80°SW		N50°E/80°NW		22
	RUMBO/BUZAMIENTO	N15°E/10°SE		N50°W/80°SW		N50°E/80°NW		
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación	
	Continuidad (m)	10 - 20	1	3 - 10	2	3 - 10	2	
	Abertura (mm)	0,1 - 1	4	0,1 - 1	4	0,1 - 1	4	
	Rugosidad	Rugosa	5	Rugosa	5	Rugosa	5	
	Relleno	Ninguno	6	Ninguno	6	Ninguno	6	
	Grado de meteorización	Fresca	6	Fresca	6	Fresca	6	
5	Contenido de Agua	Goteo						4
							65	

RMR BÁSICO

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
Regular	Regular	-7	58

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

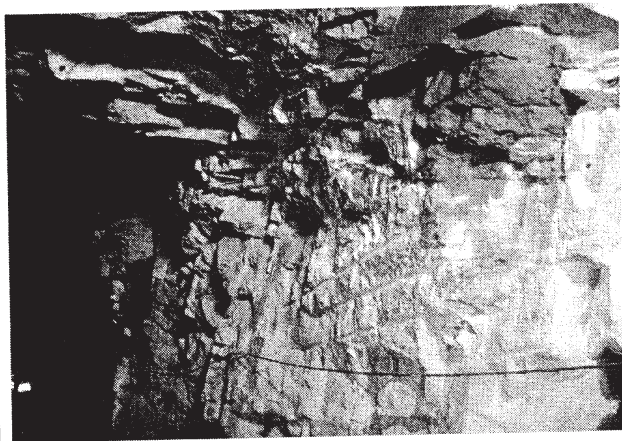
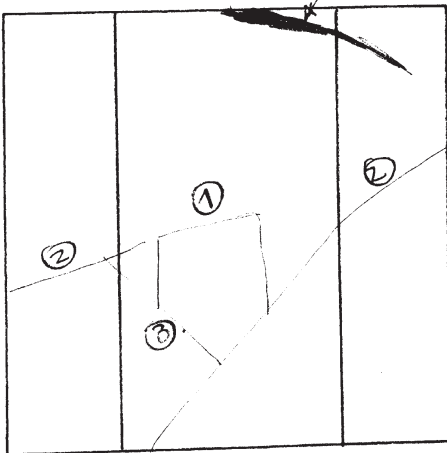
CLASIFICACIÓN RMR	58
DESCRIPCIÓN	Roca Regular
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo I
COHESIÓN (kPa)	200 - 300
ÁNGULO DE FRICCIÓN	25 - 35

RQD	80
Jn	6
Jr	3
Ja	0,75
Jw	1
SRF	2

GSI	60 - 65
Q	26.667

CROQUIS DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Observaciones: Formación de cuñas

[Signature]
 INGENIERO GEÓLOGO
 ELABORÓ

[Signature]
 DIRECTOR TÉCNICO
 REVISÓ

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 26 de noviembre de 2011
 LOCALIZACIÓN: Túnel de Desviación K0+340,00 - K0+360,00
 FRENTE: Portal Entrada

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES						VALUACIÓN
		FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250						12
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	75 - 90						17
3	Espaciamiento (m)	0,2 - 0,6						10
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		22
	RUMBO/BUZAMIENTO	N10°E/33°SE		N50°W/72°SW				
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación	
	Continuidad (m)	10 - 20	1	3 - 10	2			
	Abertura (mm)	0,1 - 1	4	0,1 - 1	4			
	Rugosidad	Rugosa	5	Rugosa	5			
	Relleno	Ninguno	6	Ninguno	6			
	Grado de meteorización	Fresca	6	Fresca	6			
5	Contenido de Agua	Goteo						4
RMR BÁSICO							65	

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
	Regular	-7	58

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

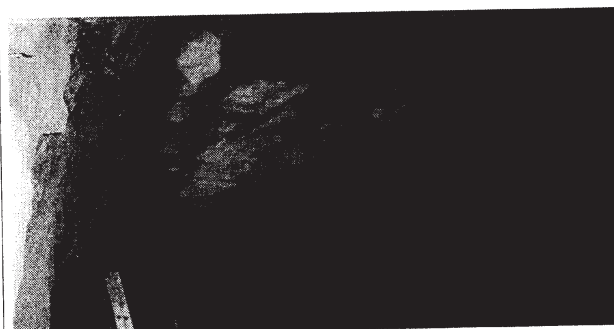
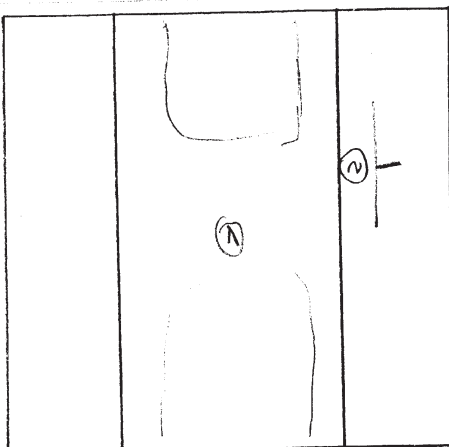
CLASIFICACIÓN RMR	58
DESCRIPCIÓN	Roca Regular
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo I
COHESIÓN (kPa)	200 - 300
ÁNGULO DE FRICCIÓN	25 - 35

RQD	80
Jn	4
Jr	3
Ja	0,75
Jw	1
SRF	2

GSI	55 - 60
Q	40,000

CROQUIS DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRAFICO



Observaciones:

[Signature]
 INGENIERO GEÓLOGO
 ELABORÓ

[Signature]
 DIRECTOR TÉCNICO
 REVISÓ

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 23 de noviembre de 2011
 LOCALIZACIÓN: Túnel de Desviación K0+320,00 - K0+340,00
 FRETE: Portal Entrada

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES				VALUACIÓN		
		FAMILIA 1		FAMILIA 2			FAMILIA 3	
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250				12		
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	> 90				20		
3	Espaciamiento (m)	0,6 - 2,0				15		
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		17
	RUMBO/BUZAMIENTO	N45°W/75°SW						
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación	
	Continuidad (m)	10 - 20	1					
	Abertura (mm)	0,1 - 1	4					
	Rugosidad	Rugosa	5					
	Relleno	Blando	2					
	Grado de meteorización	Level/ Meteorizada	5					
5	Contenido de Agua	Goteo						4
RMR BÁSICO						68		

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
	Regular	-7	61

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

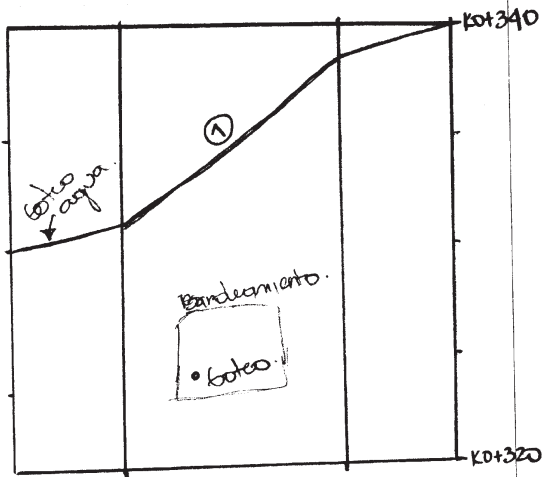
CLASIFICACIÓN RMR	61
DESCRIPCIÓN	Roca Buena
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo I
COHESIÓN (kPa)	300 - 400
ÁNGULO DE FRICCIÓN	35 - 45

RQD	95
Jn	2
Jr	2
Ja	1
Jw	1
SRF	2,5

GSI	55 - 60
Q	38,000

CROQUIS DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRAFICO



Observaciones: Un único plano de cizalla con agua.

[Signature]
 INGENIERO GEÓLOGO
 ELABORÓ

[Signature]
 DIRECTOR TÉCNICO
 REVISÓ

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 18 de noviembre de 2011
 LOCALIZACIÓN: Túnel de Desviación K0+300,00 - K0+320,00
 FRENTE: Portal Entrada

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES						VALUACIÓN
		FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250						12
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	75 - 90						17
3	Espaciamiento (m)	0,2 - 0,6						10
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		19
	RUMBO/BUZAMIENTO	N50°W/65°SW		N40°E/70°SE		N10°E/53°SE		
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación	
	Continuidad (m)	10 - 20	1	3 - 10	2	3 - 10	2	
	Abertura (mm)	1 - 5	1	0,1 - 1	4	0,1 - 1	4	
	Rugosidad	Rugosa	5	Rugosa	5	Rugosa	5	
	Relleno	Ninguno	6	Ninguno	6	Ninguno	6	
	Grado de meteorización	Fresca	6	Fresca	6	Fresca	6	
5	Contenido de Agua	Humedo						10
RMR BÁSICO							68	

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
	Regular	-7	61

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

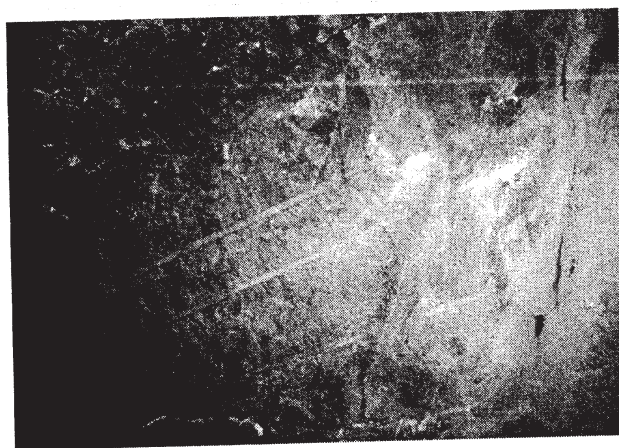
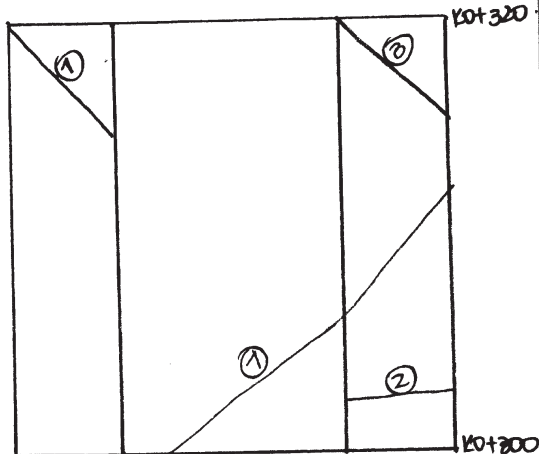
CLASIFICACIÓN RMR	61
DESCRIPCIÓN	Roca Buena
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo I
COHESIÓN (kPa)	300 - 400
ÁNGULO DE FRICCIÓN	35 - 45

RQD	80
Jn	3
Jr	4
Ja	0,75
Jw	1
SRF	2

GSI	70 - 75
Q	71,111

CROQUIS DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Observaciones:

[Signature]
 INGENIERO GEÓLOGO
 ELABORÓ

[Signature]
 DIRECTOR TÉCNICO
 REVISÓ

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 12 de noviembre de 2011
 LOCALIZACIÓN: Túnel de Desviación K0+280,00 - K0+300,00
 FRENTE: Portal Entrada

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES						VALUACIÓN
		FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250						12
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	50 - 75						13
3	Espaciamiento (m)	0,06 - 0,2						8
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		19
	RUMBO/BUZAMIENTO	N10°W/83°NE		N50°W/75°SW		N50°E/60°SE		
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación	
	Continuidad (m)	10 - 20	1	10 - 20	1	10 - 20	1	
	Abertura (mm)	> 5	0	1 - 5	1	1 - 5	1	
	Rugosidad	Suave	1	Rugosa	5	Rugosa	5	
	Relleno	Blando	0	Ninguno	6	Ninguno	6	
	Grado de meteorización	Moderada/ Meteorizada	3	Fresca	6	Fresca	6	
5	Contenido de Agua	Goteo						4
RMR BÁSICO							56	

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
	Regular	-7	49

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

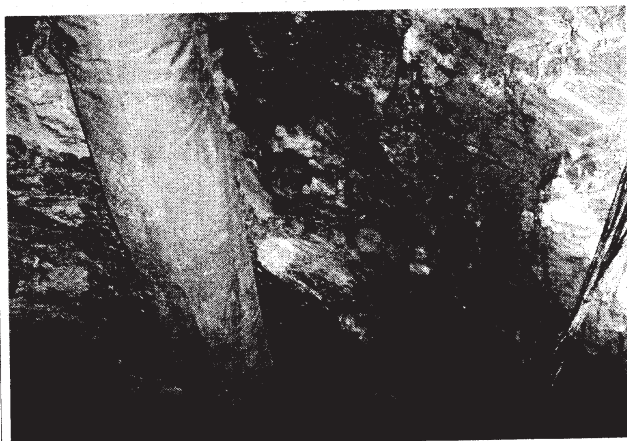
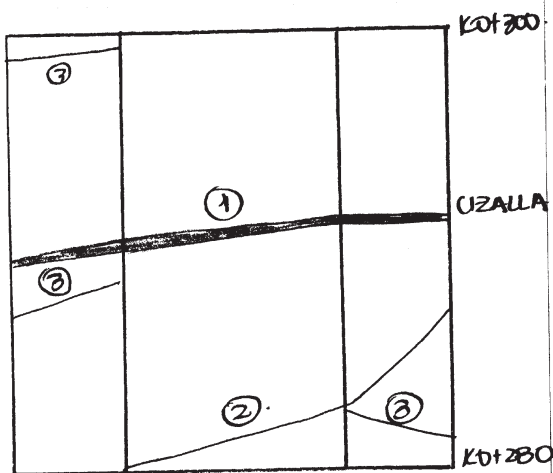
CLASIFICACIÓN RMR	49
DESCRIPCIÓN	Roca Regular
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo I
COHESIÓN (kPa)	300 - 400
ÁNGULO DE FRICCIÓN	35 - 45

RQD	60
Jn	4
Jr	3
Ja	0,75
Jw	1
SRF	2,5

GSI	60 - 65
Q	24,000

CROQUIS DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Observaciones:

[Signature]
 INGENIERO GEÓLOGO
 ELABORÓ

[Signature]
 DIRECTOR TÉCNICO
 REVISÓ

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 9 de noviembre de 2011
 LOCALIZACIÓN: Túnel de Desviación K0+260,00 - K0+280,00
 FRENTE: Portal Entrada

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES						VALUACIÓN
		FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		
RUMBO/BUZAMIENTO		N80°W/20°NE		N80°E/82°NW				
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación	
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250						12
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	75 - 90						17
3	Espaciamiento (m)	0,2 - 0,6						10
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		22
	Continuidad (m)	10 - 20	1	3 - 10	2			
	Abertura (mm)	0,1 - 1	4	0,1 - 1	4			
	Rugosidad	Rugosa	5	Rugosa	5			
	Relleno	Ninguno	6	Ninguno	6			
	Grado de meteorización	Fresca	6	Fresca	6			
5	Contenido de Agua	Humedo						12
							73	

RMR BÁSICO

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
	Regular	-7	66

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

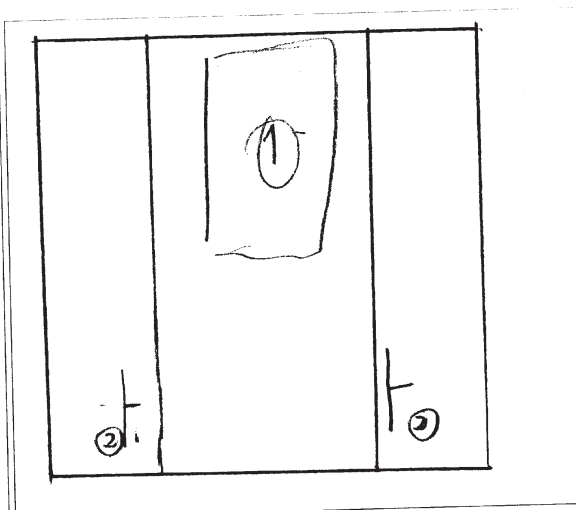
CLASIFICACIÓN RMR	66
DESCRIPCIÓN	Roca Buena
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo I
COHESIÓN (kPa)	300 - 400
ÁNGULO DE FRICCIÓN	35 - 45

RQD	85
Jn	6
Jr	3
Ja	0,75
Jw	1
SRF	2

GSI	60 - 65
Q	28,333

CROQUIS DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Observaciones:

[Signature]
 INGENIERO GEÓLOGO
 ELABORÓ

[Signature]
 DIRECTOR TÉCNICO
 REVISÓ

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 4 de noviembre de 2011
 LOCALIZACIÓN: Túnel de Desviación K0+240,00 - K0+260,00
 FRENTE: Portal Entrada

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES						VALUACIÓN
		FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250						12
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	75 - 90						17
3	Espaciamiento (m)	0,2 - 0,6						10
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	N80°W/20°NE		N80°E/82°NW		N45°W/85°SW		22
	RUMBO/BUZAMIENTO	Esca	Valuación	Esca	Valuación	Esca	Valuación	
	Continuidad (m)	10 - 20	1	3 - 10	2	3 - 10	2	
	Abertura (mm)	0,1 - 1	4	0,1 - 1	4	0,1 - 1	4	
	Rugosidad	Rugosa	5	Rugosa	5	Rugosa	5	
	Relleno	Ninguno	6	Ninguno	6	Ninguno	6	
	Grado de meteorización	Fresca	6	Fresca	6	Fresca	6	
5	Contenido de Agua	Humedo						10
							RMR BÁSICO	71

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
Regular		-7	64

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

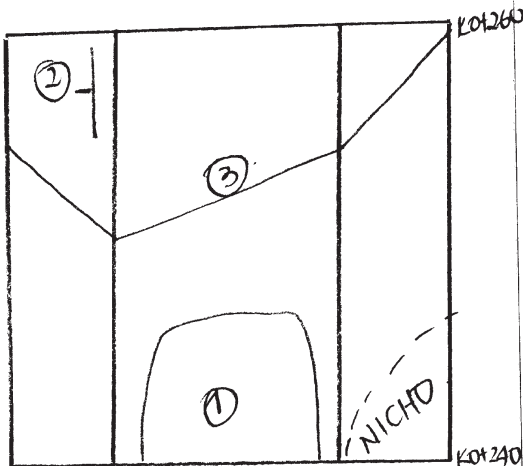
CLASIFICACIÓN RMR	64
DESCRIPCIÓN	Roca Buena
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo I
COHESIÓN (kPa)	300 - 400
ÁNGULO DE FRICCIÓN	35 - 45

RQD	80
Jn	6
Jr	3
Ja	0,75
Jw	1
SRF	2

GSI	60 - 65
Q	26,667

CROQUIS DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Observaciones:

[Signature]
 INGENIERO GEÓLOGO
 ELABORÓ

[Signature]
 DIRECTOR TÉCNICO
 REVISÓ

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 28 de octubre de 2011
 LOCALIZACIÓN: Túnel de Desviación K0+220,00 - K0+240,00
 FRENTE: Portal Entrada

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES						VALUACIÓN
		FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250						12
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	75 - 90						17
3	Espaciamiento (m)	0,6 - 2,0						15
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	E - W/ 10°S		E - W/ 90°		N10°E/ 40°NW		22
	RUMBO/BUZAMIENTO							
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación	
	Continuidad (m)	10 - 20	1	10 - 20	1	3 - 10	2	
	Abertura (mm)	0,1 - 1	4	0,1 - 1	4	0,1 - 1	4	
	Rugosidad	Rugosa	5	Rugosa	5	Rugosa	5	
	Relleno	Ninguno	6	Ninguno	6	Ninguno	6	
	Grado de meteorización	Fresca	6	Fresca	6	Fresca	6	
5	Contenido de Agua	Mojado						7
RMR BÁSICO							73	

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
	Muy Favorable	0	73

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

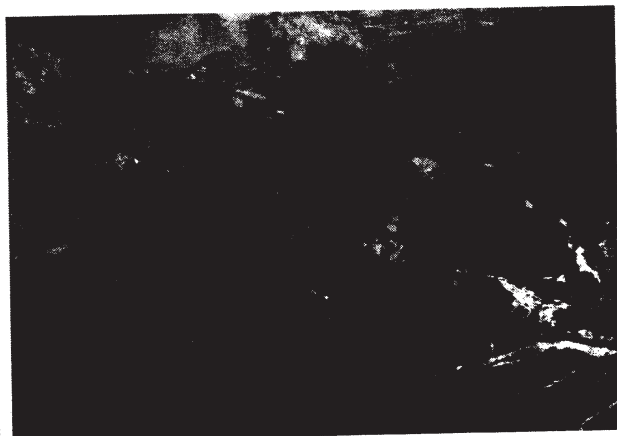
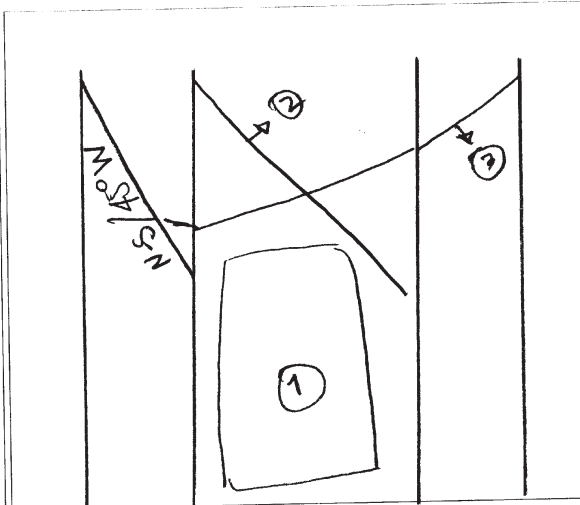
CLASIFICACIÓN RMR	73
DESCRIPCIÓN	Roca Buena
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo I
COHESIÓN (kPa)	300 - 400
ÁNGULO DE FRICCIÓN	35 - 45

RQD	90
Jn	4
Jr	3
Ja	0,75
Jw	1
SRF	2

GSI	70 - 75
Q	45,000

CROQUIS DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRAFICO



Observaciones:

[Signature]
 INGENIERO GEÓLOGO
 ELABORÓ

[Signature]
 DIRECTOR TÉCNICO
 REVISÓ

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 20 de octubre de 2011
 LOCALIZACIÓN: Túnel de Desviación K0+200,00 - K0+220,00
 FRENTE: Portal Entrada

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES						VALUACIÓN
		FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250						12
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	75 - 90						17
3	Espaciamiento (m)	0,6 - 2,0						15
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	E - W/ 15°S		E - W/ 85°S		N70°W/50°SW		22
	RUMBO/BUZAMIENTO	E - W/ 15°S		E - W/ 85°S		N70°W/50°SW		
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación	
	Continuidad (m)	10 - 20	1	10 - 20	1	3 - 10	2	
	Abertura (mm)	0,1 - 1	4	0,1 - 1	4	0,1 - 1	4	
	Rugosidad	Rugosa	5	Rugosa	5	Rugosa	5	
	Relleno	Ninguno	6	Ninguno	6	Ninguno	6	
	Grado de meteorización	Fresca	6	Fresca	6	Fresca	6	
5	Contenido de Agua	Goteo						4
RMR BÁSICO							70	

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
	Muy Favorable	0	70

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

CLASIFICACIÓN RMR	70
DESCRIPCIÓN	Roca Buena
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo I
COHESIÓN (kPa)	300 - 400
ÁNGULO DE FRICCIÓN	35 - 45

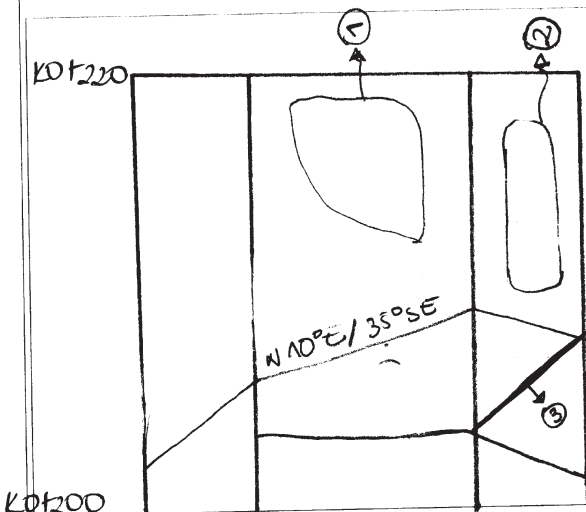
RQD	90
Jn	4
Jr	3
Ja	0,75
Jw	1
SRF	2

GSI	70 - 75
-----	---------

Q	45.000
---	--------

CROQUIS DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Observaciones:

[Handwritten signature]
 INGENIERO GEÓLOGO
 ELABORÓ

[Handwritten signature]
 DIRECTOR TÉCNICO
 REVISÓ

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 15 de octubre de 2011
 LOCALIZACIÓN: Túnel de Desviación K0+180,00 - K0+200,00
 FRENTE: Portal Entrada

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES				VALUACIÓN		
		FAMILIA 1		FAMILIA 2			FAMILIA 3	
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250				12		
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	75 - 90				17		
3	Espaciamiento (m)	0,6 - 2,0				15		
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		19
	RUMBO/BUZAMIENTO	N15°E/30°SE		N85°W/65°SW				
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación	
	Continuidad (m)	3 - 10	2	1 - 3	4			
	Abertura (mm)	1 - 5	1	1 - 5	1			
	Rugosidad	Rugosa	5	Rugosa	5			
	Relleno	Duro	4	Duro	4			
	Grado de meteorización	Fresca	6	Fresca	6			
5	Contenido de Agua	Humedo				10		
RMR BÁSICO						73		

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
	Muy Favorable	0	73

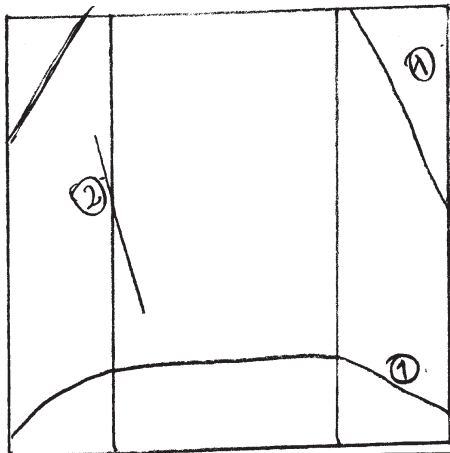
CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

CLASIFICACIÓN RMR	73
DESCRIPCIÓN	Roca Buena
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo I
COHESIÓN (kPa)	300 - 400
ÁNGULO DE FRICCIÓN	35 - 45

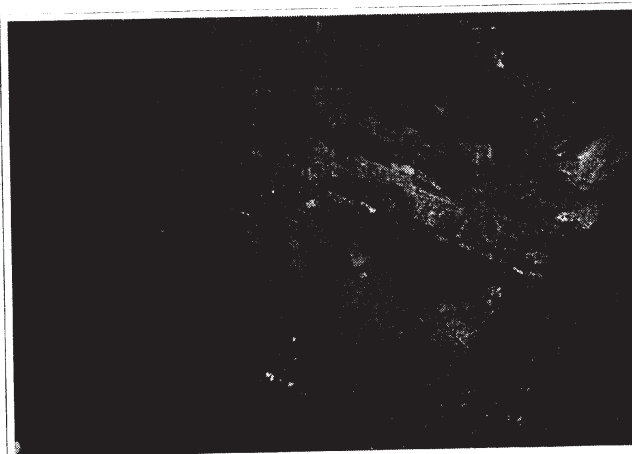
RQD	80
Jn	2
Jr	3
Ja	0,75
Jw	1
SRF	2

GSI	70 - 75
Q	80,000

CROQUIS DE CAMPO



REGISTRO FOTOGRAFICO



Observaciones:

[Signature]
 INGENIERO GEÓLOGO
 ELABORÓ

[Signature]
 DIRECTOR TÉCNICO
 REVISÓ

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 12 de octubre de 2011
 LOCALIZACIÓN: Túnel de Desviación K0+164,00 - K0+180,00
 FREENTE: Portal Entrada

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES						VALUACIÓN
		FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250						12
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	75 - 90						17
3	Espaciamiento (m)	0,6 - 2,0						15
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		19
	RUMBO/BUZAMIENTO	N10°W/12°SW		E - W/ 58°N				
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación	
	Continuidad (m)	1 - 3	4	10 - 20	1			
	Abertura (mm)	1 - 5	1	1 - 5	1			
	Rugosidad	Rugosa	5	Rugosa	5			
	Relleno	Duro	4	Duro	4			
	Grado de meteorización	Fresca	6	Fresca	6			
5	Contenido de Agua	Humedo						10
RMR BÁSICO							73	

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
	Muy Favorable	0	73

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

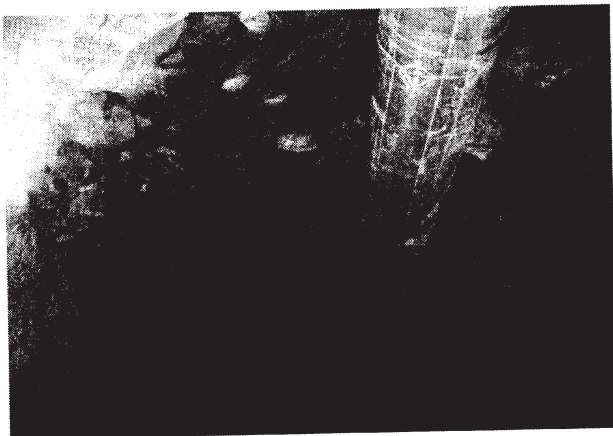
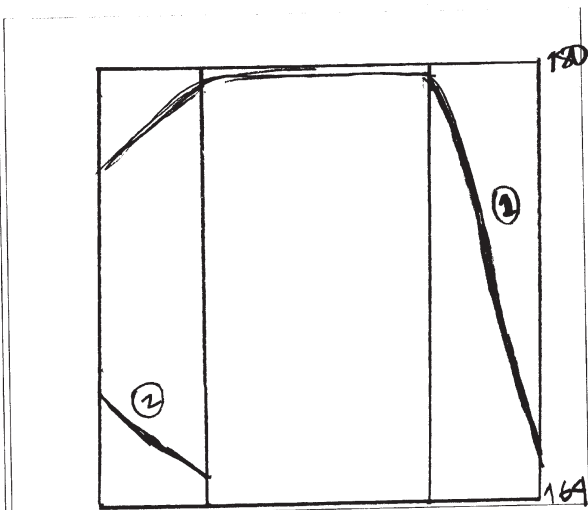
CLASIFICACIÓN RMR	73
DESCRIPCIÓN	Roca Buena
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo I
COHESIÓN (kPa)	300 - 400
ÁNGULO DE FRICCIÓN	35 - 45

RQD	85
Jn	2
Jr	3
Ja	0,75
Jw	1
SRF	2

GSI	70 - 75
Q	85,000

CROQUIS DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Observaciones:

[Signature]
 INGENIERO GEÓLOGO
 ELABORÓ

[Signature]
 DIRECTOR TÉCNICO
 REVISÓ

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 6 de octubre de 2011
 LOCALIZACIÓN: Túnel de Desviación K0+145,00 - K0+164,00
 FREENTE: Portal Entrada

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES						VALUACIÓN
		FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250						12
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	75 - 90						17
3	Espaciamiento (m)	0,6 - 2,0						15
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		18
	RUMBO/BUZAMIENTO	N20°W/58°NE						
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación	
	Continuidad (m)	3 - 10	2					
	Abertura (mm)	1 - 5	1					
	Rugosidad	Rugosa	5					
	Relleno	Duro	4					
	Grado de meteorización	Fresca	6					
5	Contenido de Agua	Humedo						10
RMR BÁSICO							72	

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
	Muy Favorable	0	72

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

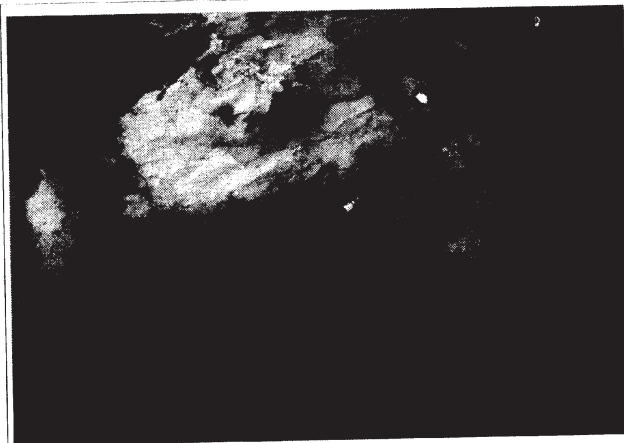
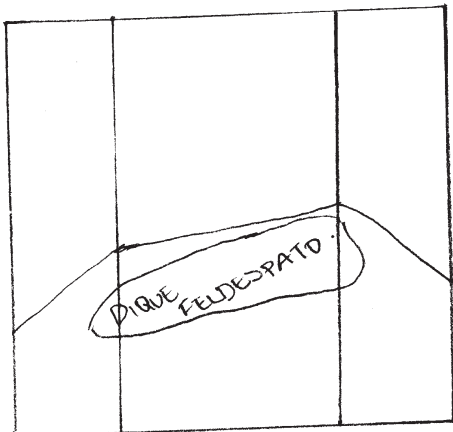
CLASIFICACIÓN RMR	72
DESCRIPCIÓN	Roca Buena
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo I
COHESIÓN (kPa)	300 - 400
ÁNGULO DE FRICCIÓN	35 - 45

RQD	90
Jn	2
Jr	3
Ja	1
Jw	1
SRF	2,5

GSI	60 - 65
Q	54,000

CROQUIS DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRAFICO



Observaciones: Dique feldespático en la clave

[Signature]
 INGENIERO GEÓLOGO
 ELABORÓ

[Signature]
 DIRECTOR TÉCNICO
 REVISÓ

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 1 de octubre de 2011
 LOCALIZACIÓN: Túnel de Desviación K0+135,00 - K0+145,00
 FRENTE: Portal Entrada

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES						VALUACIÓN
		FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250						12
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	75 - 90						17
3	Espaciamiento (m)	0,20 - 0,60						10
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		17
	RUMBO/BUZAMIENTO	N20°W/90°						
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación	
	Continuidad (m)	10 - 20	1					
	Abertura (mm)	1 - 5	1					
	Rugosidad	Rugoso	5					
	Relleno	Duro	4					
	Grado de meteorización	Fresca	6					
5	Contenido de Agua	Mojado						7
							63	

RMR BÁSICO

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
	Muy Favorable	0	63

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

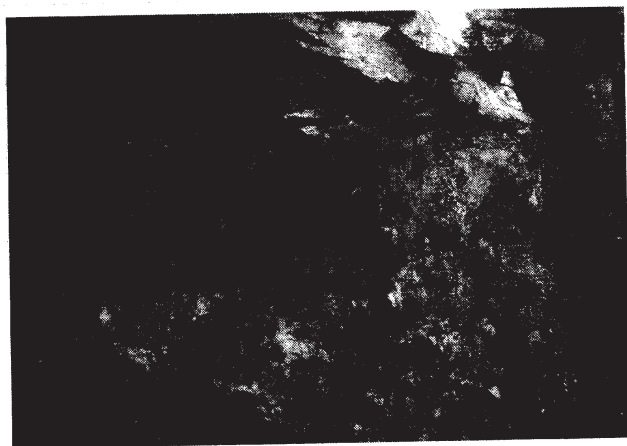
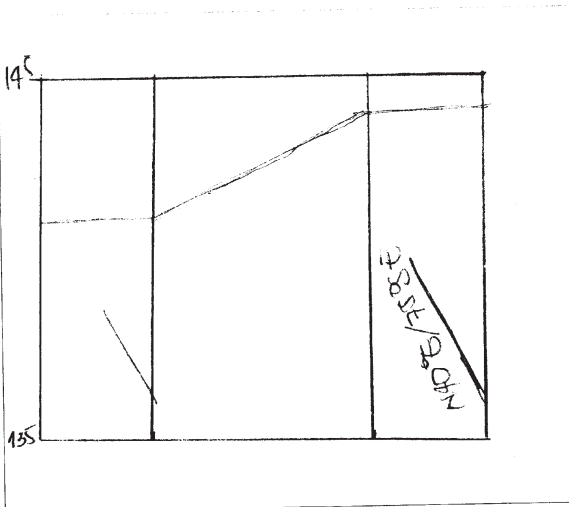
CLASIFICACIÓN RMR	63
DESCRIPCIÓN	Roca Buena
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo I
COHESIÓN (kPa)	300 - 400
ÁNGULO DE FRICCIÓN	35 - 45

RQD	85
Jn	3
Jr	3
Ja	1
Jw	1
SRF	2,5

GSI	55 - 60
Q	34,000

CROQUIS DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRAFICO



Observaciones:

[Signature]
 INGENIERO GEÓLOGO
 ELABORÓ

[Signature]
 DIRECTOR TÉCNICO
 REVISÓ

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 28 de Septiembre de 2011
 LOCALIZACIÓN: Túnel de Desviación K0+120,00 - K0+135,00
 FRENTE: Portal Entrada

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES						VALUACIÓN
		FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250						12
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	75 - 90						17
3	Espaciamiento (m)	0,2 - 0,6						10
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	RUMBO/BUZAMIENTO						6
		N10°W/66°NE						
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación	
	Continuidad (m)	3 - 10	2					
	Abertura (mm)	> 5	0					
	Rugosidad	Suave	1					
	Relleno	Blando	0					
	Grado de meteorización	Moderada/ Meteorizada	3					
5	Contenido de Agua	Humedo						10
RMR BÁSICO							55	

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
			55

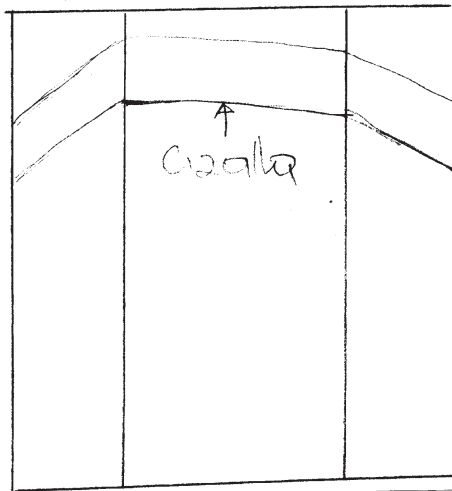
CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

CLASIFICACIÓN RMR	55
DESCRIPCIÓN	Roca Regular
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo I
COHESIÓN (kPa)	200 - 300
ÁNGULO DE FRICCIÓN	25 - 35

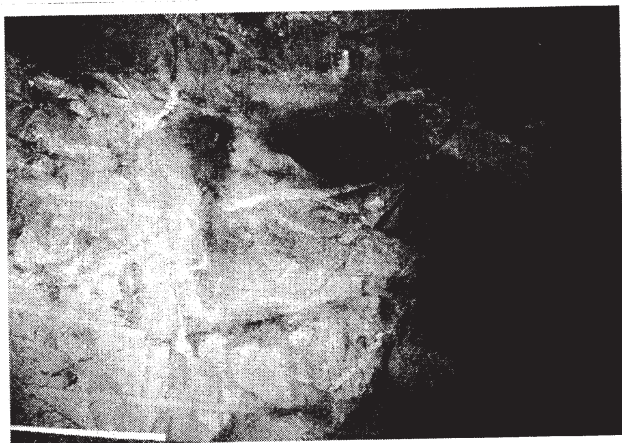
RQD	85
Jn	3
Jr	2
Ja	1
Jw	1
SRF	2,5

GSI	55 - 60
Q	22,667

CROQUIS DE CAMPO



REGISTRO FOTOGRÁFICO



Observaciones:

[Signature]
 INGENIERO GEÓLOGO
 ELABORÓ

[Signature]
 DIRECTOR TÉCNICO
 REVISÓ

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 26 de septiembre de 2011
 LOCALIZACIÓN: Túnel de Desviación K0+107,00 - K0+120,00
 FREENTE: Portal Entrada

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES						VALUACIÓN
		FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250						12
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	75 - 90						17
3	Espaciamiento (m)	0,60 - 2,00						15
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	N - S/30°E		N60°E/90°		N20°W/45°SW		13
	RUMBO/BUZAMIENTO	N - S/30°E		N60°E/90°		N20°W/45°SW		
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación	
	Continuidad (m)	3 - 10	2	3 - 10	2	3 - 10	2	
	Abertura (mm)	> 5	0	1 - 5	1	1 - 5	1	
	Rugosidad	Slickensided	0	Rugosa	5	Rugosa	5	
	Relleno	Blando	0	Duro	4	Duro	4	
	Grado de meteorización	Alta/ Meteorizada	1	Fresca	6	Fresca	6	
5	Contenido de Agua	Goteo						4
RMR BÁSICO							61	

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
	Muy Favorable	0	61

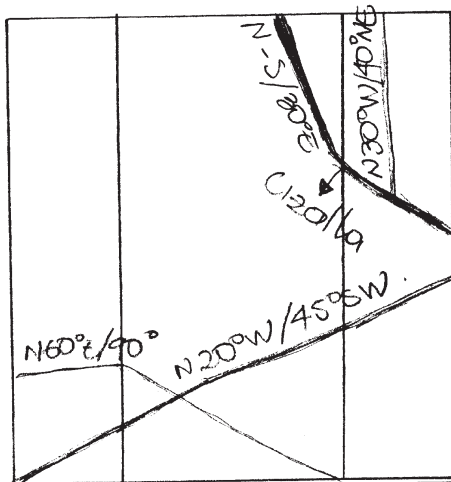
CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

CLASIFICACIÓN RMR	61
DESCRIPCIÓN	Roca Buena
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo I
COHESIÓN (kPa)	300 - 400
ÁNGULO DE FRICCIÓN	35 - 45

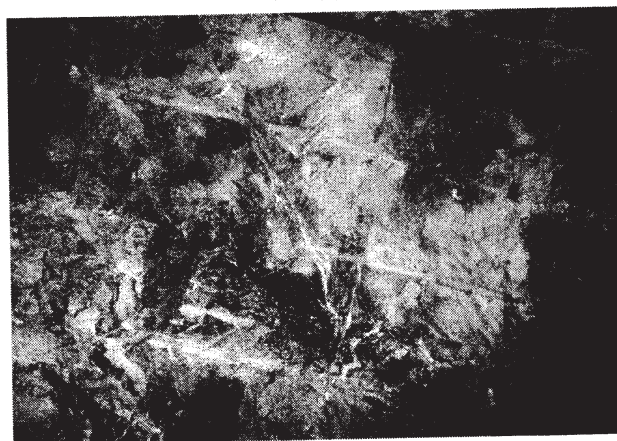
RQD	80
Jn	3
Jr	3
Ja	1
Jw	1
SRF	2,5

GSI	60 - 65
Q	32,000

CROQUIS DE CAMPO



REGISTRO FOTOGRAFICO



Observaciones:

[Signature]
 INGENIERO GEÓLOGO
 ELABORÓ

[Signature]
 DIRECTOR TÉCNICO
 REVISÓ

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 22 de septiembre de 2011
 LOCALIZACIÓN: Túnel de Desviación K0+104,00 - K0+107,00
 FREENTE: Portal Entrada

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES				VALUACIÓN		
		FAMILIA 1		FAMILIA 2			FAMILIA 3	
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250				12		
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	75 - 90				17		
3	Espaciamiento (m)	0,20 - 0,60				10		
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		17
	RUMBO/BUZAMIENTO	N50°E/80°SE						
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación	
	Continuidad (m)	10 - 20	1					
	Abertura (mm)	1 - 5	1					
	Rugosidad	Rugoso	5					
	Relleno	Duro	4					
	Grado de meteorización	Fresca	6					
5	Contenido de Agua	Seco				15		
RMR BÁSICO						71		

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
	Regular	-7	64

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

CLASIFICACIÓN RMR	64
DESCRIPCIÓN	Roca Buena
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo II
COHESIÓN (kPa)	200 - 300
ÁNGULO DE FRICCIÓN	25 - 35

RQD	75
Jn	3
Jr	3
Ja	1
Jw	1
SRF	5

GSI	55 - 60
Q	15,000

CROQUIS DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Observaciones: Soporte Tipo I a partir de la abscisa K0+107,

[Signature]
 INGENIERO GEÓLOGO
 ELABORÓ

[Signature]
 DIRECTOR TÉCNICO
 REVISÓ

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 21 de septiembre de 2011
 LOCALIZACIÓN: Túnel de Desviación K0+101,60 - K0+104,00
 FRENTE: Portal Entrada

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES						VALUACIÓN
		FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250						12
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	75 - 90						17
3	Espaciamiento (m)	0,20 - 0,60						10
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	N80°E/80°NW		N80°W/82°SW				17
	RUMBO/BUZAMIENTO							
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación	
	Continuidad (m)	10 - 20	1	3 - 10	2			
	Abertura (mm)	1 - 5	1	1 - 5	1			
	Rugosidad	Rugoso	5	Suave	1			
	Relleno	Duro	4	Ninguno	6			
	Grado de meteorización	Fresca	6	Fresca	6			
5	Contenido de Agua	Seco						15
RMR BÁSICO							71	

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
	Regular	-7	64

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

CLASIFICACIÓN RMR	64
DESCRIPCIÓN	Roca Buena
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo II
COHESIÓN (kPa)	200 - 300
ÁNGULO DE FRICCIÓN	25 - 35

RQD	75
Jn	9
Jr	3
Ja	1
Jw	1
SRF	5

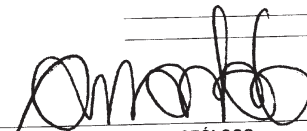
GSI	50 - 55
Q	5,000

CROQUIS DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Observaciones: Se define Soporte Tipo II a partir de la abscisa K0+101,


 INGENIERO GEÓLOGO
 ELABORÓ


 DIRECTOR TÉCNICO
 REVISÓ

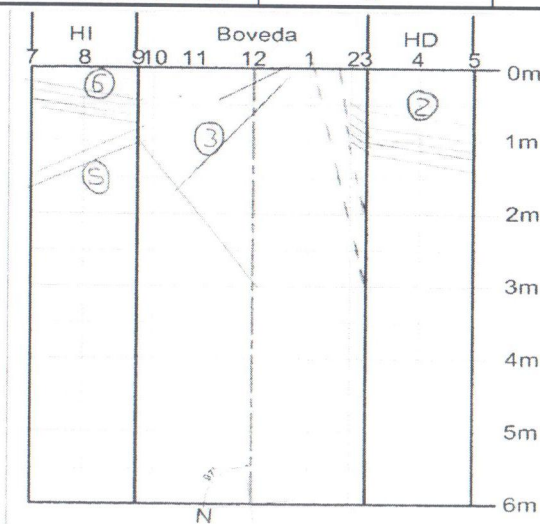
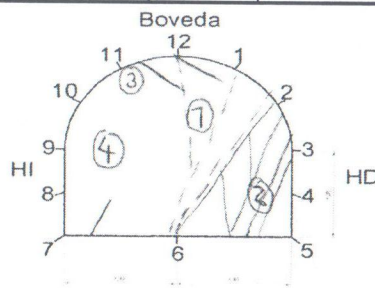
ANEXO C. Caracterizaciones Geomecánicas Túnel de Aducción

Frete:	Túnel de Aducción -Sección típica	Actividad en curso:	Adecuación para lanzado	Fecha:	01/03/2013	Hora:	08:30 a.m.	Abscisa:	101,8
Levantó:	Carlos Vera / Andrés Mauricio Alvarez		Sección:	5,8m2	Dirección de la excavación:		97°		

Descripción Geológico-Geotécnica
 Frente constituido por Diorita fracturada de color gris verdoso con tres sistemas de discontinuidades y presencia de dos zonas débiles con espesores de 5,0 y 40 cm respectivamente con arcilla y roca fracturada entre las paredes. Superficies de fracturas ligeramente rugosa y flujo de agua sin presión en el frente.

Observaciones

Se ha venido evidenciado goteo aproximadamente desde la abscisa 109 y se observa un flujo pequeño en el frente. Se requiere la realización de drenajes en la bóveda y continuar con tratamiento tipo II en el sentido de avance de la excavación.



Conv.	Diaclasa	Foliación	Filtración
	Plano-Cizalla	Falla	

CLASIFICACION GEOMECANICA - SISTEMA RMR (1989)

Resistencia de la matriz rocosa							
UCS	R _g > 250 Mpa	R _g 100-250 Mpa	R _g 50-100 Mpa	R _g 25-50 Mpa	R _g 5-25 Mpa	R _g 1-5 Mpa	R _g < 1 Mpa
			X				
RQD (Índice de calidad de roca)							
RQD	90-100%	75-90 %	50-75 %	25-50 %			< 25%
			X				
Separación entre discontinuidades							
SD	> 2 m	0.6 - 2.0 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm			< 60 mm
				X			

Condición de las discontinuidades

#	Tipo	Dip	Dip Dire	Persistencia					Abertura				Rugosidad					Relleno			Alteración					Paralela								
				< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	>20m	Sellada	< 0,1 mm	0,1-1,0 mm	1-5 mm	> 5 mm	Slicken sides	Liso	Lig. Rugoso	Rugoso	Muy Rugoso	Relleno-Cemento		Relle. Blando	Inalterada	Lig. Alterada	Mode. Alterada	Muy Alterada	Descomp.	cant	separa (cm)						
				< 5mm		> 5mm		< 5 mm		> 5mm																								
1	C	70	340			X																												
2	D	80	45		X																													
3	D	70	230		X													X																
4	C	75	225		X													X																
5	D	65	315		X													X																
6	D	85	225		X													X																
7	Fr	80	160			X												X																
8																																		
9																																		
10																																		
11																																		

Condición Agua Subterránea

GW	Completamente seco	Ligeramente Húmedo	Húmedo	Goteo	Flujo	Caudal Estimado (Lt/min)
					X	

Desprendimientos

Vol. Aproximado (m3):	Profundidad:	Ubicación:	HI	HD	BOVEDA	SOLERA	#	COD
							1	-10
				Revisó: Integral S.A. Carlos Alberto Vera Acevedo Firma: <i>[Firma]</i>				
				Aprobó: Conalvias S.A.S. Marco E. Gutiérrez Cortés Director de Ingeniería Firma: <i>[Firma]</i>				
Abscisa Inicial:	Abscisa Inicial:							
Abscisa Final:	Abscisa Final:							

Clasificación del Macizo Rocoso	RMR SYSTEM (1989)	Parámetro		Valor	RMR
		Resistencia de la roca Intacta		7	40
		RQD		13	Tipo Terreno
		Separación de Discontinuidades		8	II
		Condición de las Discontinuidades		22	Tipo Soporte
	Condiciones de agua		0	II	
	Orientación de Estructuras		-10		
	Q BARTON	RQD	55	VALOR Q	
		Jn	9	0,81	
		Jr	2	GSI	
Ja		6	Estructura	VALOR	
Jw		1	Cond. de superficie		
SRF	2,5		35		

TIPO DE PLANO	S-0 Estratificación S-1 Esquistosidad	Fo Foliación D Diaclasas	Fr Fractura C Zona de cizalla	RELLENO	G -Grava S -Arena	B -Brecha M -Milonita	C -Arcilla Ca - Calcita	O -Óxidos F -Feldespatos	Q- Cuarzo
----------------------	--	-----------------------------	----------------------------------	----------------	----------------------	--------------------------	----------------------------	-----------------------------	-----------

[Firma manuscrita]

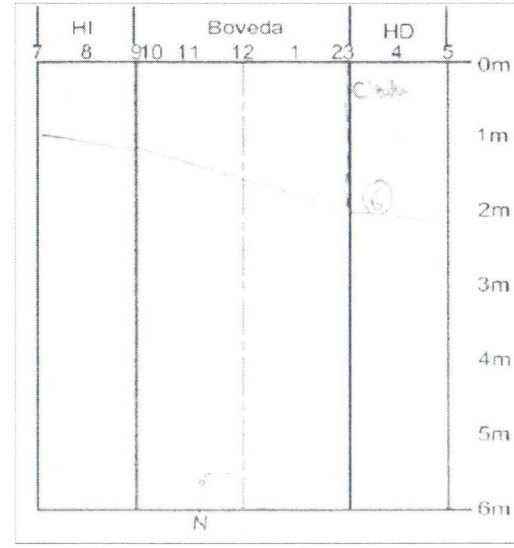
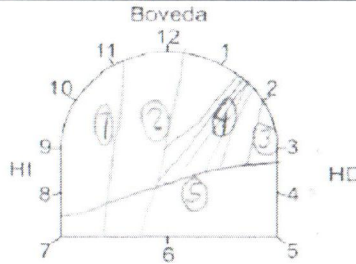
Frete: Túnel de Aducción -Sección típica **Actividad en curso:** Perforación **Fecha:** 26/02/2013 **Hora:** 02:30 p.m. **Abscisa:**
Levantó: Agustín Guerrero / Andrés Mauricio Alvarez **Sección:** 5,8m2 **Dirección de la excavación:** 97° **108,8**

Descripción Geológico-Geotécnica

Neis cuarzo feldespático de color gris, foliado, de tamaño de bloques entre medios a pequeños. Presenta tres familias de discontinuidades de paredes ligeramente alteradas, ligeramente rugosas, cerradas y sin presencia de rellenos. Frente con flujo. Presencia en el frente de dique cuarzoso de espesor aproximado entre 0,50 y 1,0 m, y zona débil con relleno arcilloso en el hastial derecho con prolongación hacia adelante con espesor menor de 5,0 cm.

Observaciones

Se hace necesaria la instalación de 3 pernos localizados, realización de drenajes y colocación de concreto lanzado en bóveda y hastial derecho desde el frente hasta 3,0 m atrás y continuar con tratamiento tipo II desde la abscisa 108,80 hasta la abscisa 103,80.



Conv.	Diaclasa	Foliación	Falla	Filtración
	Plano-Cizalla			

CLASIFICACION GEOMECANICA - SISTEMA RMR (1989)

Resistencia de la matriz rocosa							
UCS	R ₆ > 250 Mpa	R ₅ 100-250 Mpa	R ₄ 50-100 Mpa	R ₃ 25-50 Mpa	R ₂ 5-25 Mpa	R ₁ 1-5 Mpa	R ₀ <1 Mpa
RQD (Índice de calidad de roca)	90-100%	75-90 %	50-75 %	25-50 %	< 25%		
RQD				X			
Separación entre discontinuidades							
SD	> 2 m	0.6 - 2.0 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm		
				X			

Condición de las discontinuidades

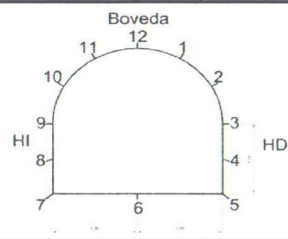
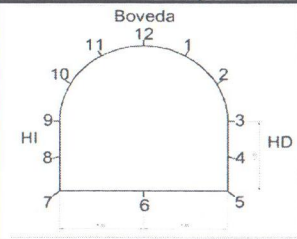
#	Tipo	Dip	Dip Dire	Persistencia					Abertura				Rugosidad				Relleno				Alteración				Paralela								
				<1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	>20m	Sellada	< 0,1 mm	0,1-1,0 mm	1-5 mm	> 5 mm	Slickens sides	Liso	Lig. Rugoso	Rugoso	Muy Rugoso	Relleno-Cemento		Relle. Blando		Inalterada	Lig. Alterada	Mode. Alterada	Muy Alterada	Descomp.	cant	separa (cm)				
				Ninguno		< 5mm		> 5mm		< 5 mm		> 5mm																					
1	D	80	46		X					X						X		X															
2	D	85	350		X											X		X												5	5		
3	Fr	80	44	X															F			X											
4	D	55	48		X											X		X				X									6	5	
5	Fr	35	66		X											X		X					X										
6	D	80	306			X										X		X						X									
7																																	
8																																	
9																																	
10																																	
11																																	

Condición Agua Subterránea

GW	Completamente seco			Ligeramente Húmedo			Húmedo			Goteo			Flujo			Caudal Estimado (Lt/min)	
															X		

Desprendimientos

Vol. Aproximado (m3):	Profundidad:	Ubicación:	HI	HD	BOVEDA	SOLERA	#	COD
							1	
							2	
							3	
							4	-5
							5	
							6	
							7	
							8	
							9	
Abscisa Inicial:	Abscisa Inicial:						10	
Abscisa Final:	Abscisa Final:						11	



Revisó: Integral S.A.
 Carlos Alberto Vera Acevedo
 Firma: *[Firma]*
 Aprobó: Conalviás S.A.S.
 Marco E. Gutiérrez Cortés
 Director de Ingeniería
 Firma: *[Firma]*

Clasificación del Macizo Rocoso

RMR SYSTEM (1989)	Parámetro		Valor	RMR
	Resistencia de la roca Intacta		7	41
RQD		8	Tipo Terreno	
Separación de Discontinuidades		8	II	
Condición de las Discontinuidades		23	Tipo Soporte	
Condiciones de agua		0	II	
Orientación de Estructuras		-5		
Q BARTON	RQD	50	VALOR Q	
	Jn	6	0,63	
	Jr	1,5	GSI	
	Ja	4	Estructura	36
	Jw	1	Cond. de superficie	
SRF	5			

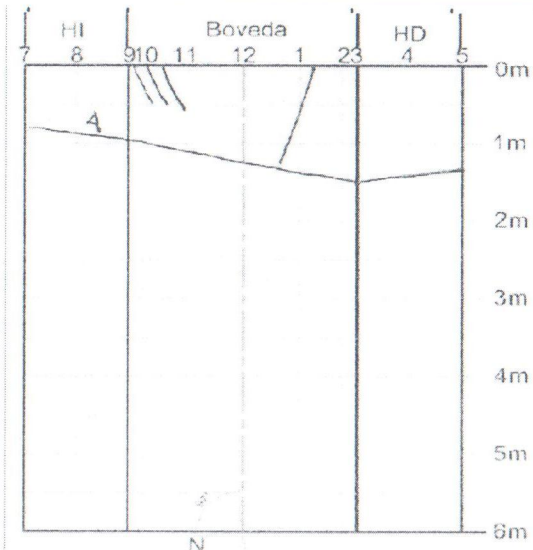
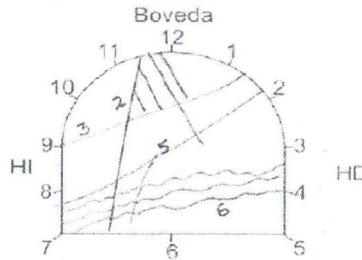
TIPO DE PLANO	S-0 Estratificación	Fo Foliación	Fr Fractura	RELLENO	G-Grava	B-Brecha	C-Arcilla	O-Oxidos	Q-Cuarzo
	S-1 Esquistosidad	D Diaclasas	C Zona de cizalla		S-Arena	M-Milonita	Ca- Calcita	F-Feldespato	

[Firma]

Frente: Túnel de Aducción - Sección típica	Acción en curso: Voladura	Fecha: 21/02/2013	Hora: 4:00 p.m.	Abscisa:
Levantó: Agustín Guerrero - Andrés M. Álvarez	Sección: 5,8m ²	Dirección de la excavación: 97°		120

Descripción Geológico-Geotécnica
 Excavación en Gneis cuarzo feldespático, diaclasamiento con 3 familias más alteradas ligeramente rugosas y ligeramente alteradas. Macizo poco fracturado nerando bloques medios. Frente seco.

Observaciones



Conv.	Diaclasa	Foliación	Filtración
	Plano-Cizalla		Falla
CLASIFICACION GEOMECANICA - SISTEMA RMR (1989)			
sistencia de la matriz rocosa			
UCS	R ₆ > 250 Mpa	R ₅ 100-250 Mpa	R ₄ 50-100 Mpa
			R ₃ 25-50 Mpa
			R ₂ 5-25 Mpa
			R ₁ 1-5 Mpa
			R ₀ < 1 Mpa
ID (Índice de calidad de roca)			
RQD	90-100%	75-90 %	50-75 %
			25-50 %
			< 25%
Comparación entre discontinuidades			
SD	> 2 m	0.6 - 2.0 m	200 - 600 mm
			60 - 200 mm
			< 60 mm

Tipo	Dip	Dip Dire	Persistencia					Abertura				Rugosidad				Relleno				Alteración					Paralela			
			< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	> 20m	Sellada	< 0,1 mm	0,1-1,0 mm	1-5 mm	> 5 mm	Slicken sides	Liso	Lig. Rugoso	Rugoso	Muy Rugoso	Relleno-Cemento		Relle. Blando		Inalterada	Lig. Alterada	Mode. Alterada	Muy Alterada	Descomp.	cant	separa (cm)
																		Ninguno	< 5mm	> 5mm	< 5 mm	> 5mm						
D	70	110	X					X						X			X					X						
D	80	48		X					X					X			X					X				5	10-30	
D	35	346		X					X					X				Q/G				X						
D	85	304			X				X					X								X						
D	60	64		X					X					X				S/G				X						
Fo	50	92		X					X					X			X					X						
D	70	174	X						X					X			X					X				4	10-20	
Fo	50	68		X					X					X			X					X						

GW	Completamente seco					Ligeramente Húmedo				Húmedo				Goteo				Flujo					Caudal Estimado (Lt/min)				
	X																										

Desprendimientos		Profundidad:		Ubicación:		HI	HD	BOVEDA	SOLERA	#	COD
Vol. Aproximado (m ³):											
				Revisó: Integral S.A. Carlos Alberto Vera Acevedo					1		
				Firma:					2		
				Aprobó: Conalvías S.A.S. Marco E. Gutiérrez Cortés Director de Ingeniería					3	-5	
				Firma:					4		
				Firma:					5		
				Firma:					6		
				Firma:					7		
				Firma:					8		
				Firma:					9		
				Firma:					10		
				Firma:					11		

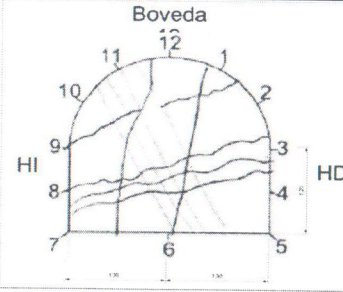
Abscisa Inicial:	Abscisa Final:	Abscisa Inicial:	Abscisa Final:
PO DE PLANO	S-0 Estratificación	Fo Foliación	Fr Fractura
RELLENO	G-Grava	B-Brecha	C-Arcilla
	O-Óxidos	Q-Cuarzo	

[Firma manuscrita]

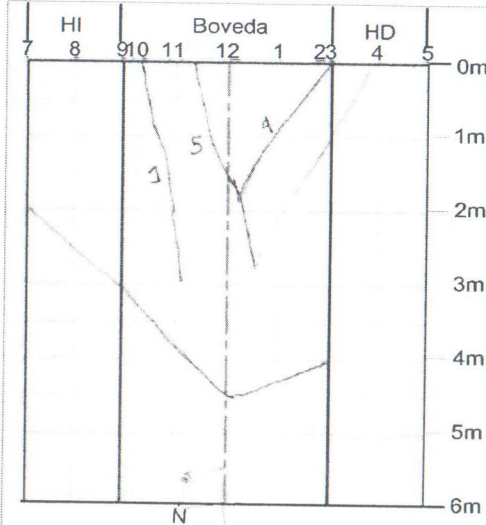
Frete:	Túnel de Aducción -Sección típica	Actividad en curso:	Concreto lanzado	Fecha:	20/02/2013	Hora:	7:00am
Levantó:	Carlos Vera - Agustín Guerrero	Sección:	5,8m2	Dirección de la excavación:	97°		

Abscisa:
122,90

Descripción Geológico-Geotécnica
Neis Cuarzo Feldespático de color gris, foliado y poco fracturado con dos sistemas de discontinuidades rugosas a ligeramente rugosas, algunas con rellenos limoso. Frente seco.



Observaciones
Terreno tipo I desde la abscisa 125,80 hasta el frente.



Conv.	Diaclasa	Foliación	Filtración
	Plano-Cizalla	Falla	

CLASIFICACION GEOMECANICA - SISTEMA RMR (1989)

Resistencia de la matriz rocosa								
UCS	R ₆ > 250 Mpa	R ₅ 100-250 Mpa	R ₄ 50-100 Mpa	R ₃ 25-50 Mpa	R ₂ 5-25 Mpa	R ₁ 1-5 Mpa	R ₀ <1 Mpa	
	X							
RQD (Indice de calidad de roca)								
RQD	90-100%	75-90 %	50-75 %	25-50 %				< 25%
	X							
Separación entre discontinuidades								
SD	> 2 m	0.6 - 2.0 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm			< 60 mm	
	X							

Condición de las discontinuidades

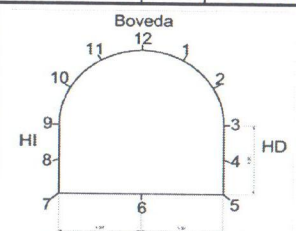
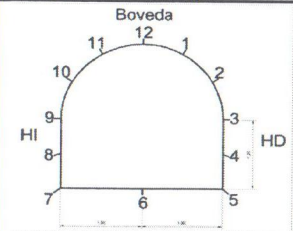
#	Tipo	Dip	Dip Dire	Persistencia					Abertura					Rugosidad					Relleno					Alteración					Paralela								
				< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	>20m	Sellada	< 0,1 mm	0,1-1,0 mm	1-5 mm	> 5 mm	Slicken sides	Liso	Lig. Rugoso	Rugoso	Muy Rugoso	Relleno-Cemento		Relle. Blando		Inalterada	Lig. Alterada	Mode. Alterada	Muy Alterada	Descomp.	cant	separa (cm)								
1	D	65	172		x																																
2	Fr	70	40		X																																
3	Fo	40	40		X																																
4	D	75	210		X																																
5	D	60	70		X																																
6	D	85	165		x																																
7	D	75	220		x																																
8																																					
9																																					
10																																					
11																																					

Condición Agua Subterránea

GW	Completamente seco	Ligeramente Húmedo	Húmedo	Goteo	Flujo	Caudal Estimado (Lt/min)
	X					

Desprendimientos

Vol. Aproximado (m3):	Profundidad:	Ubicación:	HI	HD	BOVEDA	SOLERA	#	COD
Abscisa Inicial:	Abscisa Inicial:							
Abscisa Final:	Abscisa Final:							



Revisó: Integral S.A.
Carlos Alberto Vera Acevedo
Firma: *[Firma]*

Aprobó: Conalvías S.A.S.
Marco E. Gutiérrez Cortés
Director de Ingeniería
Firma: *[Firma]*

Clasificación del Macizo Rocoso	RMR SYSTEM (1989)	Parámetro		Valor	RMR
		Resistencia de la roca Intacta		7	64
		RQD		17	Tipo Terreno
		Separación de Discontinuidades		8	I
		Condición de las Discontinuidades		22	Tipo Soporte
	Condiciones de agua		15	I	
	Orientación de Estructuras		-5		
	Q BARTON	RQD	85	VALOR Q	
		Jn	6	7,08	
		Jr	1,5	GSI	
Ja		3	Estructura	VALOR	
Jw		1	Cond. de superficie		
SRF	1		59		

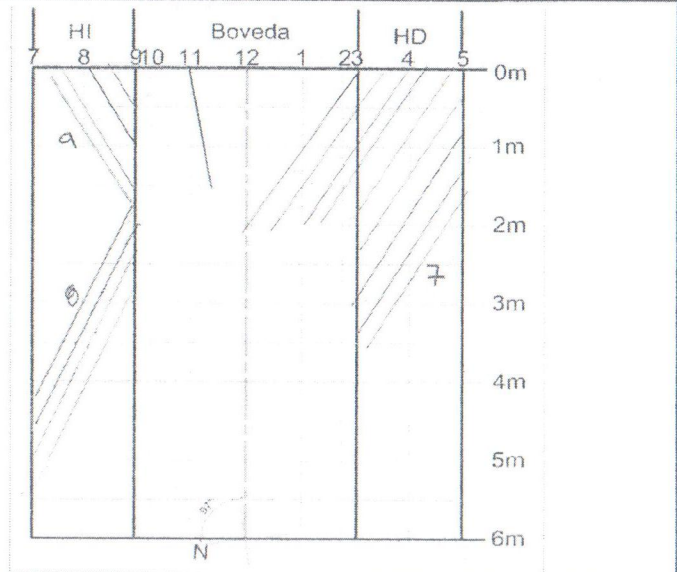
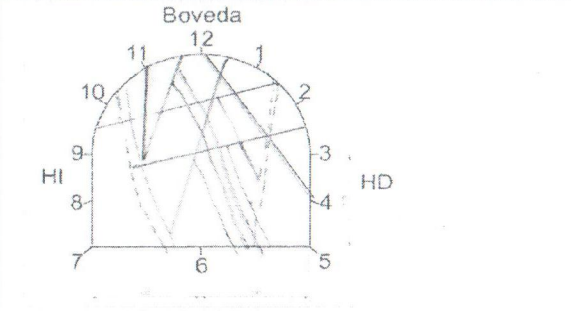
TIPO DE PLANO	S-0 Estratificación S-1 Esquistosidad	Fo Foliación D Diaclasis	Fr Fractura C Zona de cizalla	RELLENO	G -Grava S -Arena	B- Brecha M- Milonita	C- Arcilla Ca- Calcita	O- Óxidos F- Feldespato	Q- Cuarzo L- Limo
----------------------	--	-----------------------------	----------------------------------	----------------	----------------------	--------------------------	---------------------------	----------------------------	----------------------

[Firma]

Frete:	Túnel de Aducción -Sección típica	Actividad en curso:	Perforación	Fecha:	18/02/2013	Hora:	9:30 a.m.	Abscisa	
Levantó:	Agustin Guerrero - Carlos Vera	Sección:	5,8m2	Dirección de la excavación:			97°	128,8	

Descripción Geológico-Geotécnica
 Excavación en diorita de color gris verdoso, diaclasamiento con 3 familias más aleatorias. Familias ligeramente rugosas y ligeramente alteradas. Macizo medianamente a muy fracturado con diaclasamiento espaciado generando bloques medios a pequeños. Presencia de planos de cizalla. Goteo.

Observaciones
 Tratamiento para terreno tipo II.



Conv.	Diaclasa	Foliación	Filtración				
	Plano-Cizalla		Falla				
CLASIFICACION GEOMECANICA - SISTEMA RMR (1989)							
Resistencia de la matriz rocosa							
UCS	R _c > 250 Mpa	R _c 100-250 Mpa	R _c 50-100 Mpa	R _c 25-50 Mpa	R _c 5-25 Mpa	R _c 1-5 Mpa	R _c < 1 Mpa
		X					
RQD (Índice de calidad de roca)							
RQD	90-100%	75-90 %	50-75 %	25-50 %			< 25%
		X					
Separación entre discontinuidades							
SD	> 2 m	0.6 - 2.0 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm			< 60 mm
			X				

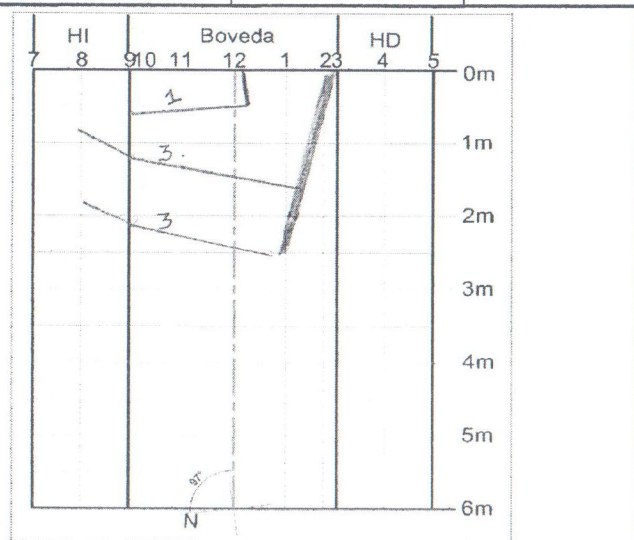
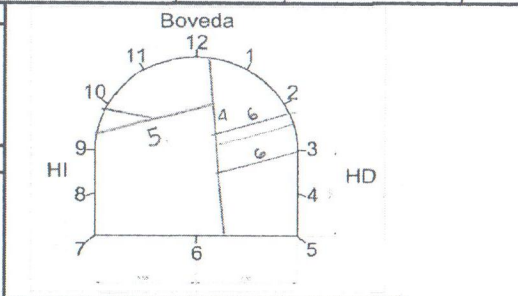
#	Tipo	Dip	Dip Dire	Condición de las discontinuidades																						
				Persistencia					Abertura				Rugosidad				Relleno		Alteración				Paralela			
				<1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	>20m	Sellada	<0,1 mm	0,1-1,0 mm	1-5 mm	> 5 mm	Slicken sides	Liso	Lig. Rugoso	Rugoso	Muy Rugoso	Relleno-Cemento	Rell. Blando	Inalterada	Lig. Alterada	Mod. Alterada	Muy Alterada	Descomp.	cant
1	C	70	162		X								X													
2	D	85	40		X						X					X					X				6	20-60
3	D	75	200		X						X					X			X						10	<10
4	C	75	50		X							X				X					X					
5	D	37	335		X						X					X									4	20-60
6	D	68	155		X						X						F			X						
7	D	80	255		X						X					X				X					12	20-60
8	D	70	12		X						X					X				X					5	20-60
9	D	82	155		X						X					X				X					4	20-60
10																										
11																										

GW	Condición Agua Subterránea				Goteo	Flujo	Caudal Estimado (Lt/min)
	Completamente seco	Ligeramente Húmedo	Húmedo				
					X		

Desprendimientos		Parámetro		Valor		RMR		
Vol. Aproximado (m3)	Profundidad:	Ubicación:	HI	HD	BOVEDA	SOLERA	#	COD
							1	
							2	
							3	-5
							4	
							5	
							6	
							7	
							8	
							9	
							10	
							11	

Frete:	Túnel de Aducción - Sección típica	Actividad en curso:	Rezaga	Fecha:	14/02/2013	Hora:	9:00am
Levantó:	Agustín Guerrero - Andrés Mauricio Alvarez	Sección:	5,8m2	Dirección de la excavación:	97°		

Descripción Geológico-Geotécnica
Neis Cuarzo Feldespático fracturado con tres sistemas de fracturas ligeramente rugosas sin relleno y ocasionalmente arenosos con superficies de fracturas ligermante alteradas, frente seco.



Observaciones
Se requiere lanzar bóveda con concreto en un espesor de 5cm y colocar parnos según indicación de campo en la bóveda.

Conv.	Diaclasa	Foliación	Filtración
	Plano-Cizalla	Falla	

CLASIFICACION GEOMECANICA - SISTEMA RMR (1989)

Resistencia de la matriz rocosa	UCS	R ₀ > 250 Mpa	R ₁ 100-250 Mpa	R ₂ 50-100 Mpa	R ₃ 25-50 Mpa	R ₄ 5-25 Mpa	R ₅ 1-5 Mpa	R ₆ < 1 Mpa
RQD (Índice de calidad de roca)	RQD	90-100%	75-90%	50-75%	25-50%	< 25%		
Separación entre discontinuidades	SD	> 2 m	0.6 - 2.0 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm		

#	Tipo	Dip	Dip Dire	Persistencia					Abertura					Rugosidad					Relleno				Alteración					Paralela						
				< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	> 20m	Sellado	< 0.1 mm	0.1-1.0 mm	1-5 mm	> 5 mm	Stickensides	Liso	Lig. Rugoso	Rugoso	Muy Rugoso	Ninguno	< 5mm	> 5mm	< 5 mm	> 5mm	Inalterada	Lig. Alterada	Mode. Alterada	Muy Alterada	Descomp.	cant	separa (cm)				
1	D	50	78	X						X								X																
2	D	80	214		X																													
3	D	60	316		X					X																								
4	D	30	304		X					X																								
5	D	50	96		X					X																								
6	D	40	78								X																							
7																																		
8																																		
9																																		
10																																		
11																																		

GW	Condición Agua Subterránea					Goteo	Flujo	Caudal Estimado (Lt/min)
	Completamente seco	Ligeramente Húmedo	Húmedo					

Desprendimientos		Vol. Aproximado (m3):		Profundidad:		Ubicación:		HI	HD	BOVEDA	SOLERA	#	COD
				Revisó: Integral S.A.		Carlos Alberto Vera Acevedo		1					
				Firma:				2					
				Aprobó: Conalvias S.A.S.		Marco E. Gutiérrez Cortés		3					
				Director de Ingeniería		Firma:		4					
				Abscisa Inicial:		Abscisa Final:		5					
				Abscisa Inicial:		Abscisa Final:		6					
				TIPO DE PLANO		Fo Foliación		Fr Fractura		RELLENO		G - Grava	
				S-1 Esquistosidad		D Diaclasas		C Zona de cizalla				S - Arena	
												B - Brecha	
												C - Arcilla	
												O - Óxidos	
												F - Feldespato	
												Q - Cuarzo	

RMR SYSTEM (1989)	Parámetro		Valor	RMR
		Resistencia de la roca Intacta	12	47
	RQD	17		Tipo Terreno
	Separación de Discontinuidades	8		I
	Condición de las Discontinuidades	15		Tipo Soporte
	Condiciones de agua	4		
	Orientación de Estructuras	-5		I
Q BARTON	RQD	80	VALOR Q	
	Jn	12	1,33	
	Jr	1,5	GSI	
	Ja	3	Estructura	VALOR
	Jw	1	Cond. de superficie	42

[Firma manuscrita]

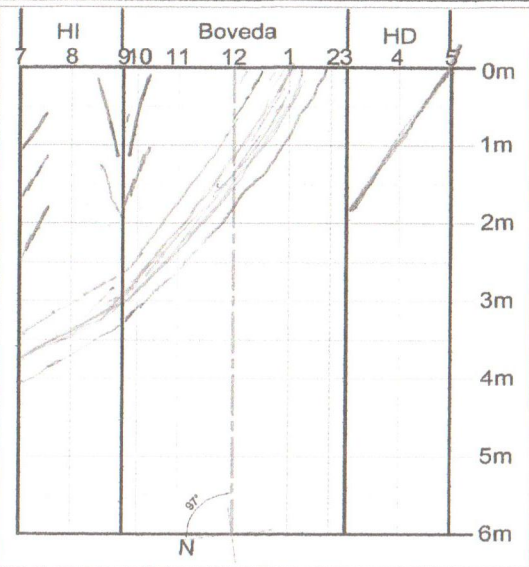
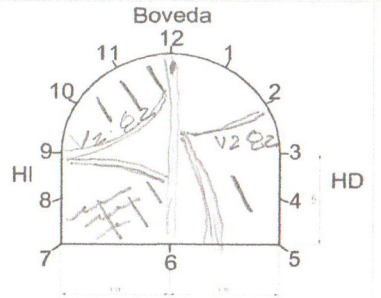
Frete:	Túnel de Aducción -Sección típica	Actividad en curso:	Perforación	Fecha:	13/02/2012	Hora:	03:00 p.m.	138,8
Levantó:	Carlos Alberto Vera - Andrés Mauricio Alvarez	Sección:	5,8m2	Dirección de la excavación:	97°			

Descripción Geológica-Geotécnica

Neis Cuarzo Feldespático con presencia de falla en frontón, bóveda y hastiales, con arcilla y grava, frente seco.

Observaciones

Se requiere lanzar bóveda con concreto en un espesor de 5cm, desde la abcisa 0+140,50



Conv.	Diaclasa	Foliación	Falla	Filtración			
	Plano-Cizalla						
CLASIFICACION GEOMECANICA - SISTEMA RMR (1989)							
Resistencia de la matriz rocosa							
UCS	R _c > 250 Mpa	R _c 100-250 Mpa	R _c 50-100 Mpa	R _c 25-50 Mpa	R _c 5-25 Mpa	R _c 1-5 Mpa	R _c < 1 Mpa
		X					
RQD (Índice de calidad de roca)							
RQD	90-100%	75-90%	50-75%	25-50%	< 25%		
			X				
Separación entre discontinuidades							
SD	> 2 m	0.6 - 2.0 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm		
			X				

#	Tipo	Dip	Dip Dire	Condición de las discontinuidades																														
				Persistencia					Abertura				Rugosidad				Relleno			Alteración				Paralela										
				< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	> 20m	Sellada	< 0,1 mm	0,1-1,0 mm	1-5 mm	> 5 mm	Slicken sides	Liso	Lig. Rugoso	Rugoso	Muy Rugoso	Ninguno	< 5mm	> 5mm	Relle. Blanco	< 5 mm	> 5mm	Inalterada	Lig. Alterada	Mode. Alterada	Muy Alterada	Descomp.	cant	separa (cm)			
1	F	70	120			X							X											X										
2	Fo	30	220		X								X					X						X							6	40		
3	D	50	170		X								X					X						X							3	10		
4	F	60	330		X													X						X										
5	D	70	350		X													X						X							4	20		
6																																		
7																																		
8																																		
9																																		
10																																		
11																																		

GW	Condición Agua Subterránea				Goteo	Flujo	Caudal Estimado (Lt/min)
	Completamente seco	Ligeramente Húmedo	Húmedo				
	X						

Desprendimientos										Clasificación del Macizo Rocoso	RMR SYSTEM (1989)	Parámetro		Valor	RMR
Vol. Aproximado (m3):	Profundidad:	Ubicación:	HI	HD	BOVEDA	SOLERA	#	COD							
		Revisó: Integral S.A.					1				Resistencia de la roca Intacta	12	58		
		Carlos Alberto Vera Acevedo					2				RQD	13	Tipo Terreno		
		Firma:					3				Separación de Discontinuidades	8	I		
							4				Condición de las Discontinuidad	15	Tipo Soporte		
							5				Condiciones de agua	15	I		
		Aprobó: Conalvias S.A.S.					6				Orientación de Estructuras	-5			
		Marco E. Gutiérrez Cortés					7				RQD	73	VALOR Q		
		Director de Ingeniería					8				Jn	6	2,4		
		Firma:					9				Jr	1,5	GSI		
							10				Ja	3	Estructura		
							11				Jw	1	Cond. de superficie		53

TIPO DE PLANO	S-0 Estratificación	Fo Foliación	Fr Fractura	RELLENO	G-Grava	B-Brecha	C-Arcilla	O-Oxidos	Q-Cuarzo
	S-1 Esquistosidad	D Diaclasas	C Zona de cizalla		S-Arena	M- Milonita	Ca- Calcita	F- Feldespato	

Frete: Túnel de Aducción -Sección típica **Actividad en curso:** Perforación **Fecha:** 12/02/2013 **Hora:** 10:00 a.m.
Levantó: Carlos Vera / Andrés Mauricio Alvarez **Sección:** 5,8m2 **Dirección de la excavación:** 97°

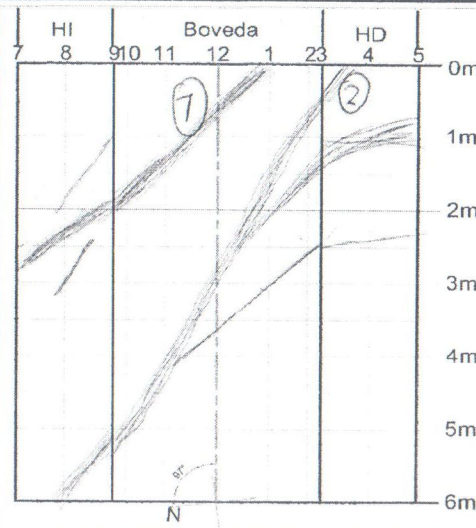
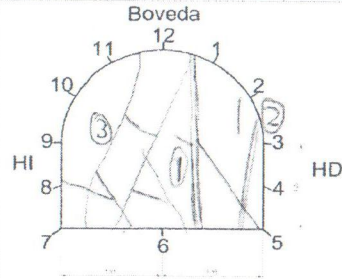
Abscisa:
 143,4

Descripción Geológico-Geotécnica

Neis cuarzo feldespático, foliado, fracturado y fallado, fracturas desde onduladas a planas, ligeramente rugosas a rugosas, frente seco.

Observaciones

Se requiere lanzar con concreto lanzado las zonas de falla en bóveda y hastiales.



Conv.	Diaclasa		Foliación		Falla		Filtración
	Plano-Cizalla						
CLASIFICACION GEOMECANICA - SISTEMA RMR (1989)							
Resistencia de la matriz rocosa							
UCS	R _c > 250 Mpa	R _c 100-250 Mpa	R _c 50-100 Mpa	R _c 25-50 Mpa	R _c 5-25 Mpa	R _c 1-5 Mpa	R _c < 1 Mpa
	x						
RQD (Índice de calidad de roca)							
RQD	90-100%	75-90 %	50-75 %	25-50 %	< 25%		
	x						
Separación entre discontinuidades							
SD	> 2 m	0.6 - 2.0 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm		
	x						

#	Tipo	Dip	Dip Dire	Condición de las discontinuidades												Paralela cant	separa (cm)											
				Persistencia					Abertura				Rugosidad					Relleno		Alteración								
				< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	>20m	Sellada	< 0.1 mm	0.1-1.0 mm	1-5 mm	> 5 mm	Slicken sides	Liso			Lig. Rugoso	Rugoso	Muy Rugoso	Ninguno	< 5mm > 5mm	Relle. Blando < 5 mm > 5mm	Inalterada	Lig. Alterada	Mode. Alterada	Muy Alterada	Descomp.
1	Falla	75	240			X																						
2	Falla	85	65			X												Q										
3	D	80	235		x															x								
4	D	60	320		x															x								
5	D	70	235		x															x								
6	D	80	140		x															x							4	20
7	D	75	250		x															x								
8	D	45	24		x																							
9	Fo	45	70		x																						3	40
10	Fo	60	110		x																							
11																												

GW	Condición Agua Subterránea				Goteo	Flujo	Caudal Estimado (Lt/min)
	Completamente seco	Ligeramente Húmedo	Húmedo				
	X						

Desprendimientos											
Vol. Aproximado (m3):		Profundidad:		Ubicación:		HI	HD	BOVEDA	SOLERA	#	COD
Boveda		Boveda		Boveda							
Abscisa Inicial:		Abscisa Inicial:		Abscisa Final:		Abscisa Final:		Abscisa Final:		Abscisa Final:	

Revisó: Integral S.A.
 Carlos Alberto Vera Acevedo
Firma: *[Firma]*
Aprobó: Conalvías S.A.S.
 Marco E. Gutiérrez Cortés
 Director de Ingeniería
Firma: *[Firma]*

RMR SYSTEM (1989)	Parámetro		Valor	RMR
		Resistencia de la roca Intacta		12
	RQD		20	Tipo Terreno
	Separación de Discontinuidades		10	I
	Condición de las Discontinuidad		11	Tipo Soporte
	Condiciones de agua		15	
	Orientación de Estructuras		-5	I
Q BARTON	RQD	85	VALOR Q	
	Jn	6	4,3	
	Jr	1,5	GSI	
	Ja	2	VALOR	
	Jw	1	Estructura	
	SRF	2,5	Cond. de superficie	
				58

TIPO DE PLANO S-0 Estratificación S-1 Esquistosidad Fo Foliación D Diaclasas Fr Fractura C Zona de cizalla **RELLENO** G-Grava S-Arena B-Brecha M-Milonita C-Arcilla Ca-Calcita O-Óxidos F-Feldespato Q-Cuarzo

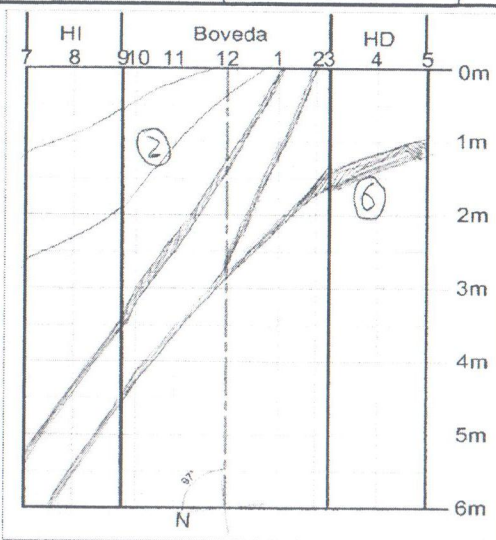
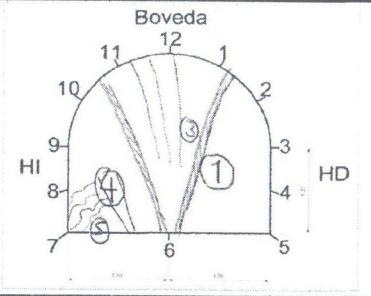
[Firma]

Frete: Túnel de Aducción -Sección típica **Actividad en curso:** Topografía **Fecha:** 11/02/2013 **Hora:** 02:00 p.m.
Levantó: Carlos Vera / Andrés Mauricio Alvarez **Sección:** 5,8m2 **Dirección de la excavación:** 97°

Abscisa:
 144,8

Descripción Geológico-Geotécnica
 Neis cuarzo feldespático fracturado y fallado, falla con relleno arcilloso menor de 5mm. Fracturas onduladas, frente seco

Observaciones
 Se requiere lanzar zona de falla con 5 cm de espesor desde la abscisa 10+149,3 en Bóveda y hastiales.



Conv.	Diaclasa	Foliación	Filtración
	Plano-Cizalla	Falla	
CLASIFICACION GEOMECANICA - SISTEMA RMR (1989)			
Resistencia de la matriz rocosa			
UCS	R ₂ > 250 Mpa	R ₃ 100-250 Mpa	R ₄ 50-100 Mpa
RQD (Índice de calidad de roca)	90-100%	75-90 %	50-75 %
RQD			
Separación entre discontinuidades			
SD	> 2 m	0.6 - 2.0 m	200 - 600 mm

#	Tipo	Dip	Dip Dire	Condición de las discontinuidades												Paralela																				
				Persistencia					Abertura				Rugosidad			Relleno		Alteración			cant	separa (cm)														
				<1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	>20m	Sellada	< 0,1 mm	0,1-1,0 mm	1-5 mm	> 5 mm	Slacken sides	Liso	Lig. Rugoso	Rugoso	Muy Rugoso	Ninguno	< 5mm			> 5mm	< 5mm	> 5mm	Inalterada	Lig. Alterada	Mode. Alterada	Muy Alterada	Descomp.						
1	Falla	70	30			X																														
2	C	75	250			X																														
3	Falla	80	60			X																														
4	D	68	140		X																															
5	Fo	50	55		X																															
6	Falla	65	245			X																														
7																																				
8																																				
9																																				
10																																				
11																																				

GW	Condición Agua Subterránea					Goteo	Flujo	Caudal Estimado (Lt/min)
	Completamente seco	Ligeramente Húmedo	Húmedo					
	X							

Vol. Aproximado (m3):		Profundidad:		Ubicación:		HI	HD	BOVEDA	SOLERA	#	COD
										1	-5
Revisó: Integral S.A. Carlos Alberto Vera Acevedo Firma:											
Aprobó: Conalvias S.A.S. Marco E. Gutiérrez Cortés Director de Ingeniería Firma:											
Abscisa Inicial:		Abscisa Inicial:								6	
Abscisa Final:		Abscisa Final:								7	
										8	
										9	
										10	
										11	

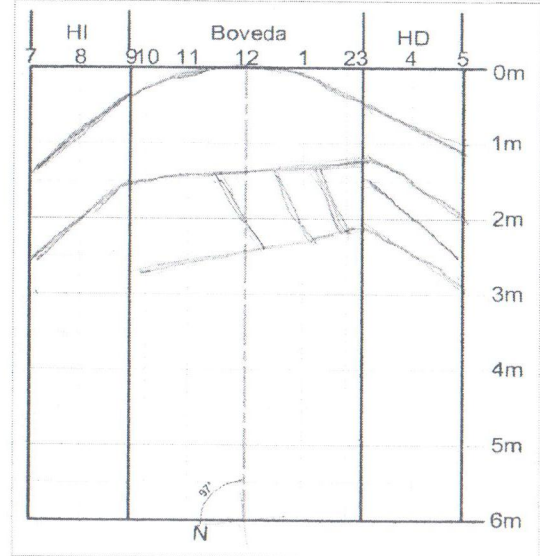
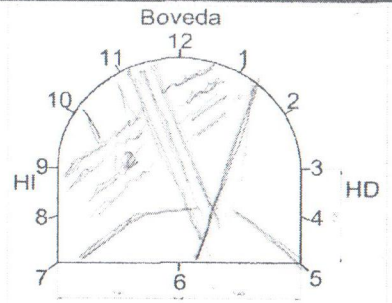
TIPO DE PLANO	S-0 Estratificación	Fo Foliación	Fr Fractura	RELLENO	G-Grava	B-Brecha	C-Arcilla	O-Oxidos	Q-Cuarzo
	S-1 Esquistosidad	D Diaclasas	C Zona de cizalla		S-Arena	M-Milonita	Ca- Calcita	F-Feldespato	

[Firma manuscrita]

Fronte:	Túnel de Aducción - Tramo Blindado	Actividad en curso:	Perforación	Fecha:	01/02/2013	Hora:	10:00 a.m.	0+155,5
Levantó:	Carlos Alberto Vera - Andrés Mauricio Alvarez	Sección:	6,4m2	Dirección de la excavación:	97°			

Descripción Geológico-Geotécnica

Neis cuarzo feldespático, foliado de color gris con dos sistemas de discontinuidades mas aleatorias sin rellenos e inalterada, frente seco.



Observaciones

Conv.	Diaclaza	Foliación	Filtración
	Plano-Cizalla		Falla

CLASIFICACION GEOMECANICA - SISTEMA RMR (1989)

Resistencia de la matriz rocosa	UCS	R ₂ > 250 Mpa	R ₂ 100-250 Mpa	R ₁ 50-100 Mpa	R ₁ 25-50 Mpa	R ₁ 5-25 Mpa	R ₁ 1-5 Mpa	R ₀ <1 Mpa
RQD (Índice de calidad de roca)	RQD	90-100%	75-90 %	50-75 %	25-50 %	< 25%		
Separación entre discontinuidades	SD	> 2 m	0.6 - 2.0 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm		

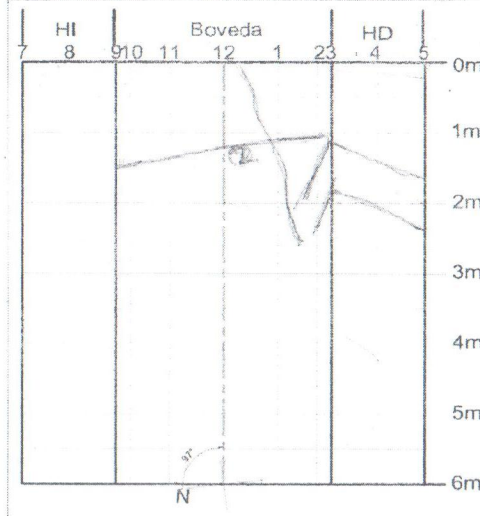
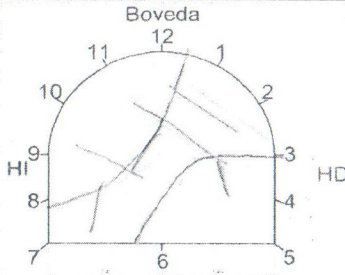
#	Tipo	Dip	Dip Dire	Persistencia					Abertura				Rugosidad					Relleno				Alteración				Paralela				
				< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	>20m	Sellada	< 0.1 mm	0.1-1.0 mm	1-5 mm	> 5 mm	Slicken sides	Liso	Lig. Rugoso	Rugoso	Muy Rugoso	Relleno-Cemento		Relle. Blando		Inalterada	Lig. Alterada	Mode. Alterada	Muy Alterada	Descomp.	cant	separa (cm)	
				Ninguno		< 5mm		> 5mm		< 5 mm		> 5mm																		
1	D	60	320		x					x								x				x							3	13
2	Fo	15	60		x					x								x				x								
3	D	40	290		x					x								x				x							4	7
4	D	45	40		x					x								x				x								
5	Fr	80	60		x					x								x				x						6	10	
6	Fr	60	190		x					x								x				x								
7	D	60	240		x					x								x				x								
8	D	60	200		x					x								x				x								
9																														
10																														
11																														

GW	Condición Agua Subterránea			Goteo	Flujo	Caudal Estimado (Lt/min)
	Completamente seco	Ligeramente Húmedo	Húmedo			

Vol. Aproximado (m3):		Desprendimientos		Profundidad:		Ubicación:		#	COD
Boveda	SOLERA	Boveda	SOLERA	HI	HD	BOVEDA	SOLERA		
								1	
Revisó: Integral S.A.									
Carlos Alberto Vera Acevedo									
Firma:									
Aprobó: Conalvias S.A.S.									
Marco E. Gutiérrez Cortés									
Director de Ingeniería									
Firma:									
Abscisa Inicial:		Abscisa Inicial:		Abscisa Final:		Abscisa Final:		10	
Abscisa Final:		Abscisa Final:		Abscisa Final:		Abscisa Final:		11	

Frete: Túnel de Aducción - Tramo Blindado Actividad en curso: Perforación Fecha: 06/02/2013 Hora: 08:00 a.m. 0+154,10
 Levantó: *Carlos Alberto Vera - Andrés Mauricio Alvarez.* Sección: 6,4m² Dirección de la excavación: 97°

Descripción Geológico-Geotécnica
 Neis cuarzo feldespático de color gris con dos sistemas de discontinuidades mas aleatorias, frente seco.
Observaciones



Conv.	Diaclasa	Foliación	Filtración				
	Plano-Cizalla		Falla				
CLASIFICACION GEOMECANICA - SISTEMA RMR (1989)							
Resistencia de la matriz rocosa							
UCS	R ₆ > 250 Mpa	R ₅ 100-250 Mpa	R ₄ 50-100 Mpa	R ₃ 25-50 Mpa	R ₂ 5-25 Mpa	R ₁ 1-5 Mpa	R ₀ < 1 Mpa
RQD (Indice de calidad de roca)							
RQD	90-100%	75-90 %	50-75 %	25-50 %	< 25%		
Separación entre discontinuidades							
SD	> 2 m	0.6 - 2.0 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm		

#	Tipo	Dip	Dip Dire	Condición de las discontinuidades																										
				Persistencia					Abertura				Rugosidad				Relleno				Alteración				Paralela					
				< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	>20m	Sellada	< 0,1 mm	0,1-1,0 mm	1-5 mm	> 5 mm	Slcken sides	Liso	Lig. Rugoso	Rugoso	Muy Rugoso	Ninguno	< 5mm	> 5mm	< 5 mm	> 5mm	Inalterada	Lig. Alterada	Mode. Alterada	Muy Alterada	Descomp.	cant	separa (cm)
1	D	68	85		x												X						X							
2	D	65	100		x						x						F						X							
3	D	72	30		x						x						F						X							
4	D	85	245								x									X			X							
5	D	45	265		x						x									X			X							
6	D	85	220		x						x									X			X							
7	Fr	50	175		X						X									X			X							
8																														
9																														
10																														
11																														

GW	Condición Agua Subterránea				Goteo	Flujo	Caudal Estimado (Lt/min)
	Completamente seco	Ligeramente Húmedo	Húmedo				

Desprendimientos								
Vol. Aproximado (m3):	Profundidad:	Ubicación:	HI	HD	BOVEDA	SOLERA	#	COD
Boveda							1	
							2	
							3	
							4	
							5	
							6	
							7	
							8	
							9	
							10	
							11	

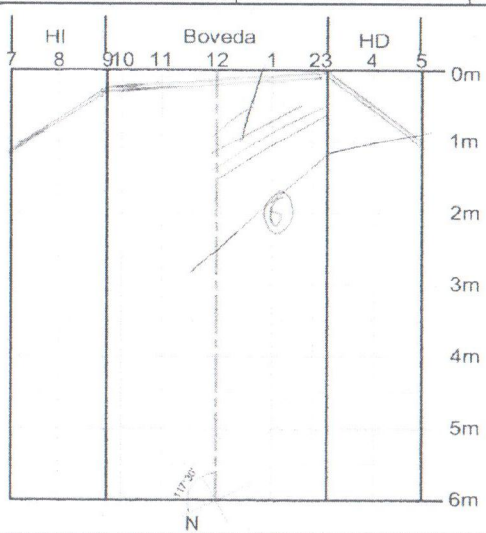
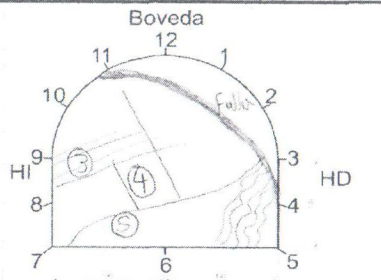
RMR SYSTEM (1989)	Parámetro		Valor	RMR
		Resistencia de la roca Intacta	12	74
	RQD	20		Tipo Terreno
	Separación de Discontinuidades	10		I
	Condición de las Discontinuidades	19		Tipo Soporte
	Condiciones de agua	15		
	Orientación de Estructuras	-2		I
Q BARTON	RQD	95	VALOR Q	
	Jn	4	27,81	
	Jr	1,5	GSI	
	Ja	2	VALOR	
	Jw	1	Estructura	
SRF	1	Cond. de superficie		

TIPO DE PLANO S-0 Estratificación Fo Foliación Fr Fractura RELLENO G-Grava B-Brecha C-Arcilla O-Oxidos Q-Cuarzo
 S-1 Esquistosidad D Diaclasas C Zona de cizalla S-Arena M-Milonita Ca-Calcita F-Feldespato

[Firma manuscrita]

Frete:	Túnel de Aducción - Tramo Blindado	Actividad en curso:	Topografía	Fecha:	04/02/2013	Hora:	09:00 a.m.	Abscisa:
Levantó:	Carlos Vera / Andrés Mauricio Alvarez	Sección:	6,4m ²	Dirección de la excavación:	117°		158,3	

Descripción Geológico-Geotécnica
Neiss cuarzo feldespatico gris, roca en parte foliada y replegada, presencia de falla



Observaciones
colocar pemo encima del hastial derecho. Adosando bloque.

Conv.	Diaclasa	Foliación	Falla	Filtración			
	Plano-Cizalla						
CLASIFICACIÓN GEOMECANICA - SISTEMA RMR (1989)							
Resistencia de la matriz rocosa							
UCS	R _s > 250 Mpa	R _s 100-250 Mpa	R ₄ 50-100 Mpa	R ₃ 25-50 Mpa	R ₂ 5-25 Mpa	R ₁ 1-5 Mpa	R ₀ < 1 Mpa
X							
RQD (Índice de calidad de roca)							
RQD	90-100%	75-90%	50-75%	25-50%	< 25%		
X							
Separación entre discontinuidades							
SD	> 2 m	0.6 - 2.0 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm		
X							

#	Tipo	Dip	Dip Dire	Condición de las discontinuidades																											
				Persistencia					Abertura				Rugosidad				Relleno			Alteración				Paralela							
				< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	> 20 m	Sellada	< 0,1 mm	0,1-1,0 mm	1-5 mm	> 5 mm	Slickensides	Liso	Lig. Rugoso	Rugoso	Muy Rugoso	Ninguno	< 5mm	> 5mm	Relle. Blando	< 5 mm	> 5mm	Inalterada	Lig. Alterada	Mode. Alterada	Muy Alterada	Descomp.	cant	separa (cm)
1	falla	57	340			X					X																				
2	D	65	105			X					X								X											3	10
3	Fo	45	40			X					X								X											3	60
4	D	60	150			X					X								X		F										
5	D	70	95			X					X								X												
6	D	78	250			X					X								X												
7																															
8																															
9																															
10																															
11																															

GW	Condición Agua Subterránea			Goteo	Flujo	Caudal Estimado (Lt/min)
	Completamente seco	Ligeramente Húmedo	Húmedo			
	x					

Vol. Aproximado (m3):		Desprendimientos		Profundidad:		Ubicación:		HI		HD		BOVEDA		SOLERA		#		COD	
Boveda		Boveda		Boveda		Boveda		Boveda		Boveda		Boveda		Boveda		Boveda		Boveda	
Revisó: Integral S.A.		Revisó: Integral S.A.		Revisó: Integral S.A.		Revisó: Integral S.A.		Revisó: Integral S.A.		Revisó: Integral S.A.		Revisó: Integral S.A.		Revisó: Integral S.A.		Revisó: Integral S.A.		Revisó: Integral S.A.	
Carlos Alberto Vera Acevedo		Carlos Alberto Vera Acevedo		Carlos Alberto Vera Acevedo		Carlos Alberto Vera Acevedo		Carlos Alberto Vera Acevedo		Carlos Alberto Vera Acevedo		Carlos Alberto Vera Acevedo		Carlos Alberto Vera Acevedo		Carlos Alberto Vera Acevedo		Carlos Alberto Vera Acevedo	
Firma:		Firma:		Firma:		Firma:		Firma:		Firma:		Firma:		Firma:		Firma:		Firma:	
Aprobó: Conalvías S.A.S.		Aprobó: Conalvías S.A.S.		Aprobó: Conalvías S.A.S.		Aprobó: Conalvías S.A.S.		Aprobó: Conalvías S.A.S.		Aprobó: Conalvías S.A.S.		Aprobó: Conalvías S.A.S.		Aprobó: Conalvías S.A.S.		Aprobó: Conalvías S.A.S.		Aprobó: Conalvías S.A.S.	
Marco E. Gutiérrez Cortés		Marco E. Gutiérrez Cortés		Marco E. Gutiérrez Cortés		Marco E. Gutiérrez Cortés		Marco E. Gutiérrez Cortés		Marco E. Gutiérrez Cortés		Marco E. Gutiérrez Cortés		Marco E. Gutiérrez Cortés		Marco E. Gutiérrez Cortés		Marco E. Gutiérrez Cortés	
Director de Ingeniería		Director de Ingeniería		Director de Ingeniería		Director de Ingeniería		Director de Ingeniería		Director de Ingeniería		Director de Ingeniería		Director de Ingeniería		Director de Ingeniería		Director de Ingeniería	
Firma:		Firma:		Firma:		Firma:		Firma:		Firma:		Firma:		Firma:		Firma:		Firma:	
Abscisa Inicial:		Abscisa Inicial:		Abscisa Inicial:		Abscisa Inicial:		Abscisa Inicial:		Abscisa Inicial:		Abscisa Inicial:		Abscisa Inicial:		Abscisa Inicial:		Abscisa Inicial:	
Abscisa Final:		Abscisa Final:		Abscisa Final:		Abscisa Final:		Abscisa Final:		Abscisa Final:		Abscisa Final:		Abscisa Final:		Abscisa Final:		Abscisa Final:	

TIPO DE PLANO	S-0 Estratificación S-1 Esquistosidad	Fo Foliación D Diaclasas	Fr Fractura C Zona de cizalla	RELLENO	G-Grava S-Arena	B-Brecha M-Milonita	C-Arcilla Ca-Calcita	O-Oxidos F-Feldespato	Q-Cuarzo
----------------------	--	-----------------------------	----------------------------------	----------------	--------------------	------------------------	-------------------------	--------------------------	----------

Handwritten signature

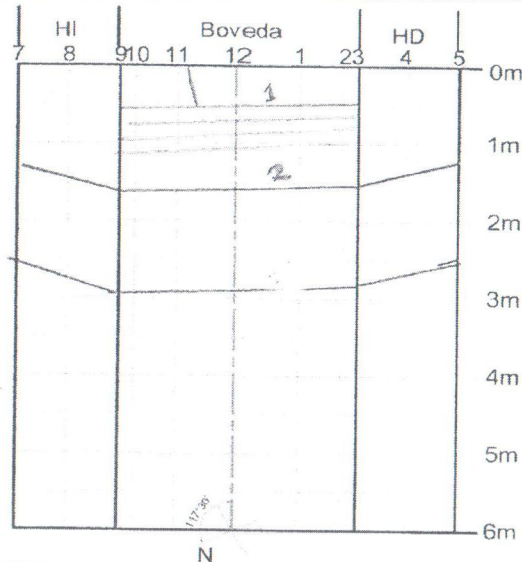
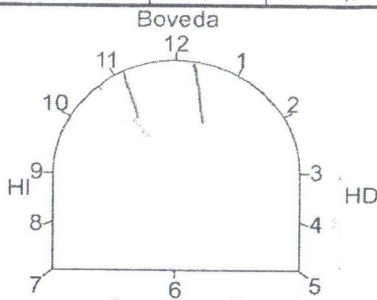
Frente: Túnel de Aducción - Tramo Blindado Actividad en curso: Rezaga Fecha: 30/01/2013 Hora: 07:30 a.m.
 Levantó: Agustín Guerrero / Andrés Álvarez Sección: 6,5 m² Dirección de la excavación: 117°

K0+166,10

Descripción Geológico-Geotécnica

Gneiss Caurzo feldespático, foliado, con discontinuidades ligeramente meteorizadas, sin presencia de rellenos.

Observaciones



CLASIFICACION GEOMECANICA - SISTEMA RMR (1989)

Resistencia de la matriz rocosa							
UCS	R _c > 250 Mpa	R _s 100-250 Mpa	R _t 50-100 Mpa	R _j 25-50 Mpa	R ₅ 5-25 Mpa	R ₁ 1-5 Mpa	R ₀ < 1 Mpa
		x					
RQD (Índice de calidad de roca)							
RQD	90-100%	75-90 %	50-75 %	25-50 %	< 25%		
		x					
Separación entre discontinuidades							
SD	> 2 m	0.6 - 2.0 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm		
					x		

Condición de las discontinuidades

#	Tipo	Dip	Dip Dire	Persistencia					Abertura					Rugosidad					Relleno				Alteración					Paralela					
				< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	> 20m	Sellada	< 0,1 mm	0,1-1,0 mm	1-5 mm	> 5 mm	Slickensides	Liso	Lig. Rugoso	Rugoso	Muy Rugoso	Relleno-Cemento		Relle. Blando		Inalterada	Lig. Alterada	Mode. Alterada	Muy Alterada	Descomp.	cant	separa (cm)				
1	D	65	130		x						x							x															
2	D	75	112		x						x							x												9	20		
3	D	80	36	x							x							x															
4																																	
5																																	
6																																	
7																																	
8																																	
9																																	
10																																	
11																																	

Condición Agua Subterránea

GW	Completamente seco					Ligeramente Húmedo					Húmedo					Goteo					Flujo					Caudal Estimado (l.t./min)				
	x																													

Desprendimientos

Vol. Aproximado (m3):	Profundidad:	Ubicación:	HI	HD	BOVEDA	SOLERA	#	COD
							1	
							2	
							3	
							4	
							5	
							6	
							7	
							8	
							9	
							10	
							11	

Clasificación del Macizo Rocoso

RMR SYSTEM (1989)	Parámetro		Valor	RMR
		Resistencia de la roca Intacta	12	74
	RQD	17	Tipo Terreno	
	Separación de Discontinuidades	10	I	
	Condición de las Discontinuidades	22	Tipo Soporte	
	Condiciones de agua	15		
	Orientación de Estructuras	-2	I	
Q BARTON	RQD	80	VALOR Q	
	Jn	2	60	
	Jr	1,5	GSI	
	Ja	1	Estructura	VALOR
	Jw	1	Cond. de superficie	69
	SRF	1		

Handwritten signature/initials

TIPO DE PLANO S-0 Estratificación

Fo Foliación

Ff Fractura

Rrelleno

G. Geom

B. Boveda

C. Cizalla

D. Drenaje

E. Estructura

F. Foliación

G. Geom

H. Huelmo

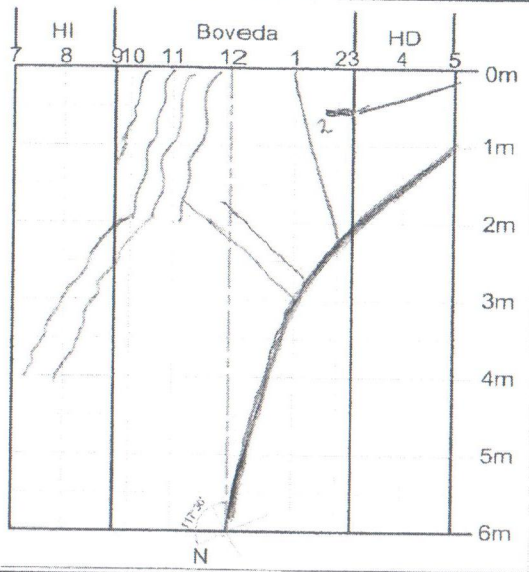
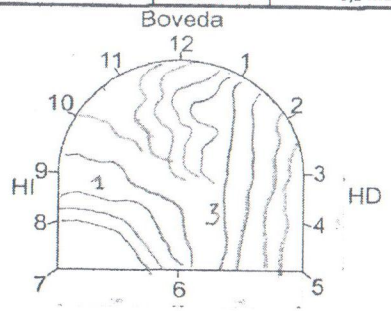
Frente:	Túnel de Aducción - Tramo Blindado	Actividad en curso:	Perforación	Fecha:	29/01/2013	Hora:	10:00 a.m.
Levantó:	Agustín Guerrero / Andrés Álvarez	Sección:	6,5 m2	Dirección de la excavación:	117°		

K0+167,50

Descripción Geológico-Geotécnica

Gneiss Caurzo feldespático, foliado y replegado, con discontinuidades ligeramente meteorizadas, sin presencia de rellenos, predominio de la foliación.

Observaciones



Conv.	Diaclasa	Foliación	Filtración
	Plano-Cizalla		Falla

CLASIFICACION GEOMECANICA - SISTEMA RMR (1989)

Resistencia de la matriz rocosa							
UCS	R ₀ > 250 Mpa	R ₅ 100-250 Mpa	R ₄ 50-100 Mpa	R ₃ 25-50 Mpa	R ₂ 5-25 Mpa	R ₁ 1-5 Mpa	R ₀ < 1 Mpa
		x					
RQD (Índice de calidad de roca)							
RQD	90-100%	75-90 %	50-75 %	25-50 %	< 25%		
		x					
Separación entre discontinuidades							
SD	> 2 m	0.6 - 2.0 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm		
				x			

#	Tipo	Dip	Dip Dire	Persistencia					Abertura				Rugosidad					Relleno				Alteración					Paralela						
				< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	>20m	Sellada	< 0.1 mm	0,1-1.0 mm	1-5 mm	> 5 mm	Slickensides	Liso	Lig. Rugoso	Rugoso	Muy Rugoso	Relleno-Cemento		Relle. Blando		Inalterada	Lig. Alterada	Mode. Alterada	Muy Alterada	Descomp.	cant	separa (cm)				
1	Fo	30	228			x																											
2	D	60	130	x																x													
3	Fo	90°	55		x															x													
4	D	60	120		x															x													
5	falla	77	50			x																									5	18-20	
6																																	
7																																	
8																																	
9																																	
10																																	
11																																	

GW	Condición Agua Subterránea					Goteo	Flujo	Caudal Estimado (Lt/min)
	Completamente seco	Ligeramente Húmedo	Húmedo					
	x							

Vol. Aproximado (m3):		Profundidad:		Ubicación:		HI	HD	BOVEDA	SOLERA	#	COD
Boveda		Boveda		Boveda							
Revisó: Integral S.A.		Revisó: Integral S.A.		Revisó: Integral S.A.						1	
Carlos Alberto Vera Acevedo		Carlos Alberto Vera Acevedo		Carlos Alberto Vera Acevedo						2	
Firma:		Firma:		Firma:						3	
										4	
										5	
Aprobó: Conalvias S.A.S.		Aprobó: Conalvias S.A.S.		Aprobó: Conalvias S.A.S.						6	
Marco E. Gutiérrez Cortés		Marco E. Gutiérrez Cortés		Marco E. Gutiérrez Cortés						7	
Director de Ingeniería		Director de Ingeniería		Director de Ingeniería						8	
Firma:		Firma:		Firma:						9	
										10	
										11	

Clasificación del Macizo Rocoso	RMR SYSTEM (1989)	Parámetro		Valor	RMR
		Resistencia de la roca Intacta	12	69	
RQD	17		Tipo Terreno		
Separación de Discontinuidades	8		I		
Condición de las Discontinuidades	22		Tipo Soporte		
Condiciones de agua	15				
Orientación de Estructuras	-5				
Q BARTON	RQD	75	VALOR Q		
	Jn	4	11,25		
	Jr	1,5	GSI		
	Ja	1	Estructura	VALOR	
	Jw	1	Cond. de superficie		
SRF	2,5		64		

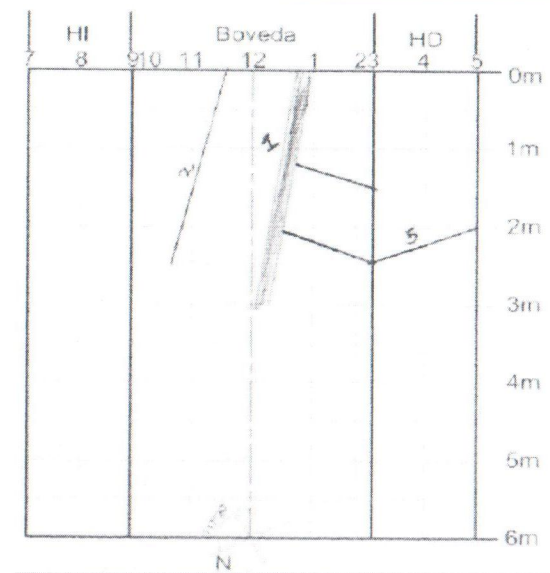
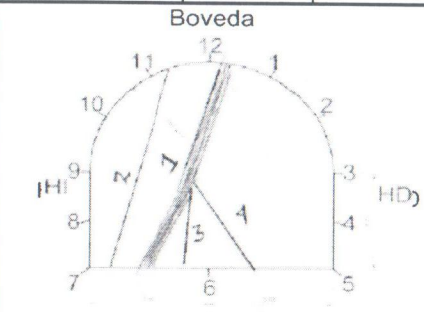
TIPO DE PLANO	S-0 Estratificación	Fo Foliación	Fr Fractura	RRELLENO	C. Group	B. Brechas	C. Cizallas	D. Cizallas
---------------	---------------------	--------------	-------------	----------	----------	------------	-------------	-------------

Handwritten signature/initials

Levanto:	Túnel de Aducción - Tramo Blindado	Actividad en curso:	EXCAVACIÓN	Fecha:	25/01/2013	Hora:	09:00 a.m.	Abscisa:	
	AGUSTÍN GUERRERO - ANDRÉS M. ÁLVAREZ	Sección:		Dirección de la excavación:					175

Descripción Geológico-Geotécnica
 vación en gneis cuarzófeldespático de color gris. Entre 2 a 3 familias principales de discontinuidades. Presenta algunas familias onduladas. Hacia la media se presenta zona de falla entre 40 a 60 cm de espesor con inuidad en bóveda y relleno arcilloso. Clave controlada por falla. Se presenta o.

Observaciones
 amiento terreno tipo III modificado, 3,0 m iniciales del tramo blindado. La ificación consiste en la separación entre pernos, recomendamos separación 0 m. Esto basado en los niveles de esfuerzo y deformación a presentarse en apalme entre las dos excavaciones (cámara de válvulas - tramo blindado) y fluencia de la falla.



Conv.	Diaclasa	Foliación	Falla	Filtración			
	Plano-Cizalla						
CLASIFICACION GEOMECANICA - SISTEMA RMR (1989)							
istencia de la matriz rocosa							
UCS	R ₆ > 250 Mpa	R ₅ 100-250 Mpa	R ₄ 50-100 Mpa	R ₃ 25-50 Mpa	R ₂ 5-25 Mpa	R ₁ 1-5 Mpa	R ₀ < 1 Mpa
			X				
(Indice de calidad de roca)							
RQD	90-100%	75-90 %	50-75 %	25-50 %	< 25%		
				X			
ración entre discontinuidades							
SD	> 2 m	0.6 - 2.0 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm		
				X			

Tipo	Dip	Dip Dire	Condición de las discontinuidades																											
			Persistencia					Abertura					Rugosidad				Relleno		Alteración				Paralela							
			< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	> 20m	Sellada	< 0,1 mm	0,1-1.0 mm	1-5 mm	> 5 mm	Slicken sides	Liso	Lig. Rugoso	Rugoso	Muy Rugoso	Ninguno	< 5mm	> 5mm	Relle. Blando	< 5 mm	> 5mm	Inalterada	Lig. Alterada	Mode. Alterada	Muy Alterada	Descomp.	cant	separa (cm)
F	85	80			X				X				X																	
D	80	70		X				X					X					F		C				X						
D	75	45		X				X					X							C					X					
D	60	250	X					X					X																	
D	60	165		X				X					X					X						X					5	10
D	65	212		X				X					X					X						X					2	>60

GW	Condición Agua Subterránea						Goteo	Flujo	Caudal Estimado (Lt/min)
	Completamente seco	Ligeramente Húmedo	Húmedo						
							X		

Desprendimientos									
Aproximado (m3):	Profundidad:	Ubicación:	HI	HD	BOVEDA	SOLERA	#	COD	
							1	-10	
							2		
							3		
							4		
							5		
							6		
							7		
							8		
							9		
							10		
							11		

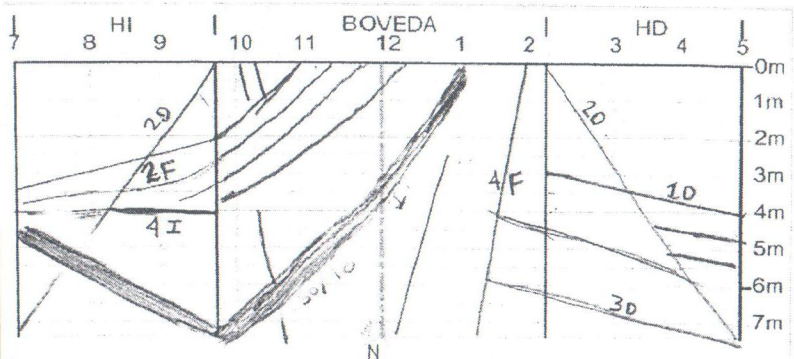
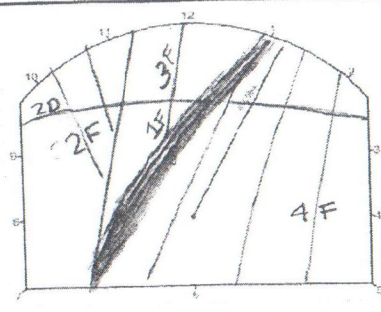
RMR SYSTEM (1989)	Parámetro		Valor	RMR
		Resistencia de la roca Intacta	7	32
	RQD	8	Tipo Terreno	
	Separación de Discontinuidad	8	III	
	Condición de las Discontinuidad	15	Tipo Soporte	
	Condiciones de agua	4	III	
	Orientación de Estructuras	-10		
Q BARTON	RQD	40	VALOR Q	
	Jn	6,0	0,3	
	Jr	1,5	GSI	
	Ja	4,0	Estructura	VALOR
	Jw	1,0	Cond. de superficie	27
	SRF	7,5		

modos

Proyecto: Túnel de Aducción - Cámara de Válvulas Actividad en curso: Instalación de Pernos Fecha: 01/2013 Hora: 8:00am Abscisa: 187,10 - 180
 Autor: Agustín Guerrero Romero Sección: 50,6 m² Dirección de excavación: 117°

Descripción Geológica-Geotécnica:
 rocas fracturadas con presencia de fallas, Goteo
 presencia de diques dioríticos.

Observaciones:



F → Frente o pared frontal
 D → Horizontal Derecha o Pared lateral
 I → Horizontal Izquierda o Pared Izquierda
 P → Posterior o Interscción Cámara - Cámara de Válvulas

Conv.	Diaclasis	Foliación	Falla	Filtración
	Plano-Cizalla			
CLASIFICACION GEOMECANICA - SISTEMA RMR (1989)				
Resistencia de la matriz rocosa				
UCS	R ₁ > 250 Mpa	R ₂ 100-250 Mpa	R ₃ 50-100 Mpa	R ₄ 25-50 Mpa
		X		
RQD	90-100%	75-90 %	50-75 %	25-50 %
		X		
Separación entre discontinuidades	> 2 m	0.6 - 2.0 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm
		X		

#	Tipo	Dip	Dip Dire	Condición de las discontinuidades										Alteración				Paralela															
				Persistencia					Abertura					Rugosidad		Relleno			Alteración														
				<1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	>20m	Sellada	<0.1 mm	0.1-1.0 mm	1-5 mm	>5 mm	Slickensides	Liso	Lig. Rugoso	Rugoso		Muy Rugoso	Ninguno	<5mm	>5mm	<5 mm	>5mm	Inalterada	Lig. Alterada	Modo Alterada	Muy Alterada	Descomp.	cant	separa (cm)		
1F	Falla	65	84			X				X																							
2F	D	85	74			X				X																							
3F	D	90	70			X																											
4F	D	90	60				X																										
5F	D	65	112		X																												
6F	D	85	138		X																												

GW	Condición Agua Subterránea			Goteo	Flujo	Caudal Estimado (Lt/min)
	Completamente seco	Ligeramente Húmedo	Húmedo			
				X		

Desprendimientos		Vol. Aproximado (m3):		Profundidad:		Ubicación:		HI	HD	BOVEDA	SOLERA	#	COD	
												1	-10	
								Revisó: Integral S.A. Carlos Alberto Vera Acevedo					2	
								Firma:					3	
													4	
													5	
								Aprobó: Conalvias S.A.S. Marco E. Gutiérrez Cortés Director de Ingeniería					6	
								Firma:					7	
													8	
													9	
													10	
													11	
Abscisa Inicial:		Abscisa Final:												

RMR SYSTEM (1989)	Parámetro		Valor	RMR
	Resistencia de la roca Intacta		12	39
	RQD		13	Tipo Terreno
	Separación de Discontinuidades		10	
	Condición de las Discontinuidades		10	Tipo Soporte
	Condiciones de agua		4	
	Orientación de Estructuras		-10	Segun Diseño
Q BARTON	RQD	60 %	VALOR Q	
	Jn	9	7,2	
	Jr	1	GSI	
	Ja	18	Estructura	VALOR
	Jw	1	Cond. de superficie	
SRF	255		34	

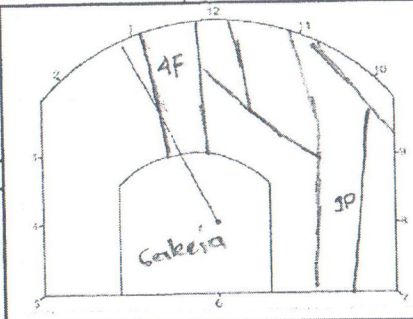
RELLENO: G-Grava, S-Arena, B-Brecha, M-Milonita, C-Arcilla, Ca-Caliza, O-Oxidos, F-Feldespato, Q-Cuarzo

[Handwritten signature]

Frete:	Túnel de Aducción - Cámara de Válvulas	Actividad en curso:	Instalación de Pernos	Fecha:	21/2013	Hora:	8:00 am	Abscisa:	
Levantó:	Agustín Guzmán Romero	Sección:	50,6 m ²	Dirección de la excavación:			117°		

Descripción Geológico-Geotécnica

Observaciones



7	8	HI	9	10	11	BOVEDA	12	1	2	3	HD	4	5	0m
														1m
														2m
														3m
														4m
														5m
														6m
														7m

Levantamiento realizado en la intersección entre Cámara de Válvulas y Cabeza Tub. Aducción

Conv.	Diaclasa	Foliación	Filtración
	Plano-Gizalla		Falla
CLASIFICACION GEOMECANICA - SISTEMA RMR (1989)			
Existencia de la matriz rocosa			
UCS	R _c > 250 Mpa	R _c 100-250 Mpa	R _c 50-100 Mpa
		X	
QD (Índice de calidad de roca)			
RQD	90-100%	75-90%	50-75%
		X	
Separación entre discontinuidades			
SD	> 2 m	0.6 - 2.0 m	200 - 600 mm
			X

#	Tipo	Dip	Dip Dire	Persistencia					Abertura					Rugosidad					Relleno				Alteración					Paralela		
				< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	> 20 m	Sellada	< 0.1 mm	0.1-1.0 mm	1-5 mm	> 5 mm	Slicken sides	Liso	Lig. Rugoso	Rugoso	Muy Rugoso	Ninguno	< 5mm	> 5mm	< 5 mm	> 5mm	Inalterada	Lig. Alterada	Mod. Alterada	Muy Alterada	Descomp.	cant	separa (cm)
10	D	85	44			X					X													X						
2																														
3																														
4																														
5																														
6																														
7																														
8																														
9																														
10																														
11																														

Condición Agua Subterránea														
Completamente seco			Ligeramente Húmedo			Húmedo			Goteo		Flujo		Caudal Estimado (Lt/min)	
GW						X								

Desprendimientos											
Vol. Aproximado (m3):		Profundidad:		Ubicación:		HI	HD	BOVEDA	SOLERA	#	COD
										1	
						Revisó: Integral S.A.					
						Carlos Alberto Vera Acevedo					
						Firma:					
						Aprobó: Conalvías S.A.S.					
						Marco E. Gutiérrez Cortés					
						Director de Ingeniería					
						Firma:					
Abscisa Inicial:		Abscisa Inicial:									
Abscisa Final:		Abscisa Final:									

TIPO DE PLANO	S-0 Estratificación	Fo Foliación	Fr Fractura	RELLENO	G-Grava	B-Brecha	C-Arcilla	O-Óxidos	Q-Cuarzo
---------------	---------------------	--------------	-------------	---------	---------	----------	-----------	----------	----------

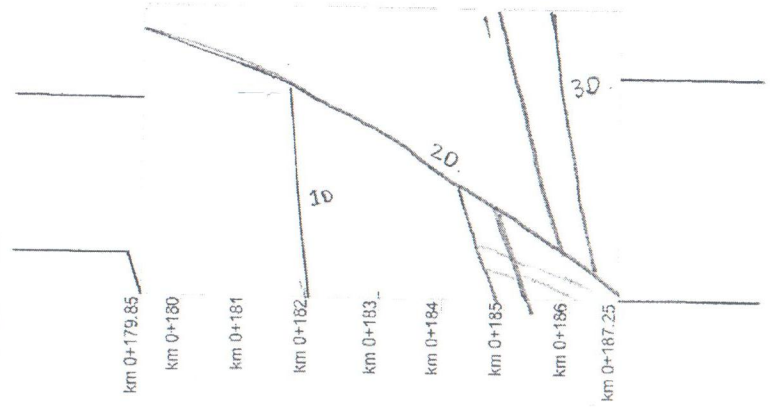
[Handwritten signature]

Frete:	Túnel de Aducción - Cámara de Válvulas- Hastial Derecho	Actividad en curso:		Fecha:	24/01/2013	Hora:	8:00 am	Abscisa:	
Levantó:	Abelardo Guzmán Romero	Sección:	50,6 m ²	Dirección de la excavación:			117°		

Descripción Geológico-Geotécnica

Observaciones

Hastial Derecho
 ↳ Drenes localizado en zona de flujo.



Conv.	Diadema	Foliación	Filtración
	Plano-Cizalla	Falla	

CLASIFICACION GEOMECANICA - SISTEMA RMR (1989)

Resistencia de la matriz rocosa							
UCS	R ₂ > 250 Mpa	R ₂ 100-250 Mpa	R ₄ 50-100 Mpa	R ₅ 25-50 Mpa	R ₇ 5-25 Mpa	R ₁ 1-5 Mpa	R _c <1 Mpa
RQD (Índice de calidad de roca)	90-100%	75-90 %	50-75 %	25-50 %	< 25%		
Separación entre discontinuidades	SD	> 2 m	0.6 - 2.0 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm	

#	Tipo	Dip	Dip Dire	Condición de las discontinuidades																								
				Persistencia				Abertura				Rugosidad				Relleno				Alteración				Paralela				
				< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	>20m	Sellada	< 0,1 mm	0,1-1,0 mm	1-5 mm	> 5 mm	Slicken sides	Liso	Lig. Rugoso	Rugoso	Muy Rugoso	Relleno-Cemento		Relle. Blando		Inalterada	Lig. Alterada	Mode. Alterada	Muy Alterada	Descomp.	cant
1D	D	80	320			X							X				-	S				X						
2D	D	35	314				X						X				-					X						
3D	D	85	350			X							X				-					X						
4	D	50	242			X							X				-					X						
5																												
6																												
7																												
8																												
9																												
10																												
11																												

GW	Condición Agua Subterránea					
	Completamente seco	Ligeramente Húmedo	Húmedo	Goteo		
					Flujo	Caudal Estimado (Lt/min)
					X	

Desprendimientos																		
Vol. Aproximado (m ³):		Profundidad:	Ubicación:	HI	HD	BOVEDA	SOLERA	#	COD									
				Revisó: Integral S.A. Carlos Alberto Vera Acevedo Firma: <i>[Signature]</i>		Aprobó: Conalvías S.A.S. Marco E. Gutiérrez Cortés Director de Ingeniería Firma: <i>[Signature]</i>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Abscisa Inicial:		Abscisa Inicial:		Abscisa Final:		Abscisa Final:		Clasificación del Macizo Rocoso RMR SYSTEM (1989) Q BARTON		Parámetro Resistencia de la roca Intacta RQD Separación de Discontinuidades Condición de las Discontinuidades Condiciones de agua Orientación de Estructuras		Valor VALOR Q RQD 77 %		VALOR GSI VALOR		VALOR Estructura Cond. de superficie		

[Handwritten signature]

Frente: Túnel de Aducción - Cámara de Válvula - Hastial Izquierdo Actividad en curso: Fecha: 24/01/2008 Hora: 8:50 am

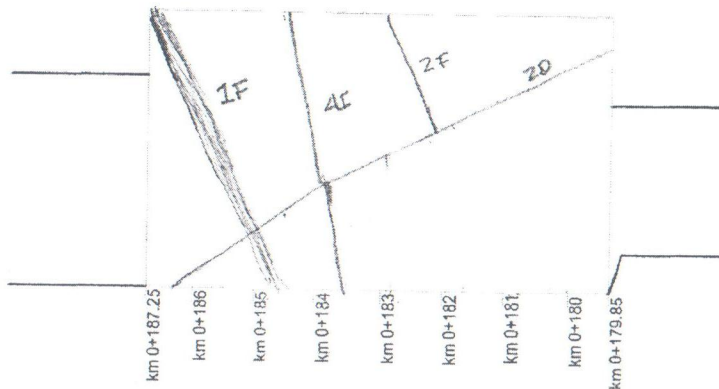
Levantó: Sección: 50,6 m2 Dirección de la excavación: 117°

Abscisa:

Descripción Geológico-Geotécnica

Observaciones

Hastial Izquierdo -



CLASIFICACION GEOMECANICA - SISTEMA RMR (1989)

Resistencia de la matriz rocosa							
UCS	R ₀ > 250 Mpa	R ₅ 100-250 Mpa	R ₄ 50-100 Mpa	R ₃ 25-50 Mpa	R ₂ 5-25 Mpa	R ₁ 1-5 Mpa	R ₀ < 1 Mpa
RQD (Índice de calidad de roca)	90-100%	75-90 %	50-75 %	25-50 %	< 25%		
RQD		X					
Separación entre discontinuidades							
SD	> 2 m	0.6 - 2.0 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm		
		X					

Condición de las discontinuidades

#	Tipo	Dip	Dip Dire	Persistencia					Abertura					Rugosidad					Relleno				Alteración				Paralela			
				< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	>20m	Sellada	< 0,1 mm	0,1-1,0 mm	1-5 mm	> 5 mm	Slickensides	Liso	Lig. Rugoso	Rugoso	Muy Rugoso	Relleno-Cemento		Relle. Blando		Inalterada	Lig. Alterada	Mode. Alterada	Muy Alterada	Descomp.	cant	separa (cm)	
																			Ninguno	< 5mm	> 5mm	< 5 mm								> 5mm
1																														
2																														
3																														
4	D	B5	174			X					X												X							
5																														
6																														
7																														
8																														
9																														
10																														
11																														

Condición Agua Subterránea

GW	Completamente seco		Ligeramente Húmedo		Húmedo		Goteo		Flujo		Caudal Estimado (Lt/min)	
				X								

Desprendimientos

Vol. Aproximado (m3):	Profundidad:	Ubicación:	HI	HD	BOVEDA	SOLERA	#	COD
							1	
							2	
							3	
							4	
							5	
							6	
							7	
							8	
							9	
							10	
							11	

Revisó: Integral S.A.
 Carlos Alberto Vera Acevedo
 Firma:

Aprobó: Conalvias S.A.S.
 Marco E. Gutiérrez Cortés
 Director de Ingeniería
 Firma:

Clasificación del Macizo Rocoso

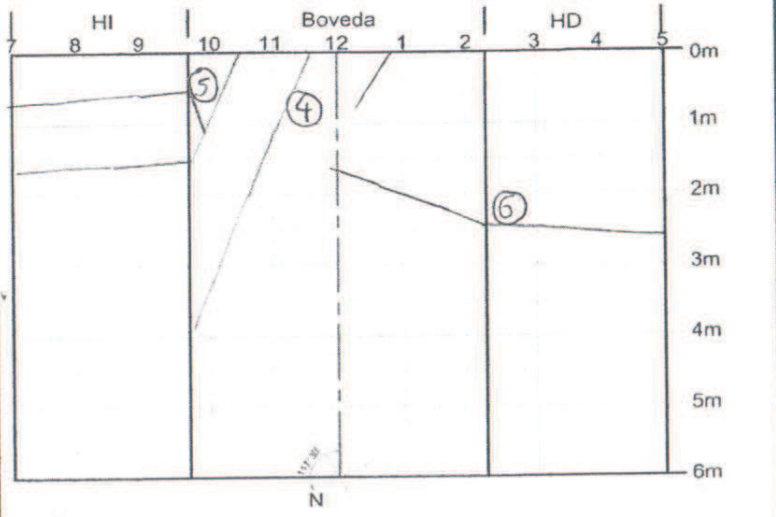
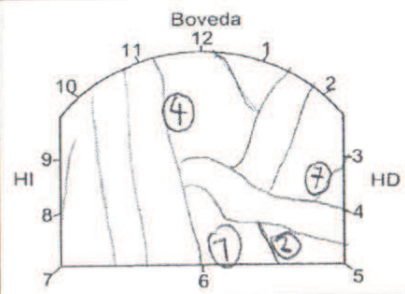
RMR SYSTEM (1989)	Parámetro		Valor	RMR
	Resistencia de la roca Intacta			
	RQD			Tipo Terreno
	Separación de Discontinuidades			
	Condición de las Discontinuidades			Tipo Soporte
	Condiciones de agua			
	Orientación de Estructuras			
Q BARTON	RQD	50	VALOR Q	
	Jn			
	Jr			
	Ja		GSI	
	Jw		Cond. de superficie	
	SRF		VALOR	

Abscisa Inicial: Abscisa Final:

TIPO DE PLANO S-O Estratificación Fo Foliación Fr Fractura

Frente: Galería tubería Aducción Etiqueta en curso: Perforación Fe: 1/07/2013 Hora: 8:00 am Abscisa: k0+787,5
 Levantó: Carlos Vera / Andrés Álvarez Sección: T2, B2 Dirección de la excavación: 117º

Descripción Geológico-Geotécnica
 N°155 con estructuras masivas fracturas cerradas con superficies ligeramente alteradas



Observaciones

Conv.	Diaclasa		Foliación		Falla		Filtración
	Plano-Cizalla						

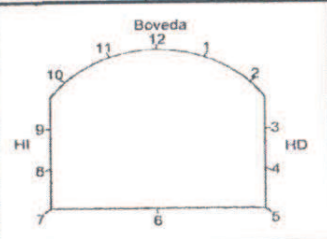
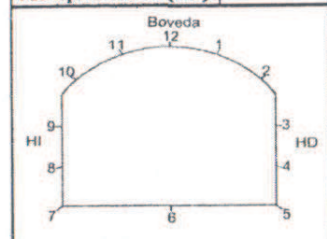
CLASIFICACION GEOMECANICA - SISTEMA RMR (1989)

Resistencia de la matriz rocosa						
UCS	R _c > 250 Mpa	R _c 100-250 Mpa	R _c 50-100 Mpa	R _c 25-50 Mpa	R _c 5-25 Mpa	R _c < 1 Mpa
RQD (Índice de calidad de roca)	90-100%	75-90%	50-75%	25-50%		< 25%
RQD	90-100%	75-90%	50-75%	25-50%		< 25%
Separación entre discontinuidades						
SD	> 2 m	0.6 - 2.0 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm		< 60 mm
Condición de las discontinuidades						

#	Tipo	Dip	Dip DÍRE	Persistencia					Abertura				Rugosidad				Relleno			Alteración					Paralela						
				< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	> 20 m	Sellada	< 0,1 mm	0,1-1,0 mm	1-5 mm	> 5 mm	Slicken stiles	Liso	Lig. Rugoso	Rugoso	Muy Rugoso	Relleno-Cemento			Relle. Blando	Inalterada	Lig. Alterada	Mod. Alterada	Muy Alterada	Descomp.	cant	separa (cm)		
				Ninguno			< 5mm	> 5mm	< 5 mm	> 5mm																					
1		75	335		X													F											3	20	
2		80	30		X													X					X						4	60	
3		88	8		X													F					X								
4		80	50			X													C				X								
5		85	790		X																		X								
6		85	795			X																	X								
7		70	290		X																		X								
8																															
9																															
10																															
11																															

Condición Agua Subterránea								
GW	Completamente seco			Ligeramente Húmedo		Húmedo		
Goteo			Flujo				Caudal Estimado (Lt/min)	

Desprendimientos								
Vol. Aproximado (m3):	Profundidad:	Ubicación:	HI	HD	BOVEDA	SOLERA	#	COD
							1	
							2	
							3	
							4	-70
							5	
							6	
							7	
							8	
							9	
							10	
							11	



Revisó: Integral S.A.
 Carlos Alberto Vera Acevedo
 Firma: *[Firma]*
 Aprobó: Conalvias S.A.S.
 Marco E. Gutiérrez Cortés
 Director de Ingeniería
 Firma: *[Firma]*

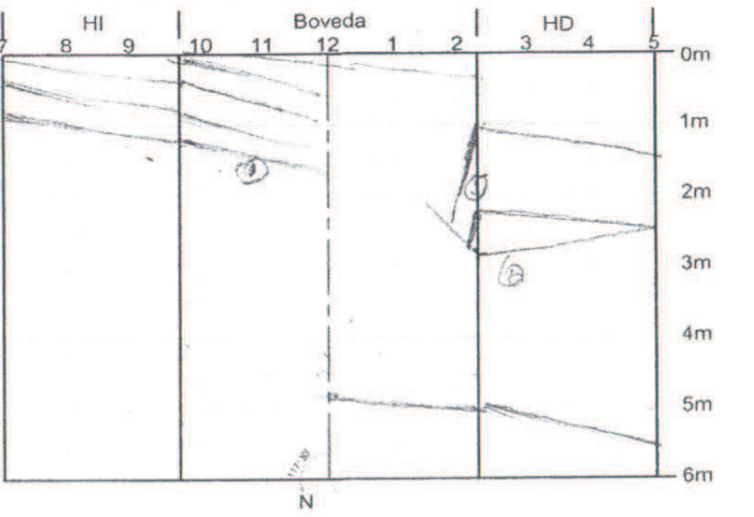
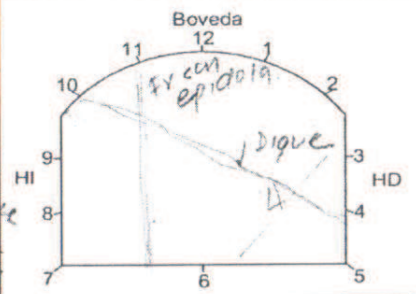
Abscisa Inicial: Abscisa Final: Abscisa Final:

TIPO DE PLANO S-0 Estratificación Fo Foliación Fr Fractura RELLENO G-Grava B-Brecha C-Arcilla O-Oxidos Q-Cuarzo

[Firma manuscrita]

Frete:	Gobierno tuberia Adjuccion	Unidad en curso:	TUBERIA	Fc:	FOI-2012	Hora:	2:00 pm	Abscisa:	189.40
Levantó:	Carlos Vera / Andrés	Sección:	1282	Dirección de la excavación:	1140				

Descripción Geológico-Geotécnica
 Vena cuarcosa plástica
 asimétrica masiva, fracturas
 cerradas con superficies
 ligeramente alteradas.



Observaciones
 Colocar drenaje en bóveda
 abscisa 193,7. x, aproximadamente
 colocar panno. en abscisa 193,7
 aproximadamente. Colocar soporte.

Conv.	Diáclasa	Follación	Filtración
	Plano-Cizalla	Falla	

CLASIFICACION GEOMECANICA - SISTEMA RMR (1989)

Resistencia de la matriz rocosa						
UCS	R _u > 250 Mpa	R _u 100-250 Mpa	R _u 50-100 Mpa	R _u 25-50 Mpa	R _u 5-25 Mpa	R _u < 1 Mpa
RQD (Índice de calidad de roca)	90-100%	75-90%	50-75%	25-50%	< 25%	
Separación entre discontinuidades	> 2 m	0.6 - 2.0 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm	

#	Tipo	Dip	Dip Dire	Condición de las discontinuidades																								
				Persistencia					Abertura					Rugosidad					Relleno		Alteración			Paralela				
				< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	> 20 m	Sellada	< 0,1 mm	0,1-1,0 mm	1-5 mm	> 5 mm	Shcken sides	Liso	Lig. Rugoso	Rugoso	Muy Rugoso	Ninguno	< 5mm	> 5mm	Inalterada	Lig. Alterada	Mode. Alterada	Muy Alterada	Descomp.	cant	separa (cm)
1	D	80	140		X						X										X					4		
2	FO	45	250		X															X							4	
3	D	45	250		X																X						4	
4	FV	80	200		X																X							
5	D	70	110		X																X							
6	D	78	195		X																X							
7	D	85	160		X																X							
8																												
9																												
10																												
11																												

GW	Condición Agua Subterránea			
	Completamente seco	Ligeramente Húmedo	Húmedo	Goteo

Desprendimientos		Vol. Aproximado (m3):		Profundidad:	Ubicación:	HI	HD	BOVEDA	SOLERA	#	COD
										1	
										2	
										3	
										4	
										5	-70
										6	
										7	
										8	
										9	
										10	
										11	

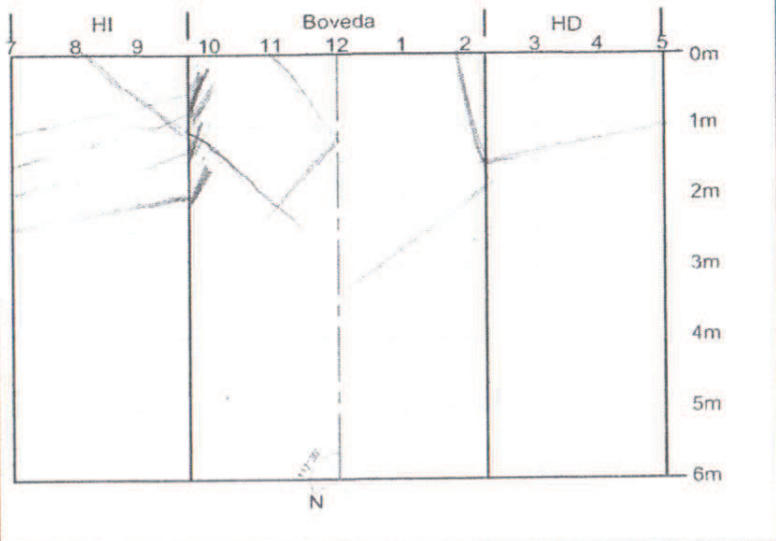
RMR SYSTEM (1989)	Parámetro		Valor	RMR
	Resistencia de la roca Intacta		12	68
	RQD		20	Tipo Terreno
	Separación de Discontinuidades		10	I
	Condición de las Discontinuidades		21	Tipo Soporte
	Condiciones de agua		15	
	Orientación de Estructuras		-10	III
Q BARTON	RQD	90	VALOR Q	
	ln	6	45	
	Jr	3	GSI	
	Ja	17.0	VALOR	
	Jw	1.0	Estructura	
SRF	1.0	Cond. de superficie		
			63	

TIPO DE PLANO S-0 Estratificación Fo Follación Fr Fractura RELLENO G-Grava B-Brecha C-Arcilla O-Oxidos Q-Cuarzo

10/10/12
 10/10/12

Frente: Galería túnel Advección Unidad en curso: EXPANSIVOS Fi: 01/01/2013 Hora: 7:00 am Abscisa: 193.90
 Levantó: Carlos Vera / Andrés Álvarez Sección: 12.42 Dirección de la excavación: 1170

Descripción Geológico-Geotécnica
 Masivo homogéneo, tallo disperso, masivo, fracturas onduladas yruzadas, ligeros que a las 100 m de profundidad se fracturas.



Conv.	Diaclaza	Foliación	Falla	Filtración			
	Plano-Cizalla						
CLASIFICACION GEOMECANICA - SISTEMA RMR (1989)							
Resistencia de la matriz rocosa							
UCS	R ₀ > 250 Mpa	R ₁ 100-250 Mpa	R ₂ 50-100 Mpa	R ₃ 25-50 Mpa	R ₄ 5-25 Mpa	R ₅ 1-5 Mpa	R ₆ < 1 Mpa
RQD (Índice de calidad de roca)							
RQD	90-100%	75-90 %	50-75 %	25-50 %	< 25%		
Separación entre discontinuidades							
SD	> 2 m	0.6 - 2.0 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm		

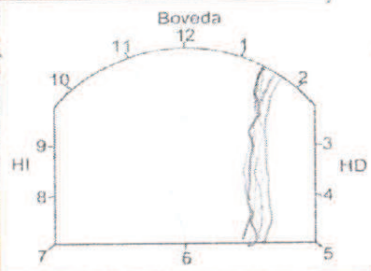
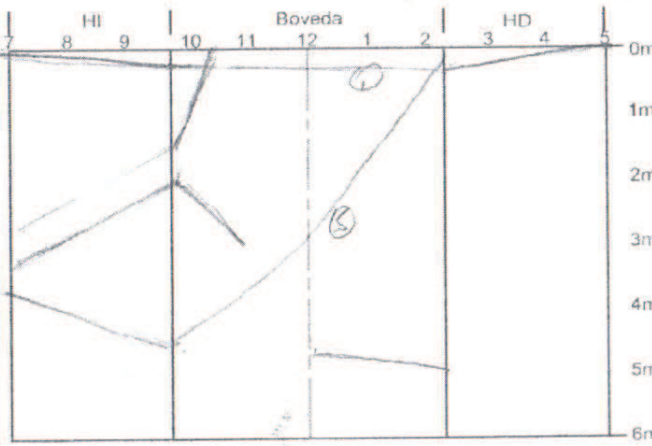
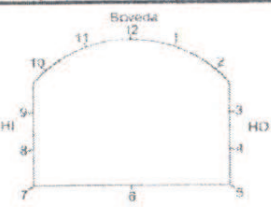

#	Tipo	Dip	Dip Dire	Condición de las discontinuidades												Alteración					Paralela							
				Persistencia				Abertura			Rugosidad					Relleno		Alteración			cant	separa (cm)						
				< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	> 20m	Sellada	< 0,1 mm	0,1-1,0 mm	1-5 mm	> 5 mm	Slicken sides	Liso	Lig. Rugoso	Rugoso	Muy Rugoso	Relleno-Cemento	Relle. Blando			Inalterada	Lig. Alterada	Modo. Alterada	Muy Alterada	Descomp.	
1	Fy	80	225			X					X														6	20		
2	Fy	55	295		X																					3		
3	Fy	80	185		X																					1		
4	Fy	75	295		X																					4	20	
5	D	70	110		X																					1		
6	Fy	45	160		X																					1		
7	Fy	45	220			X																				1		
8	D	75	230		X																					2	20	
9																												
10																												
11																												

Condición Agua Subterránea												Goteo			Flujo			Caudal Estimado (Lt/min)	
GW		Completamente seco			Ligeramente Húmedo			Húmedo											

Desprendimientos		Ubicación:		HI	HD	BOVEDA	SOLERA	#	COD	
Vol. Aproximado (m3):	Profundidad:									
				Revisó: Integral S.A.					1	
				Carlos Alberto Vera Acevedo					2	
				Firma:					3	
									4	
									5	
				Aprobó: Conalvias S.A.S.					6	
				Marco E. Gutiérrez Cortés					7	
				Director de Ingeniería					8	
				Firma:					9	
									10	
									11	

RMR SYSTEM (1989)	Parámetro		Valor	RMR
		Resistencia de la roca Intacta	12	59
	RQD	20	Tipo Terreno	
	Separación de Discontinuidad	10	I	
	Condición de las Discontinuidades	22	Tipo Soporte	
	Condiciones de agua	5		
	Orientación de Estructuras	-5	I	
Q BARTON	RQD	95	VALOR Q	
	In	4	35,62	
	Jr	7.5	GSI	
	Ja	1.0	VALOR	
	Jw	1.0	Estructura	
SRF	1.0	Cond. de superficie		
				54

Handwritten signature/initials

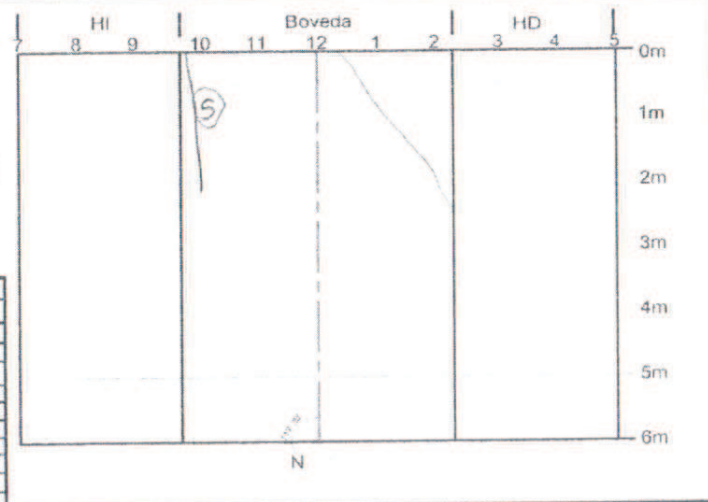
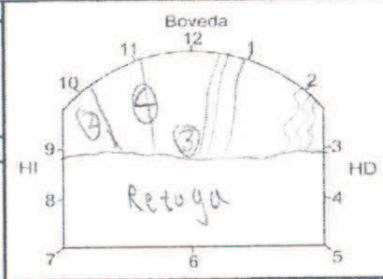
CONALVIAS		REGISTRO GEOLÓGICO-GEOTECNICO DE CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO EN OBRAS SUBTERRANEAS				Reg. No.																				
Fronte: <i>Galera tubería Abucción</i>		Actividad en curso: <i>Topografía</i>		Fecha: <i>09/01/13</i>	Hora: <i>2:00 PM</i>	Abscisa: <i>196,70</i>																				
Levantó: <i>Carlos Alberto Vera - Mauricio Alvarez</i>		Sección: <i>11, 12</i>		Dirección de la excavación: <i>117</i>																						
Descripción Geológico-Geotécnica <i>masa de cuarzo taludado masivo, cizallas individuales, un sistema de fractura mas de cizallas, frente seco</i>																										
Observaciones																										
Conv.	Diaclasa	Foliación	Filtración																							
	Plano-Cizalla		Falla																							
CLASIFICACION GEOMECANICA - SISTEMA RMR (1989)																										
Resistencia de la matriz rocosa																										
UCS	$R_u > 250$ Mpa	$R_u 100-250$ Mpa	$R_u 50-100$ Mpa	$R_u 25-50$ Mpa	$R_u 5-25$ Mpa	$R_u < 5$ Mpa																				
RQD (Índice de calidad de roca)																										
RQD	90-100%	75-90 %	50-75 %	25-50 %	< 25%																					
Separación entre discontinuidades																										
SD	> 2 m	0.6 - 2.0 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm																					
Condición de las discontinuidades																										
#	Tipo	Dip	Dip Dire	Persistencia					Aberitura			Rugosidad			Relleno		Alteración			Paralela						
				< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	> 20m	Selñca < 0,1 mm	0,1-1,0 mm	1-5 mm	> 5 mm	Slabos al'es	Liso	Lig. Rugoso	Rugoso	Med. Rugoso	Relleno-Cemento	Relle. Blando	Inalterado	Lig. Alterada	Mede. Alterada	Muy Alterada	Descomp.	cant	separa (cm)
1	D	60	120		X					X					X	F			X						5	30
2	D	45	220		X					X									X							
3	Fo	15	240		X										X	F			X							
4	C	75	30		X														X		X					
5	C	70	75			X					X								X							
6	D	80	525								X								X							
7	D	60	190								X				X				X							
8																										
9																										
10																										
11																										
Dominante																										
Condición Agua Subterránea																										
GW	Completamente seco		Ligeramente Húmedo		Húmedo		Goteo		Flujo		Caudal Estimado (L/min)															
Desprendimientos																										
Vol. Aproximado (m3):		Profundidad:		Ubicación:			HI	HD	BOVEDA	SOLERA	#	COD														
				Revisó: Integral S.A.							1															
				Carlos Alberto Vera Acevedo							2															
				Firma:							3															
				<i>[Firma]</i>							4															
											5															
				Aprobó: Conalvias S.A.S.							6															
				Marco E. Gutiérrez Cortés							7															
				Director de Ingeniería							8															
				Firma:							9															
				<i>[Firma]</i>							10															
											11															
Abscisa Inicial:		Abscisa Inicial:																								
Abscisa Final:		Abscisa Final:																								
TIPO DE PLANO	S-0 Estratificación	Po Foliación		Fr Fractura			RELLENO		G - Grava	B - Brecha	C - Arcilla	O - Óxidos	Q - Cuarzo													
	S-1 Esquistosidad	D Diaclasas		C Zona de cizalla					S - Arena	M - Milonita	Ca - Calcita	F - Feldespato														

[Firma manuscrita]

Frente: Galería Tubo de Aducción Actividad en curso: Retoza Fecha: 05/01/2013 Hora: 01:30 am Abscisa: K0+204,30
 Levantó: Andrés Alvarado Sección: 12,8L Dirección de la excavación:

Descripción Geológico-Geotécnica
 Gneiss Cuarto feldespático, foliado y plegado, con estructuras cerradas aspecto en general masivo, fuerte con goteo.

Observaciones
 Frente valorado con el 80% de Masoza.



Conv.	Diaclaza	Foliación	Filtración
	Plano-Cizalla		Falla

CLASIFICACION GEOMECANICA - SISTEMA RMR (1999)

Resistencia de la matriz rocosa	R ₁ > 250 Mpa	R ₂ 100-250 Mpa	R ₃ 50-100 Mpa	R ₄ 25-50 Mpa	R ₅ 5-25 Mpa	R ₆ 1-5 Mpa	R ₇ < 1 Mpa
UCS							
RQD (Índice de calidad de roca)	90-100%	75-90%	50-75%	25-50%	< 25%		
RQD							
Separación entre discontinuidades	> 2 m	0.6 - 2.0 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm		
SD							

#	Tipo	Dip	Dip Dire	Persistencia					Abertura				Rugosidad				Relleno				Alteración				Paralela				
				< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	> 20 m	Sellada	< 0.1 mm	0.1-1.0 mm	1-5 mm	> 5 mm	Slickensides	Liso	Lig. Rugoso	Rugoso	Muy Rugoso	Repleno-Cemento	Repl. Blanda	Inalterada	Lig. Alterada	Hóde Alterada	Muy Alterada	Descomp.	cant	separa (cm)		
1	D	85	230			X				X				X			X												
2	D	73	290		X									X			X												
3	D	85	335		X					X							X			X									
4	D	85	160		X					X							X			X								2	10
5	D	60	20		X					X							X				X								
6																													
7																													
8																													
9																													
10																													
11																													

Dominante	Condición Agua Subterránea				Goteo	Flujo	Caudal Estimado (L/min)
	Completamente seco	Ligeramente Húmedo	Húmedo				
GW							

Desprendimientos		Vol. Aproximado (m3):		Profundidad:		Ubicación:		HI	HD	BOVEDA	SOLERA	#	COD
												1	
												2	
												3	
												4	
												5	
												6	
												7	
												8	
												9	
												10	
												11	

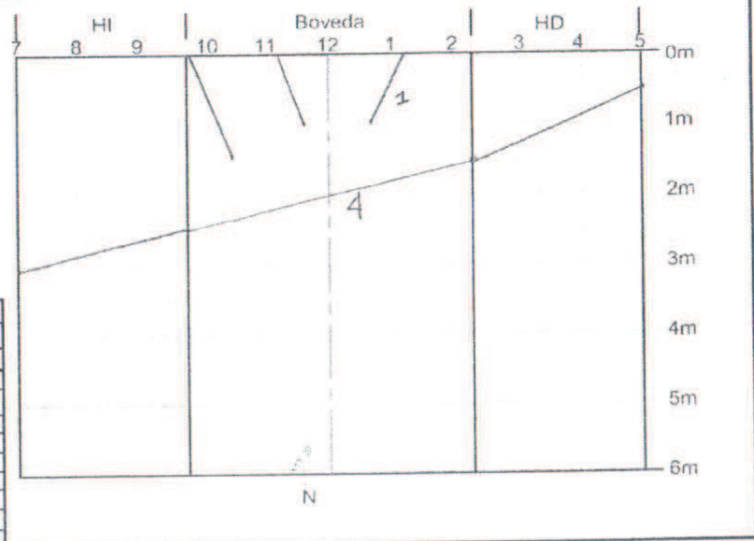
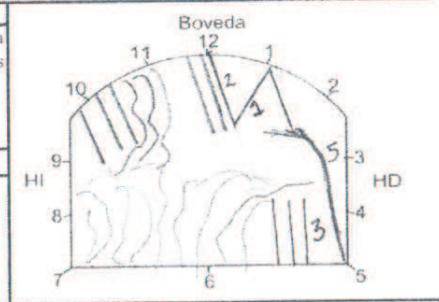
TIPO DE PLANO	S-0 Estratificación S-1 Esquistosidad	Fo Foliación D Diaclasas	Fr Fractura C Zona de cizalla	RELLENO	G - Grava S - Arena	B - Brecha M - Milonita	C - Arcilla Ca - Calcita	O - Óxidos F - Feldespato	Q - Cuarzo
---------------	--	-----------------------------	----------------------------------	---------	------------------------	----------------------------	-----------------------------	------------------------------	------------

58
 M. G.

Frete:	Galería Tubería de Aducción	Actividad en curso:	Perforación - Voladura	Fecha:	27/12/2012	Hora:	8:00am / 3:00pm	Abscisa:	213,0
Levantó:	Agustín Guerrero	Sección:		Dirección de la excavación:			117°		

Descripción Geológico-Geotécnica
 Excavación en gneis cuarzo-feldespático de color gris, de estructura masiva a foliada y replegada. 2 familias principales de discontinuidades más estructuras aleatorias. Frente seco.

Observaciones



Conv.	Diáclasa	Foliación	Falla	Filtración			
	Plano-Cizalla						
CLASIFICACION GEOMECANICA - SISTEMA RMR (1989)							
Resistencia de la matriz rocosa							
UCS	R _c > 250 Mpa	R _c 100-250 Mpa	R _c 50-100 Mpa	R _c 25-50 Mpa	R _c 5-25 Mpa	R _c 1-5 Mpa	R _c < 1 Mpa
		X					
RQD (Índice de calidad de roca)							
RQD	90-100%	75-90%	50-75%	25-50%			< 25%
			X				
Separación entre discontinuidades							
SD	> 2 m	0.6 - 2.0 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm			< 60 mm
			X				

#	Tipo	Dip	Dip Dire	Condición de las discontinuidades											Alteración					Paralela										
				Persistencia					Abertura			Rugosidad			Relleno		Alteración			cant	separa (cm)									
				< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	> 20m	Sellada	< 0,1 mm	0,1-1,0 mm	1-5 mm	> 5 mm	Shellen sides	Liso	Lig. Rugoso	Rugoso	Muy Rugoso	Ninguno			< 5mm	> 5mm	< 5 mm	> 5mm	Inalterada	Lig. Alterada	Mod. Alterada	Muy Alterada	Descomp.
1	D	65	74		X						X												X					6-8	20-30	
2	D	75	170		X						X												X					8-10	20-30	
3	D	90	210	X							X												X					4-6	20-30	
4	D	85	280			X					X													X						
5	D	70	230			X					X												X							
6																														
7																														
8																														
9																														
10																														
11																														

GW	Condición Agua Subterránea			Goteo	Flujo	Caudal Estimado (Lt/min)
	Completamente seco	Ligeramente Húmedo	Húmedo			
	X					

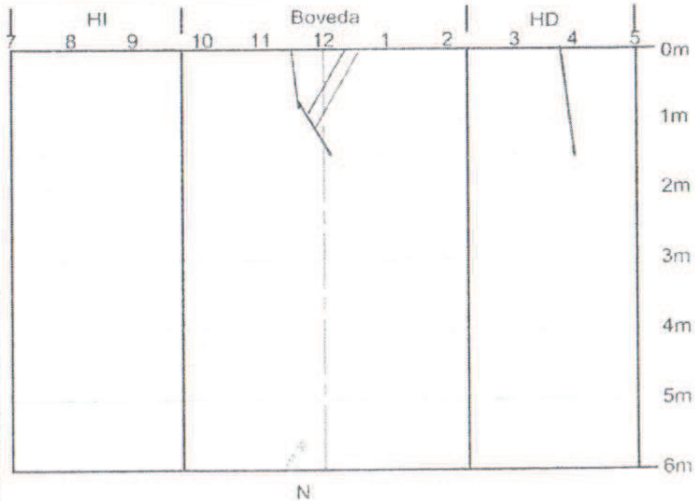
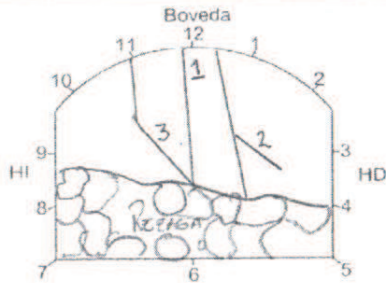
Vol. Aproximado (m3):		Profundidad:	Ubicación:	HI	HD	BOVEDA	SOLERA	#	COD	Clasificación del Macizo Rocoso	RMR SYSTEM (1989)	Parámetro	Valor	RMR	
								1				Resistencia de la roca Intacta	12	66	
								2	-5			RQD	17	Tipo Terreno	
								3				Separación de Discontinuidad	10	I	
								4				Condición de las Discontinuidades	17	Tipo Soporte	
								5				Condiciones de agua	15	I	
								6				Orientación de Estructuras	-5		
								7				VALOR Q			
								8				RQD	70	11,7	
								9				Jn	6,0	GSI	
								10				Jr	3,0	VALOR	
								11		Ja	3,0	Estructura			
										Jw	1,0	Cond. de superficie			
										SRF	1,0		61		

TIPO DE PLANO S-0 Estratificación Fo Foliación Fr Fractura RELLENO G-Grava B-Brecha C-Arcilla O-Oxidos Q-Cuarzo

Mano de obra

Frente:	Galería Tubería de Aducción	Actividad en curso:	Lanzado	Fecha:	26/12/2012	Hora:	08:30a.m	Abscisa:	215,20
Levantó:	Agustín Guerrero	Sección:		Dirección de la excavación:			117°		

Descripción Geológico-Geotécnica
 Excavación en gneis cuarzo-feldespático de color gris, de estructura masiva. Entre 2 a 3 familias principales de discontinuidades. Presenta algunas familias onduladas. Frente seco



Observaciones

Conv.	Diaclasa	Foliación	Filtración
	Plano-Cizalla	Falla	
CLASIFICACION GEOMECANICA - SISTEMA RMR (1989)			
Resistencia de la matriz rocosa			
UCS	R _c > 250 Mpa	R _c 100-250 Mpa	R _c 50-100 Mpa
		X	
RQD (Índice de calidad de roca)			
RQD	90-100%	75-90 %	50-75 %
		X	
Separación entre discontinuidades			
SD	> 2 m	0.6 - 2.0 m	200 - 600 mm
		X	

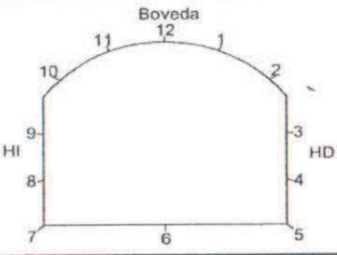
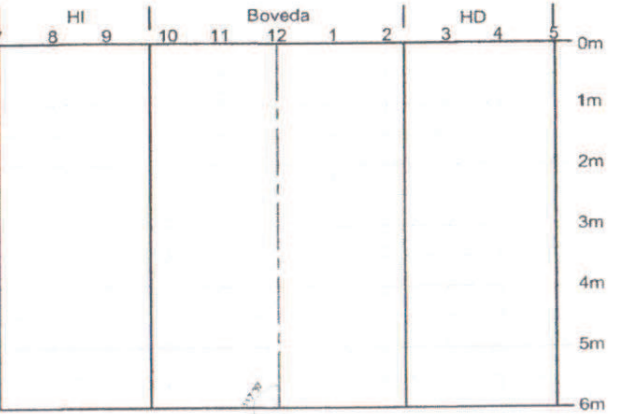
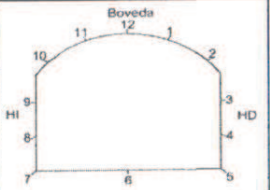
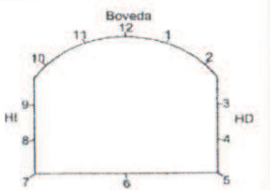

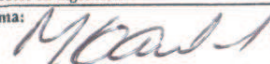
#	Tipo	Dip	Dip Dire	Persistencia					Abertura			Rugosidad				Relleno		Alteración			Paralela							
				< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	>20m	Sellada	< 0,1 mm	0,1-1,0 mm	1-5 mm	> 5 mm	Slicken sides	Liso	Lig. Rugoso	Rugoso	Muy Rugoso	Ninguno	< 5mm	> 5mm	Inalterada	Lig. Alterada	Mod. Alterada	Muy Alterada	Descomp.	cant	separa (cm)
				1	D	80	196		X					X			X						SC		X			
2	D	50	240	X					X				X				X		S		X							
3	D	80	164		X				X				X						S			X						
4	D	85	260		X				X				X						S			X						
5																												
6																												
7																												
8																												
9																												
10																												
11																												

Condición de las discontinuidades															
Dominante															
Condición Agua Subterránea															
GW	Completamente seco			Ligeramente Húmedo			Húmedo			Goteo		Flujo		Caudal Estimado (Lt/min)	
	X														

Desprendimientos		RMR SYSTEM (1989)		Q BARTON	
Vol. Aproximado (m3):	Profundidad:	Ubicación:	Parámetro	Valor	RMR
			Resistencia de la roca íntacta	12	68
			RQD	17	Tipo Terreno
			Separación de Discontinuidades	10	I
			Condición de las Discontinuidades	19	Tipo Soporte
			Condiciones de agua	15	I
			Orientación de Estructuras	-5	
			RQD	75	VALOR Q
			Jn	6,0	12,5
			Jr	3,0	GSI
			Ja	3,0	Estructura
			Jw	1,0	Cond. de superficie
			SRF	1,0	63

TIPO DE PLANO S-0 Estratificación Fo Foliación Fr Fractura RELLENO G-Grava B-Brecha C-Arcilla O-Oxidos Q-Cuarzo

Handwritten signature

CONALVIAS		REGISTRO GEOLÓGICO-GEOTECNICO DE CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO EN OBRAS SUBTERRANEAS		Reg. No.																																
Frete:	Actividad en curso:	Fecha:	Hora:	Abscisa:																																
Levantó:	Sección:	Dirección de la excavación:																																		
Descripción Geológico-Geotécnica																																				
Observaciones																																				
Conv.	Diáclasa Plano-Cizalla	Foliación	Falla	Filtración																																
CLASIFICACION GEOMECANICA - SISTEMA RMR (1989)																																				
Resistencia de la matriz rocosa																																				
UCS	R ₁ > 250 Mpa	R ₂ 100-250 Mpa	R ₃ 50-100 Mpa	R ₄ 25-50 Mpa																																
RQD (Índice de calidad de roca)	90-100%	75-90%	50-75%	25-50%																																
RQD	< 25%																																			
Separación entre discontinuidades																																				
SD	> 2 m	0.6 - 2.0 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm																																
Condición de las discontinuidades																																				
#	Tipo	Dip	Dip Dire	Persistencia					Abertura				Rugosidad					Relleno				Alteración					Paralela									
				< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	> 20m	Sellada	< 0,1 mm	0,1-1,0 mm	1-5 mm	> 5 mm	Stick/sides	Liso	Lig. Rugoso	Rugoso	Muy Rugoso	Ninguna	< 5mm	> 5mm	< 5 mm	> 5mm	Inalterada	Lig. Alterada	Mod. Alterada	Muy Alterada	Descomp.	cant	separa (cm)						
1																																				
12	D	65	145		X																															
13	D	55	140		X																															
14	D	60	45		X																															
15	D	50	140		X																															
16	D	50	70		X																															
17	D	60	60		X																															
8																																				
9																																				
10																																				
11																																				
Dominante																																				
Condición Agua Subterránea																																				
GW	Completamente seco		Ligeramente Húmedo		Húmedo		Goteo		Flujo		Caudal Estimado (Lt/min)																									
Desprendimientos																																				
Vol. Aproximado (m ³):	Profundidad:	Ubicación:		HI	HD	BOVEDA	SOLERA	#	COD	Clasificación del Macizo Rocoso		Parámetro		Valor	RMR																					
				Revisó: Integral S.A.		# 1		COD		RMR SYSTEM (1989)	Resistencia de la roca Intacta			Tipo Terreno																						
				Carlos Alberto Vera Acevedo		# 2					RQD																									
				Firma:		# 3					Separación de Discontinuidades			Tipo Soporte																						
						# 4					Condición de las Discontinuidades																									
				Aprobó: Conalvias S.A.S.		# 5					Orientación de Estructuras																									
				Marco E. Gutiérrez Cortés		# 6				Q BARTON	RQD		VALOR Q																							
				Director de Ingeniería		# 7					Jn																									
				Firma:		# 8					Jr		GSI		VALOR																					
						# 9					Ja		Estructura																							
				Abscisa Inicial:		# 10					Jw		Cond. de superficie																							
				Abscisa Final:		# 11				SRF																										
TIPO DE PLANO	S-0 Estratificación S-1 Esquistosidad	Fo Foliación D Diáclasis	Fr Fractura C Zona de cizalla	RELENO	G-Grava S-Arena	B-Brecha M-Milonita	C-Arcilla Ca-Calcita	O-Óxidos F-Feldespato	Q-Cuarzo																											

CONALVIAS		REGISTRO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DE CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO EN OBRAS SUBTERRANEAS		Reg. No.																							
Fronte: <i>Galería Tubería Abucción</i>		Actividad en curso: <i>Perforación</i>		Fecha: <i>12-12-12</i>																							
Levantó: <i>Carlos A Vera - Andrés Mauricio Alvaice</i>		Sección:		Hora: <i>2:00 PM</i>																							
Descripción Geológico-Geotécnica		Abscisa:		<i>01249.20</i>																							
<i>Perforación del tipo patio, foliada con orientacion variable poco regular. Pigeamiento producido por efecto de sistemas de tracción. El 70.</i>		Diagrama de Boveda		Diagrama de Perfil																							
Observaciones		<i>Perforar bloques en clave.</i>		Diagrama de Perfil con escala vertical de 0m a 6m.																							
<table border="1"> <tr> <th>Conv.</th> <th>Diaclasa</th> <th>Foliación</th> <th>Falla</th> <th>Filtración</th> </tr> <tr> <td></td> <td>Plano-Cizalla</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>						Conv.	Diaclasa	Foliación	Falla	Filtración		Plano-Cizalla															
Conv.	Diaclasa	Foliación	Falla	Filtración																							
	Plano-Cizalla																										
CLASIFICACION GEOMECANICA - SISTEMA RMR (1989)																											
Resistencia de la matriz rocosa																											
UCS	$R_u > 250$ Mpa	$R_u 100-250$ Mpa	$R_u 50-100$ Mpa	$R_u 25-50$ Mpa	$R_u 5-25$ Mpa	$R_u 1-5$ Mpa	$R_u < 1$ Mpa																				
RQD (índice de calidad de roca)																											
RQD	90-100%	75-90%	50-75%	25-50%			< 25%																				
Separación entre discontinuidades																											
SD	> 2 m	0.6 - 2.0 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm			< 60 mm																				
Condición de las discontinuidades																											
#	Tipo	Dip	Dip Dire	Persistencia				Abertura				Rugosidad				Relleno				Alteración				COD			
				< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	> 20 m	Sellada	< 0.1 mm	0.1-1.0 mm	1-5 mm	> 5 mm	Slickensides	Liso	Lig. Rugoso	Rugoso	Muy Rugoso	Relleno-Cemento		Relle, Blando		Inalterada		Lig. Alterada	Modo. Alterada	Muy Alterada
1	D	75	140		X				X												X						
2	D	70	120		X				X												X						
3	D	75	130		X				X												X						
4	D	80	120		X				X												X						
5	D	85	145		X				X												X						
6	F0	70	10		X																X						
7	D	75	350		X				X													X					
8	D	75	160		X				X													X					
9	D	80	10		X				X													X					
10	D	55	50		X				X													X					
11	F0	60	60		X				X																		
Dominante																											
Condición Agua Subterránea																											
GW		Completamente seco		Ligeramente Húmedo		Húmedo		Goteo		Flujo		Caudal Estimado (Lt/min)															
Desprendimientos																											
Vol. Aproximado (m3):		Profundidad:		Ubicación:		HI	HD	BOVEDA	SOLERA	#	Tipo	RMR															
Boveda		Boveda		Boveda		Revisó: Integral S.A.		Carlos Alberto Vera Acevedo		1		Resistencia de la roca Intacta		22	55												
Boveda		Boveda		Boveda		Firma:		[Firma]		2		RQD		17	Tipo Terreno												
Boveda		Boveda		Boveda		Firma:		[Firma]		3		Separación de Discontinuidad		10	I												
Boveda		Boveda		Boveda		Firma:		[Firma]		4		Condición de las Discontinuidades		21	Tipo Soporte												
Boveda		Boveda		Boveda		Firma:		[Firma]		5		Condiciones de agua		0	I												
Boveda		Boveda		Boveda		Firma:		[Firma]		6		Orientación de Estructuras		-5	I												
Abscisa Inicial:		Abscisa Final:		Abscisa Inicial:		Aprobó: Conalvias S.A.S.		Marco E. Gutiérrez Cortés		7		RQD		8.5	VALOR Q												
Abscisa Final:		Abscisa Final:		Abscisa Final:		Director de Ingeniería		[Firma]		8		In		6	10.62												
TIPO DE PLANO		S-0 Estratificación		Fo Foliación		Fr Fractura		RELLENO		9		Jr		1.5	GSI												
S-1 Esquistosidad		D Diaclasas		C Zona de cizalla		G-Grava		S-Arena		10		Ja		2	VALOR												
						B-Brecha		M-Milonita		11		Jw		1.0	Estructura												
						C-Arcilla		O-Oxidos				SRP		1.0	Cond. de superficie												
						Q-Cuarzo									50												

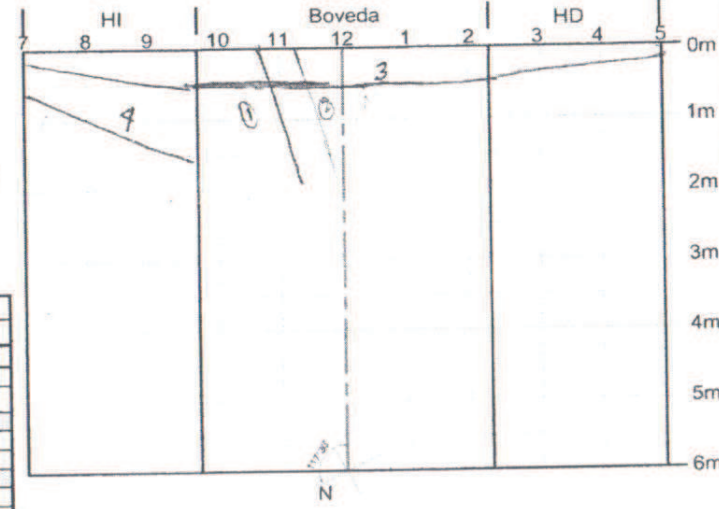
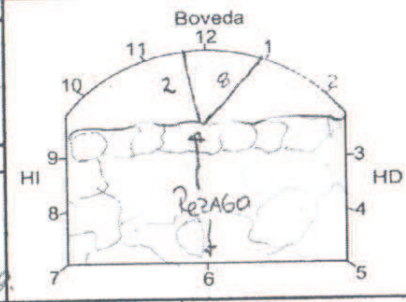
						REGISTRO GEOLÓGICO-GEOTECNICO DE CLASIFICACIÓN DEL MACIZO: SO EN OBRAS SUBTERRANEAS				Reg. No. 36																							
Frente: Boveda Taberna de Aducción	Levantó: Carlos Vera / Andres Alvarez	Actividad en curso: Topografía	Fecha: 05/12/2016	Hora: 12:20 PM	Sección: TC, BZ	Dirección de la excavación: 117°	Abscisa: 265,40																										
Descripción Geológico-Geotécnica roca arenosa / despatico, poco fracturada, filizo sobre las partes para enladrar bovedas por fracturas		Observaciones lanzar hasta el derecho desde 2m atrás del frente.																															
Conv.	Diaclasa Plano-Cizalla	Foliación	Filtración	Falla																													
CLASIFICACION GEOMECANICA - SISTEMA RMR (1989)																																	
Resistencia de la matriz rocosa																																	
UCS	$R_c > 250$ Mpa	$R_c 100-250$ Mpa	$R_c 50-100$ Mpa	$R_c 25-50$ Mpa	$R_c 5-25$ Mpa	$R_c 1-5$ Mpa	$R_c < 1$ Mpa																										
RQD (Índice de calidad de roca)																																	
RQD	90-100%	75-90 %	50-75 %	25-50 %	< 25%																												
Separación entre discontinuidades																																	
SD	> 2 m	0.6 - 2.0 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm																												
Condición de las discontinuidades																																	
#	Tipo	Dip	Dip Dire	Persistencia			Abertura			Rugosidad				Relleno		Alteración			COD														
				< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	> 20m	Sellada	< 0,1 mm	0,1-1,0 mm	1-5 mm	> 5 mm	Slicien sides	Liso	Lig. Rugoso	Rugoso	Muy Rugoso	Relleno-Cemento		Relle. Blando	Inalterada	Lig. Alterada	Mode. Alterada	Muy Alterada	Descomp.							
1	D	85	190		/					X									X														
2	Fd	55	75		X					X										X													
3	D	65	92		X					X										S													
4	D	85	335		X					X										S													
5	D	75	110		X					X										X													
6	D	45	290		X					X										S													
7	D	85	290		X					X										S													
8																																	
9																																	
10																																	
11																																	
Dominante											Condición Agua Subterránea																						
GW		Completamente seco			Ligeramente Húmedo			Húmedo			Goteo			Flujo			Caudal Estimado (Lt/min)																
Desprendimientos											Parámetro		Valor		RMR																		
Vol. Aproximado (m3):		Profundidad:		Ubicación:		HI	HD	BOVEDA	SOLERA	#	Tipo	RMR SYSTEM (1989)																					
				Revisó: Integral S.A. Carlos Alberto Vera Acevedo Firma:		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Resistencia de la roca Intacta	12	57	RQD	20	Tipo Terreno											
Abscisa Inicial:		Abscisa Final:		Aprobó: Conalvias S.A.S. Marco E. Gutiérrez Cortés Director de Ingeniería Firma:		110al-1	110al-1	110al-1	110al-1	110al-1	110al-1	110al-1	110al-1	110al-1	110al-1	110al-1	Separación de Discontinuidad	10	2	Condición de las Discontinuidades	25	Tipo Soporte											
Abscisa Final:		Abscisa Final:		Clasificación del Macizo Rocoso		110al-1	110al-1	110al-1	110al-1	110al-1	110al-1	110al-1	110al-1	110al-1	110al-1	110al-1	Condiciones de agua	10	2	Orientación de Estructuras	-10	Tipo Soporte											
TIPO DE PLANO S-0 Estratificación S-1 Esquistosidad		Fo Foliación D Diaclasas		Pr Practura C Zona de cizalla		RRELLENO	G-Grava S-Arena	B-Brecha M-Milonita	C-Arcilla Ca-Calcita	O-Oxidos F-Feldespato	Q-Guarzo	VALOR Q	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR Q	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR		

[Firma manuscrita]

Frente: Galería Tub. de Aducción Ac. en curso: Rezagado Fecha: 12/2012 Hora: 7:15 am Abscisa: 272,40
 Levantó: Carlos Vera / Agustín Guacera Sección: Dirección de la excavación:

Descripción Geológico-Geotécnica
 Mas cuarc. feldespático poro fracturado. Vst. 0.15 cm. paralelo al eje de la excavación. Boveda estable. frente

Observaciones
 Desgambé. completo. en bóveda de valor con bóveda y parte de puntón. se reuso en Dic 3. Sección completa.

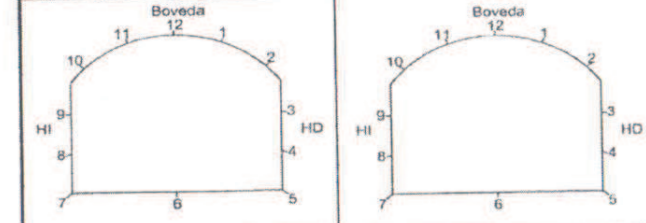


Conv.	Diaclaza	Foliación	Falla	Filtración
	Piano-Cizalla			
CLASIFICACION GEOMECANICA - SISTEMA RMR (1989)				
Resistencia de la matriz rocosa				
UCS	R _c > 250 Mpa	R _c 100-250 Mpa	R _c 50-100 Mpa	R _c 25-50 Mpa
RQD (Índice de calidad de roca)	90-100%	75-90 %	50-75 %	25-50 %
Separación entre discontinuidades	> 2 m	0.6 - 2.0 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm
SD				< 60 mm

#	Tipo	Dip	Dip Dire	Persistencia					Abertura				Rugosidad				Relleno				Alteración					COD		
				< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	> 20m	Sellada	< 0,1 mm	0,1-1,0 mm	1-5 mm	> 5 mm	Shcken sides	Liso	Lig. Rugoso	Rugoso	Muy Rugoso	Relleno-Cemento		Relle. Blando		Inalterada	Lig. Alterada	Modo.Alterada		Muy Alterada	Descomp.
																			Ninguno	< 5mm	> 5mm	< 5 mm						
1	D	80	5		X												X					X						
2	D	85	10		X												X					X						
3	D	62	100			X											X					X						
4	D	75	345														X					X						
5	D	15	295		X												X					X						
6	D	70	92		X												X					X						
7	D	30	110		X												X					X						
8	D	60	10																									
9																												
10																												
11																												

Condición Agua Subterránea										
GW	Completamente seco	Ligeramente Húmedo	Húmedo	Goteo	Flujo	Caudal Estimado (Lt/min)				

Desprendimientos									
Vol. Aproximado (m3):	Profundidad:	Ubicación:	HI	HD	BOVEDA	SOLERA	#	Tipo	
							1		
							2		
							3		
							4		
							5		
							6		
							7		
							8		
							9		
							10		
							11		



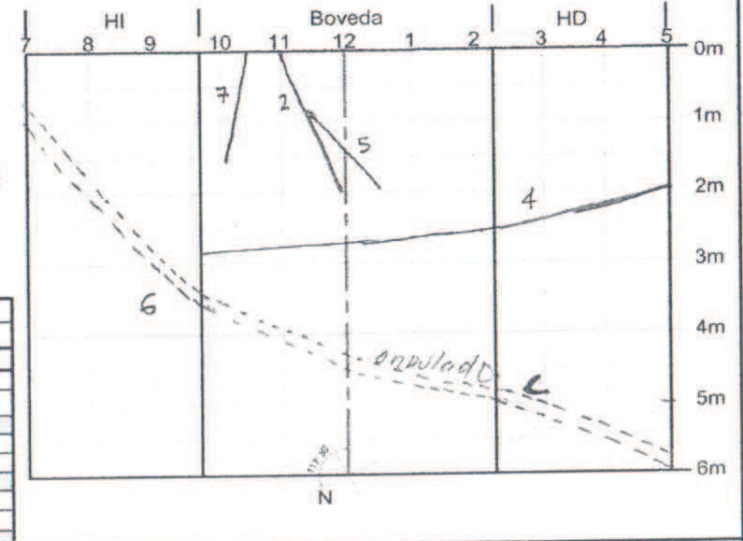
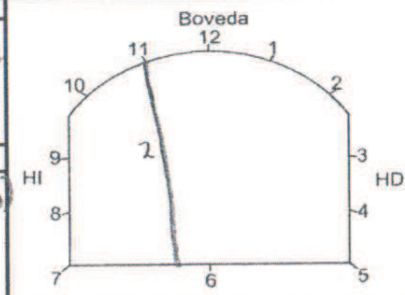
Revisó: Integral S.A.
 Carlos Alberto Vera Acevedo
 Firma: *[Firma]*
 Aprobó: Conalvias S.A.S.
 Marco E. Gutiérrez Cortés
 Director de Ingeniería
 Firma: *[Firma]*

Clasificación del Macizo Rocoso	RMR SYSTEM (1989)	Parámetro		Valor	RMR
		Resistencia de la roca Intacta	12	68	
		RQD	20	Tipo Terreno	
		Separación de Discontinuidades	15	Tipo Soporte	
		Condición de las Discontinuidades	18		
		Condiciones de agua	15		
		Orientación de Estructuras	-12		
				VALOR Q	
		RQD	95	7.91	
		Jn	9		
		Jr	1.5	GSI	VALOR
		Ja	2	Estructura	
		Jw		Cond. de superficie	63
		SRF	1		

[Firma]

Frete:	Estadía Tub. Aducción	Actividad en curso:	Perforando	Fecha:	30/11/2012	Hora:	5:00 PM	Abscisa:	275,50
Levantó:	Carlos Vera / Agustín Guerrero	Sección:		Dirección de la excavación:					

Descripción Geológico-Geotécnica
 Mas cuarzosa feldespática, poco fracturada a ligeramente fracturada. Discontinuidades subparalelas al eje de la excavación.



Observaciones
 Concreto lanzado en bóveda (zona de cizalla)

Conv.	Diaclasa	Foliación	Falla	Filtración
	Plano-Cizalla			
CLASIFICACION GEOMECANICA - SISTEMA RMR (1989)				
Resistencia de la matriz rocosa				
UCS	R ₀ > 250 Mpa	R ₀ 100-250 Mpa	R ₀ 50-100 Mpa	R ₀ 25-50 Mpa
		X		
RQD (Índice de calidad de roca)				
RQD	90-100%	75-90%	50-75%	25-50%
		X		
Separación entre discontinuidades				
SD	> 2 m	0.6 - 2.0 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm
		X		

#	Tipo	Dip	Dip Dire	Condición de las discontinuidades											COD																
				Persistencia					Abertura				Rugosidad			Relleno		Alteración													
				< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	> 20 m	Sellada	< 0,1 mm	0,1-1,0 mm	1-5 mm	> 5 mm	Slacken sides		Liso	Lig. Rugoso	Rugoso	Muy Rugoso	Ninguno	< 5mm	> 5mm	< 5 mm	> 5mm	Inalterada	Lig. Alterada	Mode. Alterada	Muy Alterada	Descomp.		
1	D	65	100		X						X						X						X								
2	D	80	195			X					X						X						X								
3	D	85	210		X						X						X						X								
4	D	72	120				X					X					X					S		X							
5	D	75	340		X						X						X						X								
6	C	65	165			X							X				X					S		X		X					
7	D	70	20		X						X						X						X								
8																															
9																															
10																															
11																															

Condición Agua Subterránea														
Dominante	Completamente seco			Ligeramente Húmedo				Húmedo		Goteo		Flujo		Caudal Estimado (Lt/min)
GW														

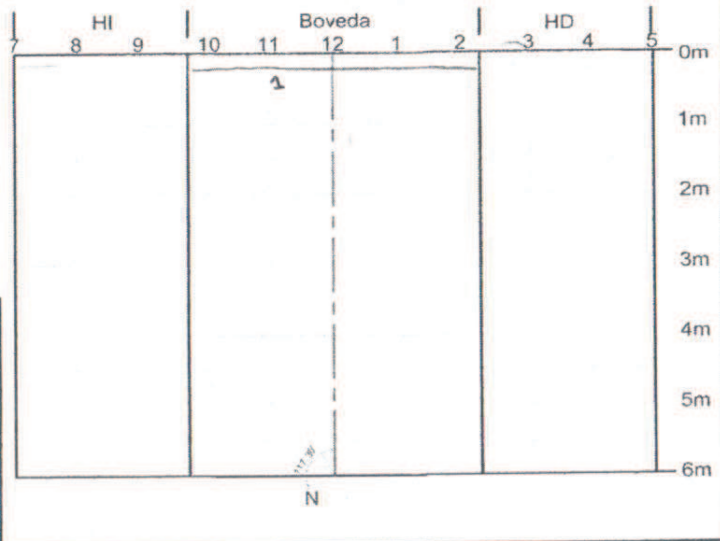
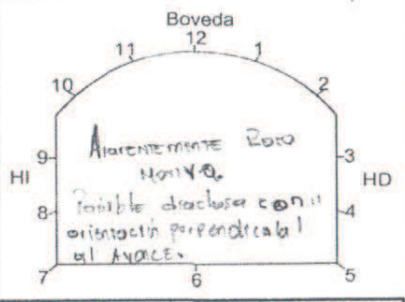
Vol. Aproximado (m3):		Profundidad:	Ubicación:	HI	HD	BOVEDA	SOLERA	#	Tipo
Boveda								1	Revisó: Integral S.A.
Boveda								2	Carlos Alberto Vera Acevedo
Boveda								3	Firma:
Boveda								4	
Boveda								5	
Boveda								6	Aprobó: Conalvias S.A.S.
Boveda								7	Marco E. Gutiérrez Cortés
Boveda								8	Director de Ingeniería
Boveda								9	Firma:
Boveda								10	
Boveda								11	

RMR SYSTEM (1989)
 VALOR Q
 VALOR GSI
 VALOR RMR
 58

Frente: Galería Tuberia Aducción Actividad en curso: Fecha: 23/7/2012 Hora: 9:00 am Abscisa: K0+293
 Levantó: Agustín Guerrero / Andrés Alvarez Sección: 72,82 Dirección de la excavación: 777

Descripción Geológico-Geotécnica
 Se presenta un macizo rocoso, moderadamente metacrizado, que con un golpe de martillo se desintegra lo loro, posee una baja resistencia hay presencia de agua en el frente

Observaciones
 = Frente con roca aparentemente masiva, pero al momento de golpearla se producen caídas en lasas. Spalling en el frente. caimiento aprox. 45° aprox. la bóveda. (2 a 3 Peños)



Conv.	Diaclasa	Foliación	Filtración
	Plano-Cizalla		Falla
CLASIFICACION GEOMECANICA - SISTEMA RMR (1989)			
Resistencia de la matriz rocosa	R _c > 250 Mpa	R _c 100-250 Mpa	R _c 50-100 Mpa
UCS			X
RQD (Índice de calidad de roca)	90-100%	75-90 %	50-75 %
RQD		X	
Separación entre discontinuidades	> 2 m	0.6 - 2.0 m	200 - 600 mm
SD		X	

#	Tipo	Dip	Dip Dire	Persistencia					Abertura				Rugosidad				Relleno				Alteración				COD				
				< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	>20m	Sellada	< 0,1 mm	0,1-1,0 mm	1-5 mm	> 5 mm	Slicken sides	Lisu	Lig. Rugoso	Rugoso	Muy Rugoso	Relleno-Cemento		Relle. Blando		Inalterada	Lig. Alterada		Mode. Alterada	Muy Alterada	Descomp.	
1	D	50	120			X				X							X							X					
2																													
3																													
4																													
5																													
6																													
7																													
8																													
9																													
10																													
11																													

Dominante	Condición Agua Subterránea										
GW	Completamente seco	Ligeramente Húmedo	Húmedo	Goteo	Flujo	Caudal Estimado (Lt/min)					
				X							

Vol. Aproximado (m3):		Profundidad:	Ubicación:	HI	HD	BOVEDA	SOLERA	#	Tipo	RMR SYSTEM (1989)	Parámetro	Valor	RMR	
Boveda											RMR SYSTEM (1989) Resistencia de la roca Intacta: 7 RQD: 73 Separación de Discontinuidades: 8 Condición de las Discontinuidades: 16 Condiciones de agua: 7 Orientación de Estructuras: -5		46	
Boveda													Tipo Terreno	
Boveda													Tipo Soporte	
Boveda													Tipo Soporte	
Boveda													Tipo Soporte	
Boveda										Q BARTON RQD: 60 Jn: 3 Jr: 1,5 Ja: 6 Jw: 1 SRF: 2	VALOR Q			
Boveda												VALOR		
Boveda												GSI	VALOR	
Boveda												Estructura		41
Boveda												Cond. de superficie		

[Firma manuscrita]

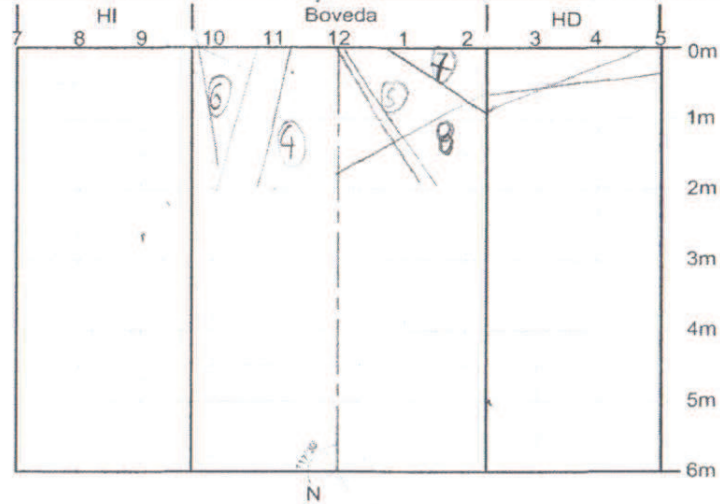
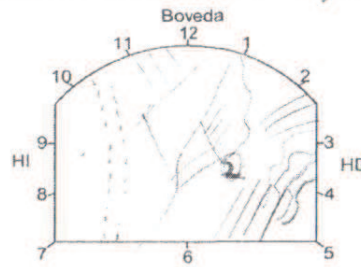
Fronte:	Galería tubería Aducción	Actividad en curso:	Topografía	Fecha:	16/11/12	Hora:	2:30 pm	Reg. No.	28
Levantó:	Carlos Veja / Andrés Alvarez	Sección:	12,82	Dirección de la excavación:	117°	Abscisa:	302.40	Foto No.	

Descripción Geológico-Geotécnica

Gneiss cuarzo feldespático, replegado con presencia en el frente y en los hastiales de zonas de cizallas

Observaciones

Avanzar de la Abs 10+305 en adelante se recomienda realizar el sostenimiento tipo II; Cajas desmontables a la excavación



Conv.	Diaclasa		Foliación		Piltración	
	Plano-Cizalla		Palla		Palla	

CLASIFICACION GEOMECANICA - SISTEMA RMR (1989)

Existencia de la matriz rocosa							
UCS	R ₀ > 250 Mpa	R ₁ 100-250 Mpa	R ₂ 50-100 Mpa	R ₃ 25-50 Mpa	R ₄ 5-25 Mpa	R ₅ 1-5 Mpa	R ₆ < 1 Mpa
		X					
QD (Índice de calidad de roca)							
RQD	90-100%	75-90%	50-75%	25-50%	< 25%		
		X					
Separación entre discontinuidades							
SD	> 2 m	0.6 - 2.0 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm		
				X			

Condición de las discontinuidades

#	Tipo	Dip	Dip Dire	Persistencia					Abertura				Rugosidad				Relleno		Alteración				Datos Desprendimientos				COD												
				< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	> 20 m	Sellada	< 0.1 mm	0.1-1.0 mm	1-5 mm	> 5 mm	Slicken slides	Liso	Lig. Rugoso	Rugoso	Muy Rugoso	Relleno-Cemento	Relle. Blando	Inalterada	Lig. Alterada	Med. Alterada	Muy Alterada	Descomp.	Abscisa		Ubicación	Jr	Js	Jw								
1	C	40	67			X				X																													
2	D	80	280		X						X						X																						
3	D	55	30		X						X						X																						
4	D	50	40		X							X					X																						
5	V	35	355		X							X					X																						
6	V	85	175		X							X					X																						
7	C	70	215			X						X					X																						
8	D	75	100		X							X					X																						
9																																							
10																																							
11																																							

Dominante

Condición Agua Subterránea

GW	Completamente seco	Ligeramente Húmedo	Húmedo	Goteo	Flujo	Caudal Estimado (Lt/min)
----	--------------------	--------------------	--------	-------	-------	--------------------------

Desprendimientos

Vol. Aproximado:	Profundidad:	Ubicación:	HI	HD	BOVEDA	SOLERA	#	Tipo
							1	
							2	
							3	
							4	
							5	
							6	
							7	
							8	D
							9	
							10	
							11	

Abscisa Inicial:	Abscisa Inicial:	Abscisa Inicial:	Abscisa Inicial:
Abscisa Final:	Abscisa Final:	Abscisa Final:	Abscisa Final:

IPO DE PLANO	S-0 Estratificación	Fo Foliación	Fr Fractura	RELLENO	G-Grava	B-Brecha	C-Arcilla	O-Óxidos	Q-Cuarzo
	S-1 Esquistosidad	D Diaclasas	C Zona de cizalla		S-Arena	M-Milonita	Ca-Calcita	F-Feldespato	

Clasificación del Macizo Rocoso

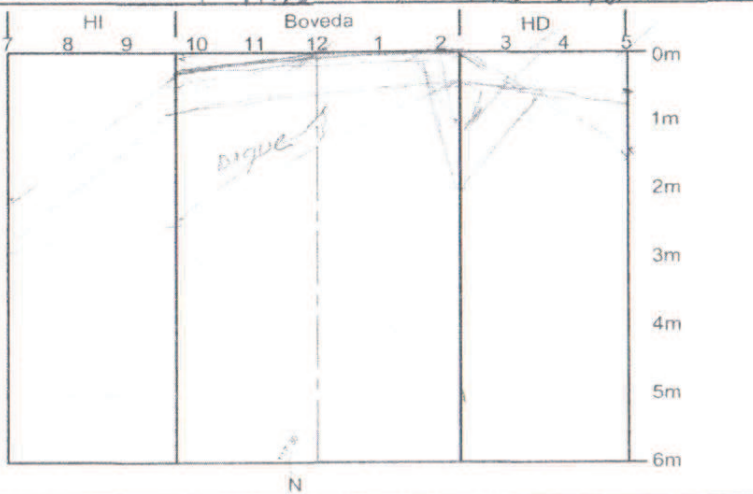
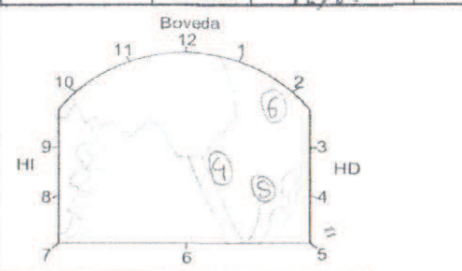
RMR SYSTEM (1989)	Parámetro		Valor	RMR
	Resistencia de la roca Intacta		72	55
RQD		72	Tipo Terreno	
Separación de Discontinuidades		8	II	
Condición de las Discontinuidades		77	Tipo Soporte	
Condiciones de agua		15		
Orientación de Estructuras		-10	II	
Q BARTON	RQD	75	VALOR Q	
	Jn	72	2,34	
	Jr	1,5	GSI	VALOR
	Ja	2	Estructura	
	Jw	1	Cond. de superficie	50
SRF	2			

Moral

D.M.O.

Frente: Galería para tubería Aducción Actividad en curso: Topografía Fecha: 13/11/12 Hora: 7:30 am Reg. No. 25
 Levantó: Carlos Vela / Andrés Alusset Sección: 12, 41 Dirección de la excavación: 17, 5 Abscisa: K0+314,6 Foto No.

Descripción Geológico-Geotécnica
Gneiss cuarcita feldespática maciza, en partes replegado, duro, fresco
 Observaciones
Peñas Cuñas



Conv.	Diaclaza	Foliación	Falla	Filtración			
	Plano-Cizalla						
CLASIFICACIÓN GEOMECANICA - SISTEMA RMR (1989)							
Resistencia de la matriz rocosa							
UCS	R _u > 250 Mpa	R _u 100-250 Mpa	R _u 50-100 Mpa	R _u 25-50 Mpa	R _u 5-25 Mpa	R _u 1-5 Mpa	R _u < 1 Mpa
RQD (Índice de calidad de roca)	90-100%	75-90%	50-75%	25-50%	< 25%		
Separación entre discontinuidades							
SD	> 2 m	0.6 - 2.0 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm		

#	Tipo	Dip	Dip Dire	Persistencia				Abertura				Rugosidad				Relleno		Alteración				Datos Desprendimientos			COD										
				< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	> 20 m	Sellada	< 0.1 mm	0.1-1.0 mm	1-5 mm	> 5 mm	Stickensides	Liso	Lig. Rugoso	Rugoso	Muy Rugoso	Relleno-Cemento	Rell. Blando	Inalterada	Lig. Alterada	Mod. Alterada	Muy Alterada		Descomp.	Abscisa	Ubicación	Jr	Ja	Jw				
1	D	65	275			X			X							X																			
2	D	50	290			X			X							X																			
3	D	85	280			X			X							X																			
4	D	70	130			X			X							X																			
5	Fo	45	50			X			X							X																			
6	D	85	275			X			X							X																			
7																																			
8																																			
9																																			
10																																			
11																																			

GW	Condición Agua Subterránea				Flujo	Caudal Estimado (Lt/min)
	Completamente seco	Ligeramente Húmedo	Húmedo	Goteo		

Desprendimientos							#	Tipo	Clasificación del Macizo Rocoso	RMR SYSTEM (1989)	Parámetro		Valor	RMR
Vol. Aproximado:	Profundidad:	Ubicación:	HI	HD	BOVEDA	SOLERA					Resistencia de la roca Intacta	Tipo Terreno		
							1		Clasificación del Macizo Rocoso RMR SYSTEM (1989) Q BARTON	Resistencia de la roca Intacta RQD Separación de Discontinuidades Condición de las Discontinuidades Condiciones de agua Orientación de Estructuras	72	SR		
							2				13	Tipo Terreno		
							3				10	Tipo Soporte		
							4				24	Tipo Soporte		
							5				4	I		
							6				-5	I		
							7				RQD	75	VALOR Q	
							8				Jn	6	9,38	
							9				Jr	1,5	GSI	VALOR
							10				Ja	2	Estructura	53
							11				Jw	1	Cond. de superficie	
									SRF	1	Cond. de superficie			

TIPO DE PLANO S-0 Estratificación Fo Foliación Fr Fractura RELLENO G-Grava B-Brecha C-Arcilla O-Oxidos Q-Cuarzo
 S-1 Esquistosidad D-Diaclaza C-Zona de cizalla S-Arena M-Milonita Ca-Calcita F-Feldespato

Morales / [Signature]

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 13 de noviembre de 2012
 LOCALIZACIÓN: Túnel de aducción K0+330 - K0+315
 FREENTE: Portal Salida

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES						VALUACIÓN
		FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250						12
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	75 - 90						17
3	Espaciamiento (m)	0,6 - 2,0						15
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		18
	RUMBO/BUZAMIENTO	N70°W/63°SW		N5°E/90°				
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación	
	Continuidad (m)	3 - 10	2	3 - 10	2			
	Abertura (mm)	1 - 5	1	1 - 5	1			
	Rugosidad	Ligera/ Rugosa	3	Ligera/ Rugosa	3			
	Relleno	Ninguno	6	Ninguno	6			
	Grado de meteorización	Fresca	6	Fresca	6			
5	Contenido de Agua	Goteo						4
RMR BÁSICO								66

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
	Regular	-5	61

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

CLASIFICACIÓN RMR	61
DESCRIPCIÓN	Roca Buena
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo I
COHESIÓN (kPa)	N. A.
ÁNGULO DE FRICCIÓN	N. A.

RQD	90
Jn	4
Jr	3
Ja	1
Jw	1
SRF	5

GSI	68 - 72
Q	13,500

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Observaciones:

[Signature]
 INGENIERO GEÓLOGO
 ELABORÓ

[Signature]
 DIRECTOR TÉCNICO
 REVISÓ

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 30 de octubre de 2012
 LOCALIZACIÓN: Túnel de aducción K0+335 - K0+330
 FRETE: Portal Salida

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES						VALUACIÓN
		FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250						12
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	75 - 90						17
3	Espaciamiento (m)	0,2 - 0,6						10
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	N56°W/67°SW		N10°W/85°SW				8
	RUMBO/BUZAMIENTO							
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación	
	Continuidad (m)	3 - 10	2	1 - 3	4			
	Abertura (mm)	> 5	0	> 5	0			
	Rugosidad	Ligera/ Rugosa	3	Ligera/ Rugosa	3			
	Relleno	Blando	0	Blando	0			
	Grado de meteorización	Moderada/ Alterada	3	Ligera/ Alterada	5			
5	Contenido de Agua	Goteo						4
							RMR BÁSICO	51

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
		Regular	-3

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

CLASIFICACIÓN RMR	48
DESCRIPCIÓN	Roca Regular
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo II
COHESIÓN (kPa)	200 - 300
ÁNGULO DE FRICCIÓN	25 - 35

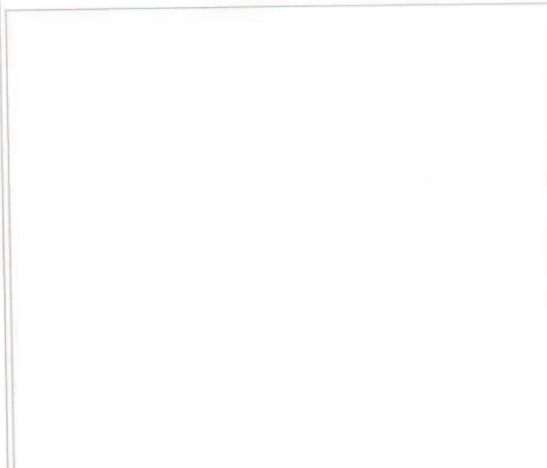
RQD	85
Jn	9
Jr	2
Ja	3
Jw	1
SRF	5

GSI	50 - 55
-----	---------

Q	1,259
---	-------

CROQUIS DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Observaciones: Frente y avance en Neis, la voladura marcó en clave.

INGENIERO GEÓLOGO
 ELABORÓ

DIRECTOR TÉCNICO
 REVISÓ

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 26 de octubre de 2012
 LOCALIZACIÓN: Túnel de aducción KD+338 - KD+335
 FREENTE: Portal Salida

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES						VALUACIÓN
		FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		
RUMBO/BUZAMIENTO		N60°E/55°SE		N15°W/ 80°SW		N60°W/90°NE		
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación	
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250						12
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	75 - 90						17
3	Espaciamiento (m)	0,2 - 0,6						10
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		10
	Continuidad (m)	3 - 10	2	3 - 10	2	1 - 3	2	
	Abertura (mm)	> 5	0	> 5	0	> 5	0	
	Rugosidad	Ligera/ Rugosa	3	Ligera/ Rugosa	3	Ligera/ Rugosa	3	
	Relleno	Blando	0	Blando	0	Blando	0	
	Grado de meteorización	Ligera/ Alterada	5	Ligera/ Alterada	5	Ligera/ Alterada	5	
5	Contenido de Agua	Humedo						10
RMR BÁSICO							59	

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
	Regular	-3	56

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

CLASIFICACIÓN RMR	56
DESCRIPCIÓN	Roca Regular
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo II
COHESIÓN (kPa)	200 - 300
ÁNGULO DE FRICCIÓN	25 - 35

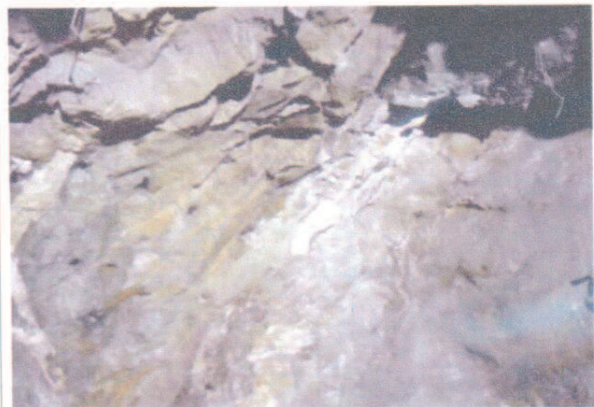
RQD	80
Jn	9
Jr	2
Ja	3
Jw	1
SRF	5

GSI	50 - 55
-----	---------

Q	1,185
---	-------

CROQUIS DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Observaciones: Dique ígneo en el hastal derecho (según abscisado)

INGENIERO GEÓLOGO
 ELABORÓ

DIRECTOR TÉCNICO
 REVISÓ

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 24 de octubre de 2012
 LOCALIZACIÓN: Túnel de aducción K0+340 - K0+338
 FRETE: Portal Salida

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES						VALUACIÓN
		FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		
RUMBO/BUZAMIENTO		N45°E/65°SE		N - S/ 72°W		N40°W/55°NE		
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación	
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250						12
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	75 - 90						17
3	Espaciamiento (m)	0.2 - 0.6						10
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		10
	Continuidad (m)	3 - 10	2	3 - 10	2	1 - 3	2	
	Abertura (mm)	> 5	0	> 5	0	> 5	0	
	Rugosidad	Ligera/Rugosa	3	Ligera/Rugosa	3	Ligera/Rugosa	3	
	Relleño	Blando	0	Blando	0	Blando	0	
	Grado de meteorización	Ligera/Alterada	5	Ligera/Alterada	5	Ligera/Alterada	5	
5	Contenido de Agua	Goteo						4
							53	

RMR BÁSICO

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
	Regular	-3	50

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

CLASIFICACIÓN RMR	50
DESCRIPCIÓN	Roca Regular
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo II
COHESIÓN (kPa)	200 - 300
ÁNGULO DE FRICCIÓN	25 - 35

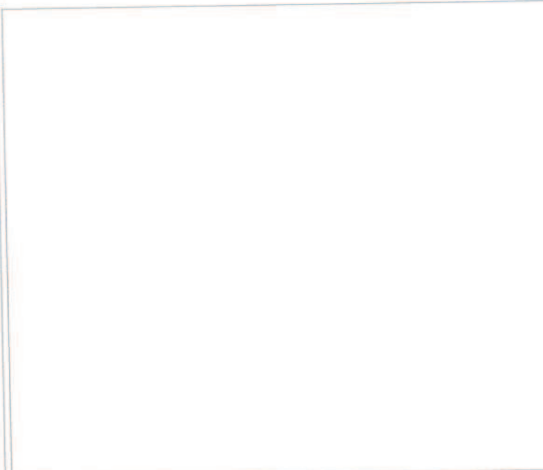
RQD	85
Jn	9
Jr	2
Ja	3
Jw	1
SRF	5

GSI	63 - 68
-----	---------

Q	1,259
---	-------

CROQUIS DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Observaciones: Se sigue presentando falla en cuña de techo, de difícil control.

[Signature]
 INGENIERO GEÓLOGO
 ELABORÓ

[Signature]
 DIRECTOR TÉCNICO
 REVISÓ

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 22 de octubre de 2012
 LOCALIZACIÓN: Túnel de aducción K0+342 - K0+340
 FREENTE: Portal Salida

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES						VALUACIÓN
		FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250						12
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	75 - 90						17
3	Espaciamiento (m)	0,2 - 0,6						10
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		10
	RUMBO/BUZAMIENTO	N45°E/70°SE		N - S/ 68°W		N50°W/40°NE		
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación	
	Continuidad (m)	3 - 10	2	3 - 10	2	1 - 3	2	
	Abertura (mm)	> 5	0	> 5	0	> 5	0	
	Rugosidad	Ligera/ Rugosa	3	Ligera/ Rugosa	3	Ligera/ Rugosa	3	
	Relleno	Blando	0	Blando	0	Blando	0	
	Grado de meteorización	Ligera/ Alterada	5	Ligera/ Alterada	5	Ligera/ Alterada	5	
5	Contenido de Agua	Goteo						4
RMR BÁSICO							53	

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
	Regular	-3	50

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

CLASIFICACIÓN RMR	50
DESCRIPCIÓN	Roca Regular
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo II
COHESIÓN (kPa)	200 - 300
ÁNGULO DE FRICCIÓN	25 - 35

RQD	85
Jn	9
Jr	2
Ja	3
Jw	1
SRF	5

GSI	63 - 68
-----	---------

Q	1,259
---	-------

CROQUIS DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Observaciones: Se sigue presentando falla en cuña de techo, de difícil control.
 Se sugiere soporte tipo II.

[Signature]
 INGENIERO GEÓLOGO
 ELABORÓ

[Signature]
 DIRECTOR TÉCNICO
 REVISÓ

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 16 de octubre de 2012
 LOCALIZACIÓN: Túnel de aducción K0+345 - K0+342
 FRETE: Portal Salida

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES						VALUACIÓN
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250						12
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	75 - 90						17
3	Espaciamiento (m)	0,2 - 0,6						10
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		6
	RUMBO/BUZAMIENTO	N50°W/50°SW		N40°E/90°		N30°W/75°NE		
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación	
	Continuidad (m)	3 - 10	2	3 - 10	2	3 - 10	2	
	Abertura (mm)	> 5	0	> 5	0	> 5	0	
	Rugosidad	Suave	1	Suave	1	Suave	1	
	Relleno	Blando	0	Blando	0	Blando	0	
	Grado de meteorización	Ligera/ Alterada	3	Ligera/ Alterada	3	Ligera/ Alterada	3	
5	Contenido de Agua	Goteo						4
RMR BÁSICO								49

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
	Regular	-5	44

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

CLASIFICACIÓN RMR	44
DESCRIPCIÓN	Roca Regular
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo III
COHESIÓN (kPa)	200 - 300
ÁNGULO DE FRICCIÓN	25 - 35

RQD	95
Jn	9
Jr	1,5
Ja	3
Jw	1
SRF	10

GSI	50 - 53
Q	0,528

CROQUIS DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Observaciones: Falla por cuña, se recomienda instalar soporte tipo III, direccionar los pernos e instalar drenajes.

[Signature]
 INGENIERO GEÓLOGO
 ELABORÓ

[Signature]
 DIRECTOR TÉCNICO
 REVISÓ

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 15 de octubre de 2012
 LOCALIZACIÓN: Túnel de aducción K0+350 - K0+345
 FRENTE: Portal Salida

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES						VALUACIÓN
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250						12
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	75 - 90						17
3	Espaciamiento (m)	0,2 - 0,6						10
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		15
	RUMBO/BUZAMIENTO	N50°W/70°SW		E-W/25°N				
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación	
	Continuidad (m)	3 - 10	2	1 - 3	4			
	Abertura (mm)	1 - 5	1	1 - 5	1			
	Rugosidad	Ligera/Rugosa	3	Ligera/Rugosa	3			
	Relleno	Blando	2	Blando	2			
	Grado de meteorización	Fresca	6	Fresca	6			
5	Contenido de Agua	Goteo						4
RMR BÁSICO								58

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
	Regular	-5	53

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

CLASIFICACIÓN RMR	53
DESCRIPCIÓN	Roca Regular
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo I
COHESIÓN (kPa)	200 - 300
ÁNGULO DE FRICCIÓN	25 - 35

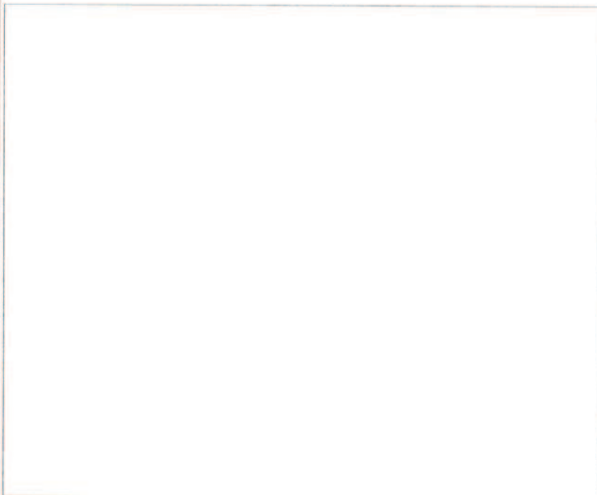
RQD	85
Jn	6
Jr	2
Ja	2
Jw	1
SRF	2,5

GSI	63 - 68
-----	---------

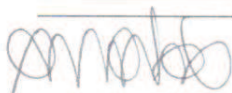
Q	5,667
---	-------

CROQUIS DE CAMPO

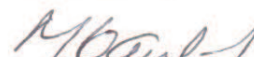
REGISTRO FOTOGRÁFICO



Observaciones:



INGENIERO GEÓLOGO
ELABORÓ



DIRECTOR TÉCNICO
REVISÓ

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 12 de octubre de 2012
 LOCALIZACIÓN: Túnel de aducción K0+359,80 - K0+350,00
 FRETE: Portal Salida

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES						VALUACIÓN
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250						12
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	75 - 90						17
3	Espaciamiento (m)	0,2 - 0,6						10
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		16
	RUMBO/BUZAMIENTO	N - S/74°W		E-W/25°N		N55°W/75°SW		
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación	
	Continuidad (m)	3 - 10	2	1 - 3	4	< 1	6	
	Abertura (mm)	1 - 5	1	1 - 5	1	1 - 5	1	
	Rugosidad	Ligera/ Rugosa	3	Ligera/ Rugosa	3	Rugosa	5	
	Relleno	Blando	2	Blando	2	Duro	4	
	Grado de meteorización	Fresca	6	Fresca	6	Fresca	6	
5	Contenido de Agua	Humedo						10
RMR BÁSICO							65	

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
	Regular	-5	60

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

CLASIFICACIÓN RMR	60
DESCRIPCIÓN	Roca Buena
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo I
COHESIÓN (kPa)	300 - 400
ÁNGULO DE FRICCIÓN	35 - 45

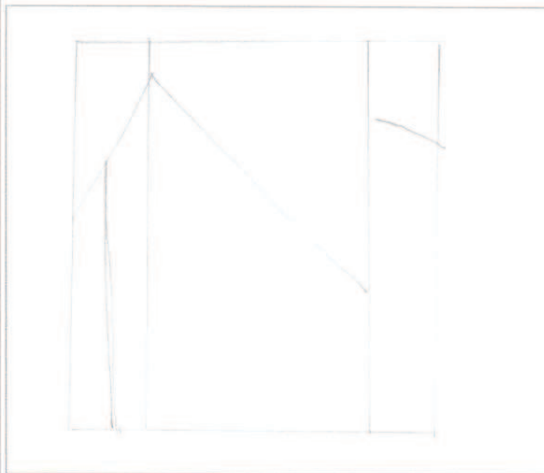
RQD	80
Jn	9
Jr	3
Ja	2
Jw	1
SRF	2,5

GSI	57 - 62
-----	---------

Q	5,333
---	-------

CROQUIS DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Observaciones: Tránsito de soportes de III a I entre las abscisas K0+365,30 y K0+355,30.
 A partir de K0+355,30 Soporte Tipo I.

[Signature]
 INGENIERO GEÓLOGO
 ELABORÓ

[Signature]
 DIRECTOR TÉCNICO
 REVISÓ

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 10 de octubre de 2012
LOCALIZACIÓN: Túnel de aducción K0+362,30 - K0+359,308
FRENTE: Portal Salida

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES						VALUACIÓN
		FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250						12
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	75 - 90						17
3	Espaciamiento (m)	0,2 - 0,6						10
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	E - W 74°S		N15°E/90°				10
	RUMBO/BUZAMIENTO	E - W 74°S		N15°E/90°				
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación	
	Continuidad (m)	3 - 10	2	3 - 10	2			
	Abertura (mm)	> 5	0	1 - 5	1			
	Rugosidad	Suave	1	Rugosa	5			
	Relleno	Blando	0	Duro	4			
	Grado de meteorización	Moderada/ Alterada	3	Ligera/ Alterada	5			
5	Contenido de Agua	Goteo						4
RMR BÁSICO								53

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
		Regular	-5

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

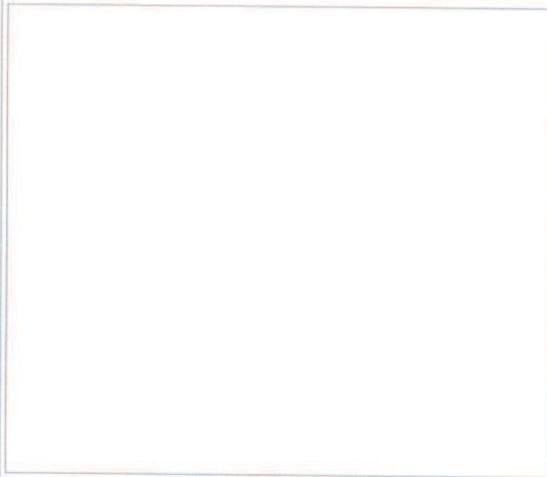
CLASIFICACIÓN RMR	48
DESCRIPCIÓN	Roca Regular
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo II
COHESIÓN (kPa)	200 - 300
ÁNGULO DE FRICCIÓN	25 - 35

RQD	80
Jn	6
Jr	1
Ja	2
Jw	1
SRF	2,5

GSI	57 - 62
Q	2,667

CROQUIS DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Observaciones: Trancisión de soportes de III a I entre las abscisas K0+365,30 y K0+355,30.

INGENIERO GEÓLOGO
ELABORÓ

DIRECTOR TÉCNICO
REVISÓ

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 9 de octubre de 2012
LOCALIZACIÓN: Túnel de aducción K0+364,20 - K0+362,30
FRENTE: Portal Salida

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES						VALUACIÓN
		FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250						12
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	75 - 90						17
3	Espaciamiento (m)	0,2 - 0,6						10
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		14
	RUMBO/BUZAMIENTO	N25°E/65°SE		N5°W/75°NE		N30°W/0°		
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación	
	Continuidad (m)	3 - 10	2	3 - 10	2	< 1	6	
	Abertura (mm)	> 5	0	1 - 5	1	1 - 5	1	
	Rugosidad	Rugosa	5	Rugosa	5	Rugosa	5	
	Relleno	Blando	0	Blando	2	Blando	2	
	Grado de meteorización	Ligera/ Alterada	5	Ligera/ Alterada	5	Fresca	6	
5	Contenido de Agua	Humedo						10
RMR BÁSICO								63

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
		Regular	-5

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

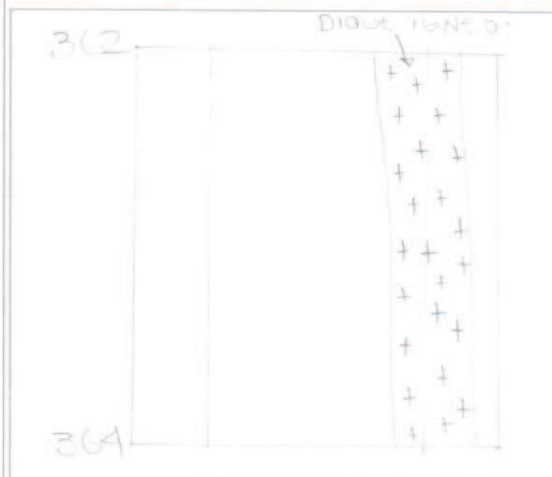
CLASIFICACIÓN RMR	58
DESCRIPCIÓN	Roca Regular
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo I
COHESIÓN (kPa)	200 - 300
ÁNGULO DE FRICCIÓN	25 - 35

RQD	85
Jn	6
Jr	3
Ja	1
Jw	1
SRF	5

GSI	57 - 62
Q	8,500

CROQUIS DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Observaciones: Tránsito de soportes de III a I entre las abscisas K0+365,30 y K0+355,30

[Handwritten Signature]
 INGENIERO GEÓLOGO
 ELABORÓ

[Handwritten Signature]
 DIRECTOR TÉCNICO
 REVISÓ

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 8 de octubre de 2012
LOCALIZACIÓN: Túnel de aducción K0+370,80 - K0+364,20
FRENTE: Portal Salida

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES						VALUACIÓN
		FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250						12
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	75 - 90						17
3	Espaciamiento (m)	0.2 - 0.6						10
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		14
	RUMBO/BUZAMIENTO	N78°E/60°NW		N10°E/82°SE				
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación	
	Continuidad (m)	3 - 10	2	1 - 3	4			
	Abertura (mm)	> 5	0	1 - 5	1			
	Rugosidad	Rugosa	5	Rugosa	5			
	Relleno	Blando	0	Blando	2			
	Grado de meteorización	Ligera/ Alterada	5	Ligera/ Alterada	5			
5	Contenido de Agua	Seco						15
RMR BÁSICO								68

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
	Regular	-6	62

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

CLASIFICACIÓN RMR	62
DESCRIPCIÓN	Roca Buena
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo I
COHESIÓN (kPa)	300 - 400
ÁNGULO DE FRICCIÓN	35 - 45

RQD	90
Jn	4
Jr	3
Ja	2
Jw	1
SRF	5

GSI	62 - 67
------------	---------

Q	6,750
----------	-------

CROQUIS DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Observaciones: Por ser zona de portal se instalará soporte tipo IV, hasta la abscisa K0+365,30.

INGENIERO GEÓLOGO
 ELABORÓ

DIRECTOR TÉCNICO
 REVISÓ

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 4 de octubre de 2012
LOCALIZACIÓN: Túnel de aducción K0+374,90 - K0+370,80
FRENTE: Portal Salida

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES						VALUACIÓN
		FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250						12
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	75 - 90						17
3	Espaciamiento (m)	0,2 - 0,6						10
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		10
	RUMBO/BUZAMIENTO	N55°W/40°NE		N10°E/63°NW		N70°E/90°		
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación	
	Continuidad (m)	3 - 10	2	3 - 10	2	1 - 3	2	
	Abertura (mm)	1 - 5	1	1 - 5	1	1 - 5	1	
	Rugosidad	Stickensided	0	Ligera/Rugosa	3	Ligera/Rugosa	3	
	Relleno	Blando	0	Blando	2	Blando	0	
	Grado de meteorización	Ligera/alterada	5	Ligera/alterada	5	Ligera/alterada	5	
5	Contenido de Agua	Goteo						4
RMR BÁSICO							53	

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
	Regular	-5	48

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

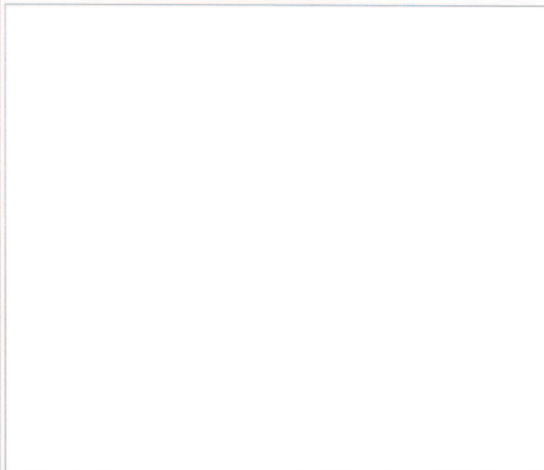
CLASIFICACIÓN RMR	48
DESCRIPCIÓN	Roca Regular
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo III
COHESIÓN (kPa)	200 - 300
ÁNGULO DE FRICCIÓN	25 - 35

RQD	85
Jn	9
Jr	1,5
Ja	4
Jw	1
SRF	5

GSI	52 - 57
Q	0,708

CROQUIS DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Observaciones: Por ser zona de portal se instalará soporte tipo IV. Se presentó desprendimiento de bloques por cuñas, por lo que se recomendó la instalación de 6 pernos localizados y direccionados de 3 metros de longitud.

INGENIERO GEÓLOGO
 ELABORÓ

DIRECTOR TÉCNICO
 REVISÓ

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 3 de octubre de 2012
 LOCALIZACIÓN: Túnel de aducción K0+377,40 - K0+374,90
 FREENTE: Portal Salida

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES				VALUACIÓN		
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250				12		
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	75 - 90				17		
3	Espaciamiento (m)	0,2 - 0,6				10		
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		13
	RUMBO/BUZAMIENTO	N50°E/55°NW		N55°W/90°		N75°W/73°NE		
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación	
	Continuidad (m)	3 - 10	2	3 - 10	2	< 1	6	
	Abertura (mm)	> 5	0	1 - 5	1	1 - 5	1	
	Rugosidad	Slickensided	0	Ligera/ Rugosa	3	Ligera/ Rugosa	3	
	Relleno	Blando	0	Blando	2	Blando	2	
	Grado de meteorización	Ligera/ alterada	5	Ligera/ Alterada	5	Ligera/ Alterada	5	
5	Contenido de Agua	Humedo						10
RMR BÁSICO								62

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
	Regular	-7	55

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

CLASIFICACIÓN RMR	55
DESCRIPCIÓN	Roca Regular
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo II
COHESIÓN (kPa)	200 - 300
ÁNGULO DE FRICCIÓN	25 - 35

RQD	85
Jn	9
Jr	1,5
Ja	3
Jw	1
SFR	5

GSI	52 - 57
-----	---------

Q	0,944
---	-------

CROQUIS DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Observaciones: Por ser zona de portal se instalará soporte tipo IV.

INGENIERO GEÓLOGO
 ELABORÓ

DIRECTOR TÉCNICO
 REVISÓ

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 1 de octubre de 2012
 LOCALIZACIÓN: Túnel de aducción K0+378,80 - K0+377,40
 FREENTE: Portal Salida

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES						VALUACIÓN
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	100 - 250						12
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	75 - 90						17
3	Espaciamiento (m)	0,2 - 0,6						10
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3		12
	RUMBO/BUZAMIENTO	N55°E/42°NW		N30°E/74°SE		N75°W/73°NE		
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación	
	Continuidad (m)	3 - 10	2	3 - 10	2	< 1	6	
	Abertura (mm)	> 5	0	> 5	0	1 - 5	1	
	Rugosidad	Ligera/Rugosa	3	Rugoso	5	Ligera/Rugosa	3	
	Relleno	Blando	0	Blando	0	Ninguno	6	
	Grado de meteorización	Moderada/Alterada	3	Ligera/Alterada	5	Ligera/Alterada	5	
5	Contenido de Agua	Humedo						10
RMR BÁSICO							61	

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
	Regular	-7	54

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

CLASIFICACIÓN RMR	54
DESCRIPCIÓN	Roca Regular
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo III
COHESIÓN (kPa)	200 - 300
ÁNGULO DE FRICCIÓN	25 - 35

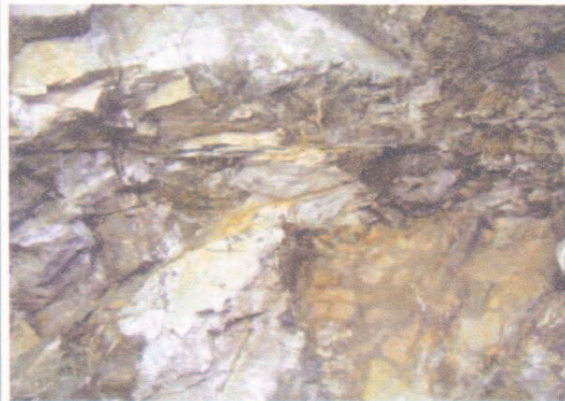
RQD	80
Jn	9
Jr	1,5
Ja	4
Jw	1
SRF	5

GSI	52 - 57
-----	---------

Q	0,667
---	-------

CROQUIS DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRAFICO



Observaciones: Por ser zona de portal se instalará soporte tipo IV.

[Signature]
 INGENIERO GEÓLOGO
 ELABORÓ

[Signature]
 DIRECTOR TÉCNICO
 REVISÓ

PROYECTO EMBALSE BUCARAMANGA

FECHA: 28 de septiembre de 2012
 LOCALIZACIÓN: Túnel de aducción K0+380,35 - K0+378,80
 FRENTE: Portal Salida

No.	PARÁMETRO	ESCALA DE VALORES				VALUACIÓN	
1	Resistencia de la roca intacta (Mpa)	50 - 100				7	
2	Índice de calidad de la roca RQD (%)	75 - 90				17	
3	Espaciamiento (m)	0,2 - 0,6				10	
4	ESTADO DE LAS DISCONTINUIDADES	FAMILIA 1		FAMILIA 2		FAMILIA 3	12
	RUMBO/BUZAMIENTO	N80°E/55°NW		N70°E/90°		N30-45°/68-74°SE	
		Escala	Valuación	Escala	Valuación	Escala	Valuación
	Continuidad (m)	3 - 10	2	3 - 10	2	1 - 3	4
	Abertura (mm)	> 5	0	1 - 5	1	1 - 5	1
	Rugosidad	Suave	1	Suave	1	Suave	1
	Relleno	Blando	0	Blando	2	Ninguno	6
	Grado de meteorización	Fresca	6	Fresca	6	Fresca	6
5	Contenido de Agua	Goteo				4	
RMR BÁSICO						50	

AJUSTE EN LA VALUACIÓN POR ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

ORIENTACIÓN DE RUMBO Y BUZAMIENTO DE LAS FISURAS	VALORACIÓN	AJUSTE	RMR FINAL
	Favorable	-2	48

CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

CLASIFICACIÓN RMR	48
DESCRIPCIÓN	Roca Regular
TIEMPO DE SOSTENIMIENTO	Soporte Tipo III
COHESIÓN (kPa)	200 - 300
ÁNGULO DE FRICCIÓN	25 - 35

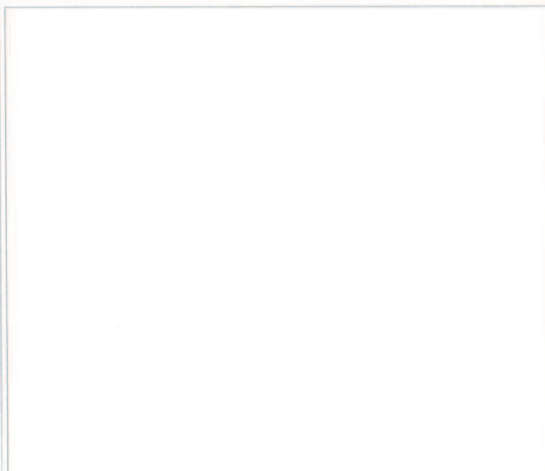
RQD	85
Jn	9
Jr	1
Ja	4
Jw	1
SRF	5

GSI	48 - 52
-----	---------

Q	0,472
---	-------

CROQUIS DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Observaciones: Por ser zona de portal se instalará soporte tipo IV.

INGENIERO GEÓLOGO
 ELABORÓ

DIRECTOR TÉCNICO
 REVISÓ