



**ESTUDIO GEOTECNICO PARA LA
CARACTERIZACIÓN DE UN MACIZO ROCOSO EN
EL CRISOL, CIUDAD DE PANAMA.**

CLIENTE: FINANZAS TORRES, S.A.

CODIGO: NDC-P-22032

ENERO 2023



ESTUDIO GEOTECNICO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE UN MACIZO ROCOSO EN EL CRISOL, CIUDAD DE PANAMA

INFORME FINAL

GERENTE DE PROYECTO: Omar Sugasti. Msc.

COORDINADOR DE CAMPO:

PERSONAL TECNICO: O. Omar Sugasti, Msc.

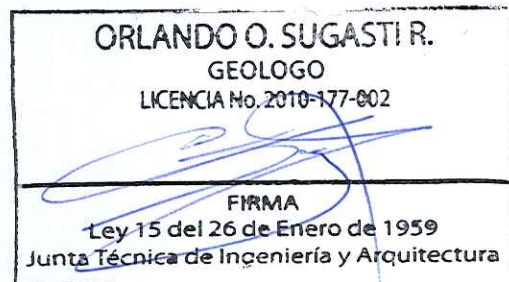
PERSONAL DE CAMPO: Rodrigo Herrera, Perforador
Luis Sánchez, Control de Calidad

PERSONAL DE LABORATORIO: Rodríguez Ovidio, Tec. Laboratorio

CLIENTE

COORDINADOR:

Manuel Franco, Arq.



CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	6
1.1 OBJETIVO	6
1.2 ALCANCE.....	6
2. CONSIDERACIONES GENERALES	6
3. LOCALIZACIÓN	7
4. ZONIFICACIÓN SÍSMICA	8
5. GEOLOGÍA.....	11
5.1 GEOLOGÍA REGIONAL	11
5.2 GEOLOGÍA DEL SITIO.....	12
6. GEOTECNIA.....	12
6.1 NIVEL FREÁTICO	12
6.2 TRABAJOS DE EXPLORACIÓN	12
6.3 TRABAJOS DE LABORATORIO	13
7. EXPLORACION GEOTECNICA.....	13
7.1 LOGUEO DE LA PERFORACIÓN	13
7.1.1 Sondeo S-1, S-2 y S-3.....	14
7.2 CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA DEL MACIZO ROCOSO	15
7.2.1 Pueba de Carga Puntual - PLT.....	15
7.2.2 Índice de Calidad de la roca. RQD	17
7.2.3 Espaciado de las Discontinuidades.....	17
7.2.4 Estado de las Discontinuidades.....	18
a. Continuidad o persistencia.	18
b. Abertura.....	19
c. Rugosidad.....	19
d. Relleno.....	20
e. Alteración.....	21
7.2.5 Presencia de Agua	23
7.2.6 Orientación de las Discontinuidades	23
7.2.7 SMR – Romana	24
7.3 PARÁMETROS GEOTECNICOS RESULTADOS DE ESTE ESTUDIO	25
7.3.1 Densidad.....	25
7.3.2 Correlaciones.....	26
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	26
9. REFERENCIAS	27

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 LOCALIZACIÓN DE SONDEOS	8
TABLA 2 ZONIFICACIÓN SÍSMICA	9
TABLA 3 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE	16
TABLA 4 ÍNDICE DE CALIDAD RQD	17
TABLA 5 ESPACIADO DE LAS DISCONTINUIDADES	18
TABLA 6 PERSISTENCIA	19
TABLA 7 ABERTURA	19
TABLA 8 RUGOSIDAD	20
TABLA 9 RELLENO	21
TABLA 10 ALTERACIÓN	21
TABLA 11 VALORACIÓN AGRUPADA	22
TABLA 12 VALORACIÓN POR PARÁMETROS	22
TABLA 13 PRESENCIA DE AGUA	23
TABLA 14 ORIENTACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES	24
TABLA 15 PARÁMETROS GEOTÉCNICOS CORRELACIONADOS	26

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 MAPA DE LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	7
FIGURA 2 LOCALIZACIÓN DE SONDEOS	8
FIGURA 3 MAPA SISMICO ACELERACIÓN PICO (PGA)	10
FIGURA 4 FORMACIÓN GEOLÓGICA DEL PROYECTO	11
FIGURA 5 AGLOMERADO	14

ANEXOS

ANEXO A	29
ANEXO B	38
ANEXO C	55
ANEXO F	57

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe muestra los resultados correspondientes a la exploración geológica, geotécnica, para la caracterización de subsuelo en un predio en El Crisol, cuyo talud colinda con las galeras de la empresa Finanzas Torres, S.A. EL talud muestra un proceso erosivo, producto de la meteorización de los materiales litológicos que lo componen. En consecuencia, han ocurrido desprendimientos de masas rocosas y suelos, afectando las estructuras de la galera. Excatierra, S.A., ha sido contratada para realizar las perforaciones, extracción de núcleos, descripción petrográfica y geotécnica de los materiales.

1.1 OBJETIVO

El objetivo de la investigación fue perforar, extraer y describir las características geotécnicas de los materiales que conforman el macizo. Realizar una caracterización geomecánica usando la metodología RMR Bieniawski y pasar a la caracterización SRM Romana para parametrizar el talud afectado.

La información obtenida de esta investigación servirá de insumo técnico para el estudio y diseño de la estabilización del talud.

1.2 ALCANCE

Realizar tres (3) sondeos con recuperación de núcleos, tomar los RQD, describir las litologías, contactos, discontinuidades y otros aspectos que ayuden a caracterizar los materiales que conforman el macizo.

- Generar el perfil litológico del área de estudio, sobre la base del material detectado en las perforaciones ejecutadas.
- Determinar algunos parámetros geotécnicos como la Resistencia a la compresión mediante correlación con la prueba de carga puntual PLT.
- Determinar la calidad del material, correlacionado con los RQD.
- Caracterización del Talud realizando un estudio RMR y SMR.

2. CONSIDERACIONES GENERALES

Estudiar la zona del talud desde su geometría a través de estudios topográficos detallados y sus características geotécnicas, para buscar las mejores opciones, que garanticen la seguridad de las personas y los bienes alojados en las galeras, mediante la estabilización del talud y el aseguramiento o eliminación de bloques en riesgo de caída.

3. LOCALIZACIÓN

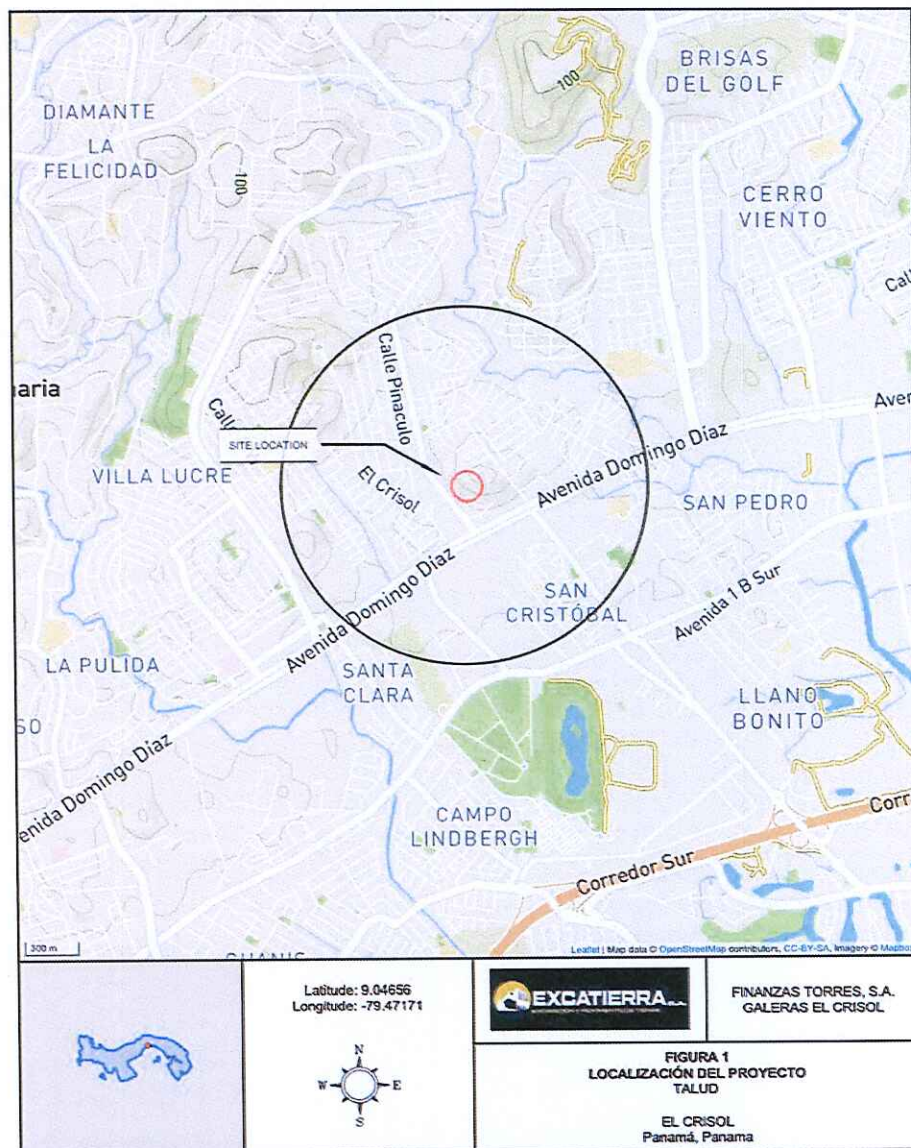


Figura 1 MAPA DE LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

Figura 2 LOCALIZACIÓN DE SONDEOS

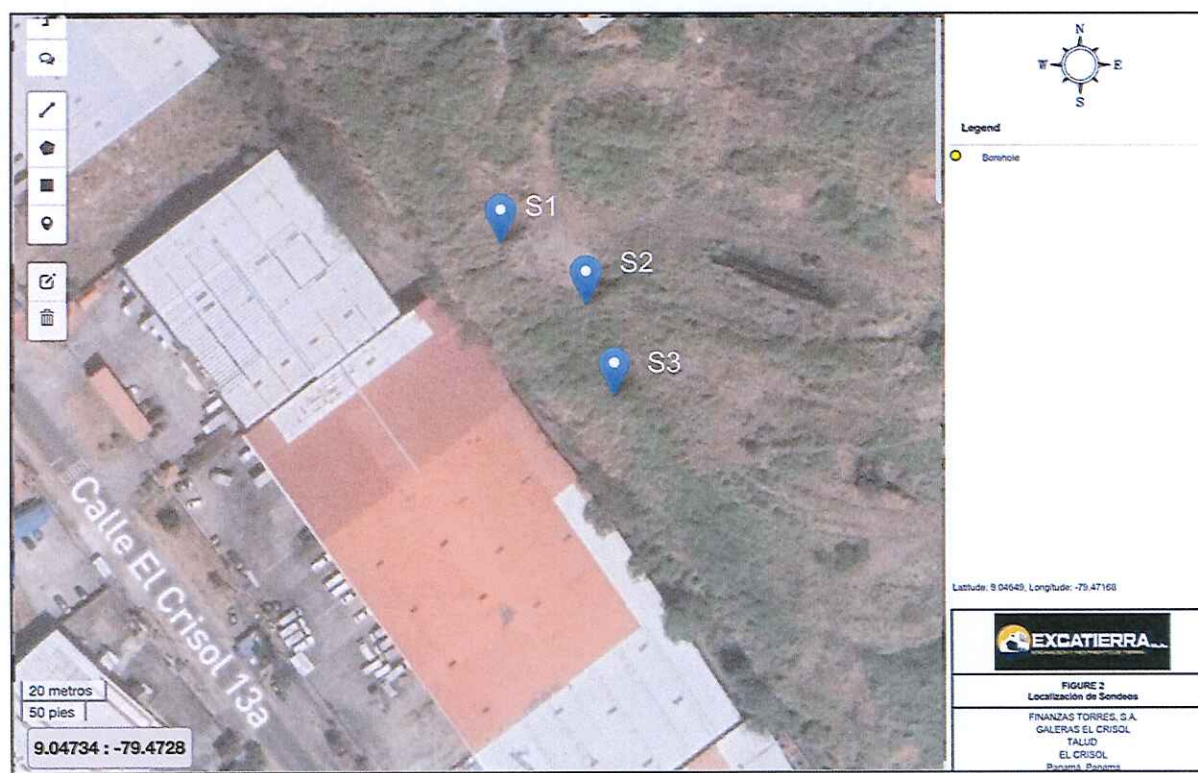


Tabla 1 LOCALIZACIÓN DE SONDEOS

LOCALIZACIÓN DE LOS SONDEOS - EL CRISOL				
SONDEO	LONGITUD (E)	LATITUD (N)	Profundidad (m)	Elevación (msnm)
S-1	-79.471919°	9.046633°	25.00	79
S-2	-79.471728°	9.046505°	25.00	77
S-3	-79.471638°	9.046333°	25.00	72

4. ZONIFICACIÓN SÍSMICA

Basado en el Reglamento para el Diseño Estructural en la República de Panamá REP-2021, para el área de El Crisol, se estima una Aceleración Espectral S_s de 0.2 seg / 5% de Amortiguamiento Crítico de **0.96** y una Aceleración Espectral S_1 de 1.0 seg /

5% de Amortiguamiento Crítico de **0.38**, El perfil de suelo característico del área clasifica como B.

La aceleración máxima del suelo (PGA) es igual a la aceleración máxima del suelo que se produjo durante el movimiento sísmico en un lugar. PGA es igual a la amplitud de la mayor aceleración absoluta registrada en un acelerograma en un sitio durante un terremoto en particular. Por lo tanto, PGA a menudo se divide en componentes horizontales y verticales. Los PGA horizontales son generalmente más grandes que los de dirección vertical, pero esto no siempre es cierto, especialmente cerca de grandes terremotos. PGA es un parámetro importante (también conocido como medida de intensidad) para la ingeniería en el diseño de obras civiles.

El mapa PGA-5 corresponde al mapa de aceleración del máximo sismo considerado, definiendo la Aceleración Pico del suelo ubica la zona del proyecto en El Crisol y sus inmediaciones, con un valor **PGA = 0.42**.

Tabla 2 Zonificación Sísmica

ZONIFICACIÓN SISMICA				
ZONA	ACELERACIÓN ESPECTRAL		CLASIFICACION DEL SUELO	Aceleración Máxima del Suelo (PGA)
	S _s	S ₁	TIPO	
EL CRISOL	0.96	0.38	B	0.42

5. GEOLOGÍA

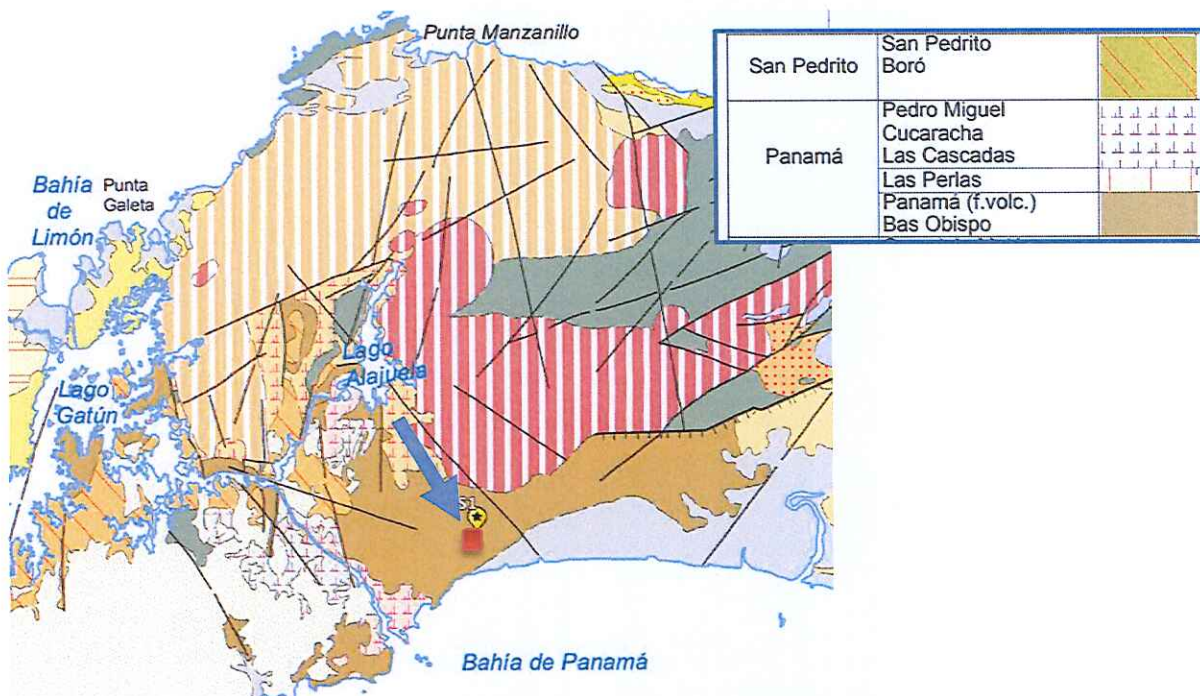
Conocer la geología del sitio nos permite definir mejores el método de estabilización de talud a aplicar ya que, pequeñas variaciones en la geología, obligan a realizar variantes en las soluciones a presentar, de allí la importancia de conocer el sustrato para definir de forma efectiva la mejor, mas conveniente y económica manera de estabilizar.

5.1 GEOLOGÍA REGIONAL

Según el Mapa Geológico de Panamá, el sitio de estudio se pertenece al Período Terciario, Grupo Panamá, formación Panamá fasie Volcánica, compuesta por Aglomerados y andesitas.

El sitio tiene influencia estructural de la Falla Alajuela de carácter regional, asociadas a micro fallas paralelas y subparalelas a esta.

Figura 4 Formación Geológica del Proyecto



5.2 GEOLOGÍA DEL SITIO

Se realizó un caminamiento de reconocimiento por la propiedad con el fin de identificar variaciones litológicas y aspectos estructurales relevantes. Encontramos un aglomerado de origen volcánico, compuesto por clastos de pocos centímetros hasta boulders de material andesítico y piroclástico, dentro de una matriz limo arenosa, que en algunos casos se presenta muy intemperizada, dando lugar a la formación de suelo residual.

En el talud se observó una estructura de falla normal (N40W/30NE), marcada por los contactos de materiales del aglomerado y el piroclasto.

Todo los materiales encontrados, pertenecen a la Formación Panamá fase Volcánica.

6. GEOTECNIA

En este apartado se describe la campaña geotécnica de investigación para la determinación de las características geomecánicas de los materiales, describiendo el tipo de rocas, discontinuidades clasificados según su RQD, y medidas de resistencia a partir de la prueba de PLT para correlacionarla con la Resistencia a la Compresión.

6.1 NIVEL FREÁTICO

En ninguno de los tres (3) sondeos, se detectó nivel freático. Se realizaron medidas de verificación cada día al retomar las perforaciones. Sin embargo en el talud encontramos en los niveles del tercio inferior del mismo, ocasionales zonas húmedas y en algunos casos goteos.

6.2 TRABAJOS DE EXPLORACIÓN

Los trabajos consistieron en la perforación de tres pozos con la extracción de núcleos en diámetro NW (50mm) y el estudio de caracterización del macizo con el método RMR Bieniawski.

Los resultados se presentan en el ANEXO A.

6.3 TRABAJOS DE LABORATORIO

Las muestras recuperadas en el sondeo se identificaron, almacenaron en cajas y posteriormente trasladarlas al laboratorio NDC-GEOTECNIA, ubicado en La Chorrera, donde se sometieron de manera aleatoria a ensayos de Carga Puntual (PLT).

Los ensayos se realizaron siguiendo las especificaciones de la norma ASTM (American Society for Testing and Materials) y se nombran a continuación:

- Point Load Test (**ASTM D-5731**)

En las planillas del ANEXO C se presentan los resultados de los ensayos del laboratorio.

7. EXPLORACION GEOTECNICA

7.1 LOGUEO DE LA PERFORACIÓN

Un logueo es la descripción detallada de un sondaje, donde se miden los parámetros para la caracterización del material extraído. La descripción geológica se basa en determinar el tipo de roca presente en el testigo, así como las fracturas y discontinuidades, sus características primordiales (espaciamiento, abertura, rugosidad, relleno, etc.) y la presencia de agua en esa zona. Esta descripción consiste en la toma de datos sistemáticos en tramos de sondajes previamente marcados por tacos de perforación, entendiéndose como tramo de sondaje la porción equivalente a la penetración del tubo porta testigo, por lo tanto, un tramo puede ser menor o igual al largo del porta testigo. La descripción de las propiedades geotécnicas de las estructuras geológicas encontradas se definió según el espaciamiento, distancia medida entre las discontinuidades de cada familia de fracturas o diaclasas, la naturaleza de las discontinuidades y la condición de agua. Siendo la naturaleza de las discontinuidades un parámetro más complejo de descripción debido a los componentes que la forman, se clasificó conforme a lo descrito en Tabla 12. Las técnicas de logueo busca la descripción y cuantificación de parámetros geotécnicos, de forma estandarizada que permitan describir el estado de un macizo rocoso, en el caso de producirse taludes, esta caracterización ayuda a encontrar el mejor método para su tratamiento y estabilización.

7.1.1 Sondeo S-1, S-2 y S-3

Desde el 0.0m hasta el fin del sondeo a los 25.0m, la litología corresponde a un Aglomerado volcánico, de aspecto porfírico y vesiculado, compuesto por fragmentos de roca basáltica, andesitas y tobas, en una matriz de granulometría media a fina (0.06 a 2.0mm) de composición de aluminosilicatos, plagioclasa y olivinos. El aglomerado presenta variaciones en su coloración relacionadas a las alteraciones minerales producto de hidrotermalismo exipiente de baja entalpia. Así se aprecian zonas con tonalidades rojizas, amarillentas y azuladas, a diferentes profundidades.

Figura 5 Aglomerado



Otra característica a destacar son las juntas y fracturas con diferentes orientación y buzamiento, que determinan zonas de debilidad estructural, que a su vez han permitido la intemperización de los materiales en grados III a IV (MW a HW) moderadamente meteorizado a altamente meteorizado. El grado de fracturamiento se ve registrado en las planillas de perforación (Logs) por el RQD en cada uno de los intervalos o corridas con valor de 1.50m, ver Anexo A.



7.2 CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA DEL MACIZO ROCOSO

Esta clasificación se define como el índice de Rock Mass Rating (RMR) el cual fue propuesto por Z. T. Bieniawski en el año 1973 y posteriormente modificado en los años 1976, 1979.

Para determinar el índice de calidad de RMR hay que tener en cuenta los siguientes parámetros:

- La resistencia a la compresión simple de la matriz rocosa
- El RQD (Rock Quality Designation)
- Espaciado de las discontinuidades
- El estado de las discontinuidades
 - Abertura
 - Continuidad
 - Rugosidad
 - Alteración de la continuidad
 - Relleno de las discontinuidades
- La presencia del agua
- La orientación de las discontinuidades

En función de estos parámetros se calcula el índice calidad de RMR el cual divide en 5 clases con una valoración entre 0 y 100. Esta se obtiene sumando los valores obtenidos de estos parámetros básicos.

7.2.1 Pueba de Carga Puntual - PLT.

El ensayo PLT (point load test) mide la resistencia de la roca a la penetración bajo carga, y los resultados pueden ser utilizados para estimar la resistencia a la compresión simple de la roca. Para hacer esta estimación, se deben considerar otros factores, como la geometría y la configuración de las muestras de roca, la velocidad de ensayo, y la forma en que se aplica la carga.

Además, es importante tener en cuenta que la resistencia a la compresión simple y la resistencia a la penetración bajo carga pueden variar dependiendo de diferentes factores, como la porosidad, la presencia de fisuras o inclusiones, y la composición química de la roca.

A partir del ensayo de carga puntual, PLT, podemos obtener un índice I_s , que puede ser correlacionado con la resistencia a la compresión simple UCS y que se recomienda

realizar varios análisis para calcular el valor a cualquier tipo de roca, el cual es calculado con la siguiente ecuación:

$$I_s \text{ (MPa)} = (P \cdot 1000) / D_E^2$$

Donde:

P: es la resistencia pico expresada en kN.

$$D_E^2 = 4 \cdot A / \pi$$

A = W * D representa la mínima área de sección transversal de un plano a través del punto de contacto entre los platos

El valor de la resistencia a la compresión simple a partir del índice de carga puntual se calcula a través de la fórmula:

$$UCS = 23 \cdot I_s (50)$$

En nuestro caso no fue necesario aplicar la corrección por diámetro, ya que los núcleos son de 50mm, por lo tanto $D_E^2 = D^2$. Entonces, para la clasificación de las rocas por su Resistencia a la Compresión Simple UCS, se utilizó la siguiente Tabla.

Tabla 3 Resistencia a la Compresión Simple

Descripción	Resistencia a la compresión simple (MPa)	Ensayo de carga puntual (MPa)	Valoración
Extremadamente dura	> 250	> 10	15
Muy dura	100 - 250	04 - 10	12
Dura	50 - 100	2 - 4	7
Moderadamente dura	25 - 50	1 - 2	4
Blanda	5 - 25	< 1	2
Muy blanda	1 - 5		1
	< 1		0

Este parámetro es usado como parte del cálculo del RMR básico.

Ya hicimos una descripción del método para obtener el parámetro de Resistencia a la Compresión Simple usando el I_s del PLT. Nos ocuparemos ahora de describir cada uno de los otros 5 parámetros necesarios para calcular el RMR básico.

7.2.2 Índice de Calidad de la roca. RQD

El **RQD** rock quality designation, nos permite identificar el grado de unión de la masa rocosa. Se calcula hallando la sumatoria de trozos de roca intacta de más de 10 cm de longitud divididos por la longitud total del tramo perforado.

Tabla 4 Índice de Calidad RQD

Índice de calidad R.Q.D (%)	Calidad	Valoración
90 - 100	Excelente	20
75 - 90	Buena	17
50 - 75	Regular	13
25 - 50	Mala	8
0 - 25	Muy mala	3

7.2.3 Espaciado de las Discontinuidades

Las discontinuidades son estructuras secundarias que condicionan las propiedades y los comportamientos de resistencia de los macizos rocosos. La resistencia al corte de las discontinuidades es el aspecto más importante en la determinación de la resistencia de los macizos rocosos fracturados, y para su estimación es necesario definir las características y propiedades de los planos de discontinuidad. Los parámetros como la rugosidad, resistencia a las paredes, apertura, relleno y filtraciones determinan el comportamiento mecánico y la resistencia al corte de las discontinuidades.

El espaciado entre los planos de discontinuidad condiciona el tamaño de los bloques de matriz rocosa. El espaciado se define como la distancia entre dos planos de

discontinuidad de una misma familia, medida en la dirección perpendicular a dichos planos. Normalmente este valor se refiere al espaciado medio o modal de los valores medidos para las discontinuidades de una misma familia

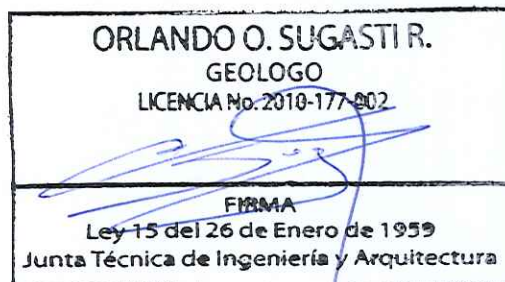
Tabla 5 Espaciado de las Discontinuidades

Código	Descripción	Espaciamiento	Condición del macizo	Valoración
5	Muy separadas	> 2 m	Solido	20
4	Separadas	0,6 - 2 m	Masivo	15
3	Med. Separadas	0,2 - 0,6 m	Con bloques /estratos	10
2	Próximas	0,06 - 0,2 m	Fracturado	8
1	Muy próximas	> 0,06 m	Muy fracturado	5

7.2.4 Estado de las Discontinuidades

a. Continuidad o persistencia.

La continuidad o persistencia de un plano de discontinuidad, es su extensión superficial, reducida por la longitud según la dirección del plano y según su buzamiento. Es un parámetro de gran importancia pero de difícil cuantificación a partir de la observación de afloramientos, en los que normalmente se ven las trazas de los planos de discontinuidad según su buzamiento aparente. La medida de la continuidad se realiza con una cinta métrica. Si el afloramiento permite la observación tridimensional de los planos de discontinuidad, deberían medirse las longitudinales a lo largo de la dirección y del buzamiento. Por lo general, las discontinuidades como las fallas o los diques, suelen ser muy continuos, y representan los mayores planos de debilidad en el macizo rocoso, por lo que deben ser caracterizadas y descritas con especial atención.



Código	Descripción	Continuidad
I	Muy baja continuidad	< 1m
II	Baja continuidad	1 - 3m
III	Continuidad media	3 - 10m
IV	Alta continuidad	10 - 20m
V	Muy alta continuidad	> 20m

Tabla 6 Persistencia

b. Abertura.

Es la distancia perpendicular que separa las paredes de la discontinuidad cuando no existe relleno. Este parámetro puede ser muy variable en diferentes zonas de un mismo macizo rocoso: mientras que en superficie la abertura puede ser alta, esta se reduce con la profundidad, pudiendo llegar a cerrarse. Su medida se realiza directamente con una regla graduada en milímetros. Cuando la separación es muy pequeña se puede emplear un calibre que se introduce en la abertura. Debe indicarse si la abertura de una discontinuidad presenta variaciones, realizándose medidas a lo largo al menos de 3m. Las medidas han de realizarse para cada familia de discontinuidades, adoptando los valores medios más representativos de cada una de ellas.

Código	Descripción	Abertura
VC	Muy cerradas	< 0,1mm
C	Cerradas	0,1 - 0,25mm
PO	Parcialmente abiertas	0,25 - 0,5mm
O	Abiertas	0,5 - 2,5mm
MW	Moderadamente ancha	2,5 - 10mm
W	Ancha	> 10mm
VW	Muy ancha	1 - 10cm
XW	Extremadamente ancha	10 - 100cm

Tabla 7 Abertura

c. Rugosidad.

La descripción y medida de la rugosidad tiene como principal finalidad la resistencia al corte de los planos, que para las discontinuidades sin cohesión puede ser estimada a

partir de datos de campo y expresiones empíricas. El término de rugosidad se emplea en sentido amplio para hacer referencia tanto a la ondulación de las superficies de discontinuidad, como a las irregularidades o rugosidades a pequeña escala de los planos de 1 y 2 grados. Orden respectivamente. La descripción de la rugosidad requiere, pues dos escalas de observación: una escala decimétrica y métrica para la ondulación de las superficies: superficies planas, aduladas o escalonadas y otra escala milimétrica y centimétrica para la rugosidad o irregularidad: superficies pulidas, lisas o rugosas.

Tabla 8 Rugosidad

Rugosa	
I	
Lisa	
II	
Pulida	
III	
Escalonada	
Rugosa	
IV	
Lisa	
V	
Pulida	
VI	
Ondulada	
Rugosa	
VII	
Lisa	
VIII	
Pulida	
IX	
Plana	

d. Relleno.

Es el material presente entre las paredes de las discontinuidades y de propiedades distintas a la de la roca, aunque algunas veces se presenta duro generalmente es más blando que el macizo rocoso generándole una disminución de su resistencia. Existe una gran cantidad de materiales de relleno con propiedades físicas y químicas diferentes, en la Tabla 9 se describen los tipos de relleno.

Tabla 9 Relleno

Código	Descripción
N	Sin relleno
ST	Limo
CL	Arcilla
CA	Calcita
PY	Pirita
SF	Sulfatos
QZ	Cuarzo
FG	Relleno ferruginoso

e. Alteración.

La alteración en las rocas da como consecuencia el intemperismo o meteorización y se define como los cambios de orden físicos, químicos y biológicos de las rocas o minerales cuando están expuestos en o cerca de la superficie terrestre. Estos cambios se muestran en la mayoría de los casos como mudanzas en la coloración, densidad, estructura interna, entre otros.

Tabla 10 Alteración

Descripción	Valoración
Inalterada	6
Ligeramente alterada	5
Moderadamente alterada	3
Muy alterada	1
Descompuesta	0

El estado de las Discontinuidades pasa a formar un solo parámetro para el cálculo del RMR con su valoración propia, como se describe en el cuadro siguiente.

Tabla 11 Valoración agrupada

Descripción	Valoración
Superficies muy rugosas, de poca extensión, paredes de roca resistente	30
Superficies poco rugosas, apertura menor a 1 mm, paredes de roca resistente	25
Superficies poco rugosas, apertura menor a 1 mm, paredes de roca blanda	20
Superficies suaves o relleno de falla de 1 a 5 mm de espesor o apertura de 1 a 5 mm, las discontinuidades se extienden por varios metros	10
Discontinuidades abiertas, con relleno de falla de más de 5 mm de espesor o apertura de más de 5 mm, las discontinuidades se extienden por varios metros	0

Estas valoraciones se desglosan según se ha convenido para cada uno de los parámetros del Estado de las Discontinuidades de forma individual y se muestran en el siguiente cuadro.

Tabla 12 Valoración por parámetros

Parámetro	Valoración				
Persistencia o Continuidad de las Discontinuidades	< 1 m	1 - 3 m	3 - 10 m	10 - 20 m	> 20 m
	6	4	2	1	0
Abertura	Nada	< 0.1 mm	0.1 - 1.0 mm	1 - 5 mm	> 5 mm
	6	5	3	1	0
Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Ondulada	Suave
	6	5	3	1	0
Relleno	Ninguno	Relleno duro	Relleno duro	Relleno blando	Relleno blando
		< 5 mm	> 5 mm	< 5 mm	> 5 mm
	6	4	2	2	0
Alteración	Inalterado	Ligeramente alterado	Moderadamente alterado	Muy alterado	Descompuesto
	6	5	3	1	0

7.2.5 Presencia de Agua

El agua es un factor determinante para considerar cuando se trata de estabilizar taludes. La presencia de agua cambia las condiciones físicas del terreno, incluso en zonas rocosas, por lo tanto, su valoración es fundamental.

Tabla 13 Presencia de agua

Filtración por cada 10m de longitud de túnel	Descripción	Valoración
Nulo	Seco	15
< 10 (L/min)	Apenas húmedo	10
10 - 25 (L/min)	Húmedo	7
25 - 125 (L/min)	Goteo	4
> 125 (L/min)	Flujo continuo	0

7.2.6 Orientación de las Discontinuidades

Las discontinuidades se presentan en familias con orientación y características más o menos homogéneas. La orientación relativa y el espaciado de las diferentes familias de un macizo rocoso definen la forma de los bloques que conforman el macizo. La orientación de una discontinuidad en el espacio queda definida por su dirección de buzamiento (dirección de la línea máxima pendiente del plano de discontinuidad respecto al norte) y por su buzamiento (inclinación respecto a la horizontal de dicha línea). Su medida se realiza mediante la brújula con clinómetro. Para el caso de los taludes, su relación con la orientación del talud define la condición de favorable o desfavorable.

Tabla 14 Orientación de las Discontinuidades

Descripción	Valoración
Muy favorable	0
Favorable	-5
Medio	-25
Desfavorable	-50
Muy desfavorable	-60

7.2.7 SMR – Romana

El Índice SMR (Slope Mass Rating) propuesto por romana (1985) para la clasificación de taludes se obtiene a partir del RMR básico sumando cuatro factores de corrección en función de la orientación de las juntas y un factor de excavación:

$$\text{SMR} = \text{RMR} + (\text{F1} \times \text{F2} \times \text{F3}) + \text{F4}$$

F1 depende del paralelismo entre el rumbo de las juntas y de la cara del talud. Varía entre 1,00 (cuando ambos rumbos son paralelos) y 0,15 (cuando el ángulo entre ambos rumbos es mayor de 30° y la probabilidad de rotura es muy baja). Estos valores, establecidos empíricamente, se ajustan aproximadamente a la expresión:

$$\text{F1} = (1 - \text{sen } a_j - a_s)^2$$

Donde:

a_j : buzamiento de la junta

a_s : buzamiento del talud

F2 depende del buzamiento de la junta en la rotura plana. En cierto sentido es una medida de la probabilidad de la resistencia a esfuerzo cortante de la junta. Varía entre 1,00 (para juntas con buzamiento superior a 45°) y 0,15 (para juntas con buzamiento



inferior a 20°). Fue establecido empíricamente pero puede ajustarse aproximadamente según la relación:

$$F2 = (\tan^2 b_j)^2$$

Donde:

b_j : buzamiento de la junta.

F2 vale 1,00 para las roturas por vuelco.

F3 refleja la relación entre los buzamientos de la junta y el talud. Se han mantenido los valores propuestos por BIENIAWSKI en 1976 que son siempre negativos.

En el Anexo C se presenta la descripción del índice de calidad del SMR.

De acuerdo con la clasificación del RMR la zona 1 se considera de clase IV o calidad Mala con una cohesión de 240 KPa y un ángulo de fricción de 30°.

$$SMR = 48 + (0.15 \times 0.85 \times (-60)) + 15 = 55$$

De acuerdo con la clasificación del SMR la zona 1 se define como Regular, macizo parcialmente estable con algunas juntas y muchas cuñas.

Ver detalles individuales de cada sección en el Anexo B.

7.3 PARÁMETROS GEOTECNICOS RESULTADOS DE ESTE ESTUDIO

7.3.1 Densidad

El aglomerado volcánico presenta un rango de densidad, en dependencia de su grado de meteorización y alteraciones en el orden de:

$$2.2 \text{ a } 2.7 \text{ g/cm}^3$$

7.3.2 Correlaciones

El RMR de Bieniawski es una escala numérica que se utiliza para clasificar la calidad de las rocas en términos de su resistencia y deformabilidad. Los valores de RMR se correlacionan directamente con el ángulo de fricción y la cohesión de una roca.

El ángulo de fricción de una roca es un indicador de su resistencia al deslizamiento.

La cohesión de una roca es una medida de la resistencia a la tracción y se define como la resistencia a la separación de las partículas de la roca.

Tabla 15 Parámetros geotécnicos correlacionados

Profundidad (m)	Sondeo	C (Kpa)	Φ (°)	RMR	SMR
0 - 10	S1-1	240	29	48	55
10 - 20	S1-2	260	31	52	58
20 - 25	S1-3	225	27.5	45	52
0 - 10	S2-1	210	26	42	38
10 - 20	S2-2	220	27	44	35
20 - 25	S2-3	300	35	60	71
0 - 10	S3-1	220	27	44	35
10 - 20	S3-2	240	29	48	39
20 - 25	S3-3	265	31.5	53	64

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. En ninguno de los 3 sondeos, se detectó el NF, nivel freático, pero en el talud, se aprecia afluencia de agua dispersas en algunos puntos, hasta 5 metros por encima de la cota del piso de la galera. Recomendamos considerar el talud en una condición de **humedad 3** de acuerdo a la línea de saturación consideradas en los ábacos de (HOEK Y BRAY, 1977)

2. Los núcleos testigos, de los sondeos, han dejado en evidencia el grado de fracturamiento y meteorización de los materiales del talud, sin embargo, no se logra determinar el tipo predominante de fallas y bloques que se forman entre las discontinuidades, por tanto, se puede definir mejor la condición geoestructural del talud mediante un Estudio Cinemático en la superficie del mismo.

9. REFERENCIAS


- ASTM, (1997). **"Annual Books of ASTM Standard. ASTM"**, West Conshohocken, USA.
- Luis I González de Vallejo. **Ingeniería geológica 2004**,
- Braja M. Das (1.995) **"Principles of Foundation Engineering"**. California State University, Sacramento. Third Edition. USA.
- Goodman, Richard, (1989). **"Introduction to Rock Mechanics"**. Ediciones Wiley, New York.
- Kulhawy, F. H. (1.983) **"Transmission Line Structures Foundations for Uplift-Compression Loading"** Geotechnical Group, Cornell University, New York.
- Lambe, T.W. and Whitman, R.V. (1.991). **"Mecánica de Suelos"**. Editorial Limusa, México.
- M. J. Tomlinson (1.977) **"Pile Design and Constrution Practice"**. London.
- Peck, Hanson & Thornburn (1.973). **"Foundation Engineering"**. Second Edition. USA.

Softwares:

- LogItEasy
- Microsoft Office
- GeoStru Dynamic Probing

ANEXO A
PLANILLAS DE PERFORACIÓN
LOG's

ORLANDO O. SUGASTI R.
GEOLOGO
LICENCIA No. 2010-177-002


FIRMA
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura



Client: FINANZAS TORRES, S.A.
Project: GALERAS EL CRISOL, TALUD
Address: EL CRISOL, Panamá, Panama

BORING LOG
Boring No. S-1
Page: 1 of 3

Drilling Start Date: 02/11/2023 8:00
Drilling End Date: 02/14/2023 16:00
Drilling Company: NDC-GEOTECNIA
Drilling Method: Mud Rotary
Drilling Equipment: SIMCO 2800
Driller: R. HERRERA
Logged By: O. SUGASTI

Boring Depth (m): 25
Boring Diameter (mm): 70.00
Sampling Method(s): Core Barrel
DTW During Drilling (m): N/A
DTW After Drilling (m): 25
Ground Surface Elev. (m): 79
Location (Lat, Long): 9.04664, -79.47182

DEPTH (m)	LITHOLOGY	WATER LEVEL	BORING COMPLETION	COLLECT					SOIL/ROCK VISUAL DESCRIPTION	REMARKS	ELEVATION (m)
				Sample Type	Time	Blow Counts	Recovery (m)	N Value RQP%			
0				CO			1.10		(0m) IGN ROCK (AGGLOMERATE); intensely weathered, moderately soft, very intensely fractured, pale yellowish-brown, dry		
				CO			1.05	20	(1.5m) IGN ROCK (AGGLOMERATE); intensely weathered, moderately soft, very intensely fractured, pale yellowish-brown, dry		
				CO			1.20	33	(3m) IGN ROCK (AGGLOMERATE); intensely weathered, moderately hard, very intensely fractured, pale yellowish-brown, dry	(3.0m) PLT Is = 2.23 MPa UCS= 51.3 MPa (3.0m) Random Fracture: 10°-20° Dip, 0.5 in Spacing (Apparent) Slightly Discontinuous, Moderately Open; Surface (Planar, Intensely Weathered, Mod Soft); Filling (Very Thin, Clay, Intensely Weathered, Mod Soft); 3.0-3.5 (m) R-1 Soil	75
5				CO			1.20	13	(4.5m) IGN ROCK (AGGLOMERATE); intensely weathered, moderately soft, very intensely fractured, pale yellowish-brown, dry		
				CO			1.50	60	(6m) IGN ROCK (AGGLOMERATE); moderately weathered, moderately soft, moderately fractured, pale yellowish-brown, dry		
				CO			1.35	87	(7.5m) IGN ROCK (AGGLOMERATE); intensely weathered, moderately hard, slightly fractured, dark yellowish-gray, dry	(7.5m) Random Fracture: 2 in Spacing (Apparent) Discontinuous, Wide; Surface (Planar, Moderately Weathered, Mod Hard); Filling (Moderately Thick, Clay, Moderately Weathered, Mod Hard); (9.0m) PLT Is = 0.30 MPa UCS= 6.9 MPa	70
				CO			1.50	60	(9m) IGN ROCK (AGGLOMERATE); intensely weathered, moderately hard, slightly fractured, dark yellowish-gray, dry		
10											

NOTES:



Client: FINANZAS TORRES, S.A.
Project: GALERAS EL CRISOL, TALUD
Address: EL CRISOL, Panamá, Panama

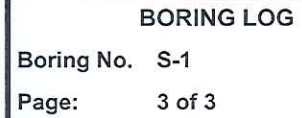
BORING LOG
Boring No. S-1
Page: 2 of 3

Drilling Start Date: 02/11/2023 8:00
Drilling End Date: 02/14/2023 16:00
Drilling Company: NDC-GEOTECNIA
Drilling Method: Mud Rotary
Drilling Equipment: SIMCO 2800
Driller: R. HERRERA
Logged By: O. SUGASTI

Boring Depth (m): 25
Boring Diameter (mm): 70.00
Sampling Method(s): Core Barrel
DTW During Drilling (m): N/A
DTW After Drilling (m): 25
Ground Surface Elev. (m): 79
Location (Lat, Long): 9.04664, -79.47182

DEPTH (m)	LITHOLOGY	WATER LEVEL	BORING COMPLETION	COLLECT					SOIL/ROCK VISUAL DESCRIPTION	REMARKS	ELEVATION (m)
				Sample Type	Time	Blow Counts	Recovery (m)	N Value RQD%			
10				CO			1.20	53	(9m) IGN ROCK (AGGLOMERATE); intensely weathered, moderately hard, slightly fractured, dark yellowish-gray, dry (10.5m) IGN ROCK (AGGLOMERATE); moderately weathered, moderately hard, moderately fractured, dark yellowish-gray, dry	(9.0m) Random Fracture: (Apparent) Open; Surface (Moderately Weathered, Mod Hard); Filling (Clean); Porosidad, desde los 9.0 m hasta 9.45 m 9.0-9.5 (m) R-2 Soil (10.5m) Random Fracture: Discontinuous, Moderately Open; Surface (Moderately Weathered, Mod Hard); Filling (Moderately Weathered, Hard);	
				CO			1.25	33	(12m) IGN ROCK (AGGLOMERATE); intensely weathered, moderately soft, moderately fractured, light yellowish-gray, dry		
				CO			1.15	73	(13.5m) IGN ROCK (AGGLOMERATE); moderately weathered, moderately hard, very slightly fractured, dark yellowish-gray, dry		65
15				CO			1.35	93	(15m) IGN ROCK (AGGLOMERATE); slightly weathered, hard, slightly fractured, dark yellowish-gray, dry	(15.0m) PLT Is=0.144 MPa UCS=3.31 MPa (15.0m) Random Fracture: 10°-30° Dip, (Apparent) Discontinuous, Moderately Open; Surface (); Filling (Moderately Weathered); Porosidad masiva en varios puntos (15.0m) Unified Compressive Strength = tsf 15.2-15.5 (m) R-3 Soil (16.5m) Incipient Fracture: ; Filling (Moderately Thin, Calcite, Slightly Weathered); (18.0m) Fracture Zone: ; Filling (Moderately Thin, Clay, Intensely Weathered); (19.5m) PLT Is=1.2 MPa USC=27.6 MPa	
				CO			0.88	40	(16.5m) IGN ROCK (AGGLOMERATE); intensely weathered, moderately soft, slightly fractured, dark reddish-gray, dry		
				CO			1.28	40	(18m) IGN ROCK (AGGLOMERATE); intensely weathered, moderately soft, slightly fractured, dark yellowish-gray, dry		60
20				CO			1.05	53			

NOTES:





Client: FINANZAS TORRES, S.A.
Project: GALERAS EL CRISOL, TALUD
Address: EL CRISOL, Panamá, Panama

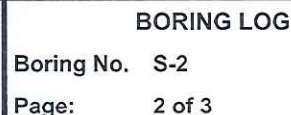
BORING LOG
Boring No. S-2
Page: 1 of 3

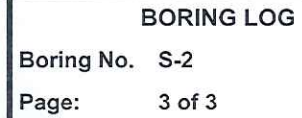
Drilling Start Date: 02/16/2023 8:00
Drilling End Date: 02/19/2023 16:00
Drilling Company: NDC-GEOTECNIA
Drilling Method: Mud Rotary
Drilling Equipment: SIMCO 2800
Driller: R. HERRERA
Logged By: O. SUGASTI

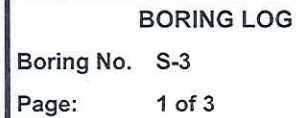
Boring Depth (m): 25.5
Boring Diameter (mm): 70.00
Sampling Method(s): Core Barrel
DTW During Drilling (m): N/A
DTW After Drilling (m): 25.5
Ground Surface Elev. (m): 77
Location (Lat, Long): 9.04651, -79.47164

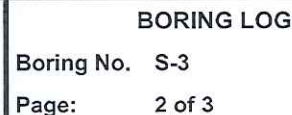
DEPTH (m)	LITHOLOGY	WATER LEVEL	BORING COMPLETION	COLLECT				SOIL/ROCK VISUAL DESCRIPTION	REMARKS	ELEVATION (m)
				Sample Type	Time	Blow Counts	Recovery (m)			
0				CO			1.30	20	(0m) IGN ROCK (AGGLOMERATE); intensely weathered, soft, very intensely fractured, pale yellowish-brown, dry, Porosidad	(0.3m) PLT Is=0.116MPa UCS=2.67 MPa 0.3-0.8 (m) M-1 Rock
				CO			1.05	20	(1.5m) IGN ROCK (AGGLOMERATE); intensely weathered, moderately soft, very intensely fractured, pale yellowish-brown, dry	(1.5m) Presencia de porosidad
				CO			1.50	73	(3m) IGN ROCK (AGGLOMERATE); moderately weathered, moderately hard, very slightly fractured, pale reddish-brown, dry	(2.8m) Fracture Zone: ; Surface (Intensely Weathered, Mod Soft); (2.8m) Fracture Zone: 5°-° Dip, in Spacing (True); (fractura sub horizontal)
5				CO			1.40	33	(4.5m) IGN ROCK (AGGLOMERATE); moderately weathered, moderately soft, slightly fractured, pale reddish-brown, dry	(4.7m) PLT Is=0.35 MPa UCS=8.1 MPa a los 4.75m porosidad 4.7-5.0 (m) M-2 Rock
				CO			0.70		(6m) IGN ROCK (AGGLOMERATE); intensely weathered, moderately soft, intensely fractured, pale reddish-brown, dry	
				CO			1.50	27	(7.5m) IGN ROCK (AGGLOMERATE); intensely weathered, moderately hard, slightly fractured, dark yellowish-gray, dry	(7.5m) a 7.6 m porosidad (7.5m) Fracture Zone: 2 in Spacing (Apparent) Discontinuous, Wide; Surface (Planar, Moderately Weathered, Mod Soft); Filling (Moderately Thick, Clay, Moderately Weathered, Mod Hard); (9.0m) a 9.30 m porosidad
				CO			0.90	27	(9m) IGN ROCK (AGGLOMERATE); intensely weathered, moderately hard, moderately fractured, dark reddish-gray, dry	
10										

NOTES:











Client: FINANZAS TORRES, S.A.
Project: GALERAS EL CRISOL, TALUD
Address: EL CRISOL, Panamá, Panama

BORING LOG
Boring No. S-3
Page: 3 of 3

Drilling Start Date: 02/16/2023 8:00
Drilling End Date: 02/19/2023 16:00
Drilling Company: NDC-GEOTECNIA
Drilling Method: Mud Rotary
Drilling Equipment: SIMCO 2800
Driller: R. HERRERA
Logged By: O. SUGASTI

Boring Depth (m): 25
Boring Diameter (mm): 70.00
Sampling Method(s): Core Barrel
DTW During Drilling (m): N/A
DTW After Drilling (m): 25
Ground Surface Elev. (m): 74
Location (Lat, Long): 9.04632, -79.47158

DEPTH (m)	LITHOLOGY	WATER LEVEL	BORING COMPLETION	COLLECT					SOIL/ROCK VISUAL DESCRIPTION	REMARKS	ELEVATION (m)
				Sample Type	Time	Blow Counts	Recovery (m)	N Value RQD%			
20									(19.5m) IGN ROCK (AGGLOMERATE); slightly weathered, moderately hard, moderately fractured, light bluish-black, dry		
				CO			1.00	47	(21m) IGN ROCK (AGGLOMERATE); moderately weathered, moderately hard, moderately fractured, light bluish-black, dry	(21.0m) Fracture Zone: ;	
				CO			1.34	53	(22.5m) IGN ROCK (AGGLOMERATE); moderately weathered, moderately soft, moderately fractured, dark bluish-gray, dry		
				CO			1.30	73	(24m) IGN ROCK (AGGLOMERATE); slightly weathered, moderately hard, slightly fractured, light bluish-black, dry	(24.0m) PLT Is=0.26 MPa UCS=6.1 MPa 24.0-24.5 (m) M-5 Rock	50
25									(25m) Boring terminated		
											45
30											

NOTES:

ANEXO B
CALCULO DE RMR - SMR

VALORACION DEL MACIZO ROCOSO
CLASIFICACION GEOMECHANICA DE BIENIAWSKI

CODIGO DEL PROYECTO : NDC-P-22032
PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO - TALUD EL CRISOL
FINANZAS TORRES, S.A.
UBICACIÓN : EL CRISOL S1-1

FECHA : 26/01/22
REALIZADO : NDC
REVISADO : O.Sugasti

DETERMINACION DEL VALOR DE RMR (ROCK MASS RATING)

1.- RESISTENCIA DE LA ROCA INTACTA (Ensayo de Carga Puntual)							29.0 Mpa
Rango de valores	> 250	100 - 250	50 - 100	25 - 50	5 - 25	1 - 5	< 1
Puntaje	15	12	7	4	2	1	0
Valoración :							4

2.- VALOR DE RQD (Rock Quality Index)					48 %
Rango de valores	90 - 100	75 - 90	50 - 75	25 - 50	< 25
Puntaje	20	17	13	8	3
Valoración :					8

3.- ESPACIADO DE LAS DISCONTINUIDADES					0.18 m
Rango de valores	> 2	0.6 - 2	0.2 - 0.6	0.06 - 0.2	< 0.06
Puntaje	20	15	10	8	5
Valoración :					8

4.- CONDICION DE LAS DISCONTINUIDADES						
Persistencia de las discontinuidades						4 m
Rango de valores	< 1	1 - 3	3 - 10	10 - 20	> 20	
Puntaje	6	4	2	1	0	
Valoración :					2	
Separación (apertura)						4 mm
Rango de valores	Ninguno	< 0.1	0.1 - 1.0	1 - 5	> 5	
Puntaje	6	5	4	1	0	
Valoración :					1	
Rugosidad						SR
Condición	Muy rugosa VR	Rugosa R	Ligeramente rugosa SR	Lisa L	Superficie pulida SK	
Puntaje	6	5	3	1	0	
Valoración :					3	
Relleno						3 mm
Rango de valores	Ninguno	Duro < 5	Duro > 5	Blando < 5	Blando > 5	
Puntaje	6	4	2	2	0	
Marque con X el tipo de relleno : Blando : X Duro :						Valoración : 2
Meteorización						SW
Condición	No Intemperizada UW	Ligeramente intemperizada SW	Moderadamente Intemperizada MW	Altamente Intemperizada HW	Completamente Intemperizada CW	
Puntaje	6	5	3	1	0	
Valoración :					5	

5.- CONDICIONES GENERALES DEL AGUA SUBTERRANEA						CD
Condición	Completamente seca CD	Húmeda DM	Mojada WT	Goteo DP	Flujo FW	
Puntaje	15	10	7	4	0	
Valoración :					15	

6.- AJUSTE POR ORIENTACION DE LAS DISCONTINUIDADES							FR
Orientaciones del rumbo y buzamiento	Muy Favorable VF	Favorable FV	Regular FR	Desfavorable UF	Muy desfavorable VU		
Puntaje según el tipo de trabajo	Túneles y minas (T)	0	-2	-5	-10	-12	
	Cimentaciones (F)	0	-2	-7	-15	-25	
	Taludes (S)	0	-5	-25	-50	-60	
Indique el tipo de trabajo S							Valoración : -25

VALOR DE RMR		
RMR Básico	:	48
RMR Ajustado	:	23
RMR89 (condiciones secas y muy favorables)	:	48
Cohesión (c)	:	240
Angulo de fricción interna (°)	:	29.0

**ESTABILIDAD DE TALUDES ROCOSOS
METODOLOGIA DEL SMR**

CODIGO DEL PROYECTO : NDC-P-22032
PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO - TALUD EL CRISOL
FINANZAS TORRES, S.A.
UBICACIÓN : EL CRISOL S1-1

FECHA : 26/01/22
REALIZADO : NDC
REVISADO : O.Sugasti

DETERMINACION DEL VALOR DE SMR (SLOPE MASS RATING)

$$SMR = RMR_{89} + F_1 \cdot F_2 \cdot F_3 + F_4$$

1.- DATOS DE LA DISCONTINUIDAD			
Dirección de buzamiento (aj) :	170	Buzamiento (bj) :	45

2.- DATOS DEL TALUD			
Dirección de buzamiento (as) :	230	Buzamiento (bs) :	75

3.- TIPO DE FALLA PREDOMINANTE - Planar (P) - Volteo (V)			P
---	--	--	---

4.- FACTORES POR AJUSTE DE JUNTAS						
Determinación de factor de ajuste F1						
Caso		Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable
Planar	as - aj	> 30	30 - 20	20 - 10	10 - 5	< 5
Volteo	as - aj - 180					
Valores de F1		0.15	0.40	0.70	0.85	1.00
Valor de F1 :						0.15
Determinación de factor de ajuste F2						
Caso		Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable
Planar	bj	< 20	20 - 30	30 - 35	35 - 45	> 45
Volteo	bj - bs					
Valores de F2		0.15	0.40	0.70	0.85	1.00
Valor de F2 :						0.85
Determinación de factor de ajuste F3						
Caso		Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable
Planar	bj - bs	> 10	10 - 0	0	0 -- (- 10)	< -10
Volteo	bj + bs	< 110	110 - 120	> 120	—	—
Valores de F3		0	-6	-25	-50	-60
Valor de F3 :						-60

5.- FACTOR DE AJUSTE SEGÚN EL METODO DE EXCAVACION					
Determinación de factor de ajuste F4					NS
Método	Talud Natural NS	Pre-Corte PS	Voladura controlada SB	Voladura regular RB	Voladura deficiente DB
Valores de F4	15	10	8	0	-8
Valor de F4 :					15

VALOR DE SMR		
SMR	:	55
Descripción	:	Regular
Estabilidad	:	Parcialmente estable
Roturas	:	Algunas juntas o muchas cuñas
Tratamiento	:	Sistemático

**VALORACION DEL MACIZO ROCOSO
CLASIFICACION GEOMECANICA DE BIENIAWSKI**

CODIGO DEL PROYECTO : NDC-P-22031
PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO - TALUD EL CRISOL
FINANZAS TORRES, S.A.
UBICACIÓN : EL CRISOL S1-2

FECHA : 26/01/22
REALIZADO : NDC
REVISADO : O.Sugasti

DETERMINACION DEL VALOR DE RMR (ROCK MASS RATING)

1.- RESISTENCIA DE LA ROCA INTACTA (Ensayo de Carga Puntual)							15.0 Mpa
Rango de valores	> 250	100 - 250	50 - 100	25 - 50	5 - 25	1 - 5	< 1
Puntaje	15	12	7	4	2	1	0
Valoración :							2

2.- VALOR DE RQD (Rock Quality Index)					55 %
Rango de valores	90 - 100	75 - 90	50 - 75	25 - 50	< 25
Puntaje	20	17	13	8	3
Valoración :					13

3.- ESPACIADO DE LAS DISCONTINUIDADES					0.40 m
Rango de valores	> 2	0.6 - 2	0.2 - 0.6	0.06 - 0.2	< 0.06
Puntaje	20	15	10	8	5
Valoración :					10

4.- CONDICION DE LAS DISCONTINUIDADES					
Persistencia de las discontinuidades					4 m
Rango de valores	< 1	1 - 3	3 - 10	10 - 20	> 20
Puntaje	6	4	2	1	0
Valoración :					2

Separación (apertura)					10 mm
Rango de valores	Ninguno	< 0.1	0.1 - 1.0	1 - 5	> 5
Puntaje	6	5	4	1	0
Valoración :					0

Rugosidad					R
Condición	Muy rugosa VR	Rugosa R	Ligeramente rugosa SR	Lisa L	Superficie pulida SK
Puntaje	6	5	3	1	0
Valoración :					5

Relleno					5 mm
Rango de valores	Ninguno	Duro < 5	Duro > 5	Blando < 5	Blando > 5
Puntaje	6	4	2	2	0
Marque con X el tipo de relleno :		Blando : X	Duro :	Valoración :	2

Meteorización					MW
Condición	No Intemperizada UW	Ligeramente intemperizada SW	Moderadamente Intemperizada MW	Altamente Intemperizada HW	Completamente Intemperizada CW
Puntaje	6	5	3	1	0
Valoración :				3	

5.- CONDICIONES GENERALES DEL AGUA SUBTERRANEA						CD
Condición	Completamente seca CD	Húmeda DM	Mojada WT	Goteo DP	Flujo FW	
Puntaje	15	10	7	4	0	
Valoración :					15	

6.- AJUSTE POR ORIENTACION DE LAS DISCONTINUIDADES							FR
Orientaciones del rumbo y buzamiento		Muy Favorable VF	Favorable FV	Regular FR	Desfavorable UF	Muy desfavorable VU	
Puntaje según el tipo de trabajo	Túneles y minas (T)	0	-2	-5	-10	-12	
	Cimentaciones (F)	0	-2	-7	-15	-25	
	Taludes (S)	0	-5	-25	-50	-60	
Indique el tipo de trabajo S							25
Valoración :							-25

VALOR DE RMR		
RMR Básico	:	52
RMR Ajustado	:	27
RMR89 (condiciones secas y muy favorables)	:	52
Cohesión (c)	:	260
Angulo de fricción interna (°)	:	31.0

**ESTABILIDAD DE TALUDES ROCOSOS
METODOLOGIA DEL SMR**

CODIGO DEL PROYECTO : NDC-P-22031
 PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO - TALUD EL CRISOL
 FINANZAS TORRES, S.A.
 UBICACIÓN : EL CRISOL S1-2

FECHA : 26/01/22
 REALIZADO : NDC
 REVISADO : O.Sugasti

DETERMINACION DEL VALOR DE SMR (SLOPE MASS RATING)

$$SMR = RMR_{89} + F_1 \cdot F_2 \cdot F_3 + F_4$$

1.- DATOS DE LA DISCONTINUIDAD						
Dirección de buzamiento (aj) :		165	Buzamiento (bj) :		55	
2.- DATOS DEL TALUD						
Dirección de buzamiento (as) :		230	Buzamiento (bs) :		75	
3.- TIPO DE FALLA PREDOMINANTE - Planar (P) - Volteo (V)						
						P
4.- FACTORES POR AJUSTE DE JUNTAS						
Determinación de factor de ajuste F1						
Caso		Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable
Planar	as - aj					
Volteo	as - aj - 180	> 30	30 - 20	20 - 10	10 - 5	< 5
Valores de F1		0.15	0.40	0.70	0.85	1.00
						Valor de F1 : 0.15
Determinación de factor de ajuste F2						
Caso		Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable
Planar	bj	< 20	20 - 30	30 - 35	35 - 45	> 45
Valores de F2		0.15	0.40	0.70	0.85	1.00
Nota: Para el caso de falla por volteo considerar F2 = 1						Valor de F2 : 1.00
Determinación de factor de ajuste F3						
Caso		Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable
Planar	bj - bs	> 10	10 - 0	0	0 -- (- 10)	< -10
Volteo	bj + bs	< 110	110 - 120	> 120	---	---
Valores de F3		0	-6	-25	-50	-60
						Valor de F3 : -60
5.- FACTOR DE AJUSTE SEGÚN EL METODO DE EXCAVACION						
Determinación de factor de ajuste F4						NS
Método	Talud Natural NS	Pre-Corte PS	Voladura controlada SB	Voladura regular RB	Voladura deficiente DB	
Valores de F4		15	10	8	0	-8
						Valor de F4 : 15

VALOR DE SMR		
SMR	:	58
Descripción	:	Regular
Estabilidad	:	Parcialmente estable
Roturas	:	Algunas juntas o muchas cuñas
Tratamiento	:	Sistemático

**VALORACION DEL MACIZO ROCOSO
CLASIFICACION GEOMECANICA DE BIENIAWSKI**

CODIGO DEL PROYECTO : NDC-P-22032
PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO - TALUD EL CRISOL
FINANZAS TORRES, S.A.
UBICACIÓN : EL CRISOL S1-3

FECHA : 26/01/22
REALIZADO : NDC
REVISADO : O.Sugasti

DETERMINACION DEL VALOR DE RMR (ROCK MASS RATING)

1.- RESISTENCIA DE LA ROCA INTACTA (Ensayo de Carga Puntual)							95.9 Mpa
Rango de valores	> 250	100 - 250	50 - 100	25 - 50	5 - 25	1 - 5	< 1
Puntaje	15	12	7	4	2	1	0
Valoración :							7

2.- VALOR DE RQD (Rock Quality Index)						13.5 %
Rango de valores	90 - 100	75 - 90	50 - 75	25 - 50	< 25	
Puntaje	20	17	13	8	3	
Valoración :						3

3.- ESPACIADO DE LAS DISCONTINUIDADES						0.15 m
Rango de valores	> 2	0.6 - 2	0.2 - 0.6	0.06 - 0.2	< 0.06	
Puntaje	20	15	10	8	5	
Valoración :						8

4.- CONDICION DE LAS DISCONTINUIDADES						3 m
Persistencia de las discontinuidades						
Rango de valores	< 1	1 - 3	3 - 10	10 - 20	> 20	
Puntaje	6	4	2	1	0	
Valoración :						2
Separación (apertura)						10 mm
Rango de valores	Ninguno	< 0.1	0.1 - 1.0	1 - 5	> 5	
Puntaje	6	5	4	1	0	
Valoración :						0
Rugosidad						R
Condición	Muy rugosa VR	Rugosa R	Ligeramente rugosa SR	Lisa L	Superficie pulida SK	
Puntaje	6	5	3	1	0	
Valoración :						5
Relleno						5 mm
Rango de valores	Ninguno	Duro < 5	Duro > 5	Blando < 5	Blando > 5	
Puntaje	6	4	2	2	0	
Marque con X el tipo de relleno : Blando : X Duro :						Valoración : 2
Meteorización						MW
Condición	No Intemperizada UW	Ligeramente intemperizada SW	Moderadamente intemperizada MW	Altamente intemperizada HW	Completamente intemperizada CW	
Puntaje	6	5	3	1	0	
Valoración :						3

5.- CONDICIONES GENERALES DEL AGUA SUBTERRANEA						CD
Condición	Completamente seca CD	Húmeda DM	Mojada WT	Goteo DP	Flujo FW	
Puntaje	15	10	7	4	0	
Valoración :						15

6.- AJUSTE POR ORIENTACION DE LAS DISCONTINUIDADES						FR
Orientaciones del rumbo y buzamiento	Muy Favorable VF	Favorable FV	Regular FR	Desfavorable UF	Muy desfavorable VU	
Puntaje según el tipo de trabajo	Túneles y minas (T)	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentaciones (F)	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes (S)	0	-5	-25	-50	-60
Indique el tipo de trabajo S						Valoración : -25

VALOR DE RMR	
RMR Básico	: 45
RMR Ajustado	: 20
RMR89 (condiciones secas y muy favorables)	: 45
Cohesión (c)	: 225
Angulo de fricción interna (°)	: 27.5

**ESTABILIDAD DE TALUDES ROCOSOS
METODOLOGIA DEL SMR**

CODIGO DEL PROYECTO : NDC-P-22032
PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO - TALUD EL CRISOL
FINANZAS TORRES, S.A.
UBICACIÓN : EL CRISOL S1-3

FECHA : 26/01/22
REALIZADO : NDC
REVISADO : O.Sugasti

DETERMINACION DEL VALOR DE SMR (SLOPE MASS RATING)

$$SMR = RMR_{89} + F_1 \cdot F_2 \cdot F_3 + F_4$$

1.- DATOS DE LA DISCONTINUIDAD			
Dirección de buzamiento (aj) :	280	Buzamiento (bj) :	35

2.- DATOS DEL TALUD			
Dirección de buzamiento (as) :	230	Buzamiento (bs) :	75

3.- TIPO DE FALLA PREDOMINANTE - Planar (P) - Volteo (V)			P
---	--	--	---

4.- FACTORES POR AJUSTE DE JUNTAS						
Determinación de factor de ajuste F1						
Caso		Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable
Planar	as - aj	> 30	30 - 20	20 - 10	10 - 5	< 5
Volteo	as - aj - 180					
Valores de F1		0.15	0.40	0.70	0.85	1.00
Valor de F1 :						0.15
Determinación de factor de ajuste F2						
Caso		Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable
Planar	bj	< 20	20 - 30	30 - 35	35 - 45	> 45
Volteo	bj - bs					
Valores de F2		0.15	0.40	0.70	0.85	1.00
Valor de F2 :						0.85
Determinación de factor de ajuste F3						
Caso		Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable
Planar	bj - bs	> 10	10 - 0	0	0 -- (- 10)	< -10
Volteo	bj + bs	< 110	110 - 120	> 120	---	---
Valores de F3		0	-6	-25	-50	-60
Valor de F3 :						-60

5.- FACTOR DE AJUSTE SEGÚN EL METODO DE EXCAVACION					
Determinación de factor de ajuste F4					NS
Método	Talud Natural NS	Pre-Corte PS	Voladura controlada SB	Voladura regular RB	Voladura deficiente DB
Valores de F4	15	10	8	0	-8
Valor de F4 :					15

VALOR DE SMR		
SMR	:	52
Descripción	:	Regular
Estabilidad	:	Parcialmente estable
Roturas	:	Algunas juntas o muchas cuñas
Tratamiento	:	Sistemático

**VALORACION DEL MACIZO ROCOSO
CLASIFICACION GEOMECANICA DE BIENIAWSKI**

CODIGO DEL PROYECTO : NDC-P-22032
PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO - TALUD EL CRISOL
FINANZAS TORRES, S.A.
UBICACIÓN : EL CRISOL S2-1

FECHA : 26/01/22
REALIZADO : NDC
REVISADO : O.Sugasti

DETERMINACION DEL VALOR DE RMR (ROCK MASS RATING)

1.- RESISTENCIA DE LA ROCA INTACTA (Ensayo de Carga Puntual)							6.7 Mpa
Rango de valores	> 250	100 - 250	50 - 100	25 - 50	5 - 25	1 - 5	< 1
Puntaje	15	12	7	4	2	1	0
Valoración :							2

2.- VALOR DE RQD (Rock Quality Index)					28 %	
Rango de valores	90 - 100	75 - 90	50 - 75	25 - 50	< 25	
Puntaje	20	17	13	8	3	
Valoración :					8	

3.- ESPACIADO DE LAS DISCONTINUIDADES					0.10 m
Rango de valores	> 2	0.6 - 2	0.2 - 0.6	0.06 - 0.2	< 0.06
Puntaje	20	15	10	8	5
Valoración :					8

4.- CONDICION DE LAS DISCONTINUIDADES					
Persistencia de las discontinuidades					3 m
Rango de valores	< 1	1 - 3	3 - 10	10 - 20	> 20
Puntaje	6	4	2	1	0
				Valoración :	2

Separación (apertura)					6 mm	
Rango de valores	Ninguno	< 0.1	0.1 - 1.0	1 - 5	> 5	
Puntaje	6	5	4	1	0	
Valoración :					0	

Rugosidad					SR
Condición	Muy rugosa VR	Rugosa R	Ligeramente rugosa SR	Lisa L	Superficie pulida SK
Puntaje	6	5	3	1	0
Valoración :					3

Relleno					mm
Rango de valores	Ninguno	Duro < 5	Duro > 5	Blando < 5	Blando > 5
Puntaje	6	4	2	2	0
Marque con X el tipo de relleno :		Blando :	Duro :	Valoración : 6	

Marque con X el tipo de relleno : Blando : Duro :
ESCOJA SOLO UNA OPCION CON X, BLANDO O DURO !!!

Meteorización					MW
Condición	No Intemperizada UW	Ligeramente intemperizada SW	Moderadamente Intemperizada MW	Altamente Intemperizada HW	Completamente Intemperizada CW
Puntaje	6	5	3	1	0
Valoración :					3

5.- CONDICIONES GENERALES DEL AGUA SUBTERRANEA					DM
Condición	Completamente seca CD	Humeda DM	Mojada WT	Goteo DP	Flujo FW
Puntaje	15	10	7	4	0
				Valoración :	10

6.- AJUSTE POR ORIENTACION DE LAS DISCONTINUIDADES							FR
Orientaciones del rumbo y buzamiento		Muy Favorable VF	Favorable FV	Regular FR	Desfavorable UF	Muy desfavorable VU	
Puntaje según el tipo de trabajo	Túneles y minas (T)	0	-2	-5	-10	-12	
	Cimentaciones (F)	0	-2	-7	-15	-25	
	Taludes (S)	0	-5	-25	-50	-60	
Indique el tipo de trabajo S							Valoración : -25

VALOR DE RMR		
RMR Básico	:	42
RMR Ajustado	:	17
RMR89 (condiciones secas y muy favorables)	:	47
Cohesión (c)	:	210
Angulo de fricción interna (°)	:	26.0

**ESTABILIDAD DE TALUDES ROCOSOS
METODOLOGIA DEL SMR**

 CODIGO DEL PROYECTO : NDC-P-22032
 PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO - TALUD EL CRISOL
 FINANZAS TORRES, S.A.
 UBICACIÓN : EL CRISOL S2-1

 FECHA : 26/01/22
 REALIZADO : NDC
 REVISADO : O.Sugasti

DETERMINACION DEL VALOR DE SMR (SLOPE MASS RATING)

$$SMR = RMR_{89} + F_1 \cdot F_2 \cdot F_3 + F_4$$

1.- DATOS DE LA DISCONTINUIDAD			
Dirección de buzamiento (aj) :	200	Buzamiento (bj) :	50

2.- DATOS DEL TALUD			
Dirección de buzamiento (as) :	230	Buzamiento (bs) :	75

3.- TIPO DE FALLA PREDOMINANTE - Planar (P) - Volteo (V)			
			P

4.- FACTORES POR AJUSTE DE JUNTAS						
Determinación de factor de ajuste F1						
Caso		Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable
Planar	as - aj					
Volteo	as - aj - 180	> 30	30 - 20	20 - 10	10 - 5	< 5
Valores de F1		0.15	0.40	0.70	0.85	1.00
Valor de F1 :						0.40
Determinación de factor de ajuste F2						
Caso		Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable
Planar	bj	< 20	20 - 30	30 - 35	35 - 45	> 45
Valores de F2		0.15	0.40	0.70	0.85	1.00
Nota: Para el caso de falla por volteo considerar F2 = 1						Valor de F2 : 1.00
Determinación de factor de ajuste F3						
Caso		Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable
Planar	bj - bs	> 10	10 - 0	0	0 -- (- 10)	< -10
Volteo	bj + bs	< 110	110 - 120	> 120	---	---
Valores de F3		0	-6	-25	-50	-60
Valor de F3 :						-60

5.- FACTOR DE AJUSTE SEGÚN EL METODO DE EXCAVACION					
Determinación de factor de ajuste F4					
Método	Talud Natural NS	Pre-Corte PS	Voladura controlada SB	Voladura regular RB	Voladura deficiente DB
Valores de F4	15	10	8	0	-8
Valor de F4 :					15

VALOR DE SMR		
SMR	:	38
Descripción	:	Mala
Estabilidad	:	Inestable
Roturas	:	Juntas grandes o cuñas
Tratamiento	:	Corrección

**VALORACION DEL MACIZO ROCOSO
CLASIFICACION GEOMECANICA DE BIENIAWSKI**

CODIGO DEL PROYECTO : NDC-P-22032
 PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO - TALUD EL CRISOL
 FINANZAS TORRES, S.A.
 UBICACIÓN : EL CRISOL S2-2

FECHA : 26/01/22
 REALIZADO : NDC
 REVISADO : O.Sugasti

DETERMINACION DEL VALOR DE RMR (ROCK MASS RATING)

1.- RESISTENCIA DE LA ROCA INTACTA (Ensayo de Carga Puntual)							4.8 Mpa
Rango de valores	> 250	100 - 250	50 - 100	25 - 50	5 - 25	1 - 5	< 1
Puntaje	15	12	7	4	2	1	0
Valoración :							1

2.- VALOR DE RQD (Rock Quality Index)						47.5 %
Rango de valores	90 - 100	75 - 90	50 - 75	25 - 50	< 25	
Puntaje	20	17	13	8	3	
Valoración :						8

3.- ESPACIADO DE LAS DISCONTINUIDADES						0.20 m
Rango de valores	> 2	0.6 - 2	0.2 - 0.6	0.06 - 0.2	< 0.06	
Puntaje	20	15	10	8	5	
Valoración :						10

4.- CONDICION DE LAS DISCONTINUIDADES						2 m
Persistencia de las discontinuidades						
Rango de valores	< 1	1 - 3	3 - 10	10 - 20	> 20	
Puntaje	6	4	2	1	0	
Valoración :						4
Separación (apertura)						10 mm
Rango de valores	Ninguno	< 0.1	0.1 - 1.0	1 - 5	> 5	
Puntaje	6	5	4	1	0	
Valoración :						0
Rugosidad						SR
Condición	Muy rugosa VR	Rugosa R	Ligeramente rugosa SR	Lisa L	Superficie pulida SK	
Puntaje	6	5	3	1	0	
Valoración :						3
Relleno						5 mm
Rango de valores	Ninguno	Duro < 5	Duro > 5	Blando < 5	Blando > 5	
Puntaje	6	4	2	2	0	
Marque con X el tipo de relleno : Blando : X Duro :						Valoración : 2
Meteorización						HW
Condición	No Intemperizada UW	Ligeramente Intemperizada SW	Moderadamente Intemperizada MW	Altamente Intemperizada HW	Completamente Intemperizada CW	
Puntaje	6	5	3	1	0	
Valoración :						1

5.- CONDICIONES GENERALES DEL AGUA SUBTERRANEA						CD
Condición	Completamente seca CD	Humeda DM	Mojada WT	Goteo DP	Flujo FW	
Puntaje	15	10	7	4	0	
Valoración :						15

6.- AJUSTE POR ORIENTACION DE LAS DISCONTINUIDADES						FR
Orientaciones del rumbo y buzamiento		Muy Favorable VF	Favorable FV	Regular FR	Desfavorable UF	Muy desfavorable VU
Puntaje según el tipo de trabajo	Túneles y minas (T)	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentaciones (F)	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes (S)	0	-5	-25	-50	-60
Indique el tipo de trabajo S		Valoración :				-25

VALOR DE RMR		
RMR Básico	:	44
RMR Ajustado	:	19
RMR89 (condiciones secas y muy favorables)	:	44
Cohesión (c)	:	220
Angulo de fricción interna (°)	:	27.0

**ESTABILIDAD DE TALUDES ROCOSOS
METODOLOGIA DEL SMR**

CODIGO DEL PROYECTO : NDC-P-22032
 PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO - TALUD EL CRISOL
 FINANZAS TORRES, S.A.
 UBICACIÓN : EL CRISOL S2-2

FECHA : 26/01/22
 REALIZADO : NDC
 REVISADO : O.Sugasti

DETERMINACION DEL VALOR DE SMR (SLOPE MASS RATING)

$$SMR = RMR_{89} + F_1 \cdot F_2 \cdot F_3 + F_4$$

1.- DATOS DE LA DISCONTINUIDAD			
Dirección de buzamiento (aj) :	210	Buzamiento (bj) :	60

2.- DATOS DEL TALUD			
Dirección de buzamiento (as) :	230	Buzamiento (bs) :	75

3.- TIPO DE FALLA PREDOMINANTE - Planar (P) - Volteo (V)			P
---	--	--	---

4.- FACTORES POR AJUSTE DE JUNTAS						
Determinación de factor de ajuste F1						
Caso		Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable
Planar	as - aj	> 30	30 - 20	20 - 10	10 - 5	< 5
Volteo	as - aj - 180					
Valores de F1		0.15	0.40	0.70	0.85	1.00
Valor de F1 :						0.40
Determinación de factor de ajuste F2						
Caso		Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable
Planar	bj	< 20	20 - 30	30 - 35	35 - 45	> 45
Valores de F2		0.15	0.40	0.70	0.85	1.00
Nota: Para el caso de falla por volteo considerar F2 = 1						Valor de F2 : 1.00
Determinación de factor de ajuste F3						
Caso		Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable
Planar	bj - bs	> 10	10 - 0	0	0 -- (- 10)	< -10
Volteo	bj + bs	< 110	110 - 120	> 120	---	---
Valores de F3		0	-6	-25	-50	-60
Valor de F3 :						-60

5.- FACTOR DE AJUSTE SEGÚN EL METODO DE EXCAVACION					
Determinación de factor de ajuste F4					NS
Método	Talud Natural NS	Pre-Corte PS	Voladura controlada SB	Voladura regular RB	Voladura deficiente DB
Valores de F4	15	10	8	0	-8
Valor de F4 :					15

VALOR DE SMR		
SMR	:	35
Descripción	:	Mala
Estabilidad	:	Inestable
Roturas	:	Juntas grandes o cuñas
Tratamiento	:	Corrección

VALORACION DEL MACIZO ROCOSO
CLASIFICACION GEOMECHANICA DE BIENIAWSKI

 CODIGO DEL PROYECTO : NDC-P-22032
 PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO - TALUD EL CRISOL
 FINANZAS TORRES, S.A.
 UBICACIÓN : EL CRISOL S2-3

 FECHA : 26/01/22
 REALIZADO : NDC
 REVISADO : O.Sugasti

DETERMINACION DEL VALOR DE RMR (ROCK MASS RATING)

1.- RESISTENCIA DE LA ROCA INTACTA (Ensayo de Carga Puntual)							68.0 Mpa
Rango de valores	> 250	100 - 250	50 - 100	25 - 50	5 - 25	1 - 5	< 1
Puntaje	15	12	7	4	2	1	0
Valoración :							7

2.- VALOR DE RQD (Rock Quality Index)						51 %
Rango de valores	90 - 100	75 - 90	50 - 75	25 - 50	< 25	
Puntaje	20	17	13	8	3	
Valoración :						13

3.- ESPACIADO DE LAS DISCONTINUIDADES						0.30 m
Rango de valores	> 2	0.6 - 2	0.2 - 0.6	0.06 - 0.2	< 0.06	
Puntaje	20	15	10	8	5	
Valoración :						10

4.- CONDICION DE LAS DISCONTINUIDADES						
Persistencia de las discontinuidades						2 m
Rango de valores	< 1	1 - 3	3 - 10	10 - 20	> 20	
Puntaje	6	4	2	1	0	
Valoración :						4
Separación (apertura)						3 mm
Rango de valores	Ninguno	< 0.1	0.1 - 1.0	1 - 5	> 5	
Puntaje	6	5	4	1	0	
Valoración :						1
Rugosidad						SR
Condición	Muy rugosa VR	Rugosa R	Ligeramente rugosa SR	Lisa L	Superficie pulida SK	
Puntaje	6	5	3	1	0	
Valoración :						3
Relleno						2 mm
Rango de valores	Ninguno	Duro < 5	Duro > 5	Blando < 5	Blando > 5	
Puntaje	6	4	2	2	0	
Marque con X el tipo de relleno : Blando : X Duro :						Valoración : 2
Meteorización						SW
Condición	No Intemperizada UW	Ligeramente intemperizada SW	Moderadamente intemperizada MW	Altamente intemperizada HW	Completamente intemperizada CW	
Puntaje	6	5	3	1	0	
Valoración :						5

5.- CONDICIONES GENERALES DEL AGUA SUBTERRANEA						CD
Condición	Completamente seca CD	Húmeda DM	Mojada WT	Goteo DP	Flujo FW	
Puntaje	15	10	7	4	0	
Valoración :						15

6.- AJUSTE POR ORIENTACION DE LAS DISCONTINUIDADES						FR
Orientaciones del rumbo y buzamiento	Muy Favorable VF	Favorable FV	Regular FR	Desfavorable UF	Muy desfavorable VU	
Puntaje según el tipo de trabajo	Túneles y minas (T)	0	-2	-5	-10	-12
	Cimentaciones (F)	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes (S)	0	-5	-25	-50	-60
Indique el tipo de trabajo S						Valoración : -25

VALOR DE RMR		
RMR Básico	:	60
RMR Ajustado	:	35
RMR89 (condiciones secas y muy favorables)	:	60
Cohesión (c)	:	300
Angulo de fricción interna (°)	:	35.0

**ESTABILIDAD DE TALUDES ROCOSOS
METODOLOGIA DEL SMR**

CODIGO DEL PROYECTO :	NDC-P-22032	FECHA :	26/01/22
PROYECTO :	ESTUDIO GEOTECNICO - TALUD EL CRISOL	REALIZADO :	NDC
	FINANZAS TORRES, S.A.	REVISADO :	O.Sugasti
UBICACIÓN :	EL CRISOL S2-3		

DETERMINACION DEL VALOR DE SMR (SLOPE MASS RATING)

$$SMR = RMR_{89} + F_1 \cdot F_2 \cdot F_3 + F_4$$

1.- DATOS DE LA DISCONTINUIDAD			
Dirección de buzamiento (aj) :	220	Buzamiento (bj) :	80

2.- DATOS DEL TALUD			
Dirección de buzamiento (as) :	230	Buzamiento (bs) :	75

3.- TIPO DE FALLA PREDOMINANTE - Planar (P) - Volteo (V)	P
--	---

4.- FACTORES POR AJUSTE DE JUNTAS						
Determinación de factor de ajuste F1						
Caso		Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable
Planar	as - aj	> 30	30 - 20	20 - 10	10 - 5	< 5
Volteo	as - aj - 180					
Valores de F1		0.15	0.40	0.70	0.85	1.00
Valor de F1 :						0.70
Determinación de factor de ajuste F2						
Caso		Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable
Planar	bj	< 20	20 - 30	30 - 35	35 - 45	> 45
Valores de F2		0.15	0.40	0.70	0.85	1.00
Nota: Para el caso de falla por volteo considerar F2 = 1						Valor de F2 : 1.00
Determinación de factor de ajuste F3						
Caso		Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable
Planar	bj - bs	> 10	10 - 0	0	0 -- (- 10)	< -10
Volteo	bj + bs	< 110	110 - 120	> 120	---	---
Valores de F3		0	-6	-25	-50	-60
Valor de F3 :						-6

5.- FACTOR DE AJUSTE SEGÚN EL METODO DE EXCAVACION					
Determinación de factor de ajuste F4					NS
Método	Talud Natural NS	Pre-Corte PS	Voladura controlada SB	Voladura regular RB	Voladura deficiente DB
Valores de F4	15	10	8	0	-8
Valor de F4 :					15

VALOR DE SMR		
SMR	:	71
Descripción	:	Buena
Estabilidad	:	Estable
Roturas	:	Algunos bloques
Tratamiento	:	Ocasional

VALORACION DEL MACIZO ROCOSO
CLASIFICACION GEOMECANICA DE BIENIAWSKI

 CODIGO DEL PROYECTO : NDC-P-22032
 PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO - TALUD EL CRISOL
 FINANZAS TORRES, S.A.
 UBICACIÓN : EL CRISOL S3-1

 FECHA : 26/01/22
 REALIZADO : NDC
 REVISADO : O.Sugasti

DETERMINACION DEL VALOR DE RMR (ROCK MASS RATING)

1.- RESISTENCIA DE LA ROCA INTACTA (Ensayo de Carga Puntual)							47.6 Mpa
Rango de valores	> 250	100 - 250	50 - 100	25 - 50	5 - 25	1 - 5	< 1
Puntaje	15	12	7	4	2	1	0
Valoración :							4

2.- VALOR DE RQD (Rock Quality Index)					19.1 %
Rango de valores	90 - 100	75 - 90	50 - 75	25 - 50	< 25
Puntaje	20	17	13	8	3
Valoración :					3

3.- ESPACIADO DE LAS DISCONTINUIDADES					0.10 m
Rango de valores	> 2	0.6 - 2	0.2 - 0.6	0.06 - 0.2	< 0.06
Puntaje	20	15	10	8	5
Valoración :					8

4.- CONDICION DE LAS DISCONTINUIDADES					
Persistencia de las discontinuidades					2 m
Rango de valores	< 1	1 - 3	3 - 10	10 - 20	> 20
Puntaje	6	4	2	1	0
Valoración :					4
Separación (apertura)					0.5 mm
Rango de valores	Ninguno	< 0.1	0.1 - 1.0	1 - 5	> 5
Puntaje	6	5	4	1	0
Valoración :					4
Rugosidad					SR
Condición	Muy rugosa VR	Rugosa R	Ligeramente rugosa SR	Lisa L	Superficie pulida SK
Puntaje	6	5	3	1	0
Valoración :					3
Relleno					0.4 mm
Rango de valores	Ninguno	Duro < 5	Duro > 5	Blando < 5	Blando > 5
Puntaje	6	4	2	2	0
Marque con X el tipo de relleno : Blando : X Duro :					Valoración : 2
Meteorización					HW
Condición	No Intemperizada UW	Ligeramente intemperizada SW	Moderadamente Intemperizada MW	Altamente Intemperizada HW	Completamente Intemperizada CW
Puntaje	6	5	3	1	0
Valoración :					1

5.- CONDICIONES GENERALES DEL AGUA SUBTERRANEA					CD
Condición	Completamente seca CD	Húmeda DM	Mojada WT	Goteo DP	Flujo FW
Puntaje	15	10	7	4	0
				Valoración :	15

6.- AJUSTE POR ORIENTACION DE LAS DISCONTINUIDADES							FR
Orientaciones del rumbo y buzamiento		Muy Favorable VF	Favorable FV	Regular FR	Desfavorable UF	Muy desfavorable VU	
Puntaje según el tipo de trabajo	Túneles y minas (T)	0	-2	-5	-10	-12	
	Cimentaciones (F)	0	-2	-7	-15	-25	
	Taludes (S)	0	-5	-25	-50	-60	
Indique el tipo de trabajo S		Valoración :					-25

VALOR DE RMR		
RMR Básico	:	44
RMR Ajustado	:	19
RMR89 (condiciones secas y muy favorables)	:	44
Cohesión (c)	:	220
Angulo de fricción interna (°)	:	27.0

**ESTABILIDAD DE TALUDES ROCOSOS
METODOLOGIA DEL SMR**

 CODIGO DEL PROYECTO : NDC-P-22032
 PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO - TALUD EL CRISOL
 FINANZAS TORRES, S.A.
 UBICACIÓN : EL CRISOL S3-1

 FECHA : 26/01/22
 REALIZADO : NDC
 REVISADO : O.Sugasti

DETERMINACION DEL VALOR DE SMR (SLOPE MASS RATING)

$$SMR = RMR_{89} + F_1 \cdot F_2 \cdot F_3 + F_4$$

1.- DATOS DE LA DISCONTINUIDAD			
Dirección de buzamiento (aj) :	210	Buzamiento (bj) :	55

2.- DATOS DEL TALUD			
Dirección de buzamiento (as) :	230	Buzamiento (bs) :	75

3.- TIPO DE FALLA PREDOMINANTE - Planar (P) - Volteo (V)			P
---	--	--	---

4.- FACTORES POR AJUSTE DE JUNTAS						
Determinación de factor de ajuste F1						
Caso		Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable
Planar	as - aj	> 30	30 - 20	20 - 10	10 - 5	< 5
Volteo	as - aj - 180					
Valores de F1		0.15	0.40	0.70	0.85	1.00
Valor de F1 :						0.40
Determinación de factor de ajuste F2						
Caso		Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable
Planar	bj	< 20	20 - 30	30 - 35	35 - 45	> 45
Volteo						
Valores de F2		0.15	0.40	0.70	0.85	1.00
Nota: Para el caso de falla por volteo considerar F2 = 1						Valor de F2 : 1.00
Determinación de factor de ajuste F3						
Caso		Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable
Planar	bj - bs	> 10	10 - 0	0	0 -- (- 10)	< -10
Volteo	bj + bs	< 110	110 - 120	> 120	---	---
Valores de F3		0	-6	-25	-50	-60
Valor de F3 :						-60

5.- FACTOR DE AJUSTE SEGÚN EL METODO DE EXCAVACION					
Determinación de factor de ajuste F4					NS
Método	Talud Natural NS	Pre-Corte PS	Voladura controlada SB	Voladura regular RB	Voladura deficiente DB
Valores de F4	15	10	8	0	-8
Valor de F4 :					15

VALOR DE SMR		
SMR	:	35
Descripción	:	Mala
Estabilidad	:	Inestable
Roturas	:	Juntas grandes o cuñas
Tratamiento	:	Corrección

**VALORACION DEL MACIZO ROCOSO
CLASIFICACION GEOMECHANICA DE BIENIAWSKI**

CODIGO DEL PROYECTO : NDC-P-22032
 PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO - TALUD EL CRISOL
 FINANZAS TORRES, S.A.
 UBICACIÓN : EL CRISOL S3-2

FECHA : 26/01/22
 REALIZADO : NDC
 REVISADO : O.Sugasti

DETERMINACION DEL VALOR DE RMR (ROCK MASS RATING)

1.- RESISTENCIA DE LA ROCA INTACTA (Ensayo de Carga Puntual)							14.9 Mpa
Rango de valores	> 250	100 - 250	50 - 100	25 - 50	5 - 25	1 - 5	< 1
Puntaje	15	12	7	4	2	1	0
Valoración :							2

2.- VALOR DE RQD (Rock Quality Index)					42.7 %
Rango de valores	90 - 100	75 - 90	50 - 75	25 - 50	< 25
Puntaje	20	17	13	8	3
Valoración :					8

3.- ESPACIADO DE LAS DISCONTINUIDADES					0.20 m
Rango de valores	> 2	0.6 - 2	0.2 - 0.6	0.06 - 0.2	< 0.06
Puntaje	20	15	10	8	5
Valoración :					10

4.- CONDICION DE LAS DISCONTINUIDADES						2 m
Persistencia de las discontinuidades						
Rango de valores	< 1	1 - 3	3 - 10	10 - 20	> 20	
Puntaje	6	4	2	1	0	
Valoración :					4	
Separación (apertura)						5 mm
Rango de valores	Ninguno	< 0.1	0.1 - 1.0	1 - 5	> 5	
Puntaje	6	5	4	1	0	
Valoración :					1	
Rugosidad						SR
Condición	Muy rugosa VR	Rugosa R	Ligeramente rugosa SR	Lisa L	Superficie pulida SK	
Puntaje	6	5	3	1	0	
Valoración :					3	
Relleno						5 mm
Rango de valores	Ninguno	Duro < 5	Duro > 5	Blando < 5	Blando > 5	
Puntaje	6	4	2	2	0	
Marque con X el tipo de relleno : Blando : X Duro :					Valoración :	2
Meteorización						MW
Condición	No Intemperizada UW	Ligeramente intemperizada SW	Moderadamente Intemperizada MW	Altamente intemperizada HW	Completamente Intemperizada CW	
Puntaje	6	5	3	1	0	
Valoración :					3	

5.- CONDICIONES GENERALES DEL AGUA SUBTERRANEA						CD
Condición	Completamente seca CD	Húmeda DM	Mojada WT	Goteo DP	Flujo FW	
Puntaje	15	10	7	4	0	
				Valoración :	15	

6.- AJUSTE POR ORIENTACION DE LAS DISCONTINUIDADES							FR
Orientaciones del rumbo y buzamiento		Muy Favorable VF	Favorable FV	Regular FR	Desfavorable UF	Muy desfavorable VU	
Puntaje según el tipo de trabajo	Túneles y minas (T)	0	-2	-5	-10	-12	
	Cimentaciones (F)	0	-2	-7	-15	-25	
	Taludes (S)	0	-5	-25	-50	-60	
Indique el tipo de trabajo : S		Valoración :					-25

VALOR DE RMR		
RMR Básico	:	48
RMR Ajustado	:	23
RMR89 (condiciones secas y muy favorables)	:	48
Cohesión (c)	:	240
Angulo de fricción interna (°)	:	29.0

**ESTABILIDAD DE TALUDES ROCOSOS
METODOLOGIA DEL SMR**

CODIGO DEL PROYECTO : NDC-P-22032
PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO - TALUD EL CRISOL
FINANZAS TORRES, S.A.
UBICACIÓN : EL CRISOL S3-2

FECHA : 26/01/22
REALIZADO : NDC
REVISADO : O.Sugasti

DETERMINACION DEL VALOR DE SMR (SLOPE MASS RATING)

$$SMR = RMR_{89} + F_1 \cdot F_2 \cdot F_3 + F_4$$

1.- DATOS DE LA DISCONTINUIDAD		
Dirección de buzamiento (aj) :	200	Buzamiento (bj) : 60

2.- DATOS DEL TALUD		
Dirección de buzamiento (as) :	230	Buzamiento (bs) : 75

3.- TIPO DE FALLA PREDOMINANTE - Planar (P) - Volteo (V)		
		P

4.- FACTORES POR AJUSTE DE JUNTAS						
Determinación de factor de ajuste F1						
Caso		Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable
Planar	as - aj	> 30	30 - 20	20 - 10	10 - 5	< 5
Volteo	as - aj - 180					
Valores de F1		0.15	0.40	0.70	0.85	1.00
Valor de F1 :						0.40
Determinación de factor de ajuste F2						
Caso		Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable
Planar	bj	< 20	20 - 30	30 - 35	35 - 45	> 45
Volteo	bj - bs					
Valores de F2		0.15	0.40	0.70	0.85	1.00
Valor de F2 :						1.00
Determinación de factor de ajuste F3						
Caso		Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable
Planar	bj - bs	> 10	10 - 0	0	0 -- (- 10)	< -10
Volteo	bj + bs	< 110	110 - 120	> 120	---	---
Valores de F3		0	-6	-25	-50	-60
Valor de F3 :						-60

5.- FACTOR DE AJUSTE SEGÚN EL METODO DE EXCAVACION					
Determinación de factor de ajuste F4					NS
Método	Talud Natural NS	Pre-Corte PS	Voladura controlada SB	Voladura regular RB	Voladura deficiente DB
Valores de F4	15	10	8	0	-8
Valor de F4 :					15

VALOR DE SMR		
SMR	:	39
Descripción	:	Mala
Estabilidad	:	Inestable
Roturas	:	Juntas grandes o cuñas
Tratamiento	:	Corrección

VALORACION DEL MACIZO ROCOSO
CLASIFICACION GEOMECHANICA DE BIENIAWSKI

 CODIGO DEL PROYECTO : NDC-P-22032
 PROYECTO : ESTUDIO GEOTECNICO - TALUD EL CRISOL
 FINANZAS TORRES, S.A.
 UBICACIÓN : EL CRISOL S3-3

 FECHA : 26/01/22
 REALIZADO : NDC
 REVISADO : O.Sugasti

DETERMINACION DEL VALOR DE RMR (ROCK MASS RATING)

1.- RESISTENCIA DE LA ROCA INTACTA (Ensayo de Carga Puntual)							6.1 Mpa
Rango de valores	> 250	100 - 250	50 - 100	25 - 50	5 - 25	1 - 5	< 1
Puntaje	15	12	7	4	2	1	0
Valoración :							2

2.- VALOR DE RQD (Rock Quality Index)						57.6 %
Rango de valores	90 - 100	75 - 90	50 - 75	25 - 50	< 25	
Puntaje	20	17	13	8	3	
Valoración :						13

3.- ESPACIADO DE LAS DISCONTINUIDADES						0.40 m
Rango de valores	> 2	0.6 - 2	0.2 - 0.6	0.06 - 0.2	< 0.06	
Puntaje	20	15	10	8	5	
Valoración :						10

4.- CONDICION DE LAS DISCONTINUIDADES						2 m
Persistencia de las discontinuidades						
Rango de valores	< 1	1 - 3	3 - 10	10 - 20	> 20	
Puntaje	6	4	2	1	0	
Valoración :						4

Separación (apertura)						5 mm
Rango de valores	Ninguno	< 0.1	0.1 - 1.0	1 - 5	> 5	
Puntaje	6	5	4	1	0	
Valoración :						1

Rugosidad						SR
Condición	Muy rugosa VR	Rugosa R	Ligeramente rugosa SR	Lisa L	Superficie pulida SK	
Puntaje	6	5	3	1	0	
Valoración :						3

Relleno						4 mm
Rango de valores	Ninguno	Duro < 5	Duro > 5	Blando < 5	Blando > 5	
Puntaje	6	4	2	2	0	
Marque con X el tipo de relleno : Blando : X Duro :						2
Valoración :						2

Meteorización						MW
Condición	No Intemperizada UW	Ligeramente intemperizada SW	Moderadamente intemperizada MW	Altamente intemperizada HW	Completamente intemperizada CW	
Puntaje	6	5	3	1	0	
Valoración :						3

5.- CONDICIONES GENERALES DEL AGUA SUBTERRANEA						CD
Condición	Completamente seca CD	Húmeda DM	Mojada WT	Goteo DP	Flujo FW	
Puntaje	15	10	7	4	0	
Valoración :						15

6.- AJUSTE POR ORIENTACION DE LAS DISCONTINUIDADES						FR
Orientaciones del rumbo y buzamiento	Muy Favorable VF	Favorable FV	Regular FR	Desfavorable UF	Muy desfavorable VU	
Puntaje según el tipo de trabajo						
Túneles y minas (T)	0	-2	-5	-10	-12	
Cimentaciones (F)	0	-2	-7	-15	-25	
Taludes (S)	0	-5	-25	-50	-60	
Indique el tipo de trabajo S						25
Valoración :						-25

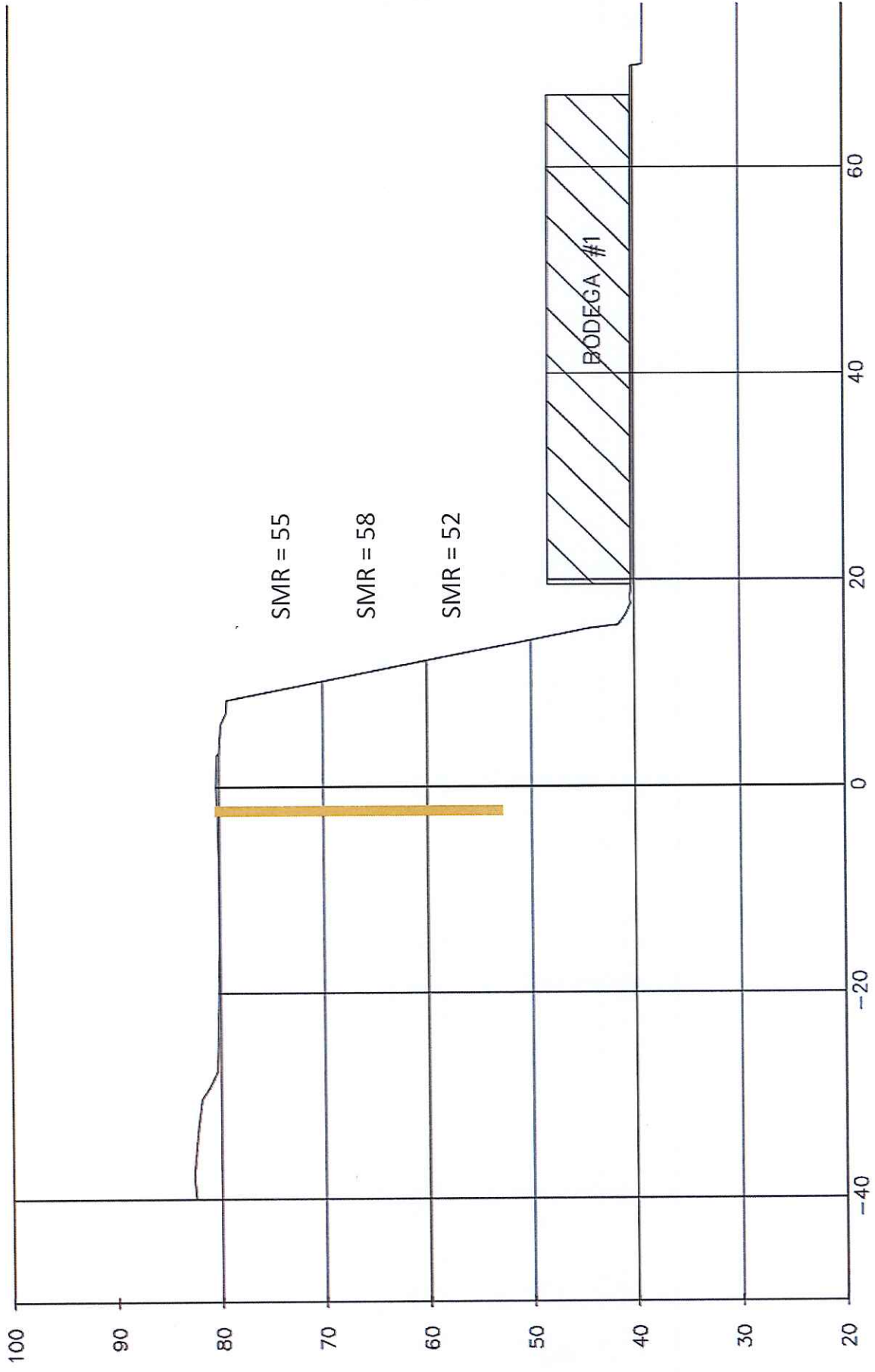
VALOR DE RMR		
RMR Básico	:	53
RMR Ajustado	:	28
RMR89 (condiciones secas y muy favorables)	:	53
Cohesión (c)	:	265
Angulo de fricción interna (°)	:	31.5

ANEXO C

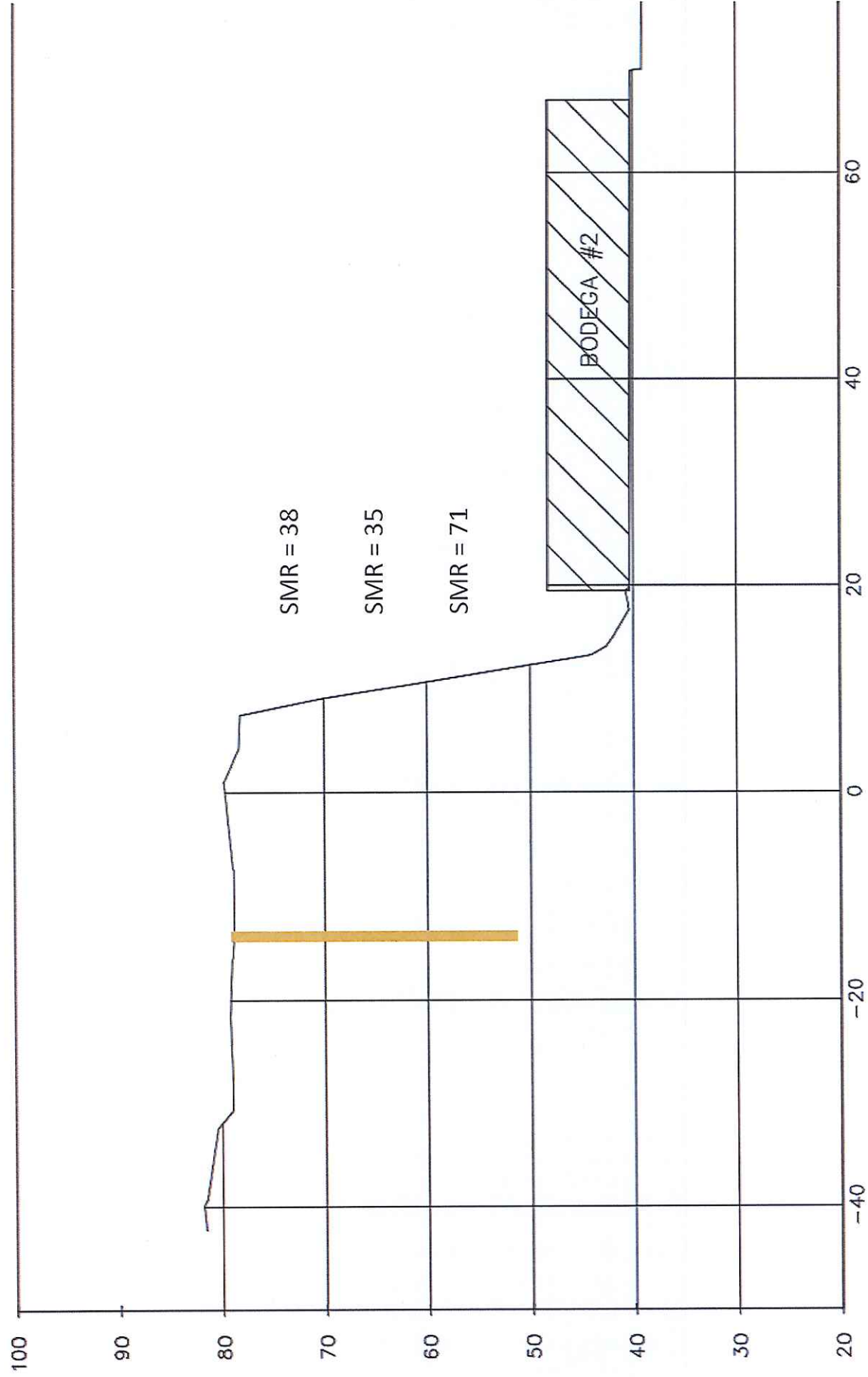
RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Sondeo / Muestra	Profundidad de la muestra (m)	Lectura (Lbs)	Lectura (KN)	Is (MPa)	USC (Mpa)
S1 M1	3	1254	5.58	2.23	51.3
S1 M2	9	170	0.76	0.3	6.9
S1 M3	15	98	0.44	0.14	3.31
S1 M4	19.5	676	3.01	1.2	27.6
S1 M5	22.5	2344	10.43	4.17	95.9
S2 M1	1	66	0.29	0.12	2.67
S2 M2	4.7	198	0.88	0.35	8.1
S2 M3	11	146	0.65	0.26	5.98
S2 M4	16.5	90	0.40	0.16	3.68
S2 M5	22.7	1664	7.40	2.96	68
S3 M1	4.5	970	4.32	1.7	39.6
S3 M2	9	1360	6.05	2.4	55.5
S3 M3	12	256	1.14	0.46	10.5
S3 M4	18	742	3.30	1.32	30.4
S3 M5	24	150	0.67	0.26	6.1

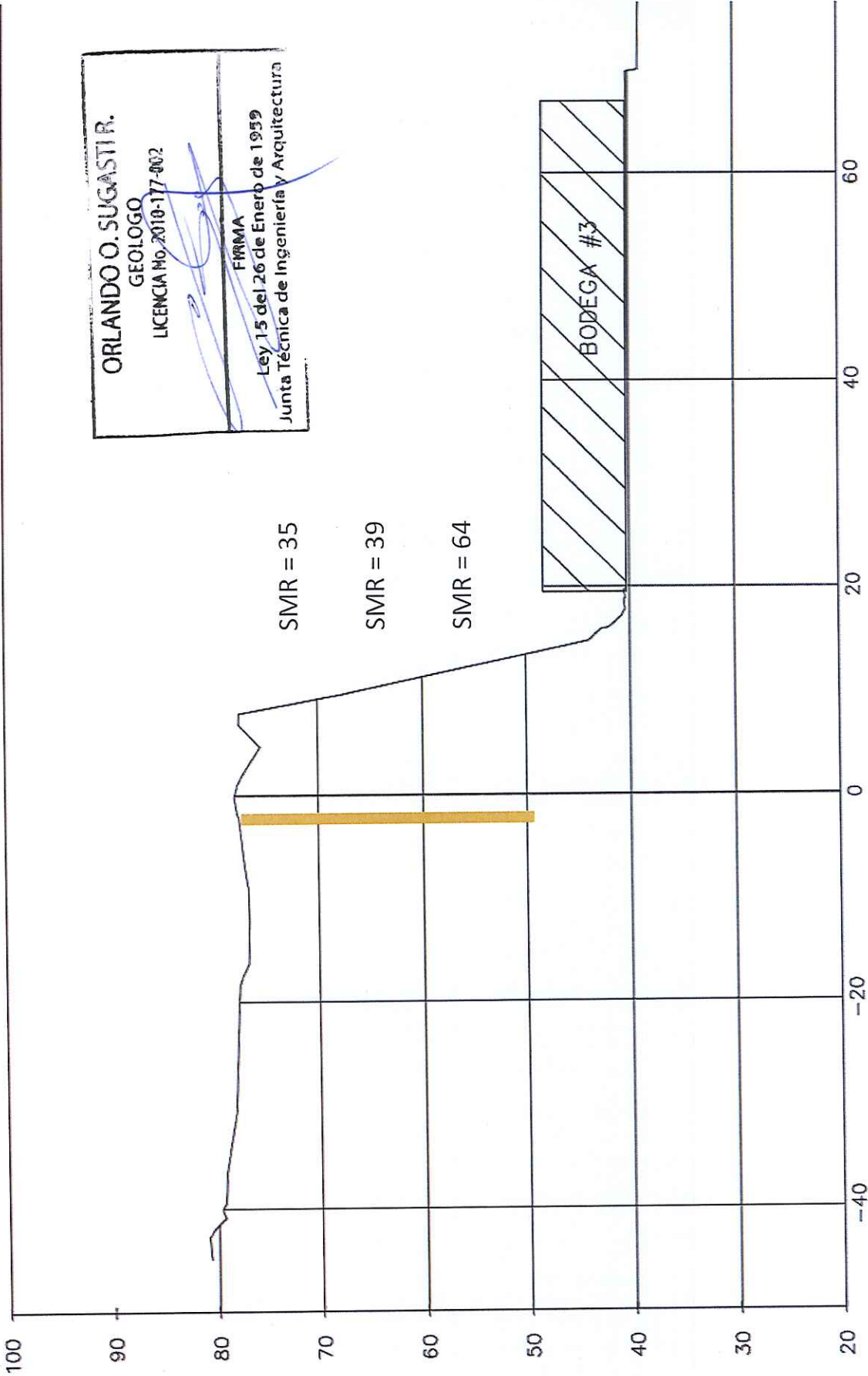
0+014.88



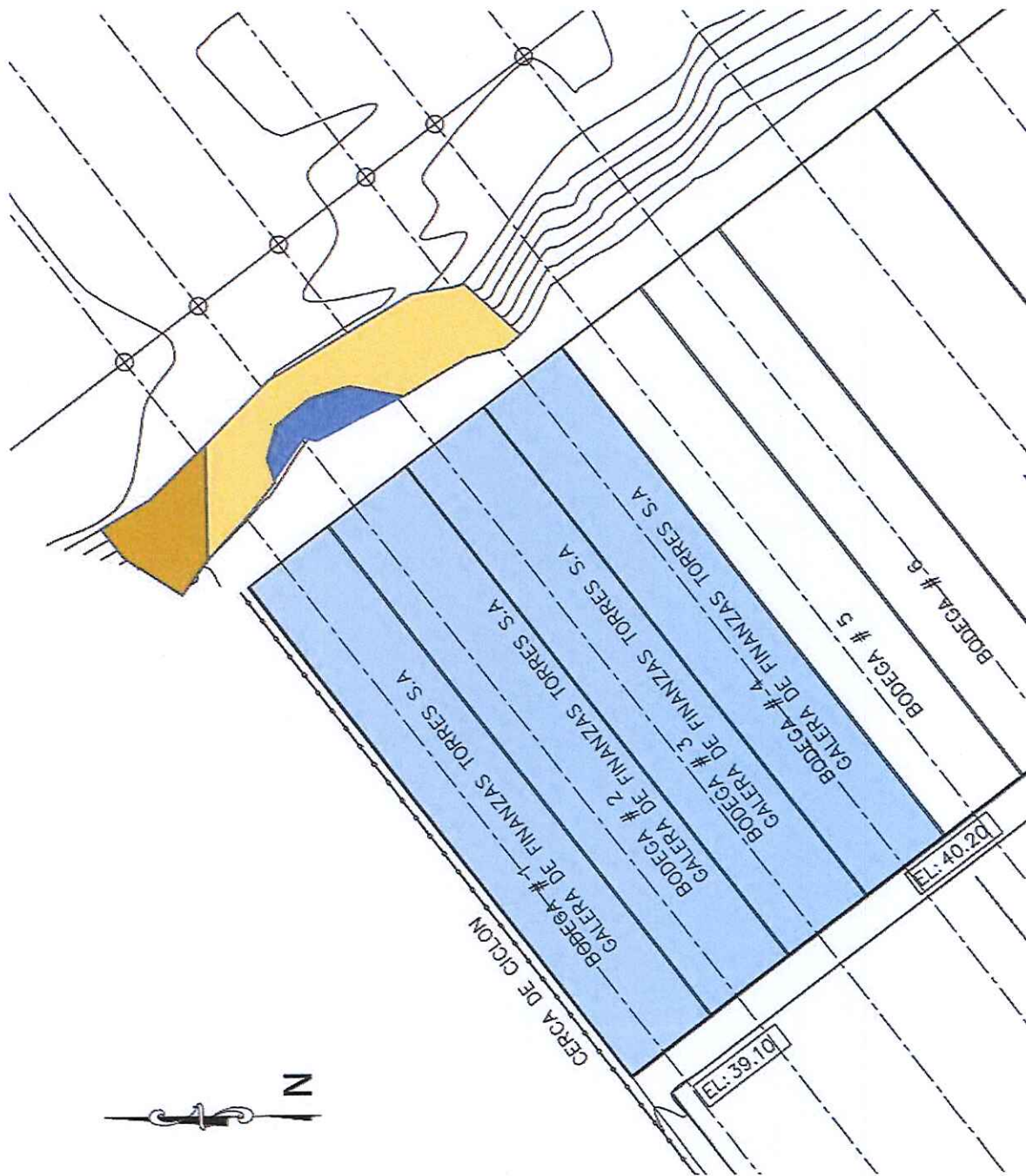
0+021.93



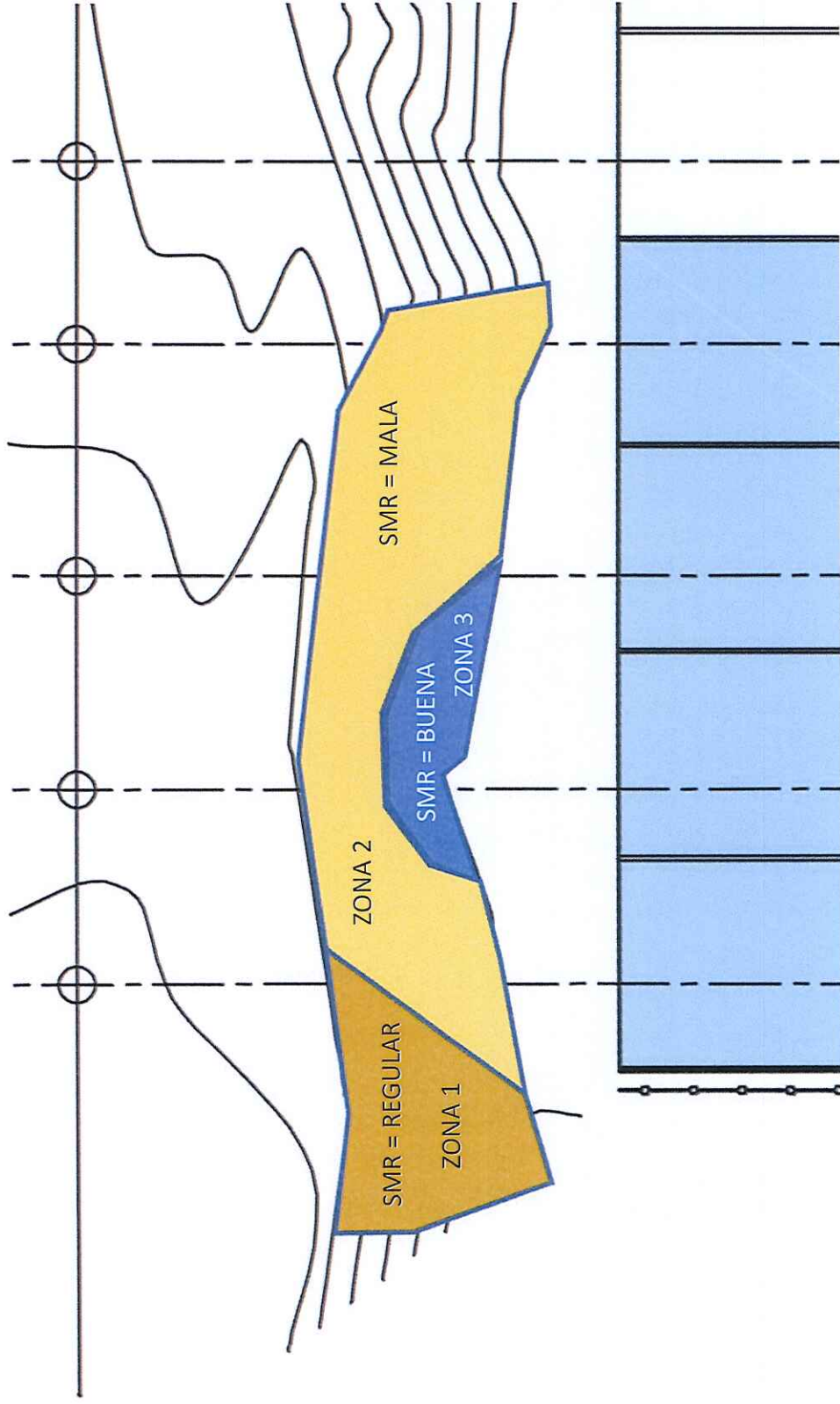
0+029.67

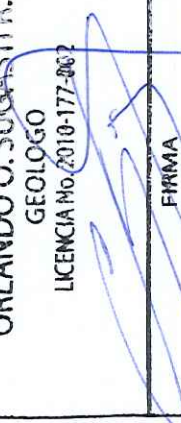


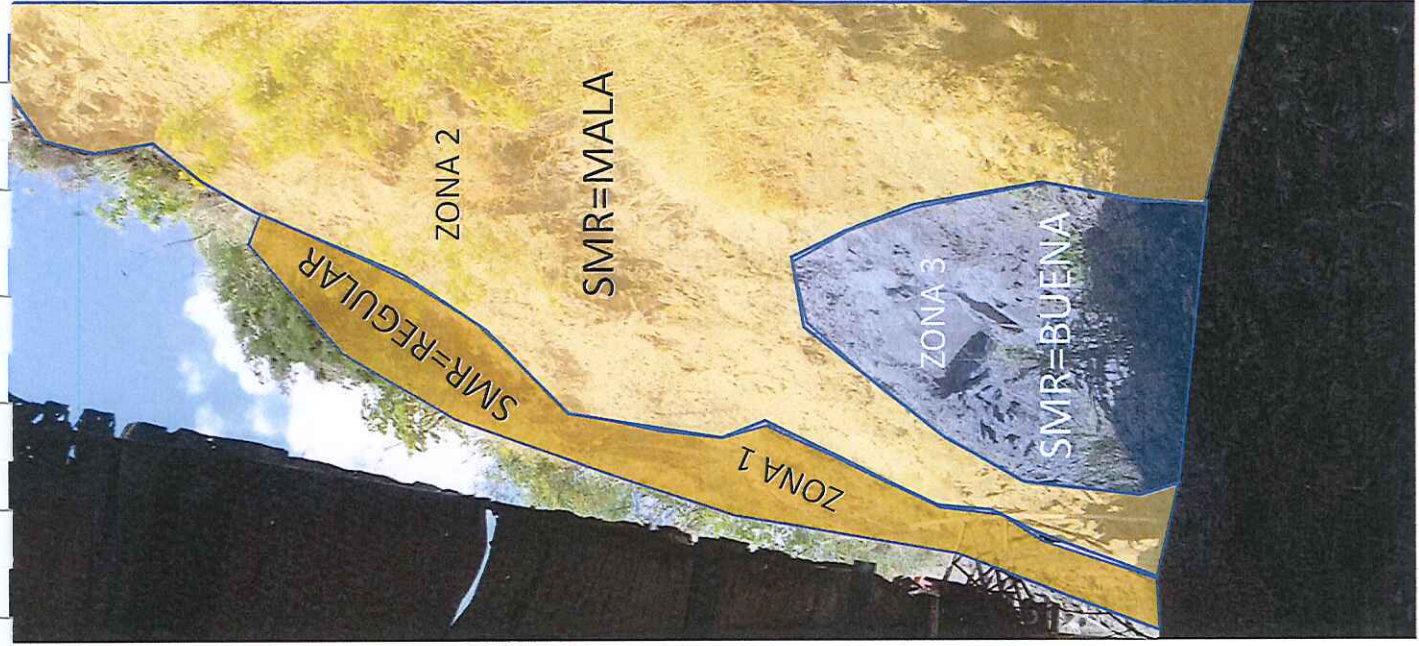
ORLANDO O. SUGASTIR.
GEOLOGO
LICENCIA No. 2010-177-002
FIRMA
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura



SMR – TALUD EL CRISOL



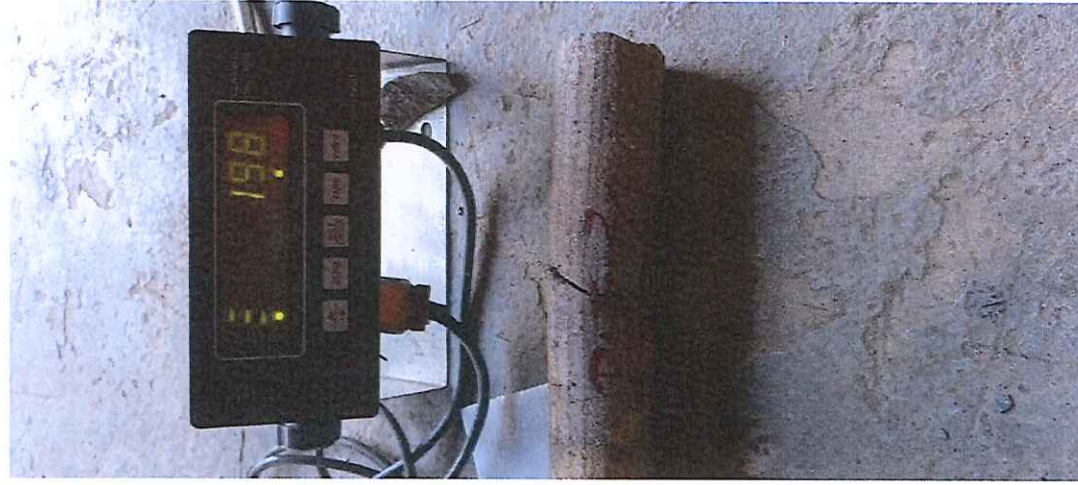
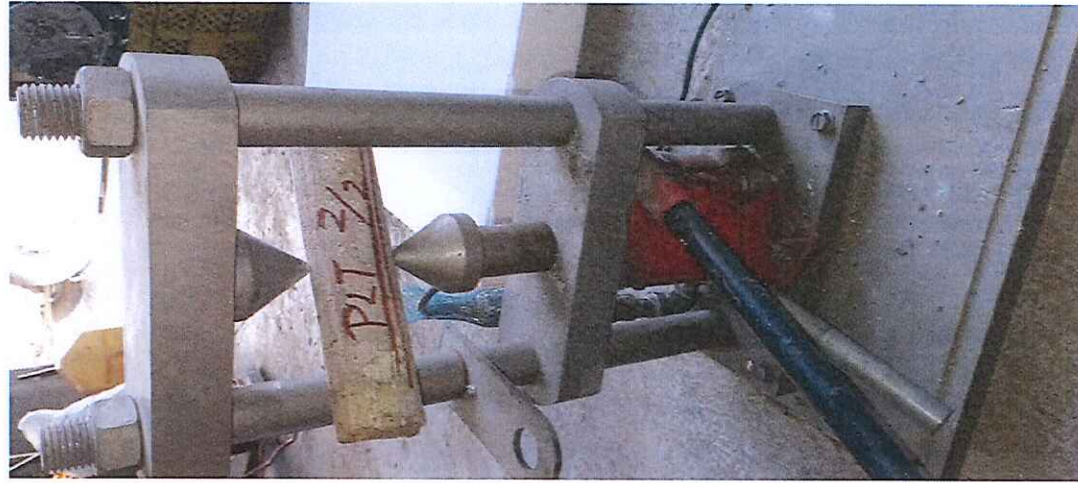
ORLANDO O. SUGASTI R. GEOLOGO LICENCIA No. 2010-177-007	
	
FIRMA	Ley 15 del 26 de Enero de 1959 Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura



ANEXO D
REGISTRO FOTOGRAFICO

PLT
SONDEO 2
MUESTRA 1





PLT
SONDEO 2
MUESTRA 2

SONDEO 1



SONDEO 2



SONDEO 3



