

EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD
DEL ACANTILADO DE LA COSTA VERDE FRENTE A
A ESTACIÓN SUPERIOR DE INICIO DEL TELEFÉRICO ZIG ZAG
MIRAFLORES, LIMA

Estudio No M5127B

Lima, noviembre del 2019

EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD
DEL ACANTILADO DE LA COSTA VERDE FRENTE A
LA ESTACIÓN SUPERIOR DE INICIO DEL TELEFÉRICO ZIG ZAG
MIRAFLORES, LIMA

Índice

- 1.0 Contenido del Informe
- 2.0 Ubicación de la Estación
- 3.0 Características del Talud del Acantilado
- 4.0 Descripción de las Estructuras Previstas
- 5.0 Características del Subsuelo
- 6.0 Parámetros de los Suelos
- 7.0 Estabilidad del Talud del Acantilado
- 7.1 Análisis Efectuados
- 7.2 Resultados de los Análisis de Estabilidad
- 7.3 Conclusiones y Recomendaciones
- 8.0 Limitaciones del Estudio
- Referencias Bibliográficas

Láminas

- | | |
|-----------------------|--|
| M5127B-1 | Ubicación de Secciones Analizadas |
| M5127B-2 | Sección Estratigráfica S-4 |
| M5127B-3 a M5127B-18 | Análisis de Estabilidad del Talud en su Condición Actual |
| M5127B-19 a M5127B-32 | Análisis de Estabilidad del Talud con la Estación |
| M5127B-33 | Obras de Estabilización Recomendadas - Alternativa 1 |
| M5127B-34 a M5127B-41 | Análisis de Estabilidad del Talud con las Obras- Alternativa 1 |
| M5127B-42 | Obras de Estabilización Recomendadas - Alternativa 2 |
| M5127B-43 a M5127B-50 | Análisis de Estabilidad del Talud con las Obras- Alternativa 2 |

Fotografías

EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD
DEL ACANTILADO DE LA COSTA VERDE FRENTE A
LA ESTACIÓN SUPERIOR DE INICIO DEL TELEFÉRICO ZIG ZAG
MIRAFLORES, LIMA

Informe

1.0 Contenido del Informe

En este Informe se presenta la evaluación de la estabilidad del talud del acantilado de la Costa Verde frente al terreno donde se prevé construir la estación superior de inicio del teleférico Zig Zag, en el distrito de Miraflores, provincia y departamento de Lima.

2.0 Ubicación de la Estación

La estación se ubicará frente al Malecón de la Reserva, en la parte superior del acantilado de la Costa Verde, en el distrito de Miraflores, provincia y departamento de Lima. En la Lámina No M5127B-1 se muestra la ubicación de la estación.

3.0 Características del Talud del Acantilado

El acantilado tiene una altura de 66 m en promedio y presenta una topografía irregular con algunas salientes o protuberancias.

La pendiente de los taludes del acantilado varía generalmente entre 45 y 70° respecto a la horizontal.

La superficie del acantilado está cubierta con una manta geotextil y en la parte superior se aprecia vegetación localizadamente. En las fotografías adjuntas al final del informe se pueden apreciar las características del lugar.

4.0 Descripción de las Estructuras Previstas

La edificación proyectada tiene 3 niveles. El nivel superior desde donde se ingresará a la estación estará al nivel del malecón, a la cota + 71.50 m. Debajo, estará la estación del teleférico cuyo nivel de piso se ha proyectado a + 64.00 m; y finalmente, en un segundo sótano se ha proyectado un restaurante con nivel de piso a + 60.00 m, esto es 11.50 m por debajo del nivel actual del malecón.

5.0 Características del Subsuelo

El perfil del suelo registrado en la perforación P-1 ubicada en el emplazamiento de la estación (M y M Consultores s.r.l., 2019) está conformado por una capa superior de relleno de 2.60 m de espesor, constituida por arcilla limosa, medianamente compacta; y arena fina, limosa, medianamente densa. Seguidamente, existen estratos naturales de arcilla limosa, medianamente compacta a compacta.

A continuación, a partir de 4.70 m de profundidad, existe una capa de grava arenosa, mal graduada, medianamente densa, con piedras y bolones redondeados de 12 pulgadas de tamaño máximo, de 3.00 m de espesor; seguida de estratos de arcilla limosa, compacta; y arena fina arcillosa, limosa, medianamente densa.

Finalmente, a partir de 10.50 m de profundidad, subyace un depósito de grava arenosa, mal graduada, medianamente densa a densa, con piedras y bolones redondeados de hasta 12 pulgadas de tamaño máximo, que se extiende hasta el pie del talud del acantilado según se aprecia en el talud del acantilado.

Dentro del depósito de grava arenosa, se encontró un lente de arena limosa, medianamente densa, entre 11.80 y 12.00 m de profundidad, en la perforación P-1. Asimismo en el talud del acantilado, hacia el Sur del emplazamiento de la estación, se observa un bolsón de arcilla de 2.00 m de espesor dentro del depósito de grava arenosa, en la parte baja del talud del acantilado.

Cabe señalar, que en la entrante del talud del acantilado ubicada hacia el Sur del emplazamiento del teleférico, no se aprecian los suelos que conforman el perfil del suelo en la parte superior del talud, dado que la superficie está cubierta por vegetación.

El nivel freático en la zona se encuentra controlado por el nivel del mar, esto es a un nivel inferior al del pie del acantilado.

6.0 Parámetros de los Suelos

Para determinar los parámetros de resistencia al corte del depósito de grava arenosa a utilizar en los análisis de estabilidad de los taludes del acantilado se ha tomado en cuenta la información de ensayos de corte in situ a gran escala realizados en el conglomerado de Lima cuyo resumen que se presenta en el siguiente cuadro se ha obtenido de las publicaciones de Diez Rubio F. (2017) y Sánchez, S., Rodríguez, J.M., López, J., Laina, C. & Jimenez, A. (2016).

Ubicación	Ángulo de fricción interna ϕ (°)	Cohesión c (kPa)	Fuente
Conglomerado de Lima	35 - 40	40 - 50	UNI (1972)
Banco de la Vivienda (Av. Emancipación - Av. Camaná)	40	40	Humala (1982)
Terreno de la Beneficiencia pública (Av. Abancay, cuadra 14)	37	60	Humala (1982)
Campus de la UNMSM (intercambio vial Av. Universitaria-Av Venezuela)	34	15	Humala (1982)
Costa Verde (Malecón de la Marina)	39.9	55	Hidroenergía (1997)
Intercambio Vial (Av. Izaguirre-carretera Panamericana Norte)	40	20	(2005)

Ubicación	Ángulo de fricción interna ϕ (°)	Cohesión c (kPa)	Fuente
San Isidro (Av. República de Panamá entre calles San Cristóbal y Miguel Seminario)	43.5	27	Alva (2008)
Larcomar (al pie del talud)	35	10	UNI - Alva (2009)
Larcomar (sobre el talud)	40	20	UNI - Alva (2009)
Av. Salaverry, Hospital del Empleado	36	40	(2014)
Estación central - Consorcio constructor M2 Lima, Santa Anita	37.5 - 42.6	36 - 64	Geofrontier (2014)
Pozo P-21 - Consorcio Constructor M2 Lima, Santa Anita	40.5 - 42.3	32 - 71	Geofrontier (2015)

De la recopilación de pruebas de corte directo in situ realizadas se desprende que el ángulo de fricción interna de la grava arenosa que conforma el conglomerado de Lima oscila entre 34 y 43.5° y los valores pico de la cohesión varían entre 10 y 71 kPa.

Teniendo en cuenta el registro de la perforación P-1 efectuada en la parte superior del talud y el perfilate del talud del acantilado expuesto, consideramos como representativos conservadores para las características de la grava arenosa observada bajo la capa superior de suelos finos, los siguientes valores intermedios entre los registrados en las diferentes pruebas ejecutadas:

- Ángulo de fricción interna: $\phi = 38 - 42^\circ$
- Cohesión: $c = 40$ kPa

Cabe señalar, que en pruebas de retro análisis del acantilado de la Costa Verde se han obtenido para el conglomerado de Lima, valores de ángulo de fricción interna superiores a 45° y valores de cohesión superiores a 40 kPa (Sánchez, S., Rodríguez, J.M., López, J., Laina, C. & Jimenez, A., 2016), por lo que los valores considerados resultan ser conservadores.

Los valores considerados con base a la información de la zona de la estación superior de inicio del teleférico son los siguientes:

Profundidad respecto a la superficie (m)*	Suelo	Ángulo de fricción interna ϕ ($^\circ$)	Cohesión c (Kg/cm ²)	Peso unitario γ (Ton/m ³)
0.00 - 2.60	Relleno	30	0.10	1.80
2.60 - 4.70	Arcillas y arenas de mediana resistencia	20	0.35	1.90
4.70 - 7.70	Grava arenosa medianamente densa	37	0.30	2.10
7.70 - 10.40	Arcillas y arenas de mediana resistencia	20	0.35	1.80
10.40 - 11.80	Grava arenosa, medianamente densa	38	0.40	2.10
11.80 - 12.00	Arena limosa, medianamente densa	33	0.20	1.90
12.00 - 18.00	Grava arenosa medianamente densa a densa	38	0.40	2.10
18.00 - 66.50	Grava arenosa densa	42	0.40	2.10

* Respecto a la cota de inicio de la perforación P-1.

7.0 Estabilidad del Talud del Acantilado

7.1 Análisis Efectuados

Los análisis de estabilidad fueron llevados a cabo en las secciones mostradas en la Lámina No M5127B-1, las cuales se consideran representativas desfavorables y se han denominado S-1 a S-8.

En la Lámina No M5127B-2 se presenta una sección estratigráfica típica del talud del acantilado que pasa por el centro del área que será ocupada por la estación. Los parámetros que corresponden a cada estrato de suelos se indican en el acápite 6.0

Los análisis se han llevado a cabo para las siguientes situaciones:

- Talud del acantilado en su condición actual.
- Talud del acantilado con la estación del teleférico en la parte superior.

La estación del teleférico no alcanza a la sección S-8 por lo que no se modifican los factores de seguridad para la condición actual.

Se ha considerado que las estructuras transmitirán al terreno una carga de 1 Ton/m²/piso.

Para la condición sísmica se consideró una aceleración horizontal de 0.225 g, que es igual a la mitad de la aceleración máxima que se espera que suceda durante un sismo en la zona de estudio ($Z = 0.45$ según la Norma Técnica de Edificación E030: Diseño Sismorresistente, 2018).

Los análisis de estabilidad fueron efectuados por el método de Bishop, utilizando el programa Slide 6.0.

7.2 Resultados de los Análisis de Estabilidad

En las Láminas Nos M5127B-3 a M5127B-32 se muestran las superficies críticas de deslizamiento, que son las superficies en las cuales se tiene menor factor de seguridad al deslizamiento.

Los factores de seguridad obtenidos son los siguientes:

Condición actual

Sección	Factor de seguridad		Factor de seguridad	
	Falla local		Falla global	
	Estático	Pseudo-estático	Estático	Pseudo-estático
S-1	1.45	1.00	1.45	1.00
S-2	1.18	0.86	1.31	0.90
S-3	1.18	0.87	1.31	0.91
S-4	1.25	0.89	1.25	0.89
S-5	1.15	0.88	1.25	0.84
S-6	1.15	0.84	1.22	0.86
S-7	1.18	0.83	1.18	0.83
S-8	1.08	0.77	1.08	0.77

Fuente: propia

Los factores de seguridad de falla local indicados en el cuadro en el caso de las secciones S-1, S-4, S-7 y S-8, son los determinados para la falla global. Se han consignado estos datos para fines de comparación con los factores de seguridad al deslizamiento correspondientes al talud con la estación construida en la parte superior.

Con la estación del teleférico en la parte superior

Sección	Factor de seguridad		Factor de seguridad	
	Falla local		Falla global	
	Estático	Pseudo-estático	Estático	Pseudo-estático
S-1	1.52	1.07	1.51	1.03
S-2	1.18	0.85	1.48	1.03
S-3	1.35	0.97	1.37	0.96
S-4	1.37	0.97	1.41	0.98
S-5	1.40	0.99	1.33	0.94
S-6	1.33	0.94	1.28	0.90
S-7	1.34	0.98	1.25	0.89

Fuente: Propia

Los resultados de los análisis de estabilidad indican que los taludes tal como se encuentran son estables en condiciones estáticas, por cuanto los factores de seguridad al deslizamiento obtenidos para fallas global y local son mayores de 1 en todos los casos. Estos factores de seguridad al deslizamiento se mantienen o mejoran con la estación construida, dado que su construcción implica una descarga del talud, al reemplazarse una masa de suelo por una estructura hueca.

Con respecto a las condiciones sísmicas (pseudo estáticas), los resultados indican que tal como se encuentran los taludes podrían producirse fallas por deslizamiento de tipo global y/o local durante un sismo severo en todas las secciones analizadas, dado que en todos los casos son inferiores a 1. Si bien con la estructura de la estación del teleférico construida estos factores aumentan, no alcanzan el valor de 1 que corresponde al equilibrio límite.

Con respecto a los factores de seguridad, los valores del factor de seguridad al deslizamiento para condiciones estáticas y pseudo estáticas (sísmicas) estipulados en la

Norma Técnica de Edificaciones E050: Suelos y Cimentaciones (2018) son: $FS=1.50$ y $FS=1.25$ respectivamente, para cimentaciones ubicadas en terrenos próximos o sobre taludes o en terreno inclinado. En el presente caso no se cumplen, por lo que es necesario considerar obras de estabilización.

7.3 Conclusiones y Recomendaciones

Dado a los resultados de los análisis de estabilidad llevados a cabo en el presente caso consideramos necesario llevar a cabo obras de estabilización que deben incluir los siguientes trabajos:

- Rebaja del talud del acantilado retirando las salientes.
- Construcción de un muro en la parte inferior del talud. Este muro podrá ser de gaviones, cribas, concreto ciclópeo u otro sistema. En principio se sugiere que tenga 10 m de altura.

En los análisis de estabilidad efectuados con estas obras no se alcanza los factores de seguridad al deslizamiento estipulados en la Norma Técnica de Edificación E050: Suelos y Cimentaciones (2018), por lo que deben incluirse otras obras, tales como anclajes permanentes, pantallas de micropilotes y pernos.

En las Láminas No M5127B-33 y M5127B-42 se presentan dos alternativas de solución que incluyen las obras mencionadas y en las Láminas Nos M5127B-34 a M5127B-41 y las Láminas Nos M5127B-43 a M5127B-50, se presentan los análisis de estabilidad al deslizamiento en las secciones S-4 y S-5 consideradas como representativas de la zona de la estación.

En los análisis se ha incluido el corte, el muro en el pie del talud, anclajes permanentes en la parte superior que atraviesen la superficie potencial de deslizamiento global crítica y las pantallas de micropilotes. Con estas obras, se logra mitigar el problema de la estabilidad a global, tanto en condiciones estáticas, como sísmicas.

Con las obras indicadas se evita que la superficie crítica de deslizamiento abarque una masa de suelo que incluya la estación construida en la parte superior y se desplace hacia el acantilado, abarcando una masa de suelo menor.

De acuerdo con los resultados de los análisis de estabilidad mostrados en las Láminas Nos M5127B-34 a M5127B-37 y M5127B-43 a M5127B-46, los factores de seguridad que se alcanzan son los siguientes:

Factores de seguridad al deslizamiento con la estación del teleférico en la parte superior, anclajes permanentes en la parte superior, muro en el pie del talud y pantallas de micropilotes:

Sección	Alternativa 1		Alternativa 2	
	Micropilotes inclinados		Micopilotes verticales	
	Estático	Pseudo-estático	Estático	Pseudo-estático
S-4	1.38	1.04	1.40	1.04
S-5	1.42	1.15	1.42	1.14

Fuente: Propia

Del cuadro se desprende que si bien el talud quedaría estabilizado con las obras, con factores de seguridad al deslizamiento superiores a 1.35 en condiciones estáticas y superiores a 1.00 en condiciones pseudo estáticas (sísmicas), para alcanzar los factores de seguridad estipulados en la Norma Técnica de Edificación E050: Suelos y Cimentaciones (1.50 en condiciones estáticas y 1.25 en condiciones pseudo estáticas), sería necesario adicionalmente efectuar una estabilización local superficial, que en este caso que se tiene menor cantidad de suelos que estabilizar, puede lograrse con malla y pernos.

En las Láminas Nos M5127B-38 a M5127B-41 y M5127B-47 a M5127B-50 se presentan los resultados de los análisis de estabilidad considerando la colocación de malla y pernos. Los factores de seguridad que se alcanzan en este caso son los siguientes:

Factores de seguridad al deslizamiento con la estación del teleférico en la parte superior, anclajes permanentes en la parte superior, muro en el pie del talud, pantallas de micropilotes y pernos para controlar la falla local:

Sección	Alternativa 1		Alternativa 2	
	Micropilotes inclinados		Micropilotes verticales	
	Estático	Pseudo-estático	Estático	Pseudo-estático
S-4	1.53	1.27	1.69	1.26
S-5	1.59	1.28	1.69	1.28

Fuente: Propia

Los factores de seguridad al deslizamiento que se alcanzan agregando los pernos (los cuales podrían reemplazarse por anclajes permanentes) son en este caso superiores a los estipulados en la Norma Técnica de Edificación E050: Suelos y Cimentaciones (1.50 en condiciones estáticas y 1.25 en condiciones pseudo estáticas).

Con respecto a las precauciones a tomar para mitigar la caída de piedras producto de la erosión o movimientos sísmicos, de tal manera que no afecte a los transeúntes y vehículos que circulen por la avenida Costa Verde en la parte baja del talud, las cuales pueden formar parte o no de las obras de estabilización al deslizamiento del talud del acantilado, se pueden mencionar las siguientes:

- Mantener las mallas o geomallas.
- Colocar plantas rastreras.
- Colocar shotcrete (concreto lanzado).
- Construcción de una estructura de amortiguamiento de caída de piedras en la parte baja del talud, de tal manera que si cae una piedra de la parte superior no rebote hacia la pista.

Cabe señalar que las medidas de prevención para controlar la caída de piedras (denominadas a, b, c y d), no incrementan los factores de seguridad al deslizamiento

global, sin embargo pueden evitar que una piedra que se desprenda, rebote en el talud, cayendo con velocidad a la parte baja. Pueden considerarse una o varias medidas a la vez.

Pueden considerarse propuestas alternativas para la estabilización, quedando claro que será necesario considerar una combinación de obras, que incluyan cortes de las salientes del talud del acantilado, así como obras de sostenimiento, tanto en la parte inferior como superior del talud.

8.0 Limitaciones del Estudio

El presente estudio es válido exclusivamente para el sector del acantilado mostrado en la Lámina No M5127B-1.

Lima, noviembre del 2019

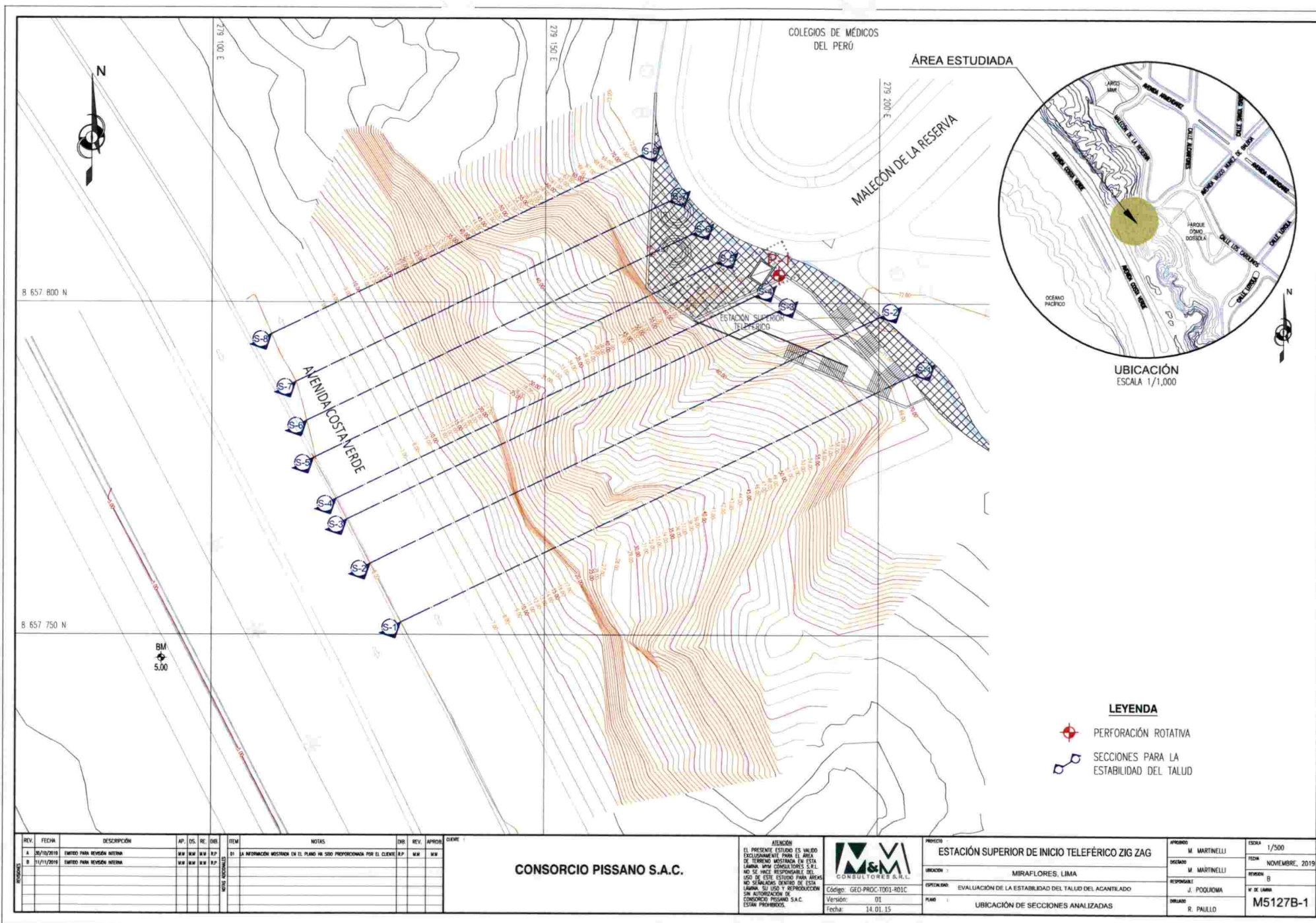


Ing. Maggie Martinelli Montoya
Reg. Col. Ings. CIP 26250

Referencias Bibliográficas

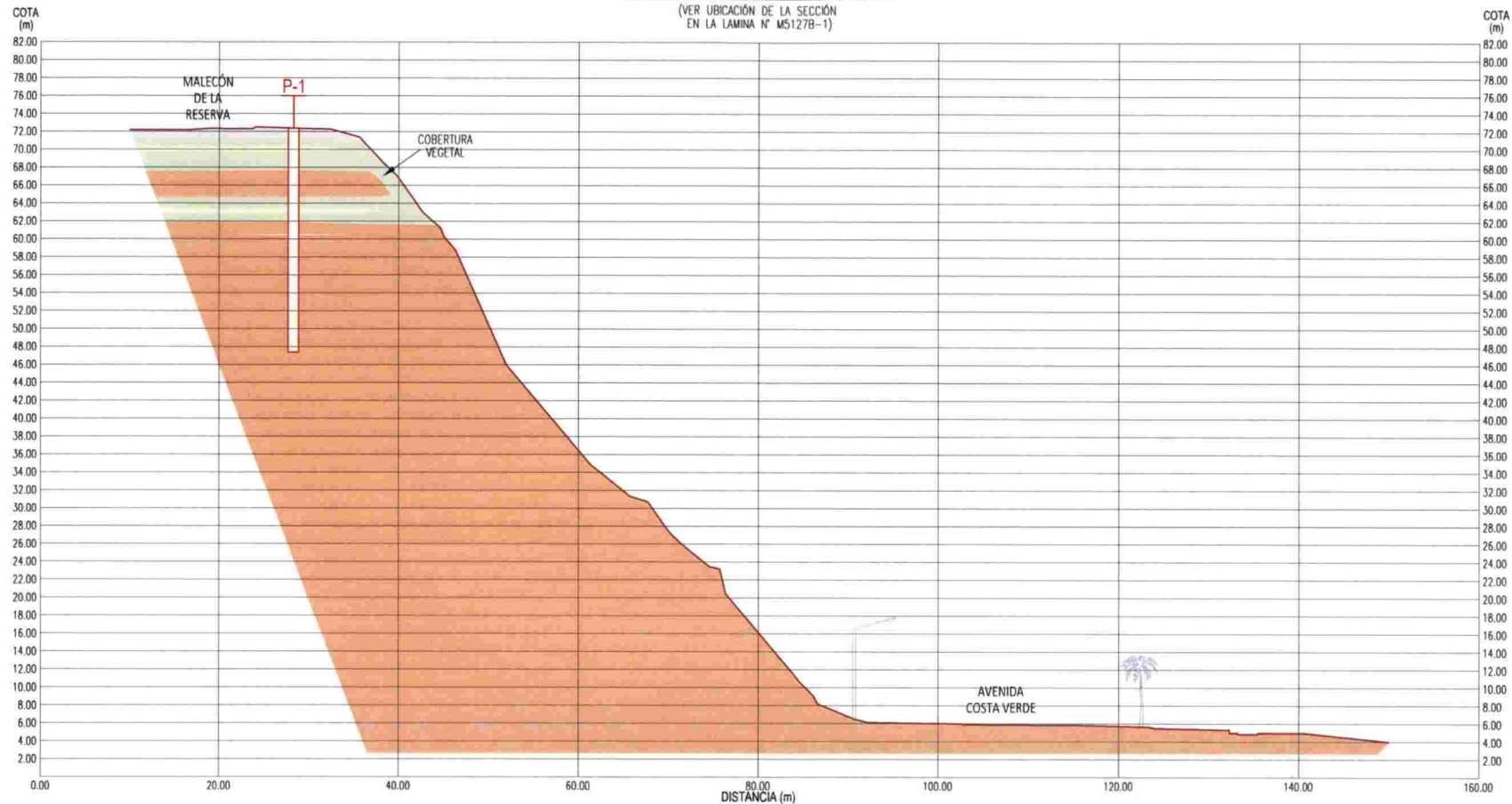
- Díez Rubio F. (2017). *Metro de Lima: Línea 2 y Ramal Línea 4. Consideraciones geotécnicas y métodos constructivos*. 4º Congreso Brasileiro de Túneis e Estruturas Subterráneas. Sao Paulo, Brasil.
- M y M Consultores s.r.l. (2019). *Estudio de Mecánica de Suelos con Fines de Cimentación Estación Superior del Teleférico Zig Zag, Miraflores, Lima*. Estudio No M5127A.
- Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma Técnica de Edificación E030: Diseño Sismorresistente (2018). Lima, Perú.
- Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma Técnica de Edificación E050: Suelos y Cimentaciones (2018). Lima, Perú.
- Sánchez, S., Rodríguez, J.M., López, J., Laina, C. & Jiménez, A. (2016). *Características de suelos granulares gruesos: El caso de la grava de Lima*. 10º Simposio nacional de ingeniería geotécnica: Reconocimiento, Tratamiento y Mejora del Terreno, La Coruña, España.

LÁMINAS



SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA S - 4

(VER UBICACIÓN DE LA SECCIÓN
EN LA LAMINA N° M5127B-1)



LEYENDA

	RELLENO.		ARENA FINA A MEDIA, CON CONTENIDO VARIABLE DE LIMO Y ARCILLA, SUELTA A MEDIANAMENTE DENSA.
	ARCILLA LIMOSA, DE PLASTICIDAD BAJA A MEDIA, MEDIANAMENTE COMPACTA A COMPACTA.		GRAVA ARENOSA, MAL GRADUADA, MEDIANAMENTE DENSA A DENSA.

SIMBOLOGÍA



REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	AP.	DS.	RE.	DS.	REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	AP.	DS.	RE.	DS.	REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	AP.	DS.	RE.	DS.
1	25/11/2019	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA	M.M.	M.M.	M.M.	M.M.														
2	26/11/2019	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA	M.M.	M.M.	M.M.	M.M.														

CONSORCIO PISSANO S.A.C.

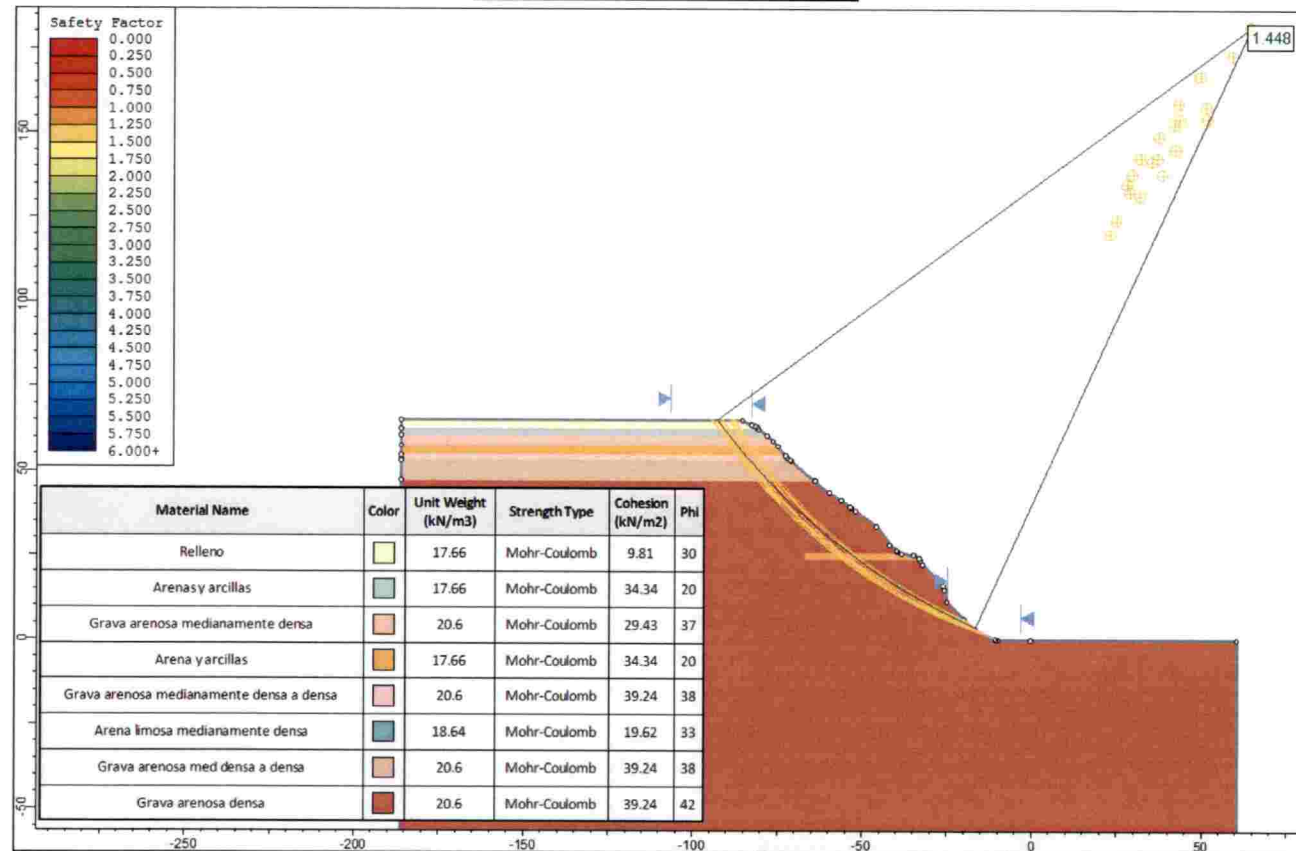
ASESOR
EL PRESENTE ESTUDIO ES VALUADO EXCLUSIVAMENTE PARA EL ÁREA DE TERRENO MOSTRADA EN ESTA LAMINA. SIN RESPONSABILIDAD DEL USUARIO DEL ESTUDIO PARA ÁREAS NO SEÑALADAS DENTRO DE ESTA LAMINA. SIN USO Y REPRODUCCIÓN SIN AUTORIZACIÓN DE CONSORCIO PISSANO S.A.C. ESTÁN PROHIBIDOS.

M&M
CONSULTORES S.R.L.
Código: GEO-PROC-1001-H01C
Versión: 01
Fecha: 14.01.15

PROYECTO: ESTACIÓN SUPERIOR DE INICIO TELEFÉRICO ZIG ZAG
UBICACIÓN: MIRAFLORES, LIMA
OBJETIVO: EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL TALUD DEL ACANTILADO
PÁGINA: SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA S - 4

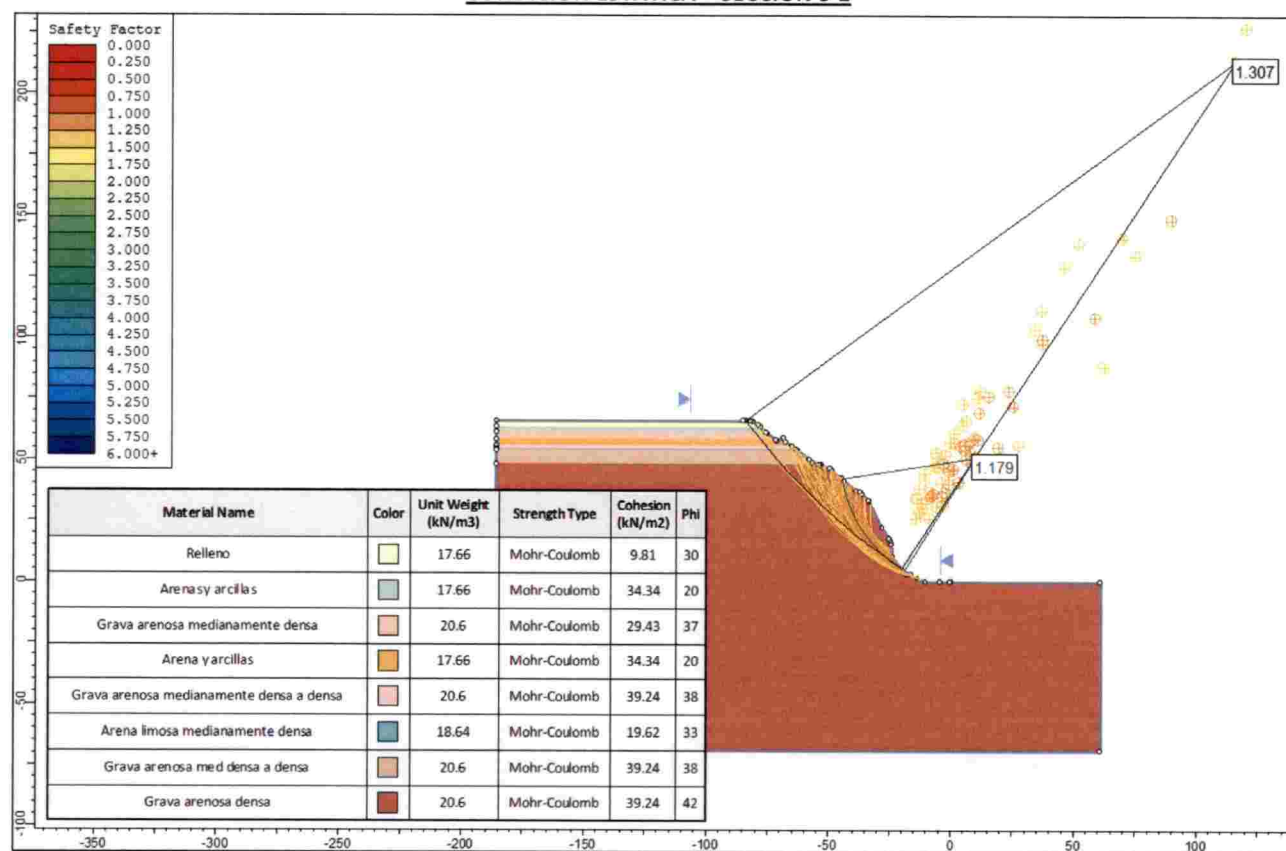
APROBADO: M. MARTINELLI
REVISADO: M. MARTINELLI
RESPONSABLE: J. POQUOMA
DISEÑADO: R. PAULLO
ESCALA: 1/500
FECHA: NOVIEMBRE, 2019
REVISIÓN: B
N° DE LAMINA: M5127B-2

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN ESTÁTICA – SECCIÓN S-1



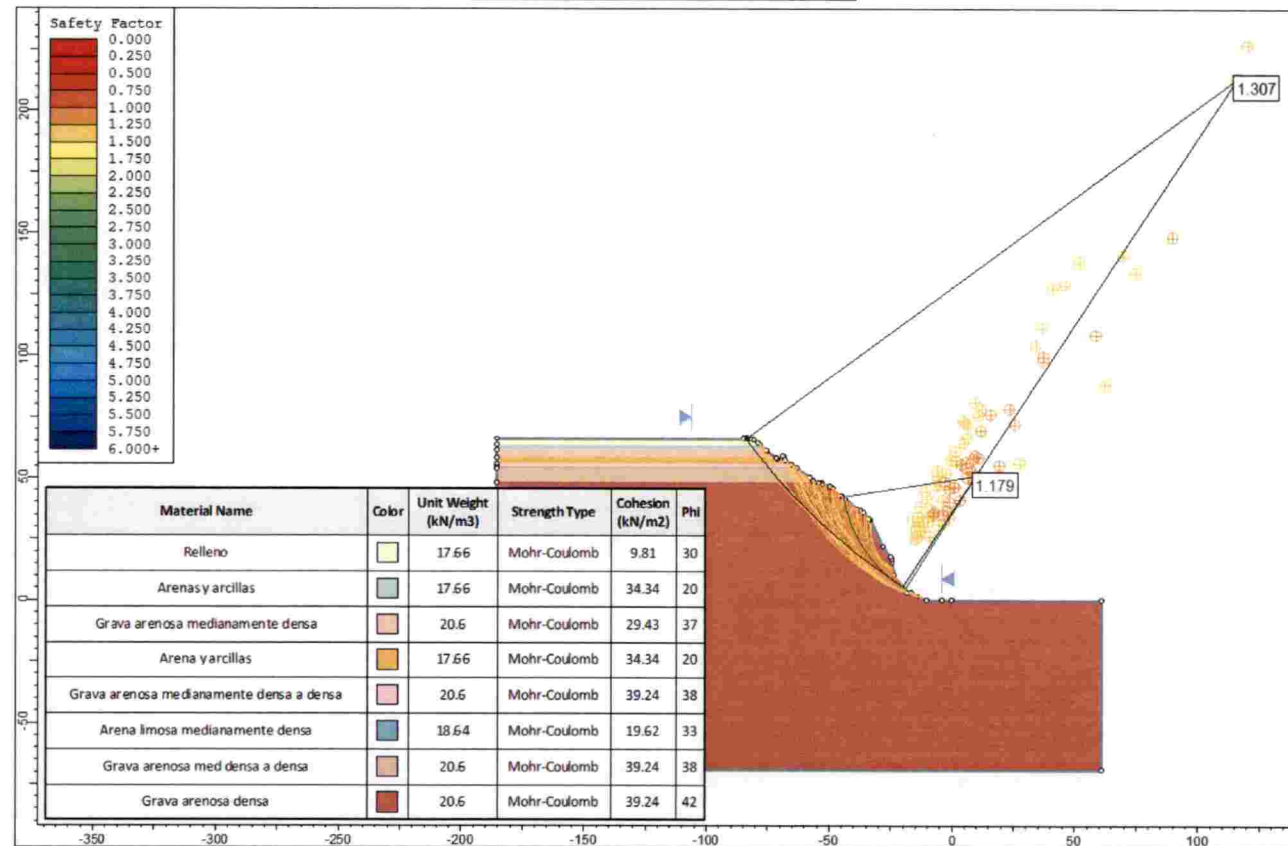
FS = 1.448 (Global)

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN ESTÁTICA – SECCIÓN S-2



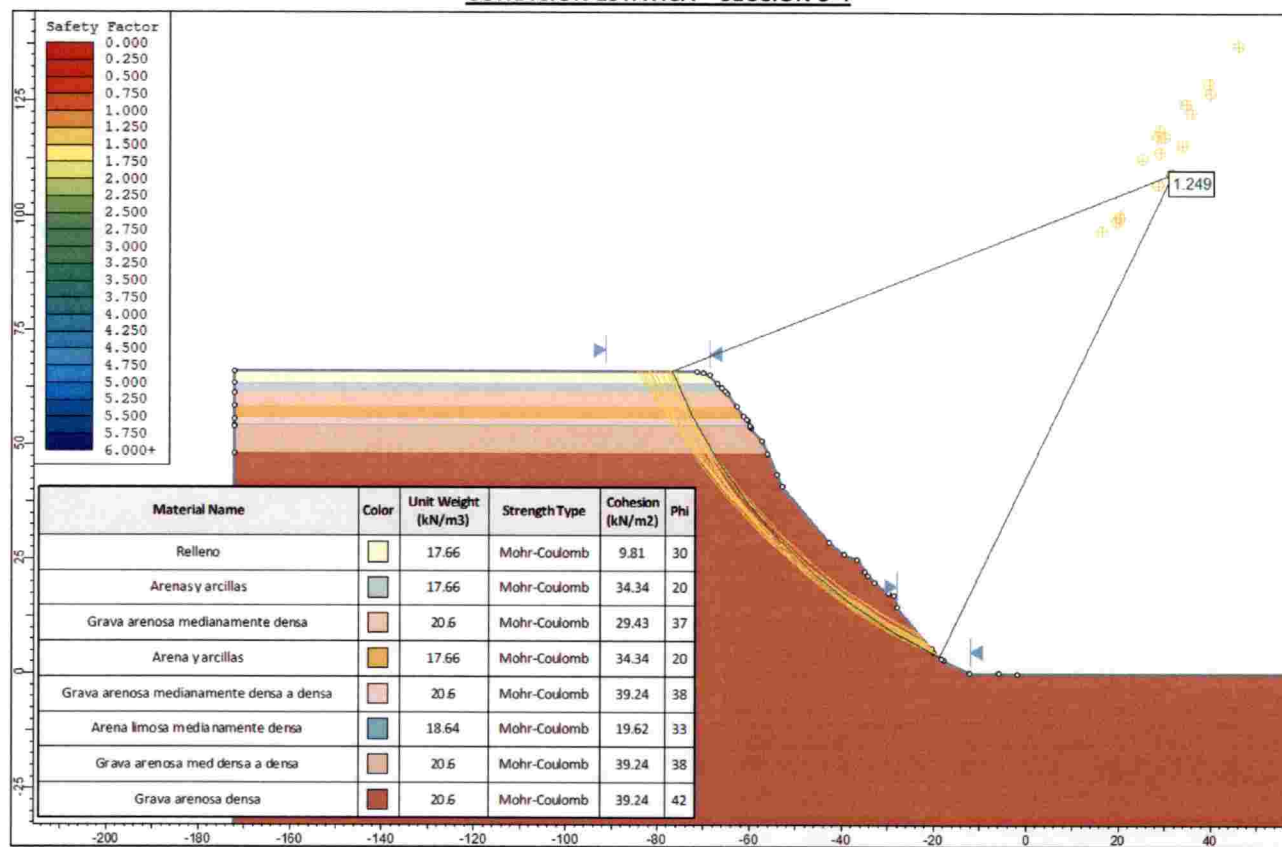
FS = 1.307 (Global); FS = 1.179 (Local)

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN ESTÁTICA – SECCIÓN S-3



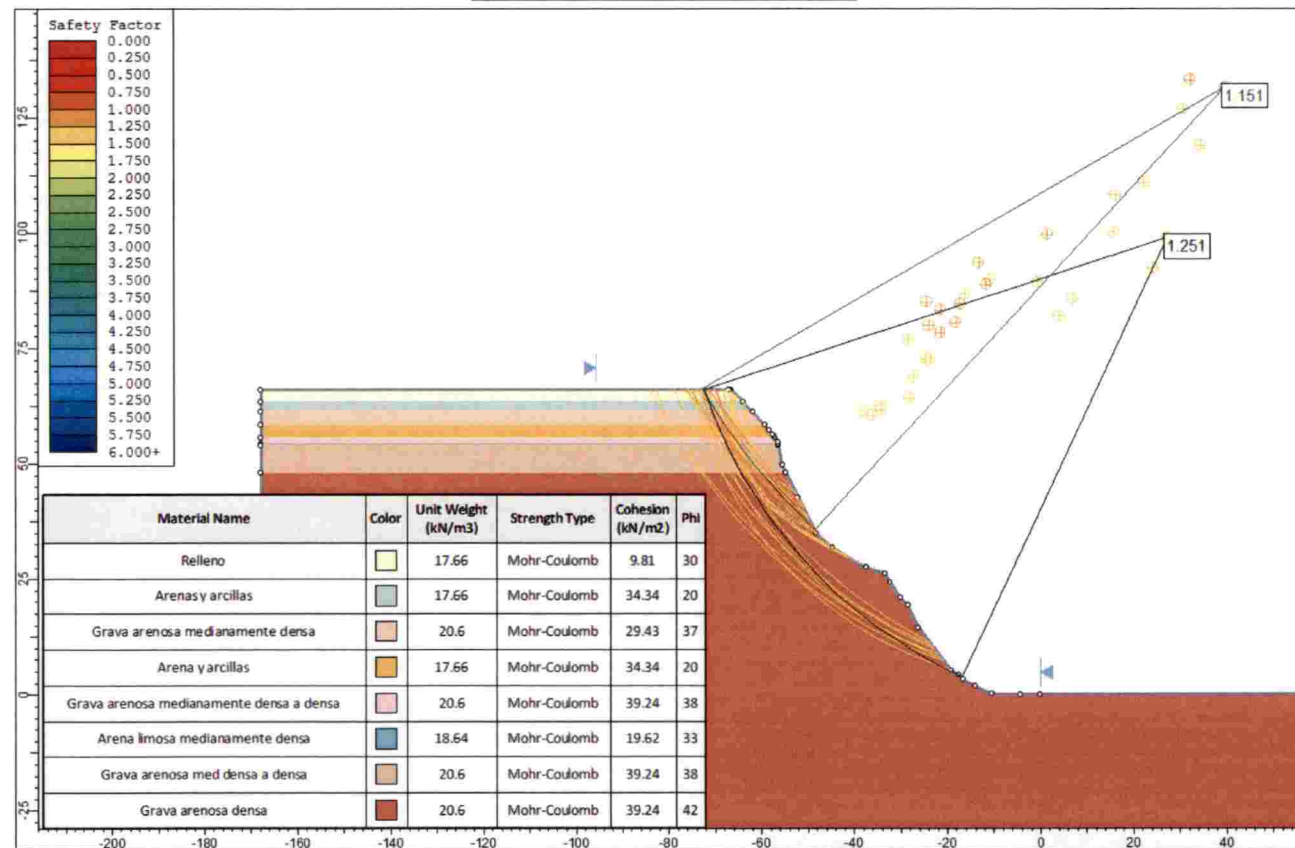
FS = 1.307 (Global); FS = 1.179 (Local)

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN ESTÁTICA – SECCIÓN S-4



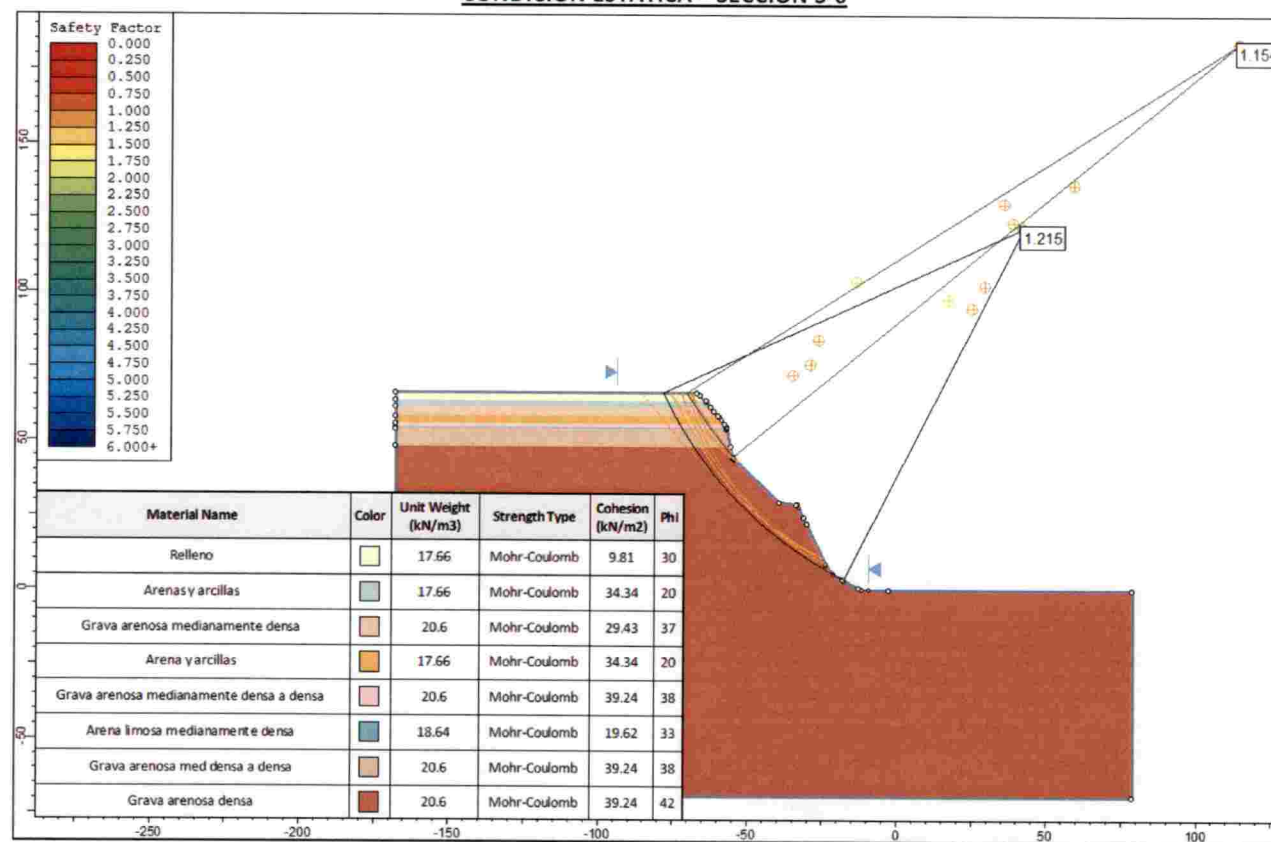
FS = 1.249 (Global)

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN ESTÁTICA – SECCIÓN S-5



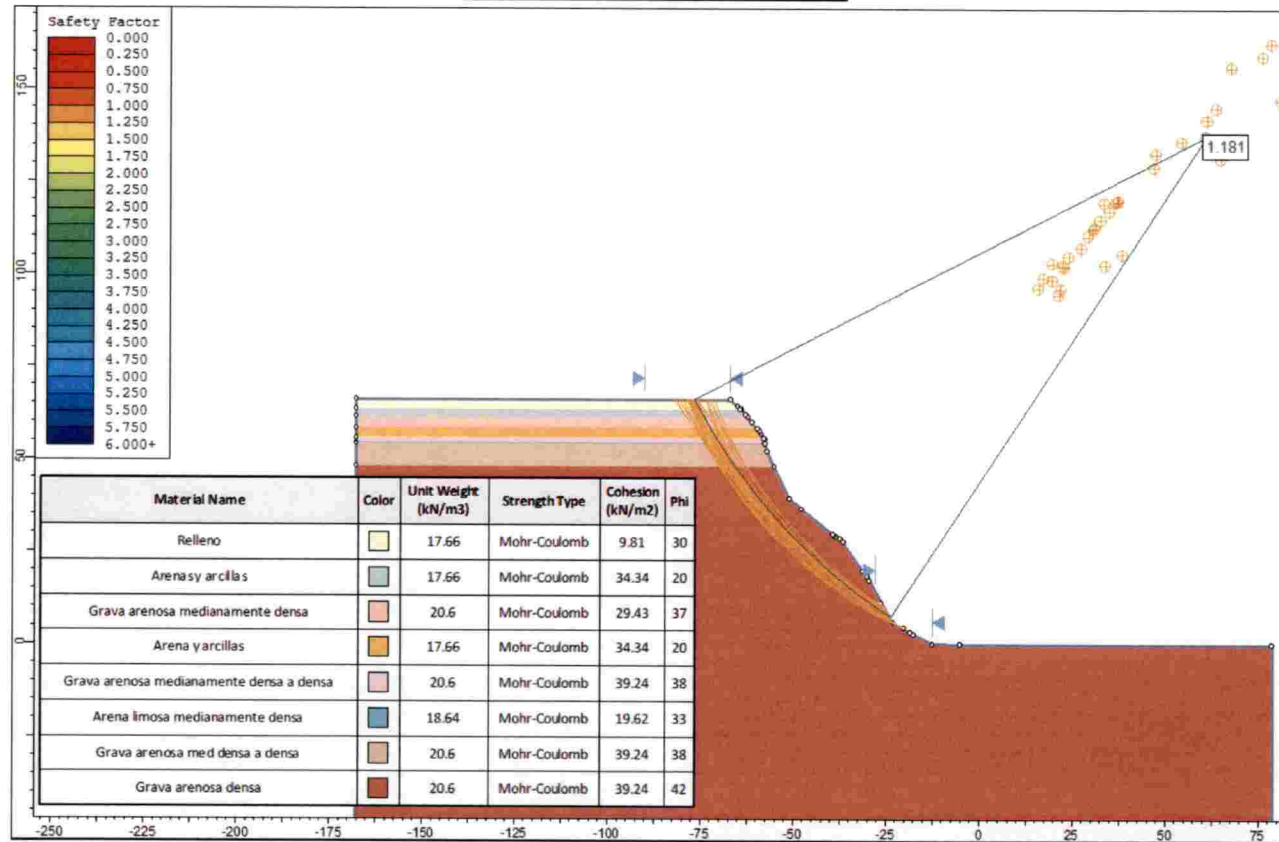
FS = 1.251 (Global); FS = 1.151 (Local)

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN ESTÁTICA – SECCIÓN S-6



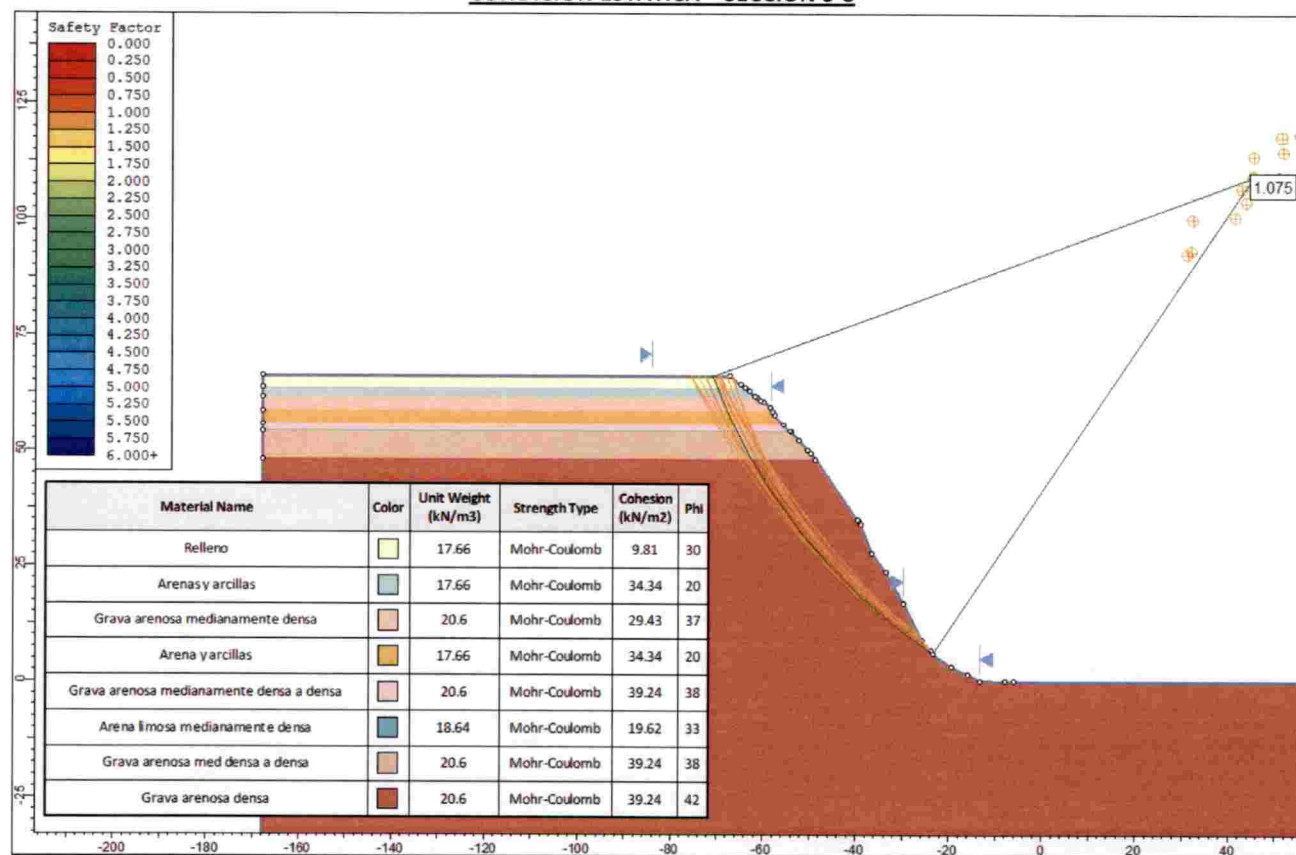
FS = 1.216 (Global); FS = 1.154 (Local)

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN ESTÁTICA – SECCIÓN S-7



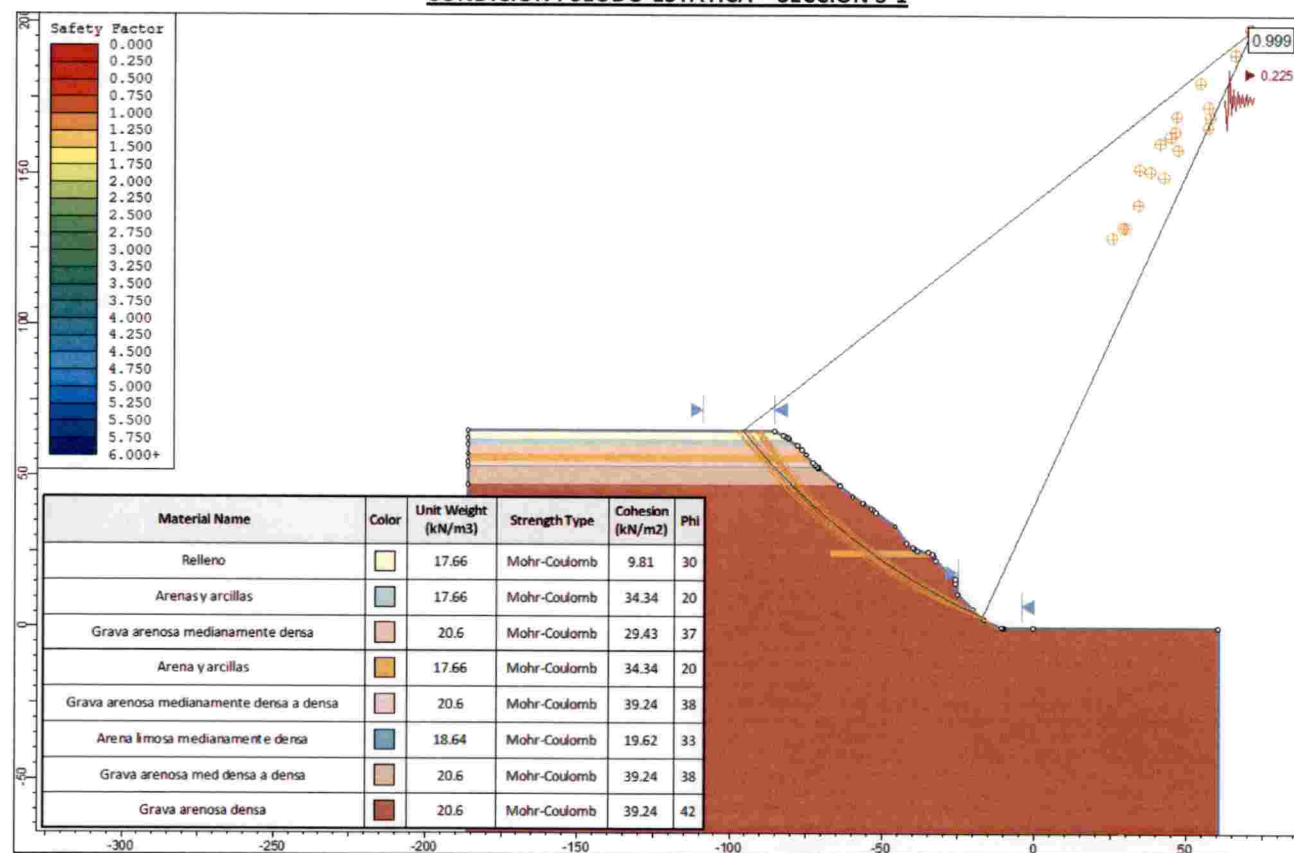
FS = 1.181 (Global)

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN ESTÁTICA – SECCIÓN S-8



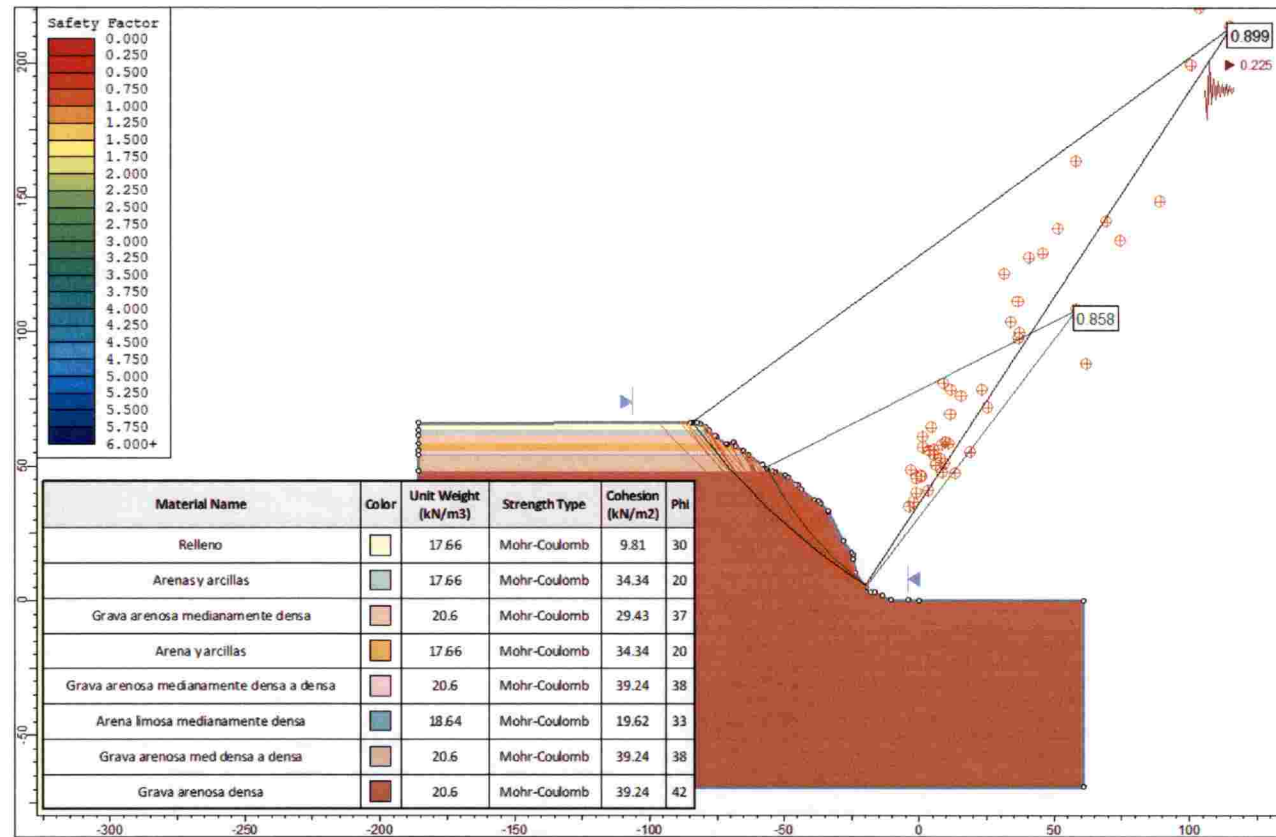
FS = 1.075 (Global)

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN PSEUDO-ESTÁTICA – SECCIÓN S-1



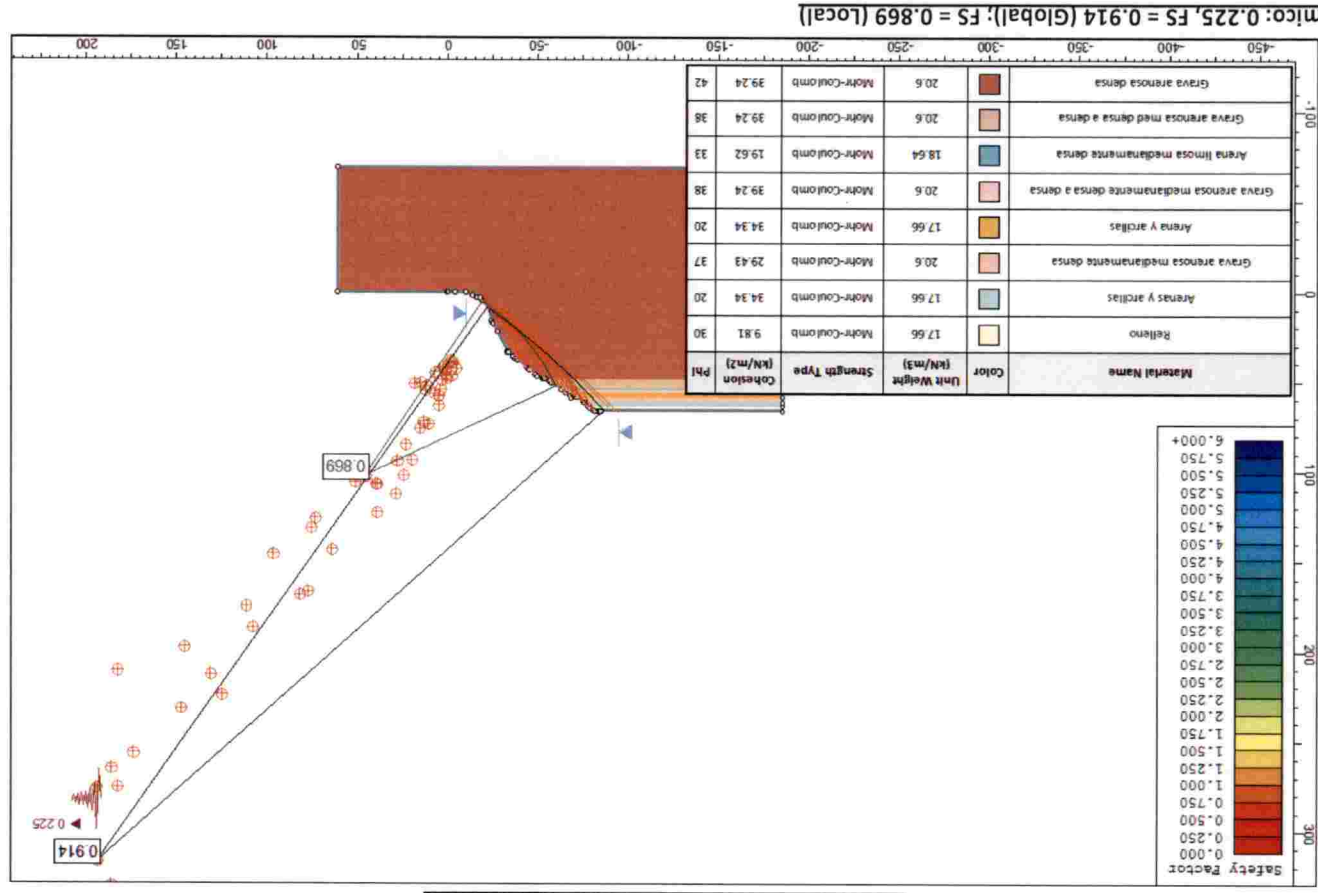
Coefficiente sísmico: 0.225, FS = 0.999 (Global)

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN PSEUDO-ESTÁTICA – SECCIÓN S-2

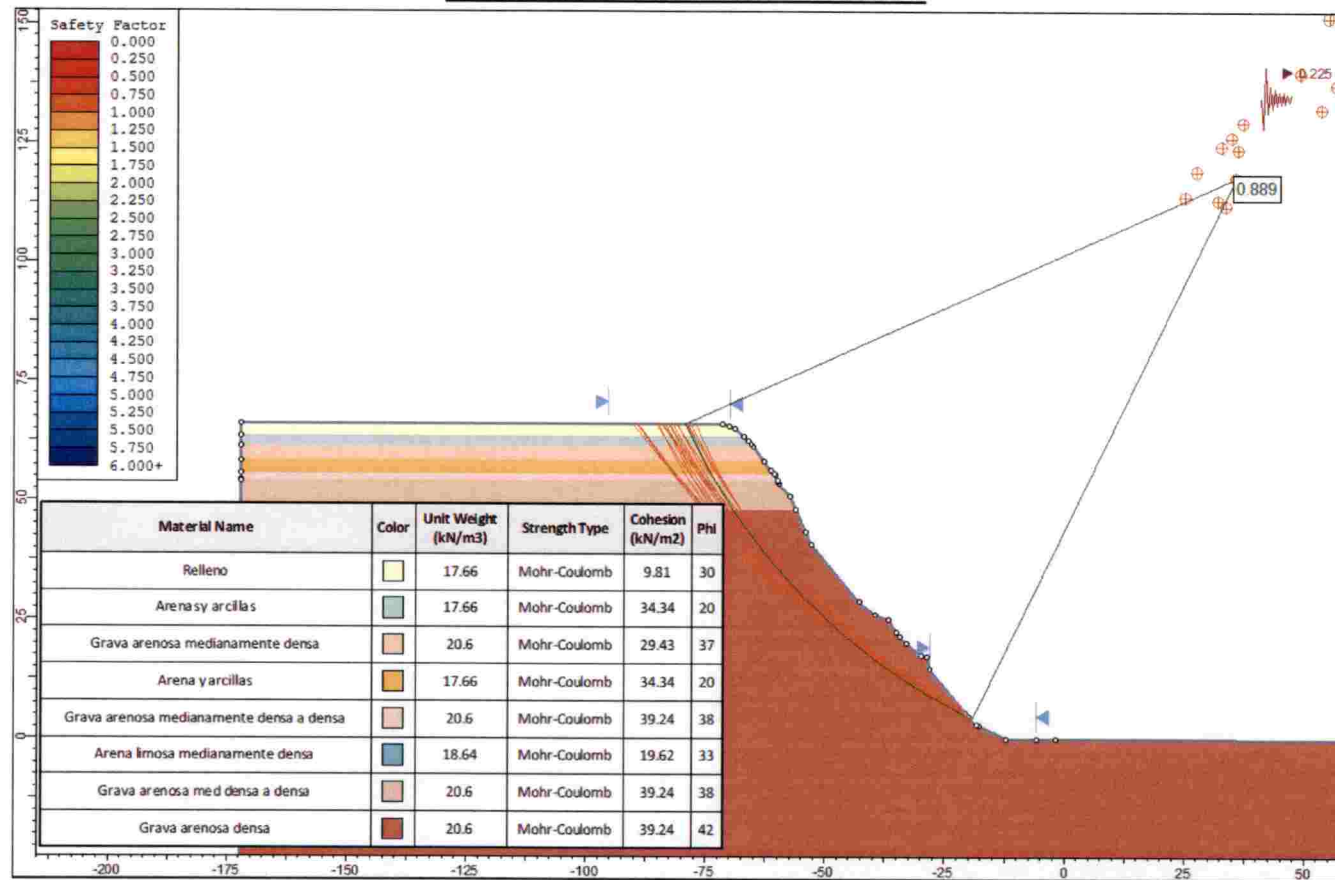


Coefficiente sísmico: 0.225, FS = 0.899 (Global); FS = 0.858 (Local)

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN PSEUDO-ESTÁTICA – SECCIÓN S-3



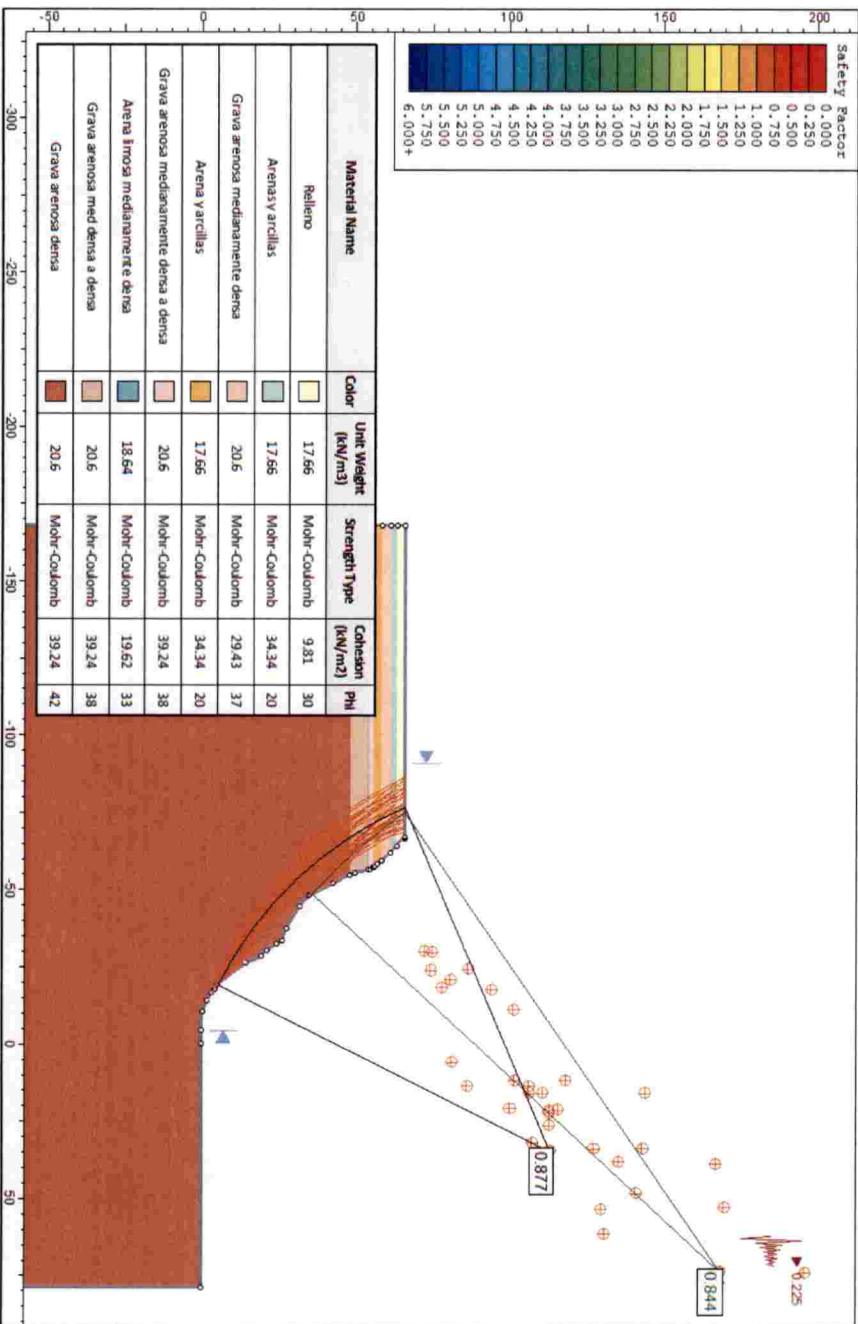
ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN PSEUDO-ESTÁTICA – SECCIÓN S-4



Coefficiente sísmico: 0.225, FS = 0.889 (Global)

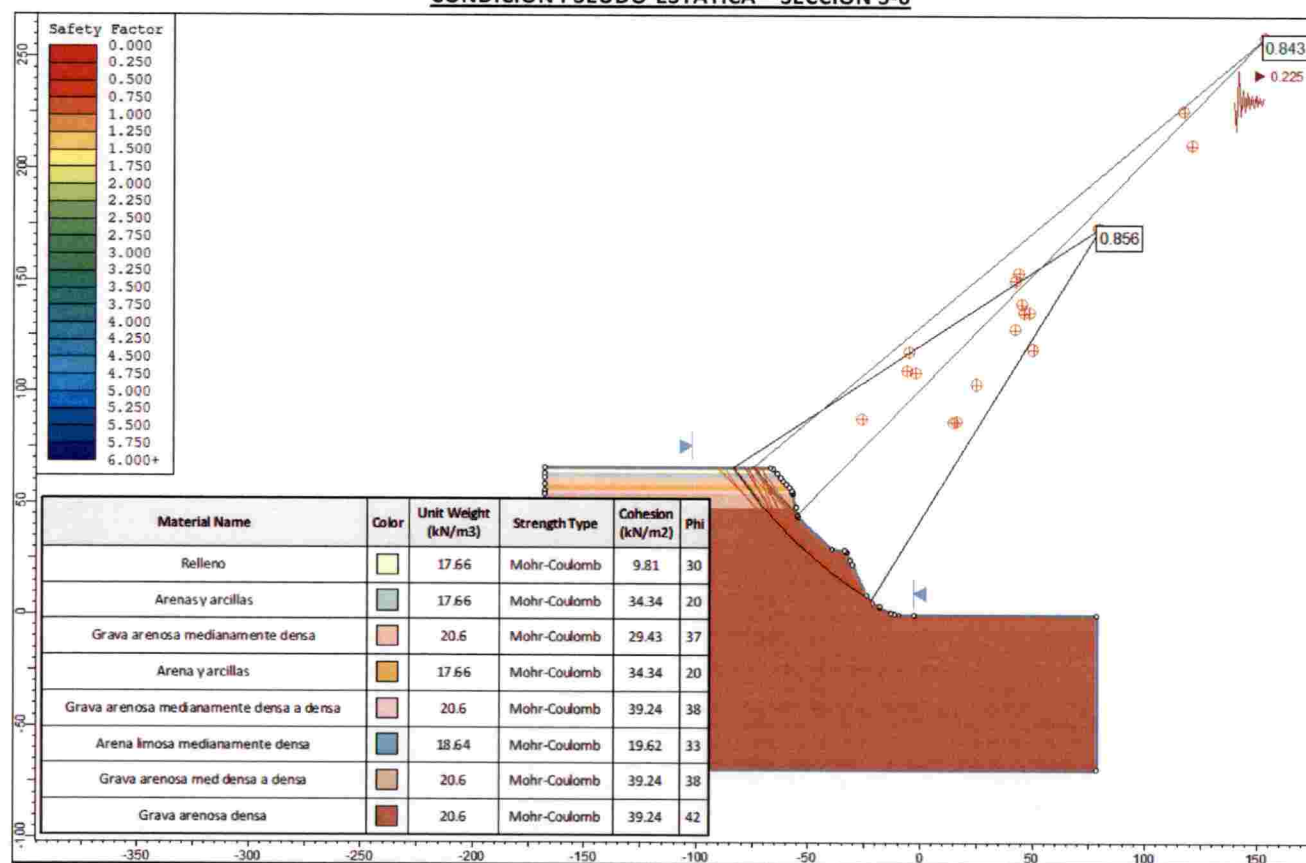
ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN PSEUDO-ESTÁTICA – SECCIÓN S-5

LÁMINA N° M5127B-15



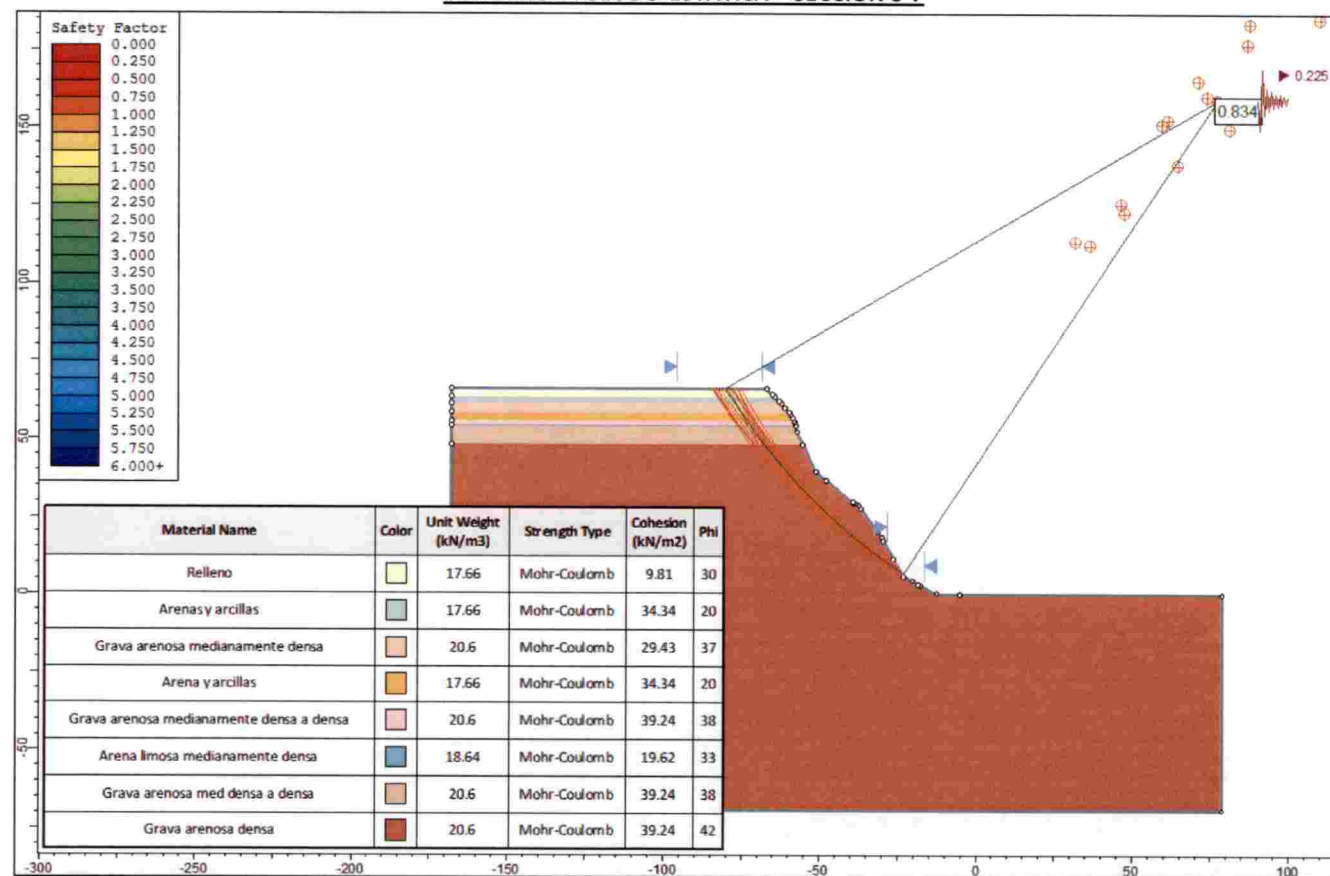
Coefficiente sísmico: 0.225, FS = 0.877 (Global); FS = 0.844 (Local)

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN PSEUDO-ESTÁTICA – SECCIÓN S-6



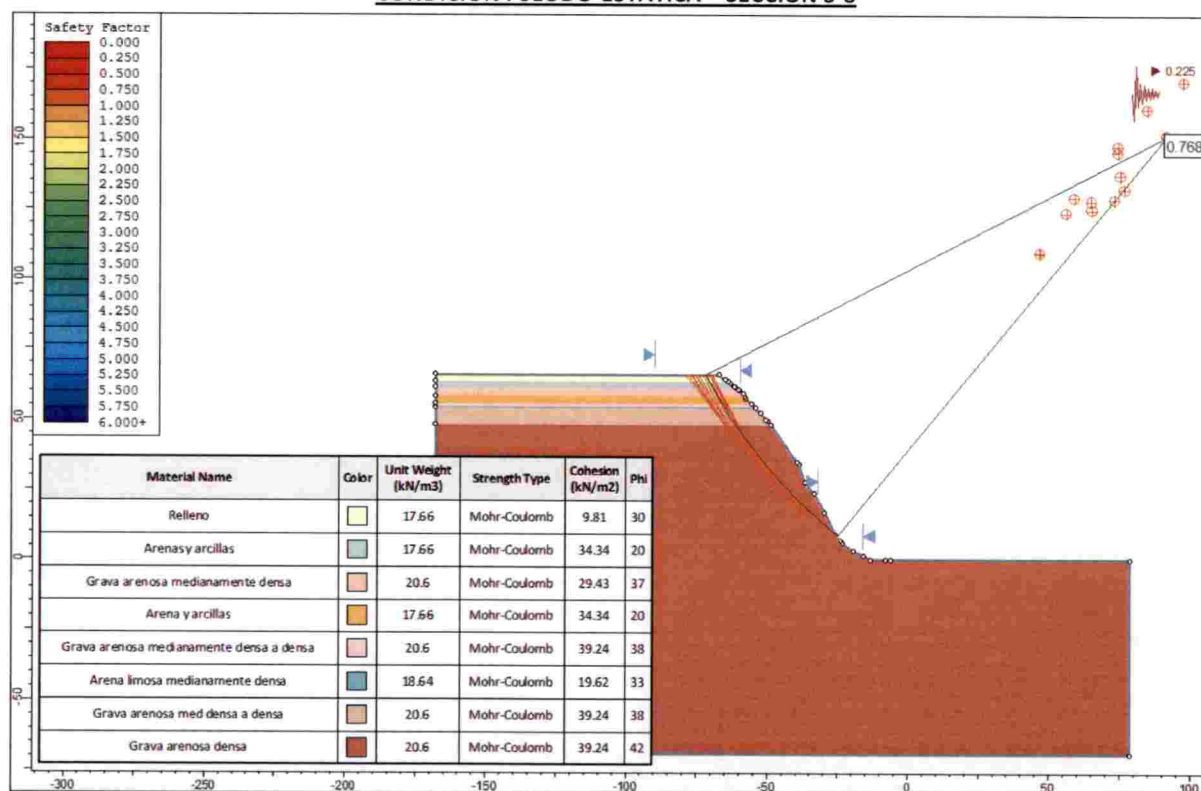
Coefficiente sísmico: 0.225, FS = 0.856 (Global); FS = 0.843 (Local)

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN PSEUDO-ESTÁTICA – SECCIÓN S-7



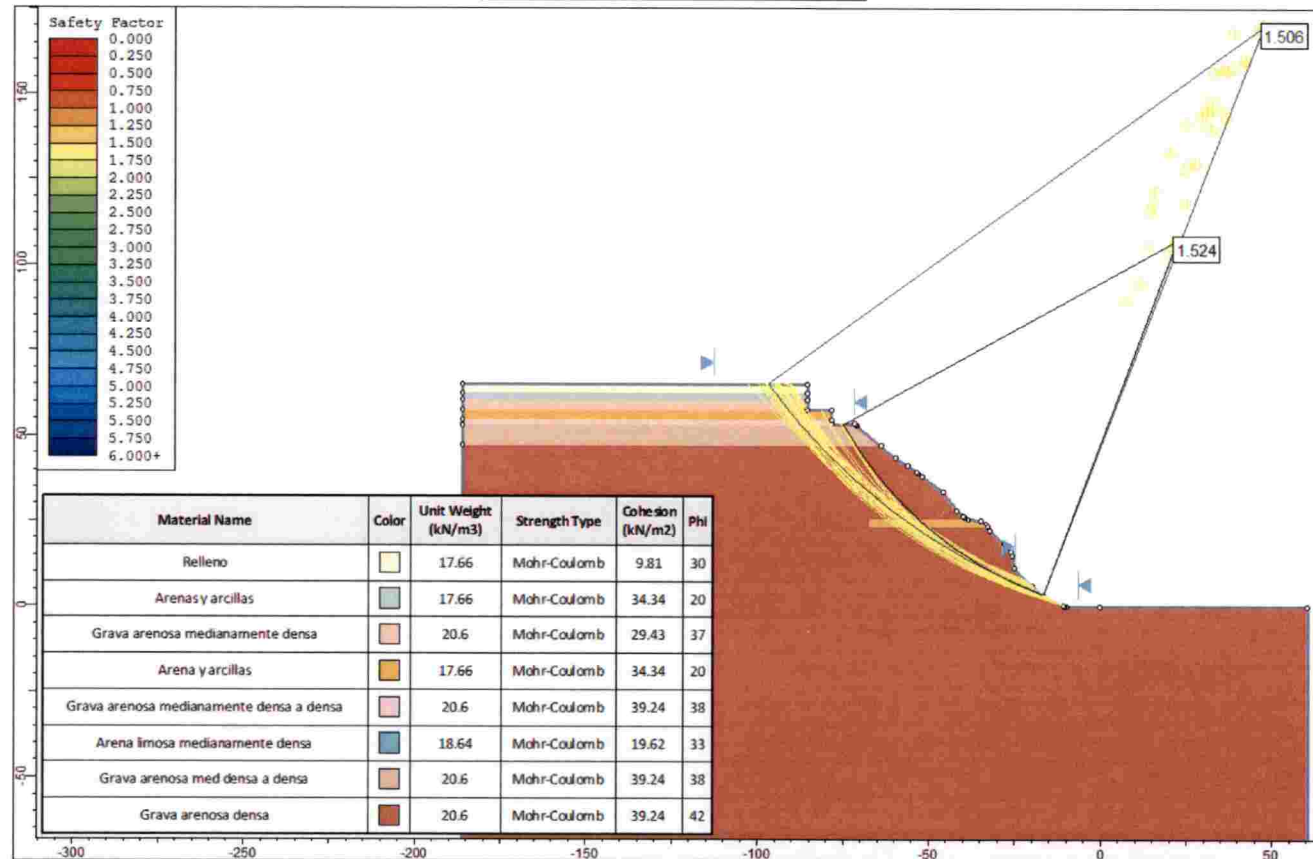
Coefficiente sísmico: 0.225, FS = 0.834 (Global)

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN PSEUDO-ESTÁTICA – SECCIÓN S-8



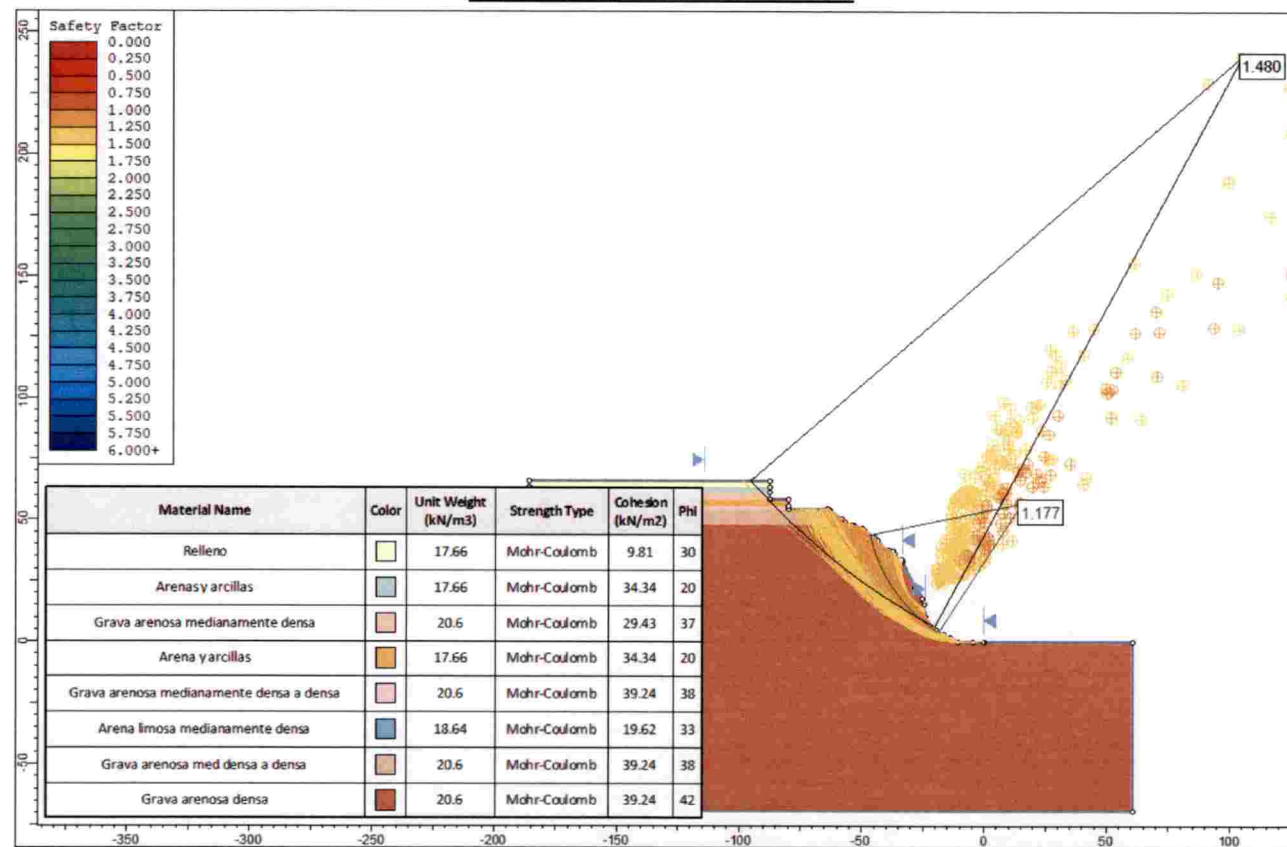
Coeficiente sísmico: 0.225, FS = 0.768 (Global)

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN ESTÁTICA – SECCIÓN S-1



FS = 1.506 (Global); FS = 1.524 (Local)

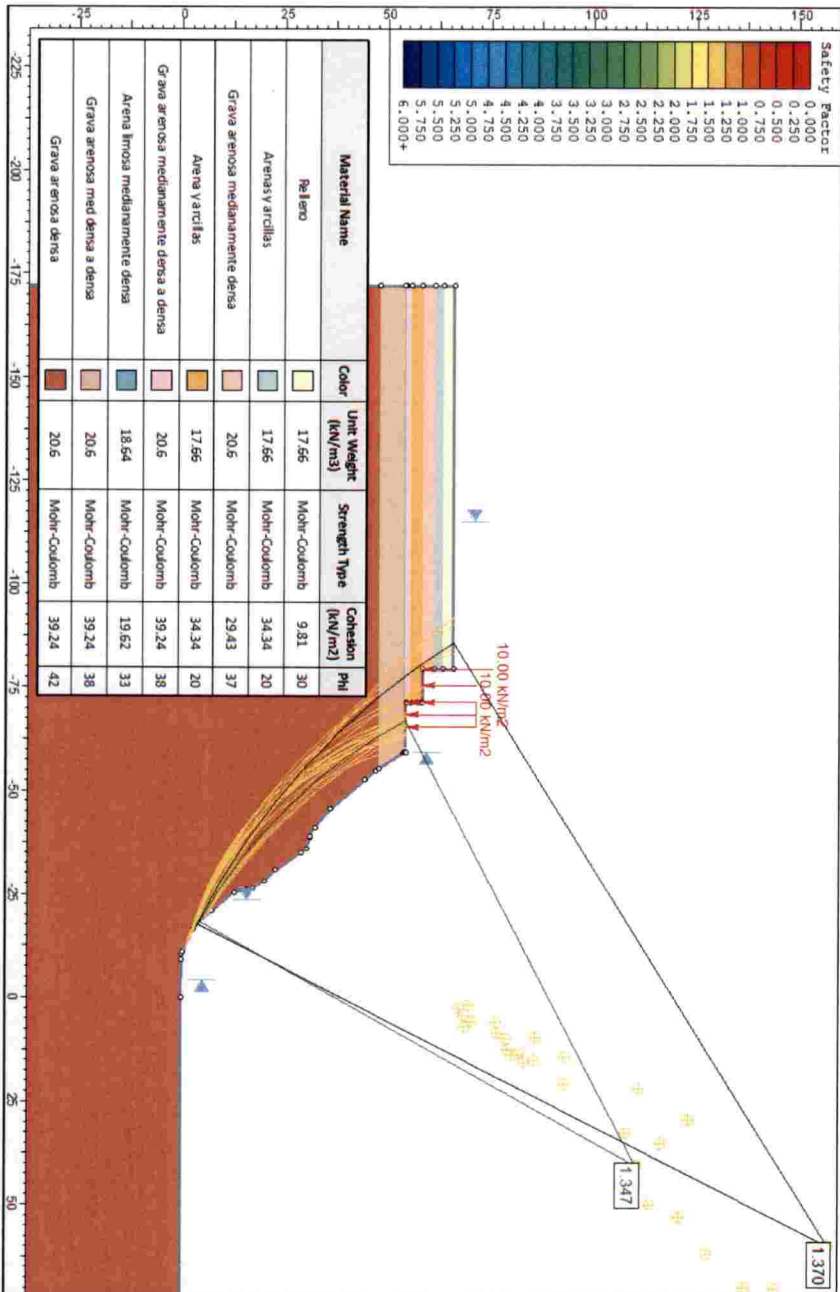
ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN ESTÁTICA – SECCIÓN S-2



FS = 1.480 (Global); FS = 1.177 (Local)

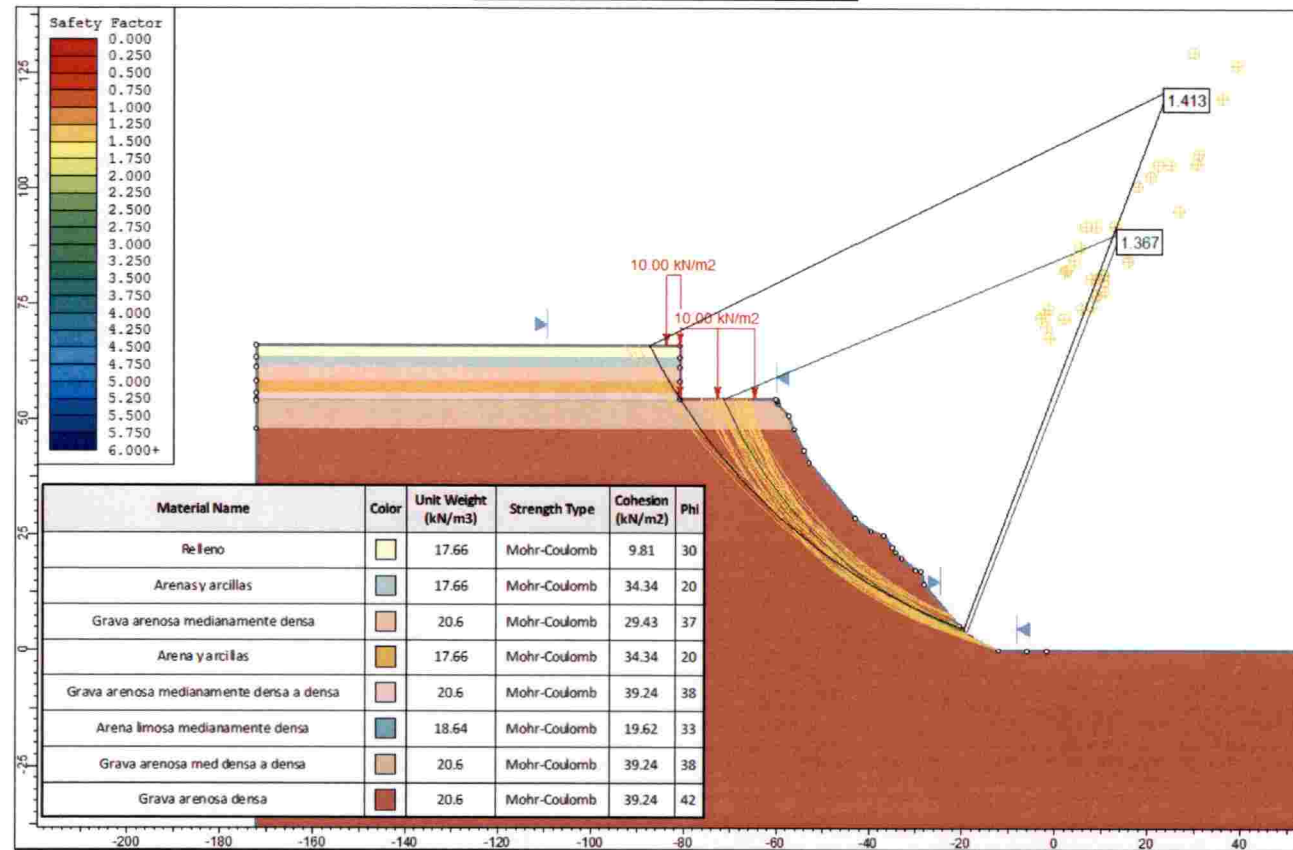
ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN ESTÁTICA – SECCIÓN S-3

LÁMINA N° M5127B-21



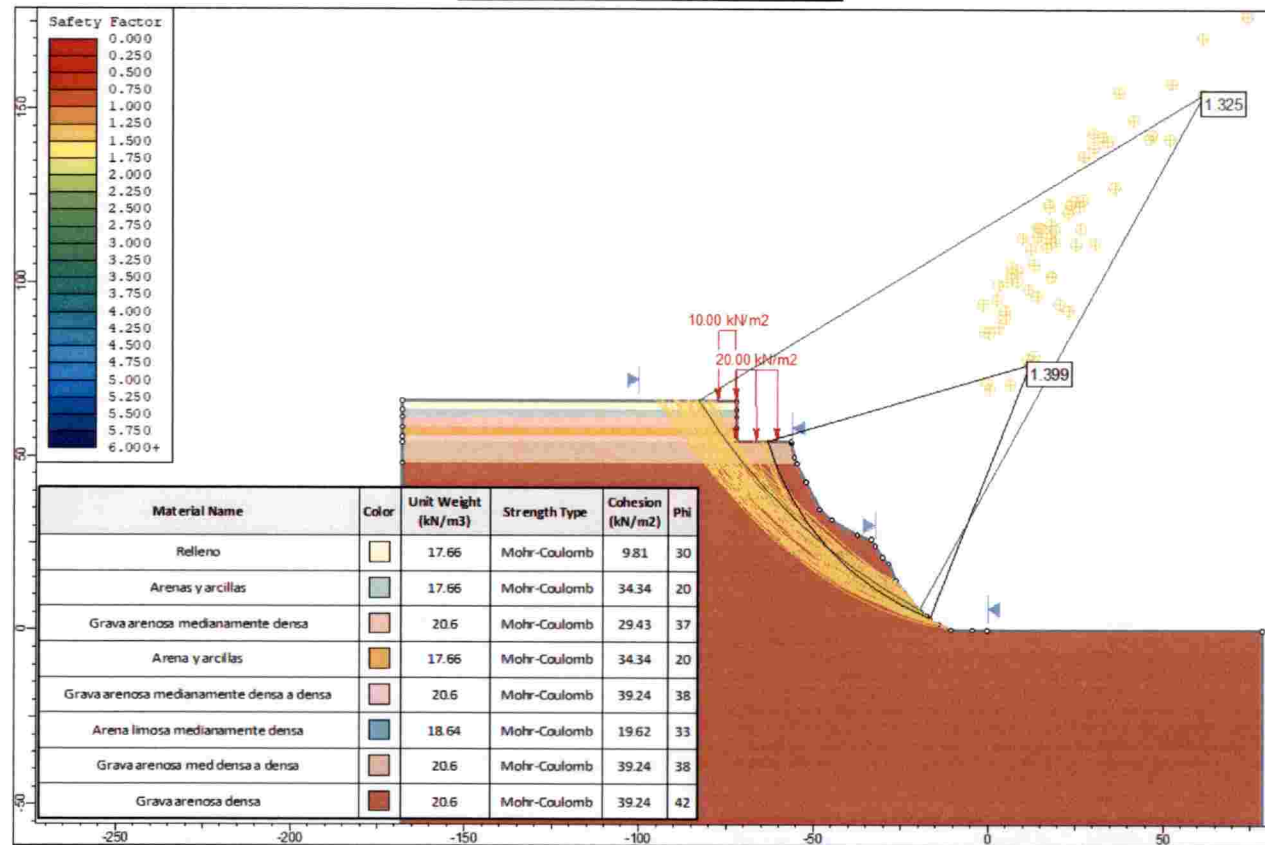
FS = 1.370 (Global); FS = 1.347 (Local)

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN ESTÁTICA – SECCIÓN S-4



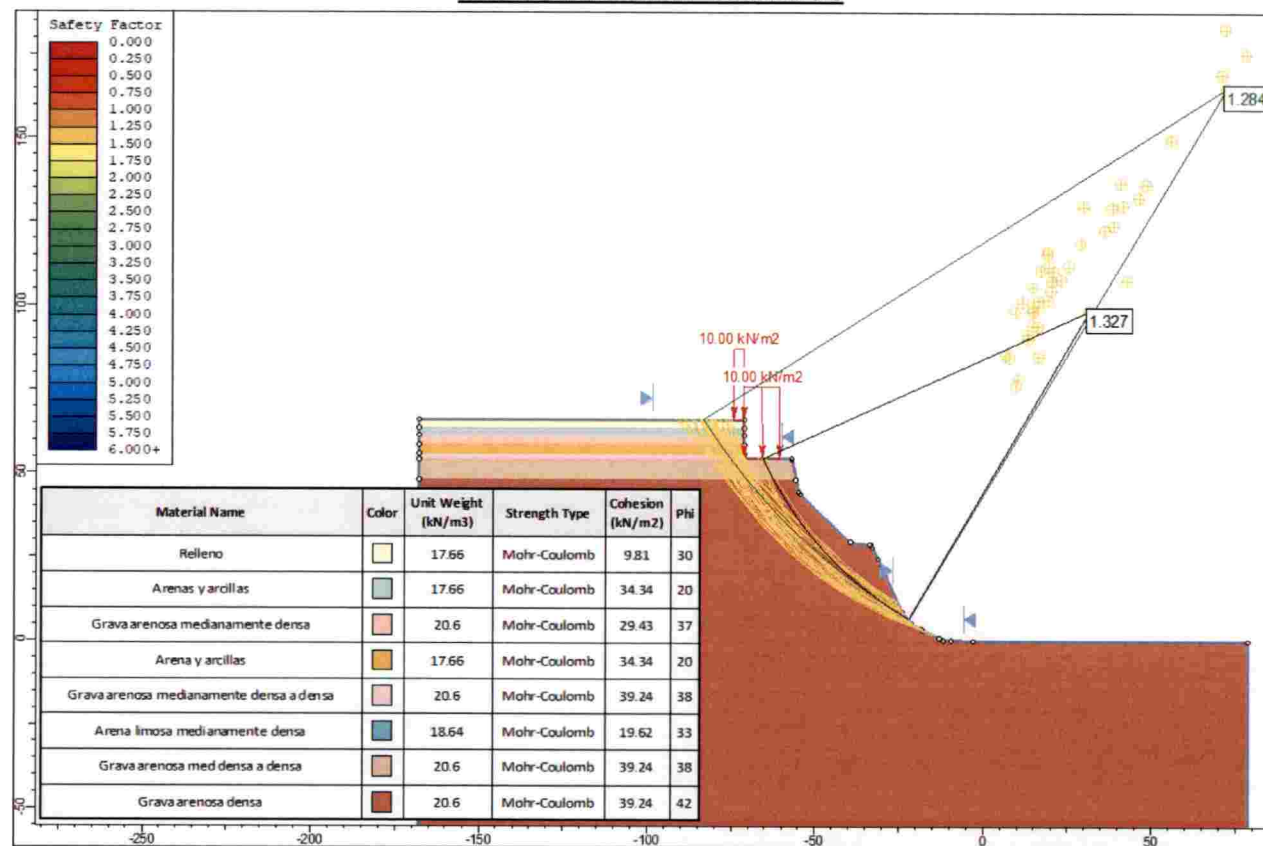
FS = 1.413 (Global); FS = 1.367 (Local)

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN ESTÁTICA – SECCIÓN S-5



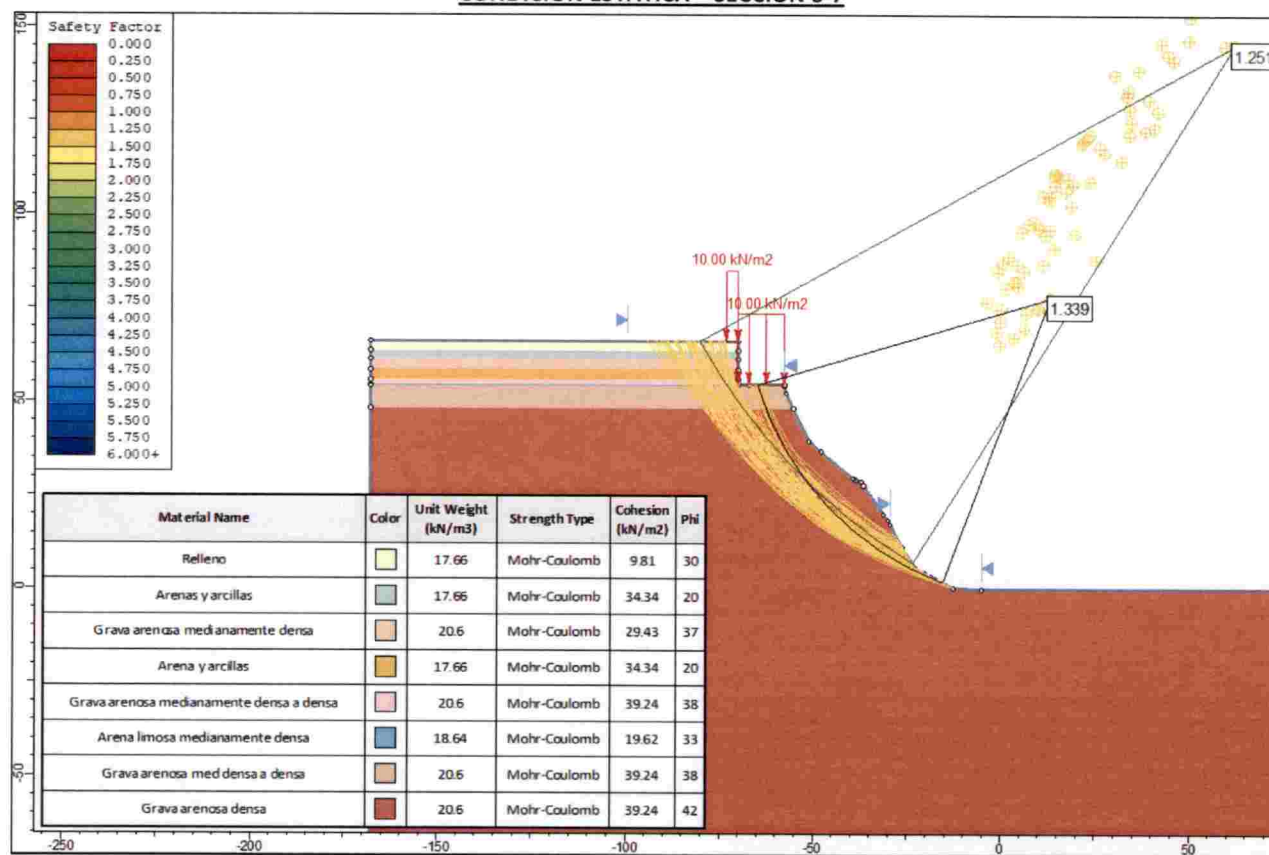
FS = 1.325 (Global); FS = 1.399 (Local)

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN ESTÁTICA – SECCIÓN S-6



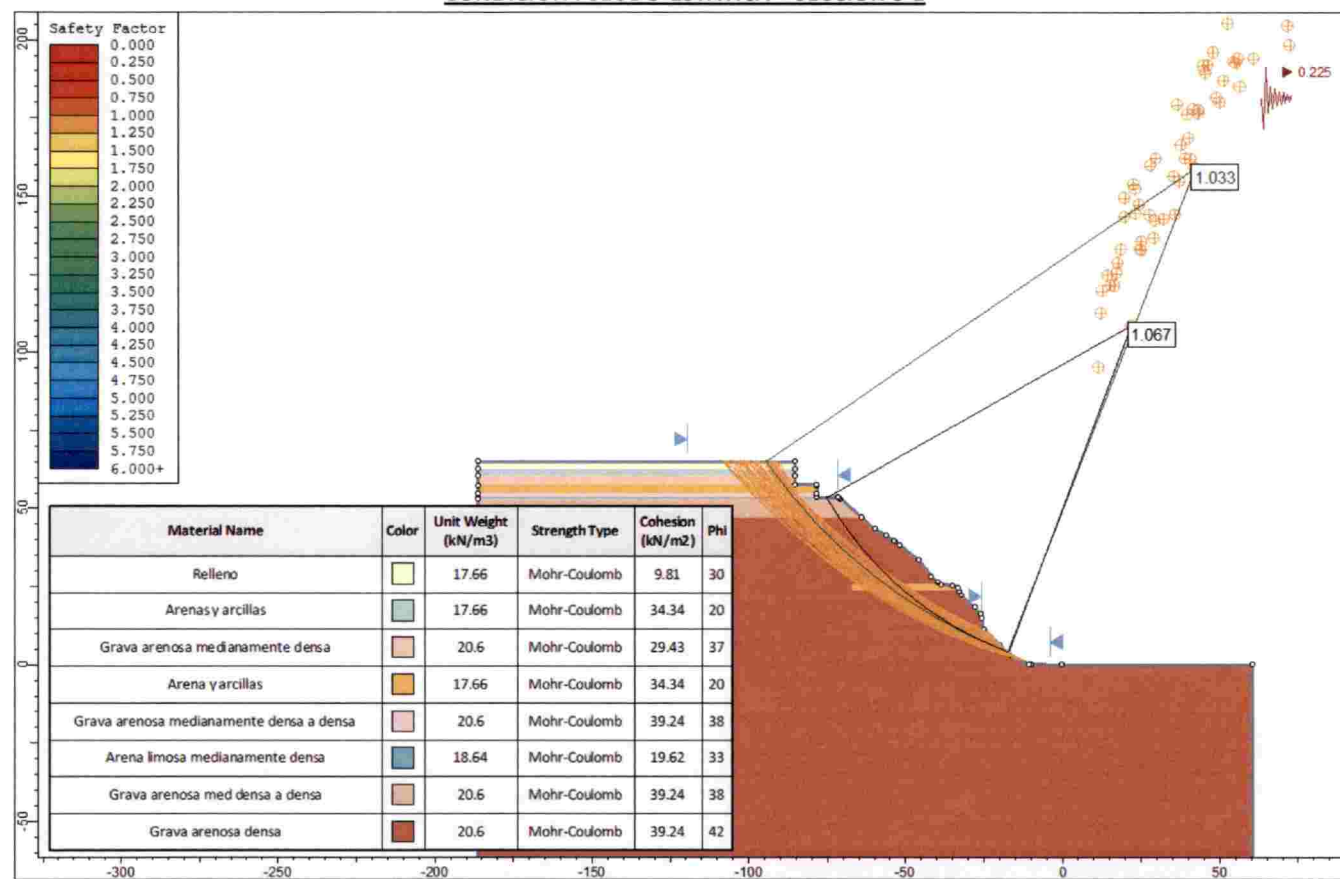
FS = 1.284 (Global); FS = 1.327 (Local)

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN ESTÁTICA – SECCIÓN S-7



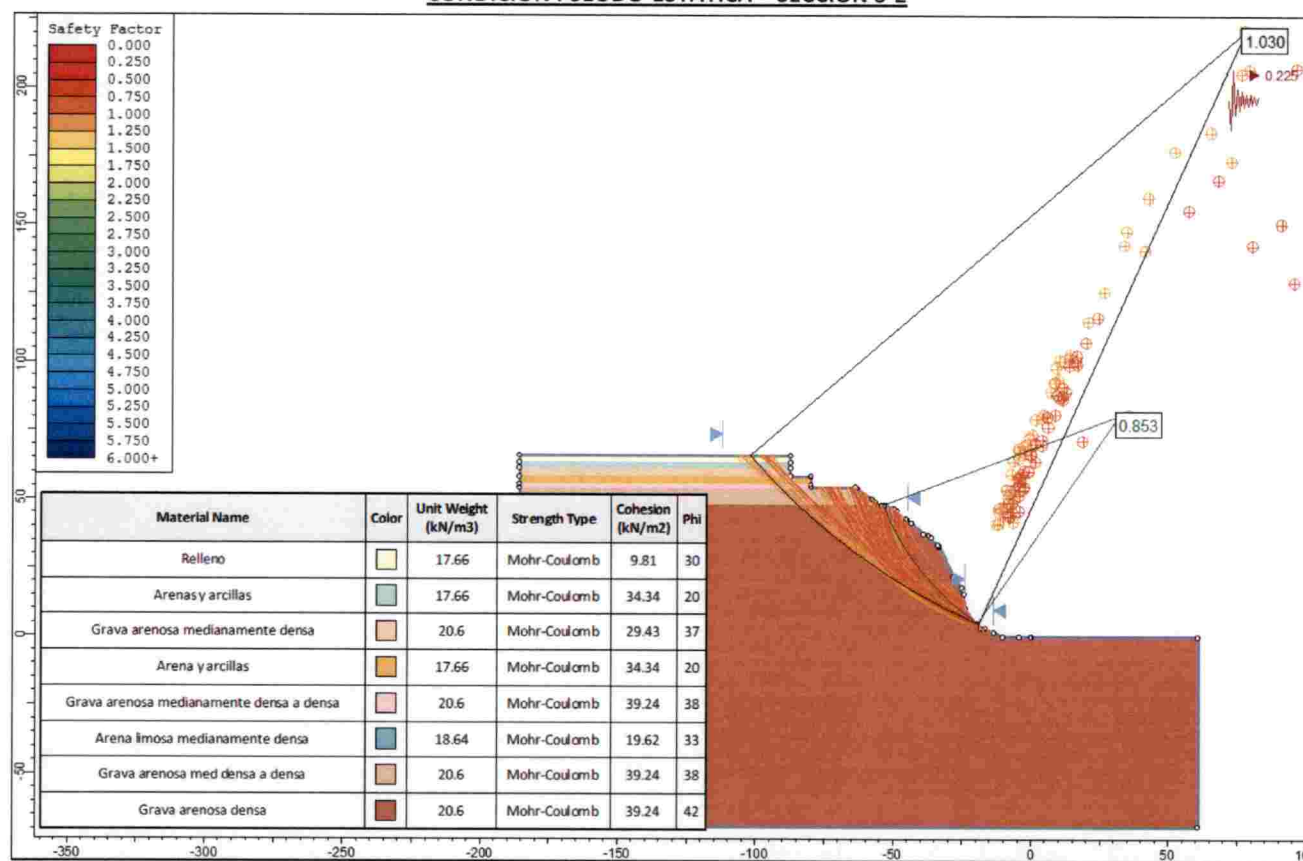
FS = 1.251 (Global); FS = 1.339 (Local)

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN PSEUDO-ESTÁTICA – SECCIÓN S-1



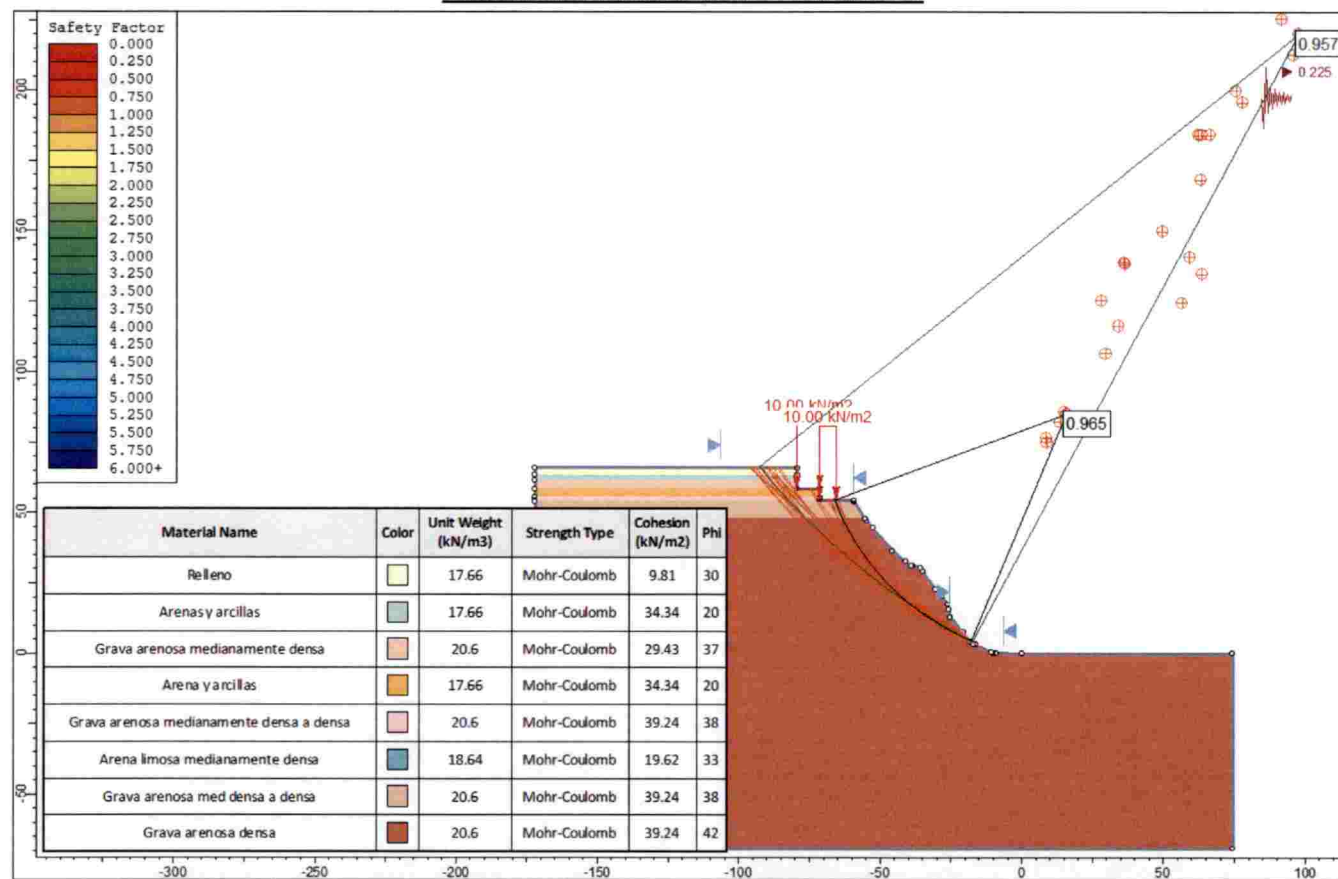
Coefficiente sísmico: 0.225, FS = 1.033 (Global); FS = 1.067 (Local)

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN PSEUDO-ESTÁTICA – SECCIÓN S-2



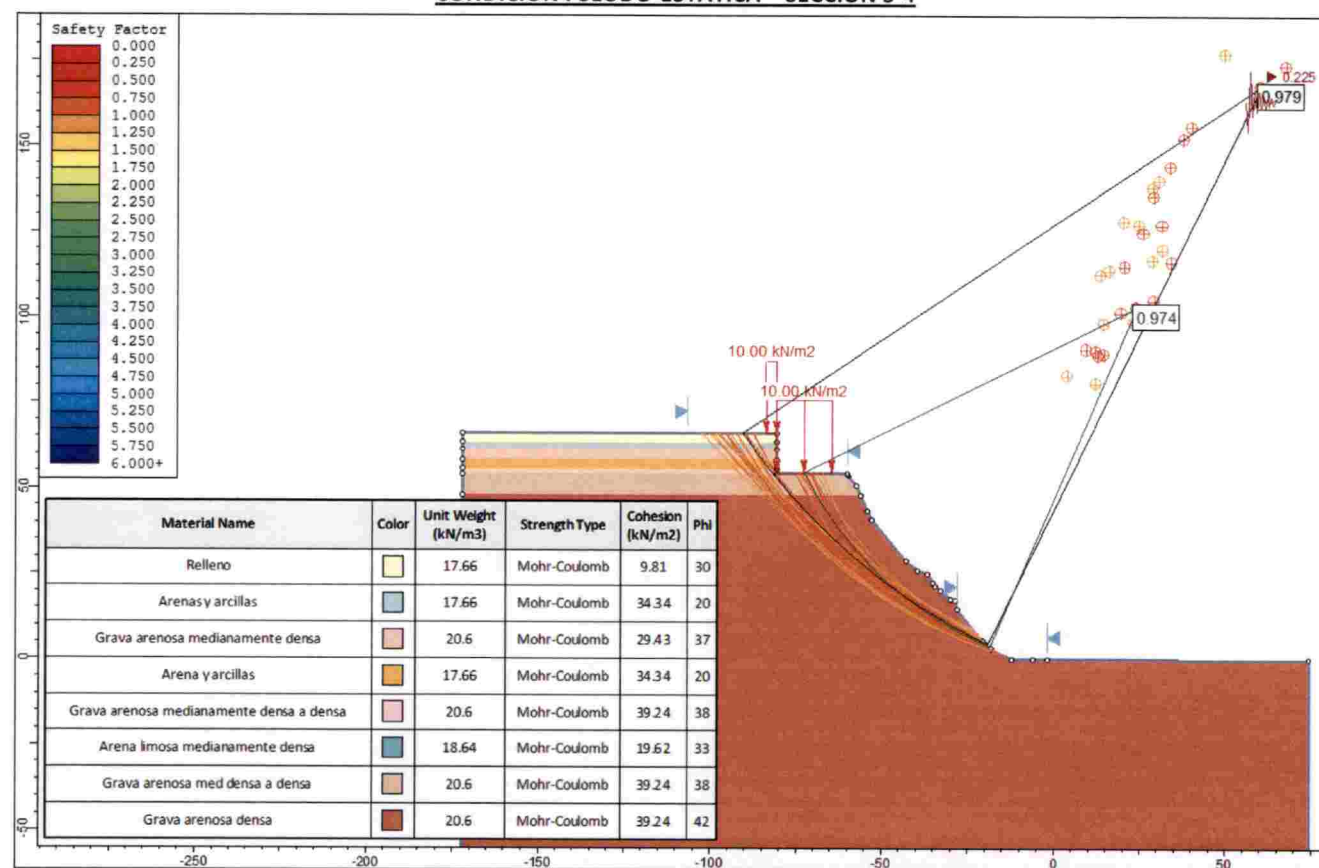
Coeficiente sísmico: 0.225, FS = 1.030 (Global); FS = 0.853 (Local)

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN PSEUDO-ESTÁTICA – SECCIÓN S-3



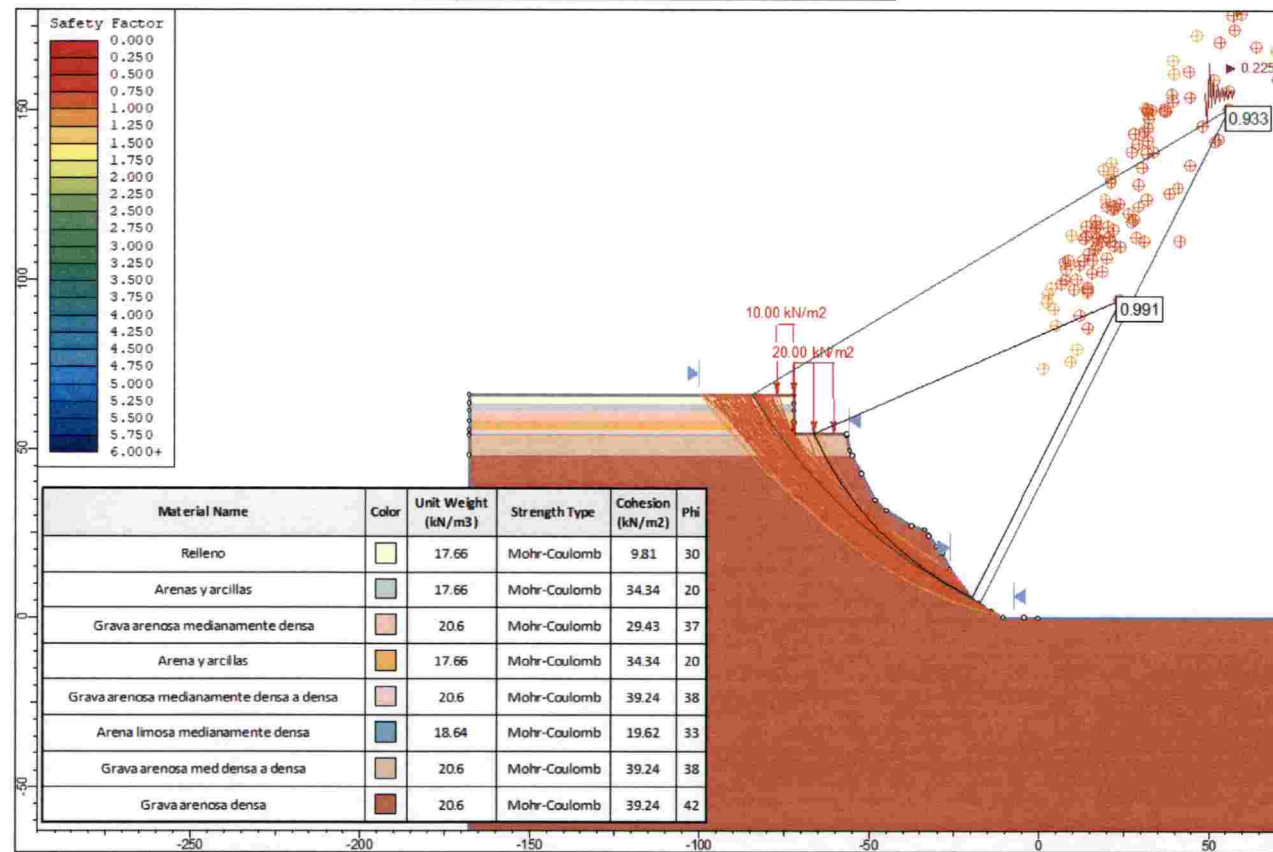
Coeficiente sísmico: 0.225, FS = 0.957 (Global); FS = 0.965 (Local)

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN PSEUDO-ESTÁTICA – SECCIÓN S-4



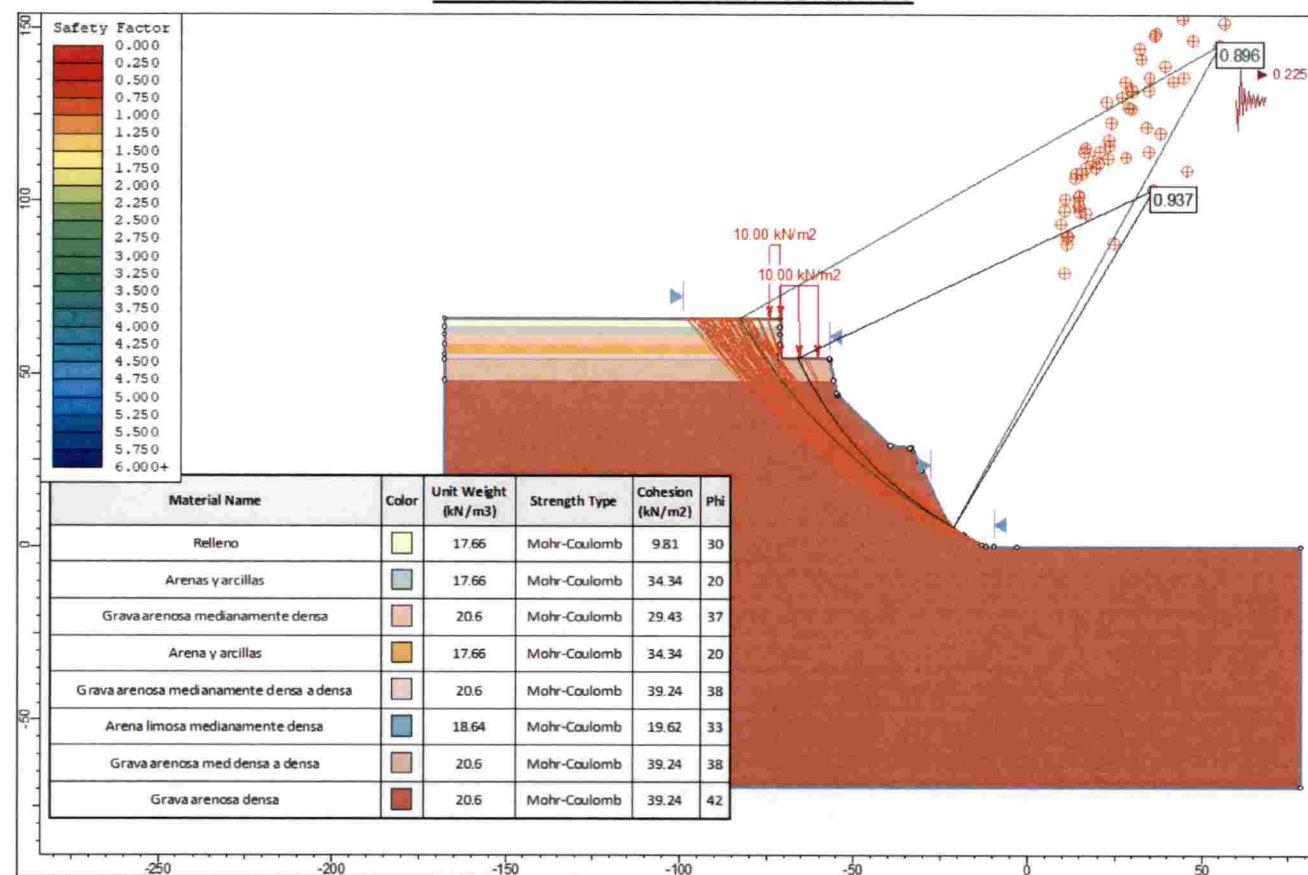
Coeficiente sísmico: 0.225, FS = 0.979 (Global); FS = 0.974 (Local)

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN PSEUDO-ESTÁTICA – SECCIÓN S-5



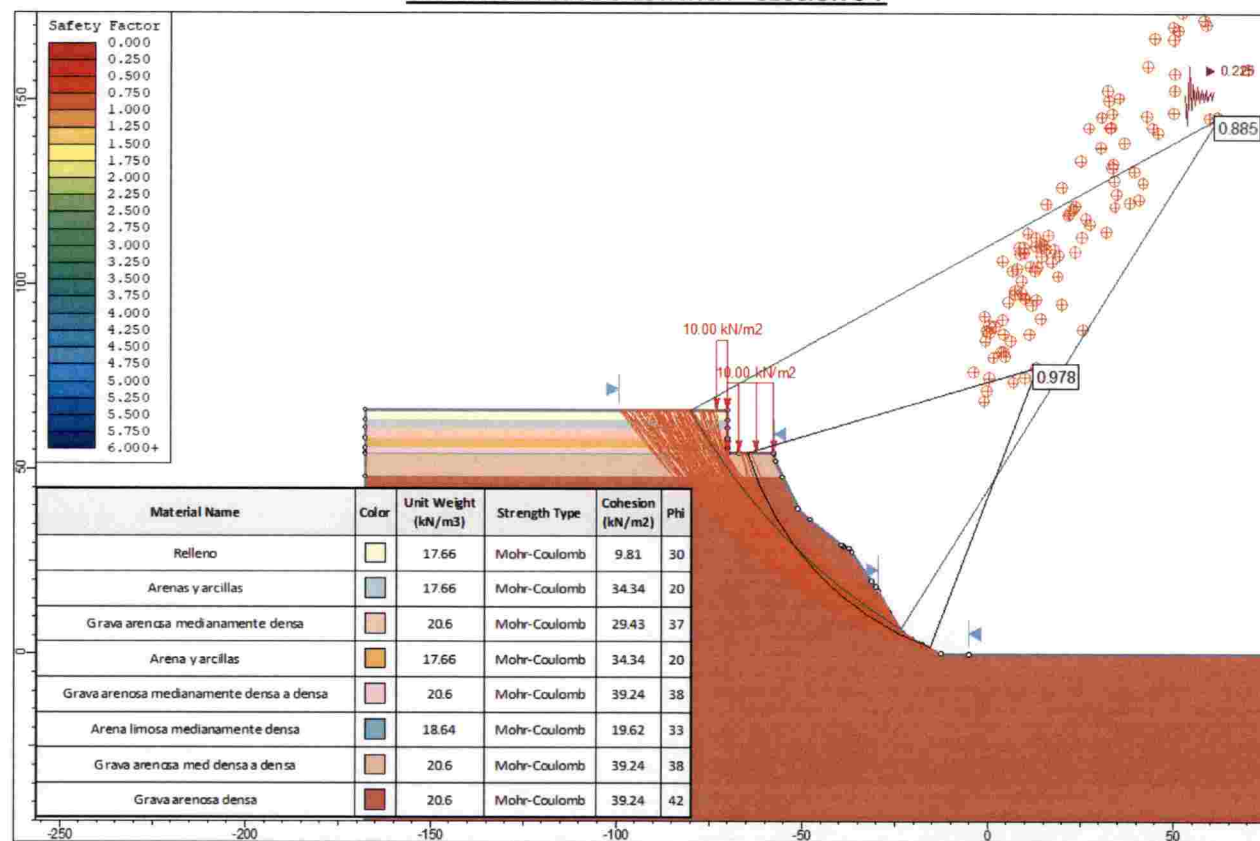
Coefficiente sísmico: 0.225, FS = 0.933 (Global); FS = 0.991 (Local)

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN PSEUDO-ESTÁTICA – SECCIÓN S-6



Coefficiente sísmico: 0.225, FS = 0.896 (Global); FS = 0.937 (Local)

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN PSEUDO-ESTÁTICA – SECCIÓN S-7

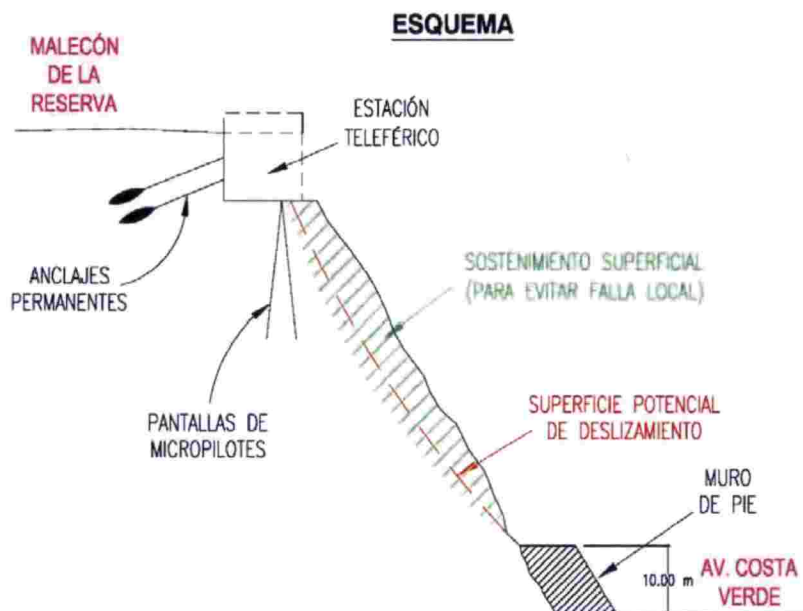


Coeficiente sísmico: 0.225, FS = 0.885 (Global); FS = 0.978 (Local)

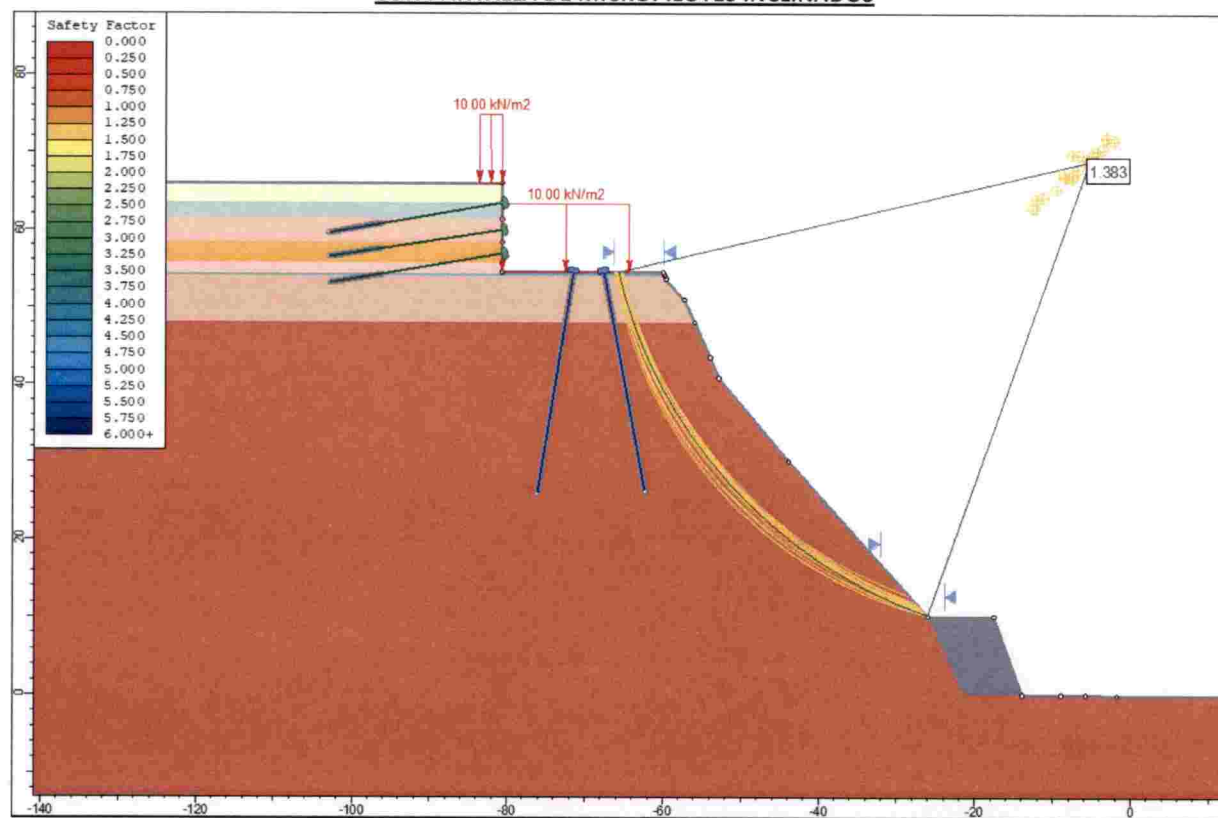
PROPUESTA 1 DE ESTABILIZACIÓN

Obras:

1. Anclajes permanentes en la parte superior
2. Rebaja de saliente del talud del acantilado (corte)
3. Muro al pie del talud de 10 m de altura (gaviones, cribas o similar)
4. Pantalla de micropilotes inclinados
5. Sostenimiento de la superficie para elevar factor de seguridad al deslizamiento de falla local

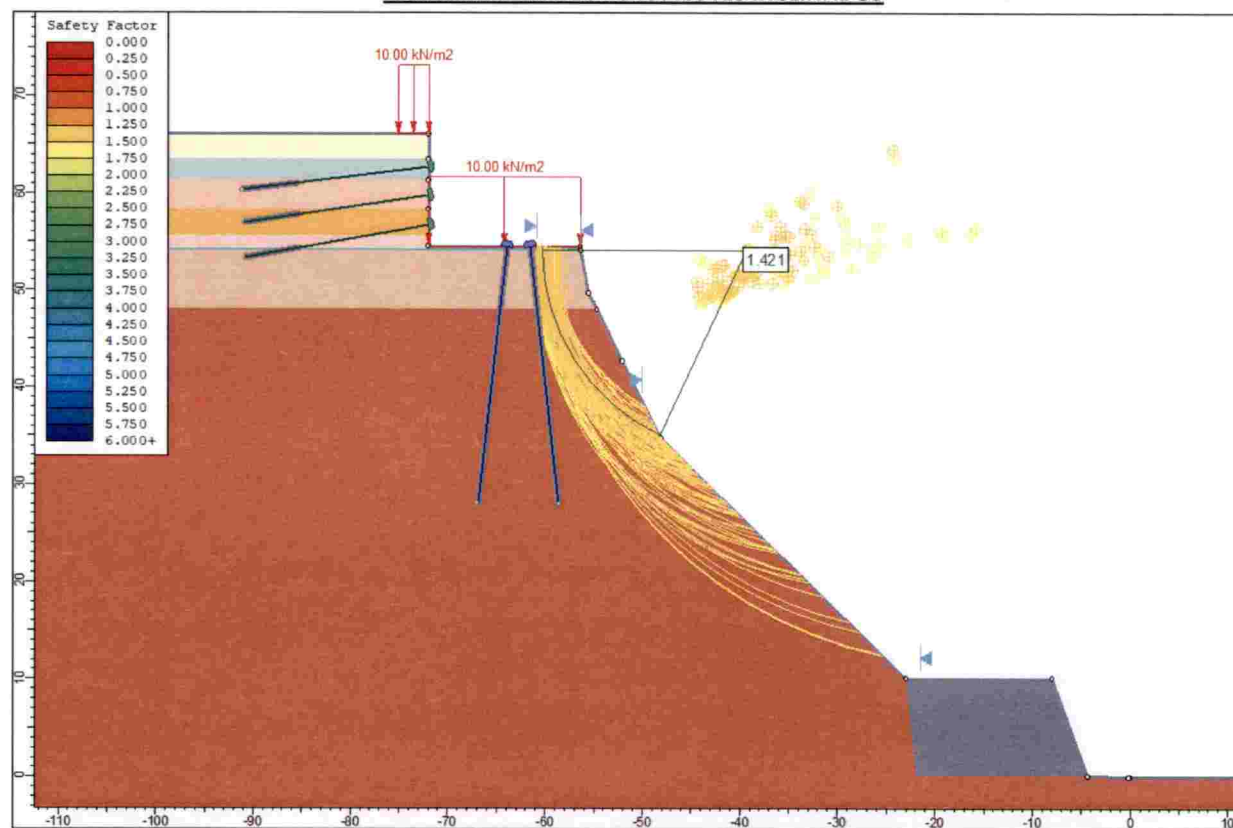


ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN ESTÁTICA – SECCIÓN S-4
CON PANTALLA DE MICROPILOTES INCLINADOS



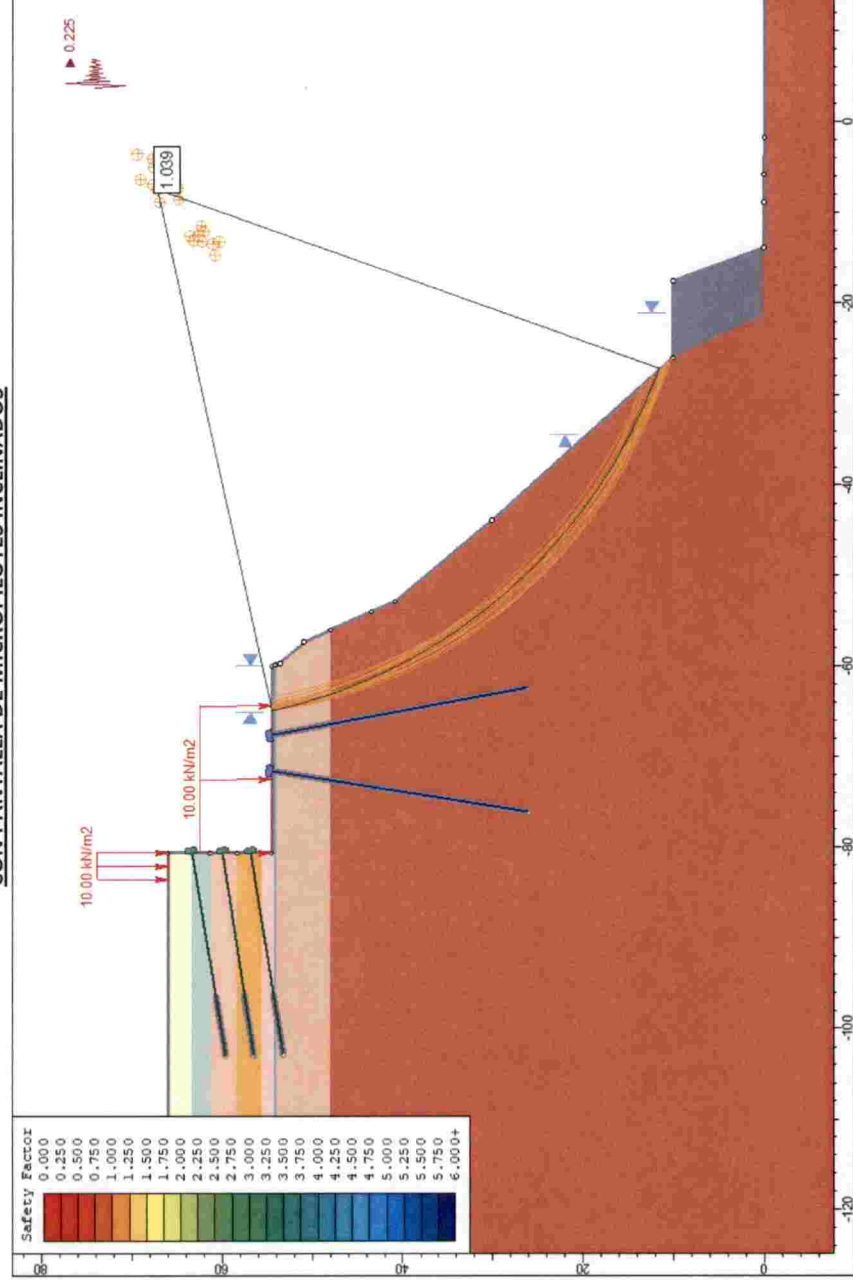
FS = 1.383

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN ESTÁTICA – SECCIÓN S-5
CON PANTALLA DE MICROPILOTES INCLINADOS



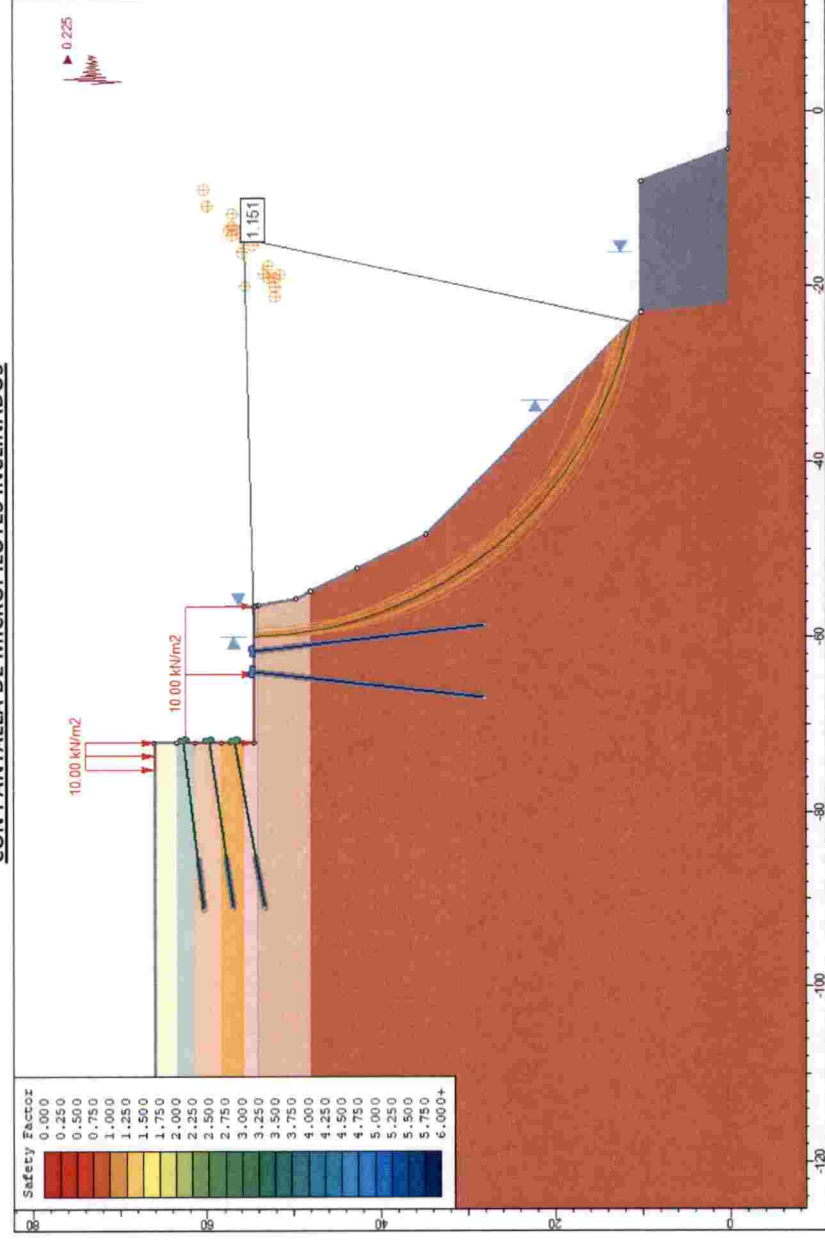
FS = 1.421

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN PSEUDO-ESTÁTICA – SECCIÓN S-4
CON PANTALLA DE MICROPILOTES INCLINADOS



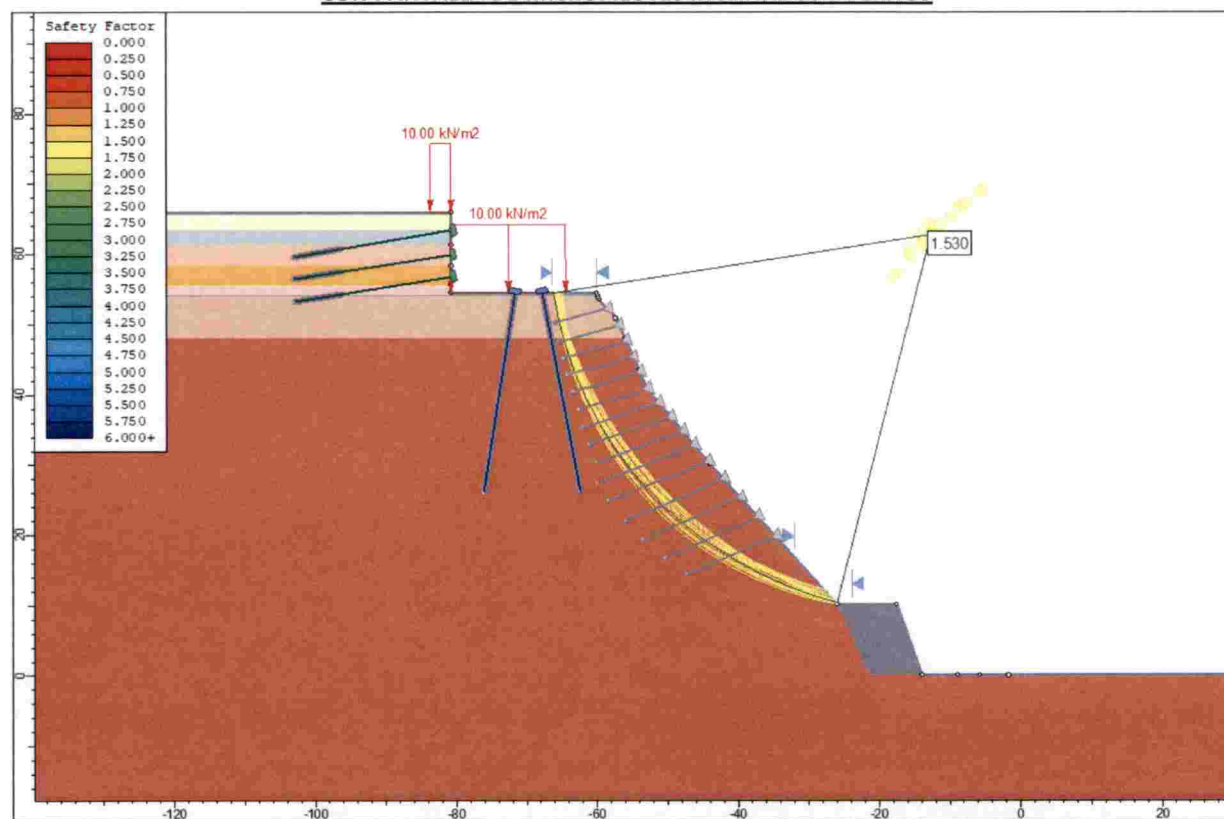
Coefficiente sísmico: 0.225, FS = 1.039

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN PSEUDO-ESTÁTICA – SECCIÓN S-5
CON PANTALLA DE MICROPILOTES INCLINADOS



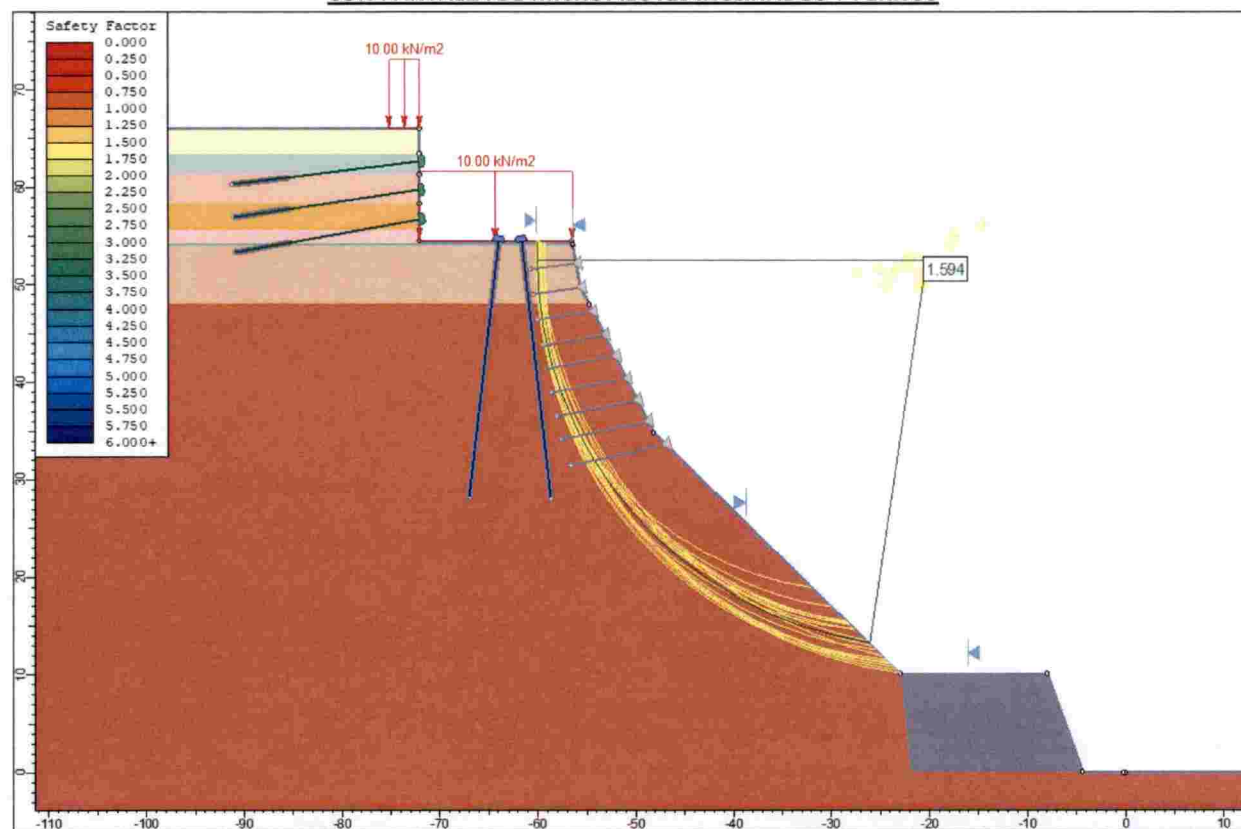
Coefficiente sísmico: 0.225, FS = 1.151

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN ESTÁTICA – SECCIÓN S-4
CON PANTALLA DE MICROPILOTES INCLINADOS Y PERNOS



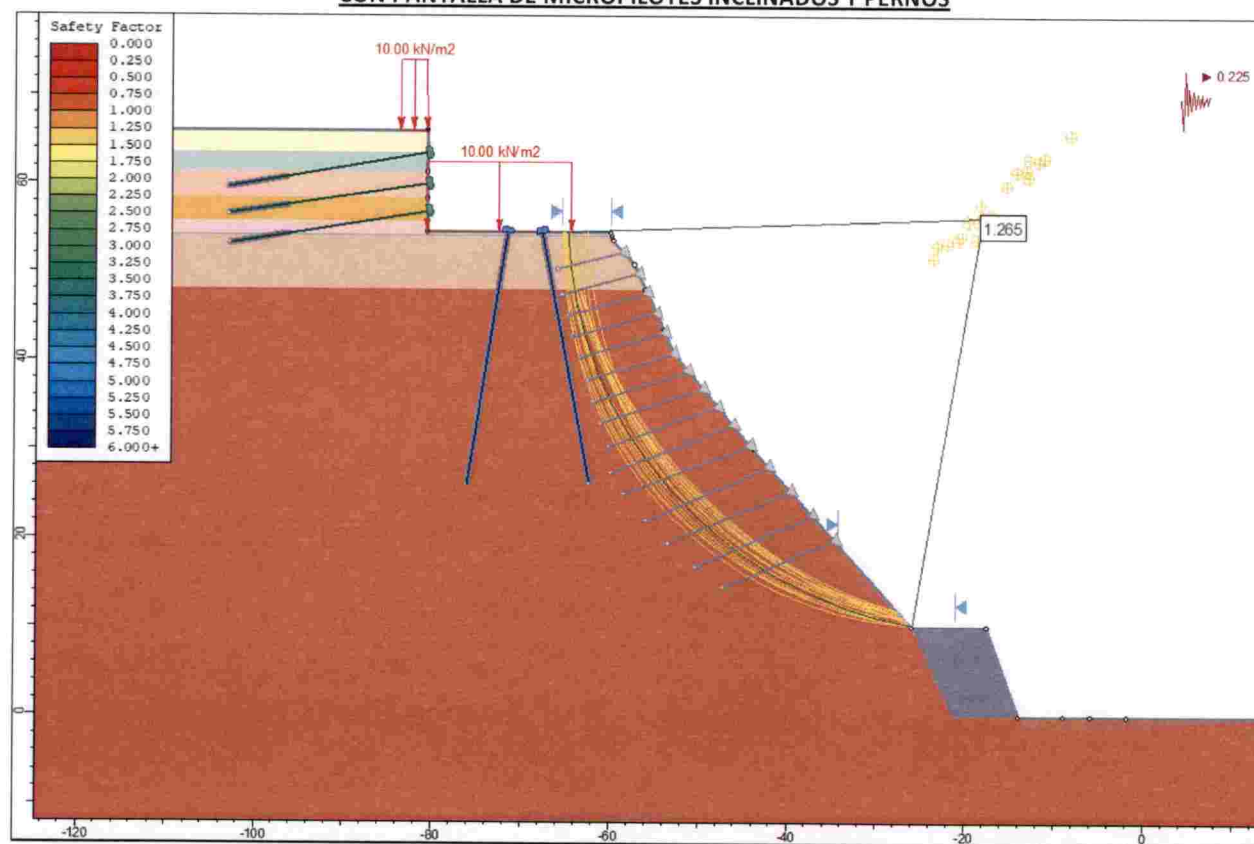
FS = 1.530

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN ESTÁTICA – SECCIÓN S-5
CON PANTALLA DE MICROPILOTES INCLINADOS Y PERNOS



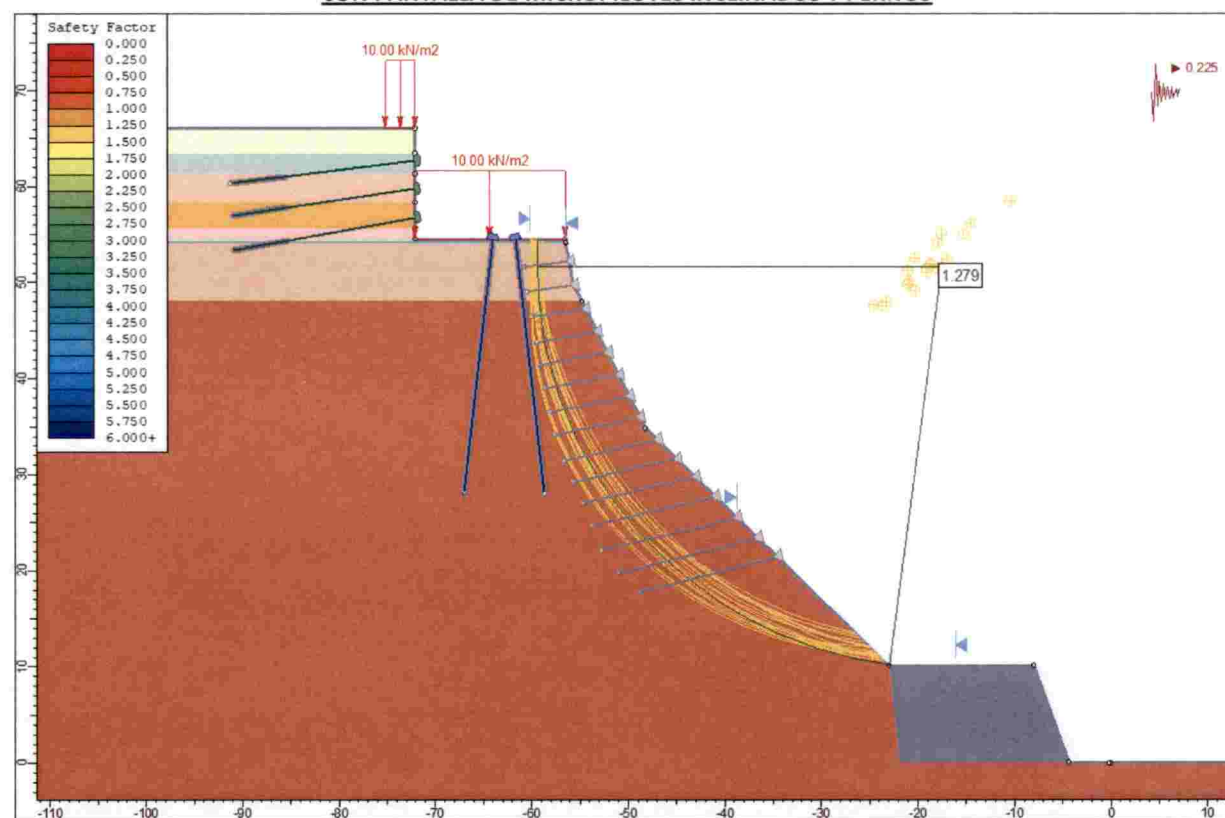
FS = 1.594

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN PSEUDO-ESTÁTICA – SECCIÓN S-4
CON PANTALLA DE MICROPILOTES INCLINADOS Y PERNOS



Coeficiente sísmico: 0.225, FS = 1.265

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN PSEUDO-ESTÁTICA – SECCIÓN S-5
CON PANTALLA DE MICROPILOTES INCLINADOS Y PERNOS

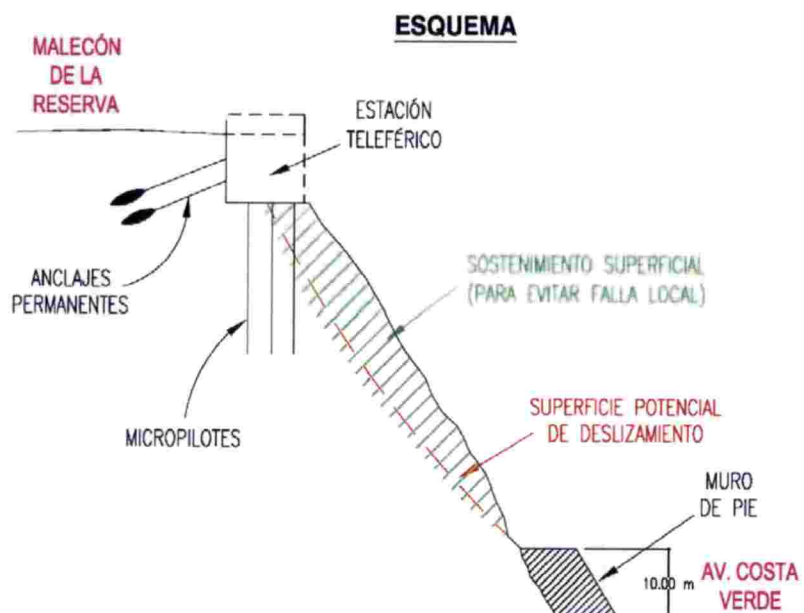


Coefficiente sísmico: 0.225, FS = 1.279

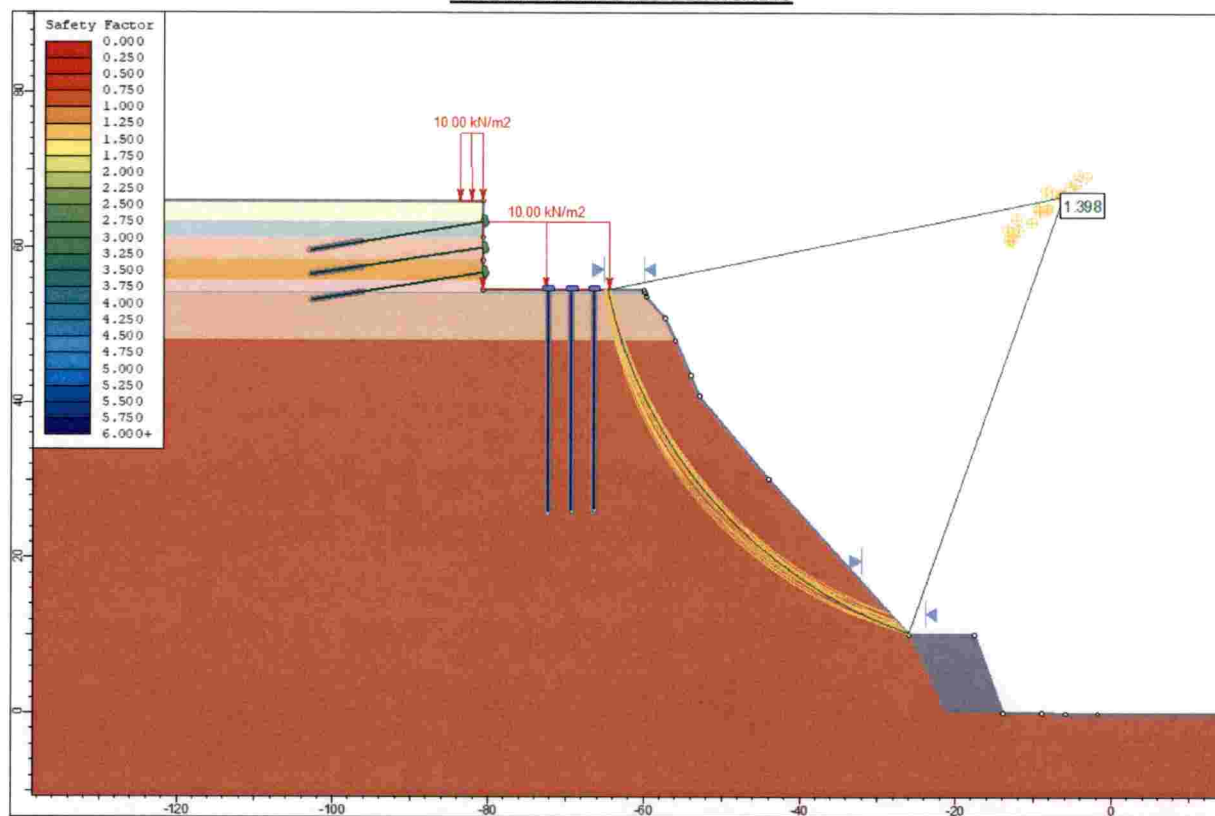
PROPUESTA 2 DE ESTABILIZACIÓN

Obras:

1. Anclajes permanentes en la parte superior
2. Rebaja de saliente del talud del acantilado (corte)
3. Muro al pie del talud de 10 m de altura (gaviones, cribas o similar)
4. Pantalla de micropilotes verticales
5. Sostenimiento de la superficie para elevar factor de seguridad al deslizamiento de falla local

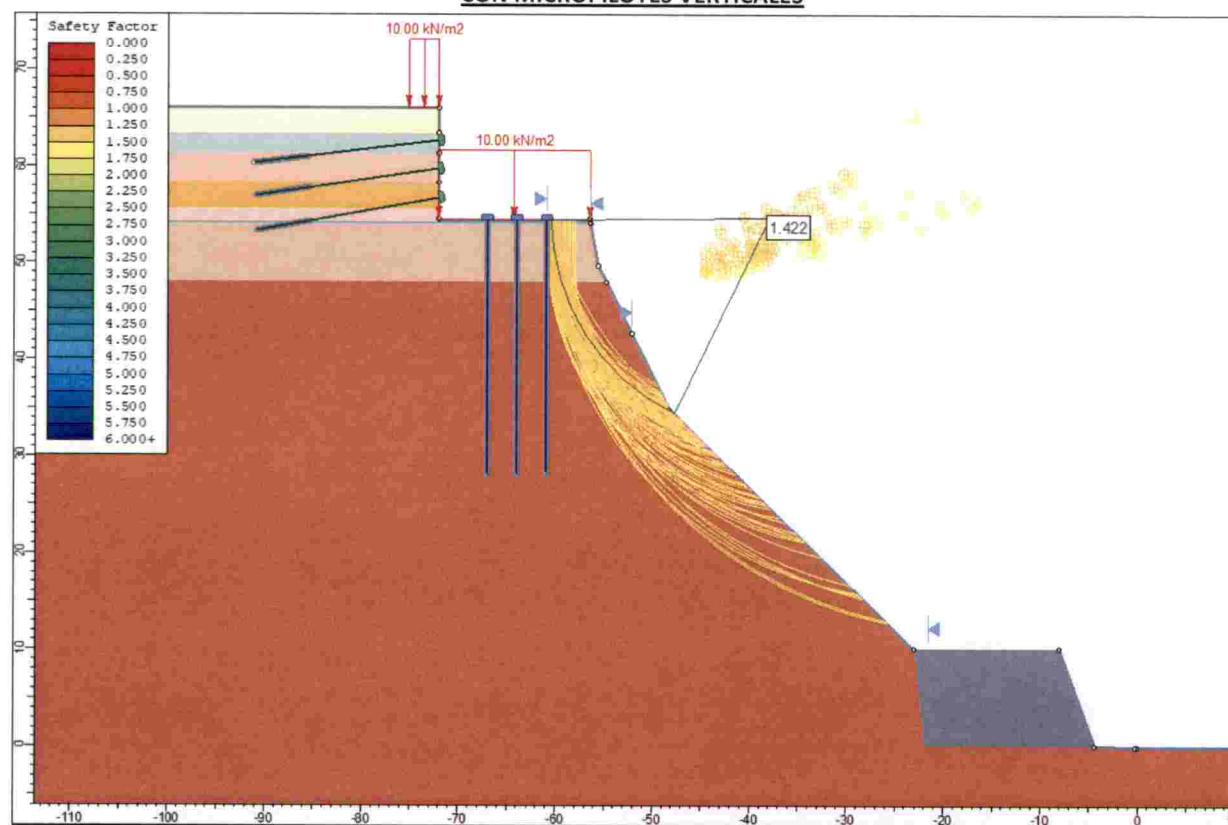


ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN ESTÁTICA – SECCIÓN S-4
CON MICROPILOTES VERTICALES



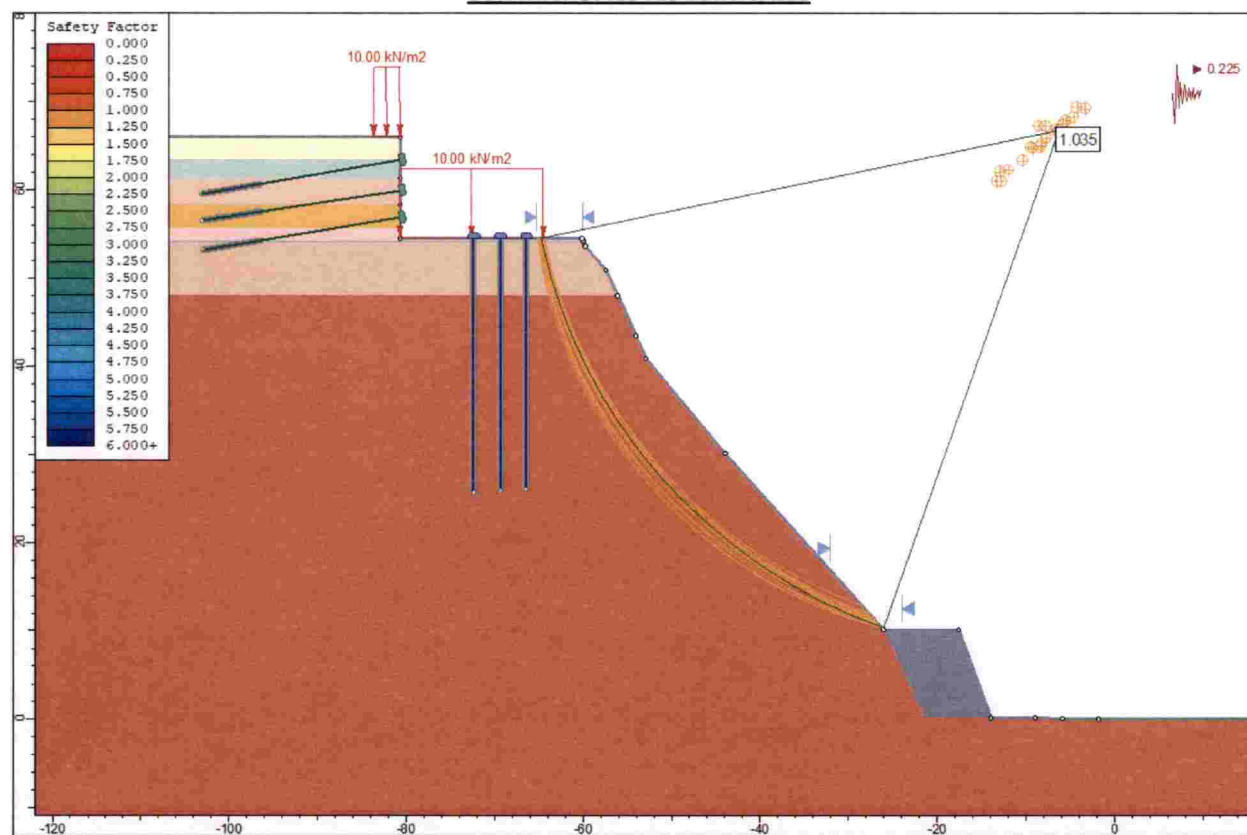
FS = 1.398

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN ESTÁTICA – SECCIÓN S-5
CON MICROPILOTES VERTICALES



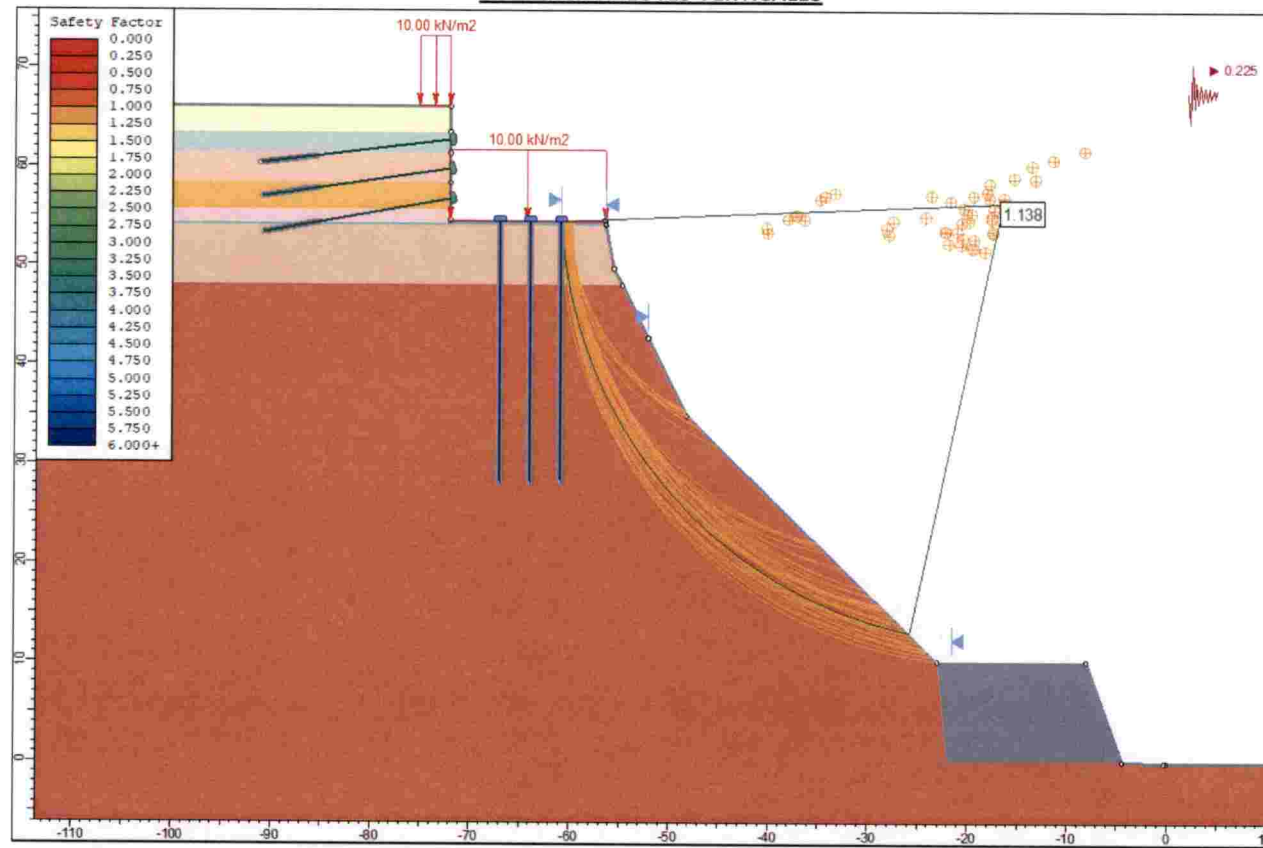
FS = 1.422

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN PSEUDO-ESTÁTICA – SECCIÓN S-4
CON MICROPILOTES VERTICALES



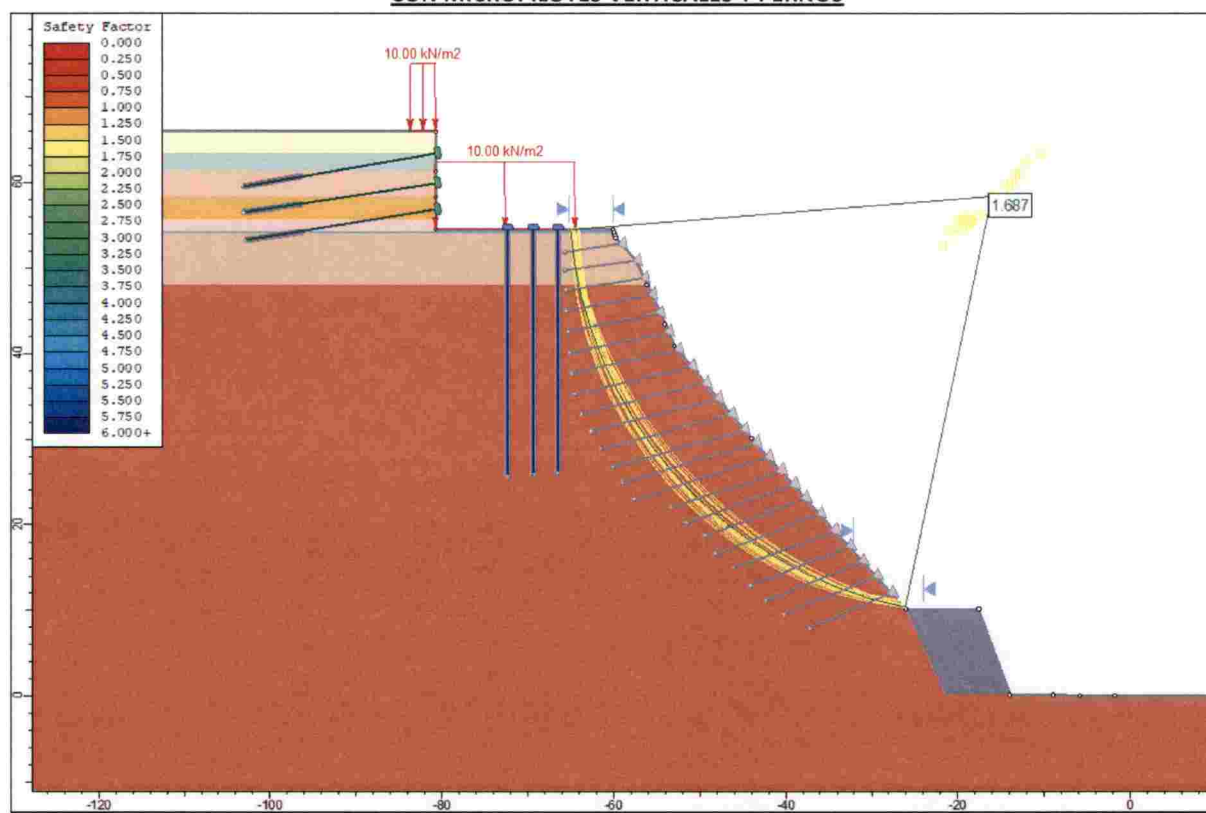
Coefficiente sísmico: 0.225, FS = 1.035

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN PSEUDO-ESTÁTICA – SECCIÓN S-5
CON MICROPILOTES VERTICALES



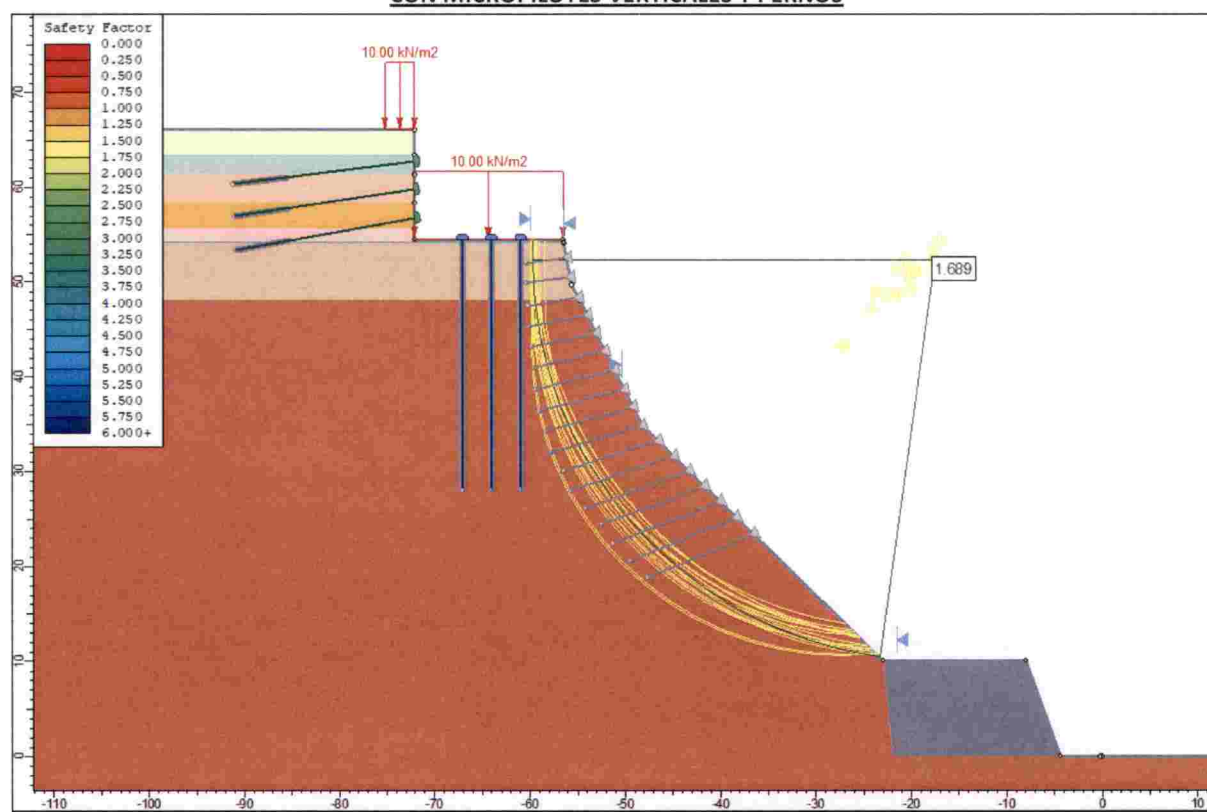
Coeficiente sísmico: 0.225, FS = 1.138

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN ESTÁTICA – SECCIÓN S-4
CON MICROPILOTES VERTICALES Y PERNOS



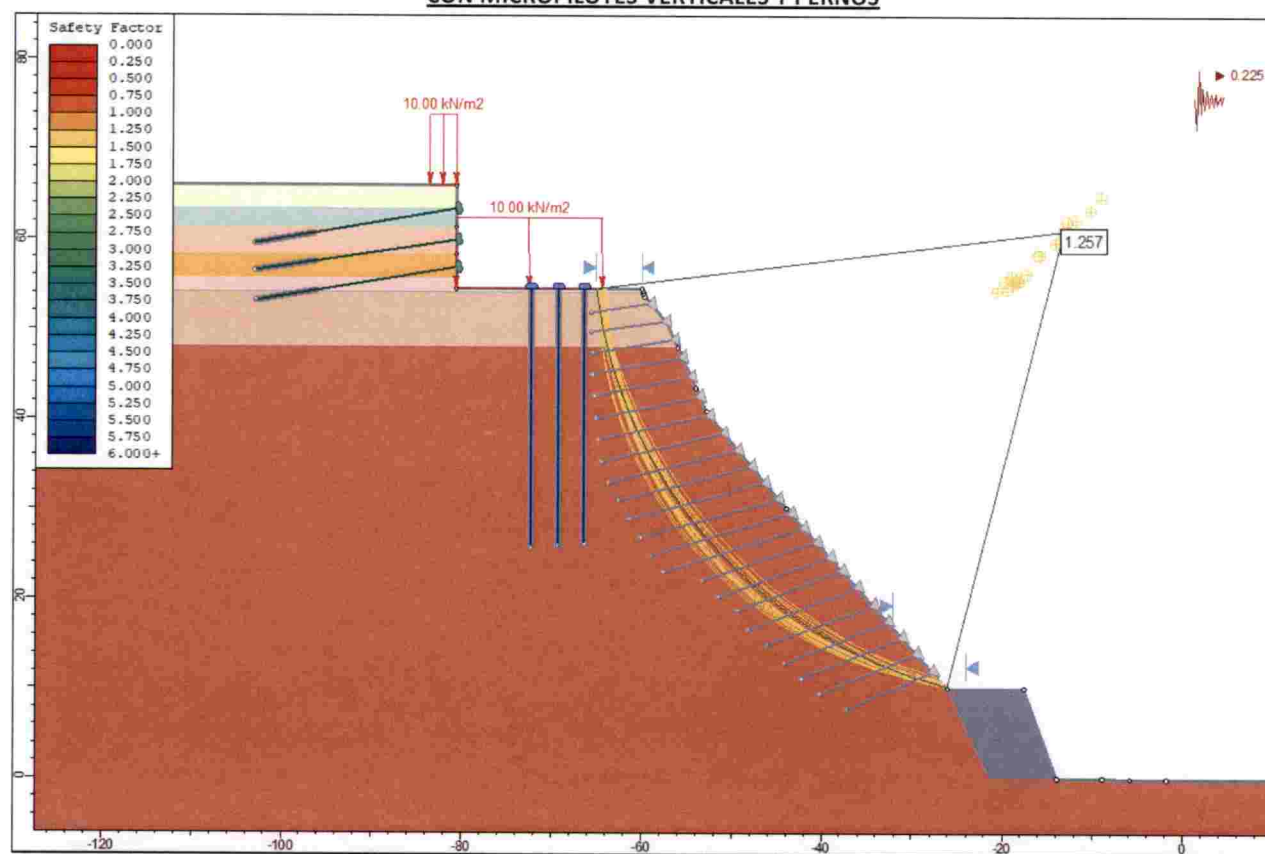
FS = 1.687

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN ESTÁTICA – SECCIÓN S-5
CON MICROPILOTES VERTICALES Y PERNOS



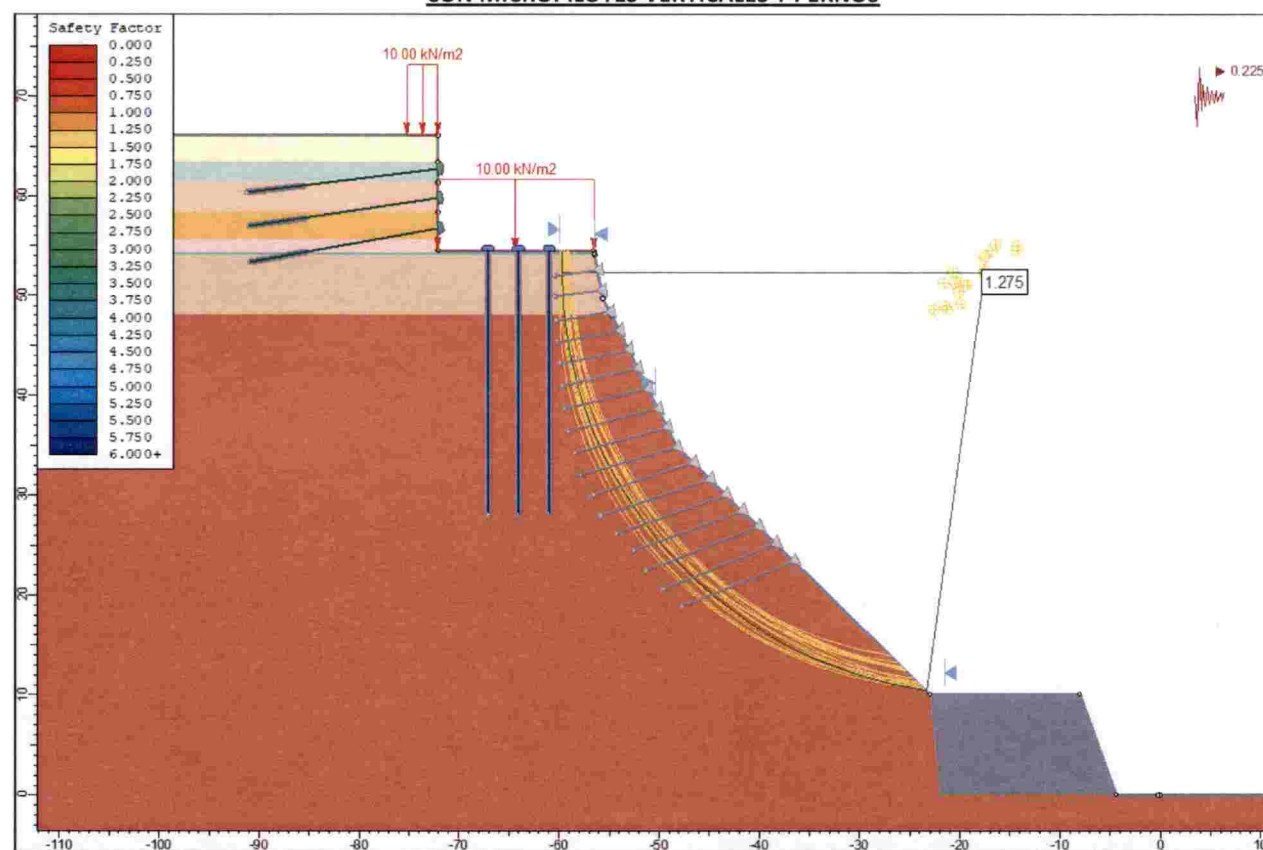
FS = 1.689

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN PSEUDO-ESTÁTICA – SECCIÓN S-4
CON MICROPILOTES VERTICALES Y PERNOS



Coeficiente sísmico: 0.225, FS = 1.257

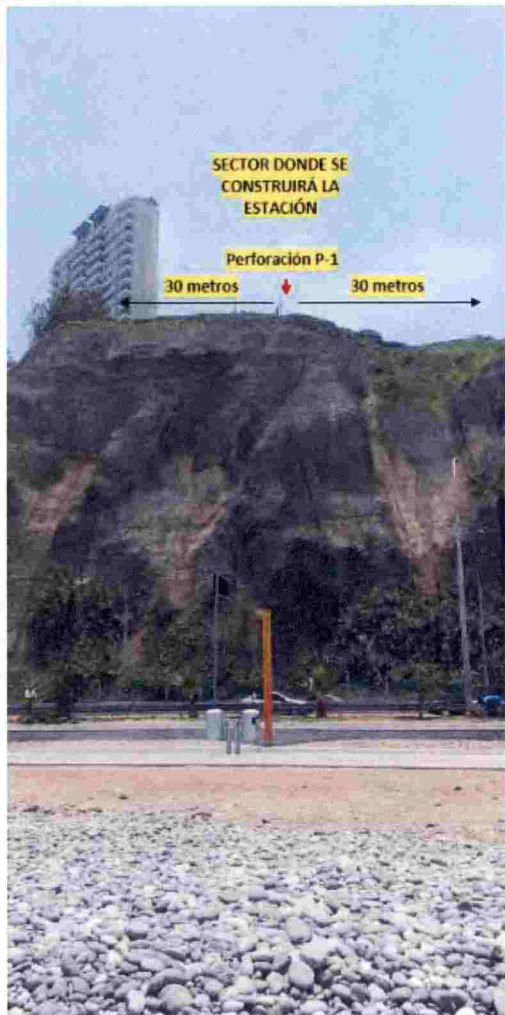
ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD
CONDICIÓN PSEUDO-ESTÁTICA – SECCIÓN S-5
CON MICROPILOTES VERTICALES Y PERNOS



Coefficiente sísmico: 0.225, FS = 1.275

FOTOGRAFÍAS

	ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CÓDIGO: GEO-PROC-T001-RF02 VERSIÓN: 02 FECHA: 07-07-2016
	ESTACIÓN SUPERIOR DE INICIO TELEFÉRICO ZIG ZAG, MIRAFLORES, LIMA	Proyecto: M5127B
	REGISTRO FOTOGRÁFICO	Fecha: Noviembre, 2019



VISTA PANORÁMICA DEL
TALUD DEL ACANTILADO



	ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS	CÓDIGO: GEO-PROC-T001-RF02 VERSIÓN: 02 FECHA: 07-07-2016
	ESTACIÓN SUPERIOR DE INICIO TELEFÉRICO ZIG ZAG, MIRAFLORES, LIMA	Proyecto: M5127B
	REGISTRO FOTOGRÁFICO	Fecha: Noviembre, 2019



VISTAS DEL TALUD DEL ACANTILADO