

República de Panamá



MINISTERIO DE
OBRAS PÚBLICAS

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

CONSULTORÍA PARA EL DISEÑO URBANO DE LAS CALLES DE ISLA COLÓN,
CIRCUNVALACIÓN COSTERA LA FERIA – BOCA DE DRAGO – PLAYA BLUFF –
PLAYA PAUNCH, SISTEMA DE BOMBEO Y REMOZAMIENTO DEL PARQUE
SIMÓN BOLÍVAR

PROVINCIA BOCAS DEL TORO

Contrato UAL-3-01-2020



CONSORCIO PROYECO-INGEOTEC

8. ESTUDIO DE SUELOS

Versión 01

Enero, 2021

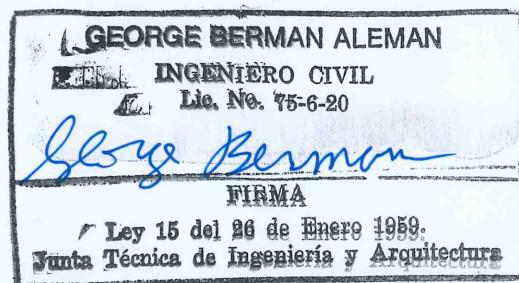


TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	1
2	OBJETIVO	1
3	RECOMENDACIONES	1
3.1	CIMIENTOS	2
3.2	CONSIDERACIONES SÍSMICAS	2
4	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
5	UBICACIÓN DE PERFORACIONES	5
6	REGISTROS DE PERFORACIÓN	6
7	RESULTADOS DE LABORATORIO	8
8	SECCIÓN GEOLÓGICA	10
9	DESCRIPCIÓN DE ESTRATOS	11
10	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES PARA DISEÑO DE TERRACERÍA	11
10.1	TALUD DE RELLENO	15
10.2	TALUD DE CORTE	20

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización del proyecto	3
Ilustración 2. Ubicación del Proyecto en el Mapa Geológico	4
Ilustración 3. Ubicación de perforaciones, Mimitimbi, Tramo Nuevo Boca de Drago – Playa Bluff – Playa Paunch.....	5
Ilustración 4. Sección geológica, Mimitimbi, Tramo Nuevo Boca de Drago – Playa Bluff – Playa Paunch.	10
Ilustración 5. Sección Típica para Análisis de Estabilidad del Talud de Relleno.....	16
Ilustración 6. Sección Típica para Análisis de Estabilidad del Talud de Corte	21

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de la Geología del Proyecto.	4
Tabla 2. Resumen de Propiedades de Estrato de Suelo Complementario	11
Tabla 3. Resumen de Propiedades de Estrato de Suelo Residual	13
Tabla 4. Resumen de Propiedades de Estrato de Roca Meteorizada	15

1 INTRODUCCIÓN

Como parte del proyecto denominado "CONSULTORÍA PARA EL DISEÑO URBANO DE LAS CALLES DE ISLA COLÓN, CIRCUNVALACIÓN COSTERA LA FERIA – BOCA DE DRAGO – PLAYA BLUFF – PLAYA PAUNCH, SISTEMA DE BOMBEO Y REMOZAMIENTO DEL PARQUE SIMÓN BOLÍVAR, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO" con contrato UAL-3-01-2020, se entienden todos aquellos estudios, investigaciones, levantamientos y diseños necesarios para la futura construcción.

El presente documento presenta el estudio de suelo para el diseño y construcción de puentes vehiculares y, los análisis de estabilidad de los taludes en corte y relleno del alineamiento de la Fase B del proyecto en referencia, el cual abarca la siguiente zona:

- Tramo Nuevo Boca de Drago – Playa Bluff – Playa Paunch

El mismo, presenta la metodología y resultados obtenidos para el diseño y construcción de puentes vehiculares sobre la Fase B.

2 OBJETIVO

El objetivo del mismo, es determinar las características de los materiales geológicos en el sitio, de manera que se pueda diseñar la estructura propuesta de modo confiable.

El alcance de este informe contempla el estudio del recorrido del Tramo Nuevo Boca de Drago – Playa Bluff – Playa Paunch.

En total, para este tipo de estructura se realizaron dos (2) perforaciones con equipo mecánico.

Las perforaciones fueron ubicadas uno en cada futuro estribo y se extendieron hasta 5.00m de profundidad. En el punto **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se muestra la ubicación de las perforaciones.

Las perforaciones fueron ejecutadas a la profundidad requerida para obtener muestras para realizar ensayos en fragmentos de roca según el especialista geotécnico del proyecto.

3 RECOMENDACIONES

664

La estructura propuesta consiste en un (1) puente vehicular, ubicado sobre el Río Mimitimbi, Tramo Nuevo Boca de Drago – Playa Bluff – Playa Paunch. A continuación, se presentan la recomendación para los cimientos:

3.1 CIMENTOS

Se puede considerar el uso de zapatas para soportar la estructura propuesta, cimentados dentro del estrato de roca coral, mínimo 3m por debajo del lecho del río.

Las zapatas deben ser desplantadas a una profundidad de 2.00 metros bajo la superficie actual del terreno y se deben dimensionar para una capacidad de soporte admisible de 200,000 kg/m².

El fondo de las excavaciones para las zapatas deberá ser completamente horizontal, encontrarse en un solo material geológico y estar libre de escombros y suelos reblandecidos, antes del vaciado.

3.2 CONSIDERACIONES SÍSMICAS

La caracterización del Riesgo Sísmico en el sitio se obtuvo del Reglamento Estructural de Panamá (REP-2014). La carga sísmica se caracteriza por la aceleración máxima del terreno (pga), la aceleración de respuesta espectral para estructuras de período corto (Ss) y la aceleración de respuesta espectral para estructuras de período largo (S1).

La aceleración espectral (Ss) en el sitio de Almirante, Bocas del Toro es de 1.282. De la ecuación 3.1 de Z.A. Lubkowski & B. Aluisi ("Deriving Ss and S1 Parameters from PGA Maps"), se obtiene el PGA:

$$Ss/PGA = 0.3386*PGA + 2.1696, \text{ resultando } PGA = 0.54g$$

Los valores correspondientes al sitio son:

$$PGA = 0.54g; Ss (0.2s) = 1.282; S1 (1.0s) = 0.517$$

4 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se encuentra ubicado en Isla Colón, Provincia de Bocas del Toro.

665

Ilustración 1. Localización del proyecto.



Fuente: Ministerio de Obras Públicas.

A continuación, se presenta una descripción de la formación encontrada en sitio.

Galique (TO – SEga)

Período Terciario. Grupo Sensori-Uscari. Arenisca, lutitas, tobas, limolitas, arenisca con fósiles.

Estos materiales se encuentran en diversos grados de meteorización. El sitio presenta un perfil de meteorización gradual, típica en áreas de clima tropical: las rocas sanas a cierta profundidad se van convirtiendo en rocas cada vez más meteorizadas hacia la superficie, donde usualmente se presentan como suelos residuales completamente meteorizados.

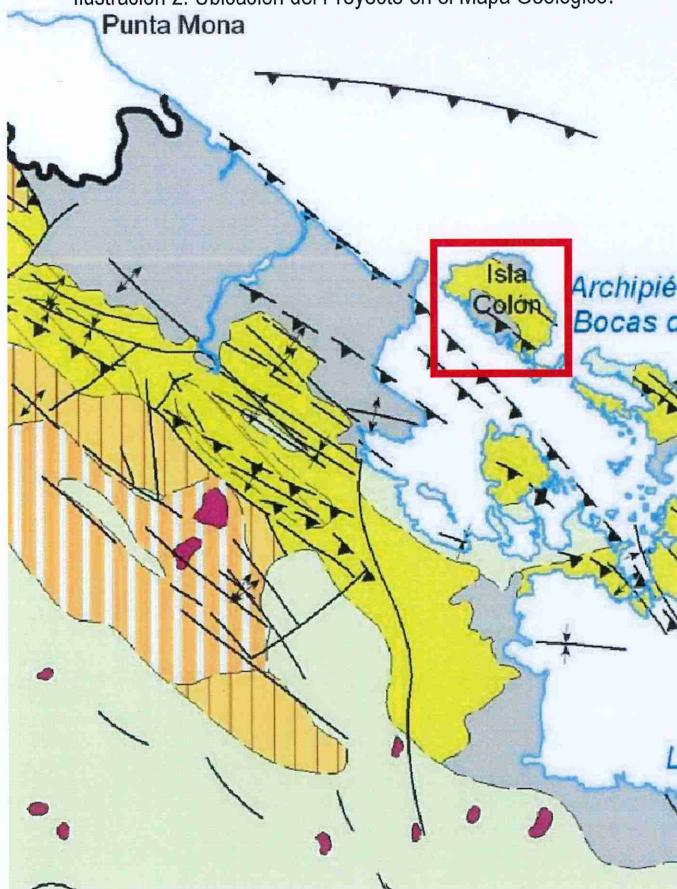
666

Tabla 1. Descripción de la Geología del Proyecto.

Período	Grupo	Color	Formación	Descripción
TERCIARIO	SEÑORÍ- USCARÍ		Galique	Arenisca, lutitas, tobas, limolitas, arenisca con fósiles.

Fuente: "GEOLOGÍA". Dirección General de Recursos Minerales (DGRM). Mapa Geológico. Escala 1:250,000. Mapa Geológico. Escala 1:1,000,000. (Atlas Nacional de Panamá).

Ilustración 2. Ubicación del Proyecto en el Mapa Geológico.



Fuente: "GEOLOGÍA". Dirección General de Recursos Minerales (DGRM). Mapa Geológico. Escala 1:250,000. Mapa Geológico. Escala 1:1,000,000. (Atlas Nacional de Panamá).

REPUBLICA DE PANAMA — GOBIERNO NACIONAL — MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS

CONSULTORIA PARA EL DISEÑO URBANO DE LAS CALLES DE ISLA COLÓN, CIRCUITACIÓN COSTERA LA FERIA – BOCA DE DRAGO – PLAYA BLUFF – PLAYA PAUNCH. SISTEMA DE BOMBEO Y REMOZAMIENTO DEL PARQUE SIMÓN BOLÍVAR PROVINCIA BOCAS DEL TORO. Contrato IAL-3-01-2020

Consorcio Proyecto-Ingeotec

Ministerio de Obras Públicas

5 UBICACIÓN DE PERFORACIONES

Ilustración 3. Ubicación de perforaciones, Mimitimbi, Tramo Nuevo Boca de Drago – Playa Bluff – Playa Paunch.



UBICACIÓN DE SONDEOS PARA PUENTE VEHICULAR
NUEVO BOCA DE DRAGO - PLAYA BLUFF - PLAYA PAUNCH

Fuente: Elaborado por el Consorcio Proyecto-Ingeotec para el presente documento.



REPÚBLICA DE PANAMÁ
— GOBIERNO NACIONAL —

CONSULTORÍA PARA EL DISEÑO URBANO DE LAS CALLES DE ISLA COLÓN, CIRCUNVALACIÓN COSTERA LA FERIA – BOCA DE DRAGO – PLAYA BLUFF – PLAYA PAUNCH, SISTEMA DE BOMBEO Y REMOZAMIENTO DEL PARQUE SIMÓN BOLÍVAR PROVINCIA BOCAS DEL TORO:

Contrato UAL-3-01-2020

Ministerio de Obras Públicas



**Ingenieros
Geotécnicos, S.A.**

Consorcio Proyeco-Ingeotec

6 REGISTROS DE PERFORACIÓN

INFORME FINAL (FASE B)

8. ESTUDIO DE SUELOS

PERFORACION H-MM-2 PAGINA 1 DE 1

CLIENTE MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS PROYECTO CALLES DE ISLA COLÓN, CIRCUNVALACIÓN COSTERA
CÓDIGO DE PROYECTO 2000-es-IslaColón LOCALIZACIÓN ISLA COLÓN, BOCAS DEL TORO

INICIADA 11/13/20 NORTE 1043463 REGISTRADO POR DAVID ROGRIGUEZ
TERMINADA 11/13/20 ESTE 359373 REVISADO POR ING. GEORGE BERMAN
ESTACION ELEVACION NIVEL FREATICO 2.10 m

PROFUNDIDAD (m) GRÁFICO DE MATERIAL	DESCRIPCION DE MATERIAL	MUESTRA NÚMERO	RECUBRO (%)	RCD (%)	DENSIDAD. (lb/ft³)	VALOR SPT (N)	NUMERO SPT (N)									
							10	20	30	40						
							COMPRESIÓN SIMPLE (MPa)									
							10	20	30	40						
1	SEDIMENTO FLUVIAL. PRIMEROS 5 CM CAPA VEGETAL (HOJAS/RAÍCES), CONTINUA ARCILLA LIMOSA CON FRAGMENTOS DE CORAL. COLOR MARRÓN OSCURO.	T 1	100													
	0.50 m. SEDIMENTO FLUVIAL. FRAGMENTOS DE CORAL CON ARCILLA. PRESENCIA DE RAÍCES. COLOR MARRÓN/GRIS CLARO.	T 2	100													
1	1.00 m. SEDIMENTO FLUVIAL. ARCILLA CON FRAGMENTOS DE CORAL, RAÍCES. COLOR MARRÓN CLARO.	T 3	100													
2	1.50 m. CORAL. OTRORA UN ARRECIFE DE CORAL. MATERIAL MUY CONSISTENTE. COLOR BLANCO/CREMA.	RC 4	100													
3		RC 5	100													
4		RC 6	100													
5	Fin del sondeo a 5.0 m.															

7 RESULTADOS DE LABORATORIO



Carga Puntual (Point Load Test) (ASTM D5731-02)

Calles de Isla Colón y Circ. Costera	Proyecto (Project)
Isla Colón, Bocas del Toro	Ubicación (Location)
José Pérez	Tecnico (Technician)
24/11/2020	Fecha de Prueba (Test Date)

Datos de la Muestra (Sample Data)

Muestra	H-MM-1
Formación (Formation):	
Profundidad (depth)	1.50-2.00 m
Descripción: (Description)	Coral color crema.

Fragmento No	Carga (Load) [KN]	Diametro (Diameter) [mm]	Ancho (Width) [mm]	Area (mm ²)	De	Factor Cc	Is	Is ₍₅₀₎ [Mpa]	UC [kg/cm ²]
1	3.00	20	32	640	28.55	0.777	3.682	2.86	700
2	3.10	26	48.5	1261	40.07	0.905	1.931	1.75	428
3	1.10	20	43	860	33.09	0.830	1.005	0.83	204
4	2.30	28	31	868	33.24	0.832	2.081	1.73	424
5	2.00	33	34	1122	37.80	0.882	1.400	1.23	302
6	2.60	37	42	1554	44.48	0.949	1.314	1.25	305
7	2.00	42	47	1974	50.13	1.001	0.796	0.80	195
8	3.00	37	52	1924	49.49	0.995	1.225	1.22	298
9	5.20	50	54	2700	58.63	1.074	1.513	1.63	398
10	1.50	25	35	875	33.38	0.834	1.346	1.12	275
11	2.20	36	40.5	1458	43.09	0.935	1.185	1.11	271
12	3.00	35	49.5	1733	46.97	0.972	1.360	1.32	324
13	2.70	37	43.5	1610	45.27	0.956	1.318	1.26	308
14	1.50	21	23.5	494	25.07	0.733	2.387	1.75	428
15	2.00	31	27.5	853	32.95	0.829	1.843	1.53	374
								1.43	349

Valor estimado de la resistencia última a la compresión simple
(Estimated unconfined compressive strength)

337	kg/cm ²	4,793	psi
3369.498	t/m ²		



CONSULTORÍA PARA EL DISEÑO URBANO DE LAS CALLES
DE ISLA COLÓN, CIRCUNVALACIÓN COSTERA LA FERIA –
BOCA DE DRAGO – PLAYA BLUFF – PLAYA PAUNCH,
SISTEMA DE BOMBEO Y REMOZAMIENTO DEL PARQUE
SIMÓN BOLÍVAR PROVINCIA BOCAS DEL TORO:

Ministerio de Obras Públicas



Consorcio Proyeco-Ingeotec



Carga Puntual (Point Load Test) (ASTM D5731-02)

Calles de Isla Colón y Circ. Costera

Proyecto (Project)

Isla Colón, Bocas del Toro

Ubicación (Location)

José Pérez

Tecnico (Technician)

24/11/2020

Fecha de Prueba (Test Date)

Datos de la Muestra (Sample Data)

Muestra	<i>H-MM-2</i>
Formación (Formation):	
Profundidad (depth)	2.00-2.50 m
Descripción: (Description)	<i>Coral, color crema</i>

Valor estimado de la resistencia última a la compresión simple (Estimated unconfined compressive strength)

315 kg/cm²

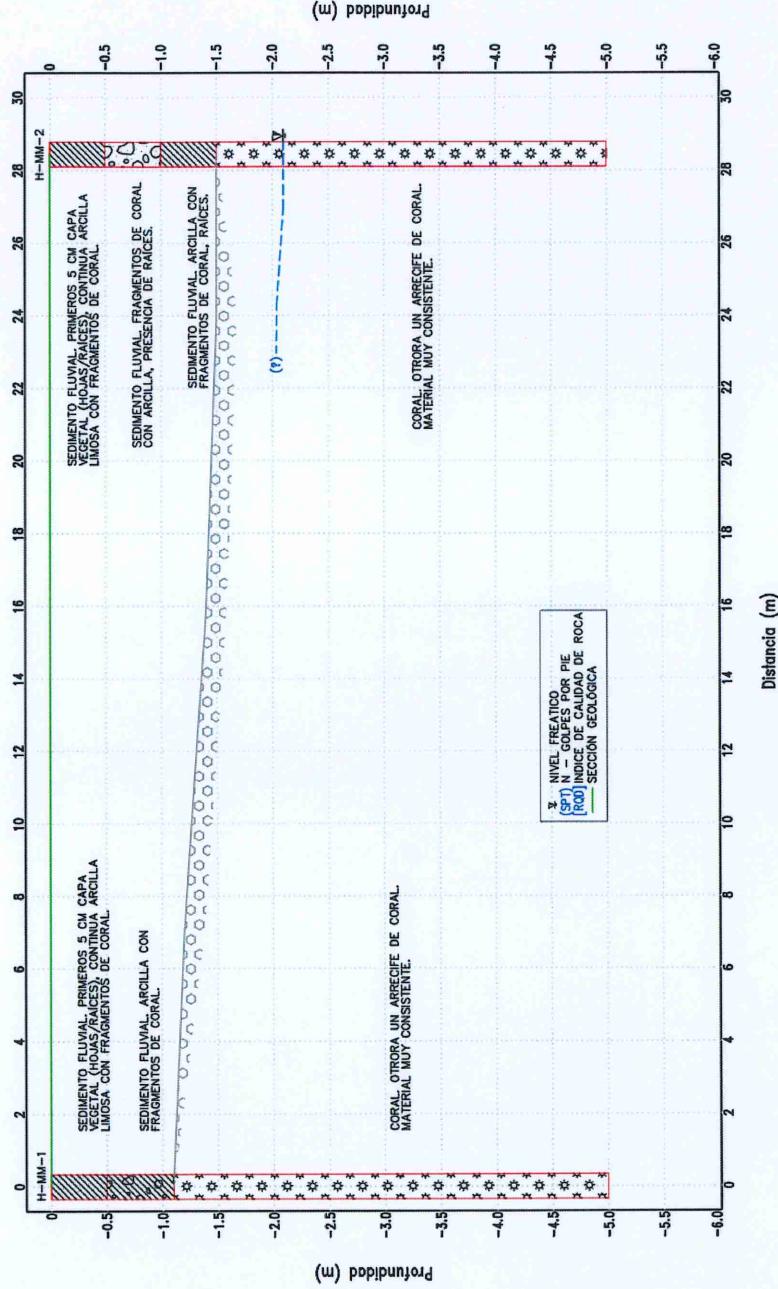
4,481 psi

3150,489 t/m2

672

8 SECCIÓN GEOLÓGICA

Ilustración 4. Sección geológica, Mimitimbi, Tramo Nuevo Boca de Drago – Playa Bluff – Playa Paunch.



Fuente: Elaborado por el Consorcio Proyecto-Ingenieros para el presente documento.

9 DESCRIPCIÓN DE ESTRATOS

Los principales estratos encontrados en el sitio fueron los siguientes; sedimento y roca coral.

Sedimento Fluvial

El sedimento fluvial del sitio corresponde a arcilla con fragmentos de coral con espesores entre 1.10 y 1.50 m. Este estrato se caracteriza por su color marrón y gris claro.

Roca Coral

La roca del área corresponde al coral de la Formación Galique, la cual se caracteriza por ser de color blanco y crema. Este estrato se alcanzó en ambas perforaciones a los 1.10 a 1.50 metros de profundidad, bajo la superficie actual del terreno.

10 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES PARA DISEÑO DE TERRACERÍA

DATOS DE ENTRADA

Carga externa: la sobrecarga superior se tomó de acuerdo a, $Q = 15 \text{ kN/m/m}$, distribuido en la futura calle.

Materiales complementarios: se utilizaron materiales de suelo complementarios que hacen parte del diseño final. Este material fue estimado en base a proyectos similares, que resulta en:

Tabla 2. Resumen de Propiedades de Estrato de Suelo Complementario

Modelo:	HARDENING SOIL					
Estrato	$\gamma_{\text{unsat}} (\text{kN/m}^3)$	$\gamma_{\text{sat}} (\text{kN/m}^3)$	$E_{50} \text{ ref} (\text{kN/m}^2)$	ν	$\phi (^\circ)$	$c (\text{kN/m}^2)$
Relleno	17	18	900,000	0.3	32	25

Nivel freático: se consideró la condición de nivel freático más crítica.

Análisis sísmico: la caracterización del Riesgo Sísmico en el sitio se obtuvo del Reglamento Estructural de Panamá (REP-2014). La aceleración espectral (S_s) en el sitio de Almirante, Bocas del Toro es de 1.282. De la ecuación 3.1 de Z.A. Lubkowski & B. Aluisi ("Deriving S_s and S_1 Parameters from PGA Maps"), se obtiene el PGA:

$$S_s/\text{PGA} = 0.3386 \cdot \text{PGA} + 2.1696, \text{ resultando PGA} = 0.54g$$

Para la evaluación de la estabilidad de taludes, mediante métodos pseudo-estáticos, aplicamos el criterio expresado en Kramer, S ("Geotechnical Earthquake Engineering", Prentice-Hall, 1996). Kramer, en la sección 10.6.1.1 de la referencia citada, describe las recomendaciones de múltiples autores para elegir una aceleración pseudo-estática apropiada para evaluar un talud. Estas recomendaciones de reducción del PGA se fundamentan en el hecho de que un talud es una masa flexible comparado a la rigidez de una estructura, que disipa mucha energía en los procesos de deformación. Para nuestras evaluaciones, elegimos una aceleración horizontal para evaluar los taludes de:

$$ah = 0.3 \text{ PGA} = 0.3 (0.54) = 0.16g$$

Caracterización de estratos: los principales estratos caracterizados fueron suelo residual y roca meteorizada. Sólo se caracterizaron los materiales involucrados en la estabilidad del talud, por lo que la roca sana no se incluyó en el análisis.

Suelo Residual

El estrato de suelo residual corresponde a un estrato compuesto de limo y arcilla. Por lo tanto, se considera lo siguiente:

- Se considera que el modelo matemático que mejor representa el comportamiento mecánico de este material es SUELO ENDURECIDO (HARDENING SOIL).
- Las perforaciones realizadas muestran:

Sondeo	Prof. (m)		N (SPT)	Descripción Visual
	Desde	Hasta		
H-04	1.50	2.10	6	No hubo recuperación. Consistencia firme. OC. 3.
	3.00	3.60	6	Suelo residual. Limo arcilloso. Consistencia firme. OC: 3. Plasticidad media. Resistencia en estado seco moderada. Color marrón/crema.
	4.50	5.10	5	
H-04	6.00	6.60	13	Suelo residual. Limo arcilloso. Consistencia rígida. OC: 3. Plasticidad baja. Resistencia en estado seco débil. Color gris
	7.50	8.10	25	Suelo residual. Limo con fragmentos de meteorización. Consistencia muy rígida. OC: 4. No plástico. Color gris.

Sondeo	Prof. (m)		N (SPT)	Descripción Visual
	Desde	Hasta		
H-05	3.00	3.60	20	Suelo residual. Limo con fragmentos de meteorización. Consistencia muy rígida. OC: 4. Plasticidad baja. Resistencia en estado seco baja. Color gris.

- En base a los registros de perforación y a proyectos con geología similar se estiman las siguientes propiedades:

Empirical values for γ , of cohesive soils based on the standard penetration number, (from Bowles, Foundation Analysis), se estima el peso específico seco, $\gamma_{unsat} = 16.0 \text{ kN/m}^3$ y saturado, $\gamma_{sat} = 17.0 \text{ kN/m}^3$

Según el Reglamento Estructural Panameño (REP 2014), Anexo A6: Figura 6.3.3 Capacidad de Soporte de Cimientos Superficiales; se estiman los valores del ángulo de fricción $\phi = 20^\circ$ y la cohesión, $c = 16 \text{ kN/m}^2$

De acuerdo a la velocidad de onda de corte estimada y la relación de Poisson de $\nu = 0.3$, se obtiene el valor del módulo de Young, $E_{50} \text{ ref} = 210,000 \text{ kN/m}^2$

- Con lo anterior, se presenta la lista de parámetros que describen las propiedades del estrato de manera completa:

Tabla 3. Resumen de Propiedades de Estrato de Suelo Residual

Modelo:	HARDENING SOIL					
Estrato	$\gamma_{unsat} (\text{kN/m}^3)$	$\gamma_{sat} (\text{kN/m}^3)$	$E_{50} \text{ ref} (\text{kN/m}^2)$	ν	$\phi (^\circ)$	$c (\text{kN/m}^2)$
SResidual	16	17	210,000	0.3	20	16

Roca Meteorizada

La roca meteorizada del área corresponde la descomposición de la roca predominante en el sitio: arenisca de grano fino de la Formación Gatún Uscari. Por lo tanto, se considera lo siguiente:

Se considera que el modelo matemático que mejor representa el comportamiento mecánico de este material es SUELO ENDURECIDO (HARDENING SOIL). Primero se estimaron parámetros iniciales del modelo "Hoek-Brown" para un tipo de roca "arenisca". Luego, según el ajuste Mohr-Coulomb por Hoek, B. (2007), se obtuvieron parámetros de resistencia que permitieron definir el material equivalente dentro del modelo "Hardening-Soil". Para obtener la equivalencia se utilizó la referencia: RocLab© de 2012-2013 Rocscience por Evert Hoek.

- Las perforaciones o ensayos de laboratorio realizados para este proyecto muestran:

Sondeo	Prof. (m)		Recobro (%)	Descripción Visual
	Desde	Hasta		
H-04	8.10	9.00	0	No hubo recuperación. Roca muy suave. El material se lavó en la acción de la perforación. Avance de broca de diamante medio. Color de agua gris.
H-05	4.50	5.10	50	Transición de suelo residual a roca. Limo saprolítico. Consistencia dura. OC: 5. No plástico. Limo con fragmentos de arena y meteorización. Color gris.
	5.10	6.00	0	No hubo recuperación. Roca muy suave. El material se lavó en la acción de la perforación. Avance de broca de diamante medio. Color de agua gris.

- Por referencia a los ensayos de compresión simple en el sitio y a proyectos con geología similar se obtienen los siguientes parámetros:

El valor del peso específico no saturado, el $\gamma_{unsat} = 17 \text{ kN/m}^3$ y saturado, $\gamma_{sat} = 17 \text{ kN/m}^3$

El valor de la resistencia a la compresión simple estimada, $\sigma_c = 5,300 \text{ kN/m}^2$

De acuerdo a la velocidad de onda de corte estimada y la relación de Poisson, $\nu = 0.20$, se obtiene el valor del módulo inicial de la masa de roca, $E_i = 1,084,000 \text{ kN/m}^2$. De estos datos, se obtiene el módulo $E_{50} = 596,000 \text{ kN/m}^2$.

El coeficiente $m_i = 17$, de acuerdo al tipo de roca; el índice de resistencia geológico, $GSI = 60$ y el factor perturbación mínima, $D = 0$.

Datos de Entrada

Clasificación Hoek-Brown

Hoek-Brown Classification	
sigc	0.53 MPa
GSI	60
mi	17
D	0
<input checked="" type="radio"/> Ei	1084 MPa
<input type="radio"/> MR	

Resultados

Criterio Hoek-Brown

Hoek-Brown Criterion	
mb	4.074
s	0.0117
a	0.503
Failure Envelope Range	
Application:	Slopes
sig3max	0.0782 MPa
Unit Weight	0.017 MN/m ³
Slope Height	6.2 m

Resultados

Ajuste Mohr-Coulomb

Mohr-Coulomb Fit	
c	0.025 MPa
phi	42.51 deg
Rock Mass Parameters	
sigt	-0.002 MPa
sigc	0.057 MPa
sigcm	0.147 MPa
Erm	563.68 MPa

Con lo anterior, se presenta la lista de parámetros que describen las propiedades del estrato de manera completa:

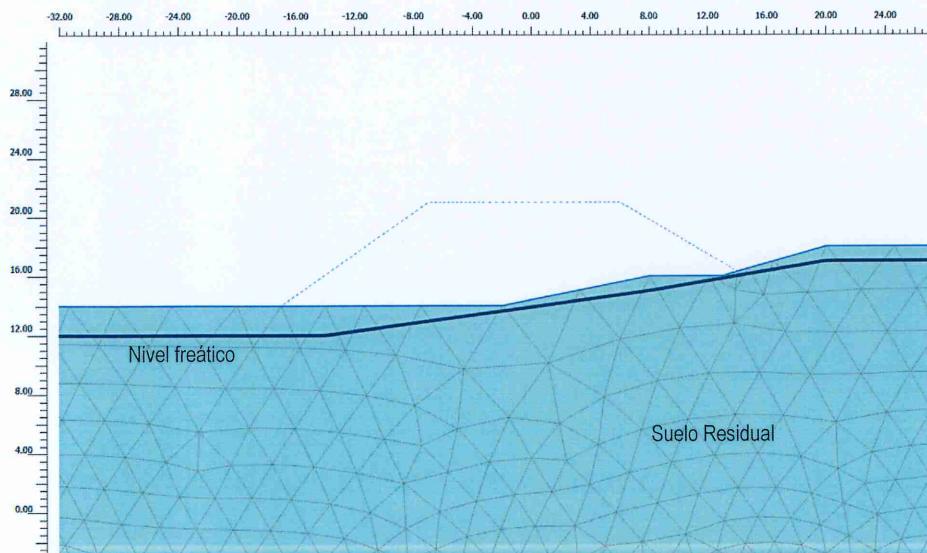
Tabla 4. Resumen de Propiedades de Estrato de Roca Meteorizada

Modelo:	HARDENING SOIL					
Estrato	γ_{unsat} (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	E_{50} ref (kN/m ²)	ν	ϕ (°)	c (kN/m ²)
RMeteorizada	17	17	596,000	0.3	42	25

10.1 TALUD DE RELLENO

Perfil: para modelar la geometría, se tomó la sección transversal 17K+120, con pendiente de talud de relleno de 1.5:1 y la información de los estratos de los sondeos C-69, H-04 y H-05.

Ilustración 5. Sección Típica para Análisis de Estabilidad del Talud de Relleno

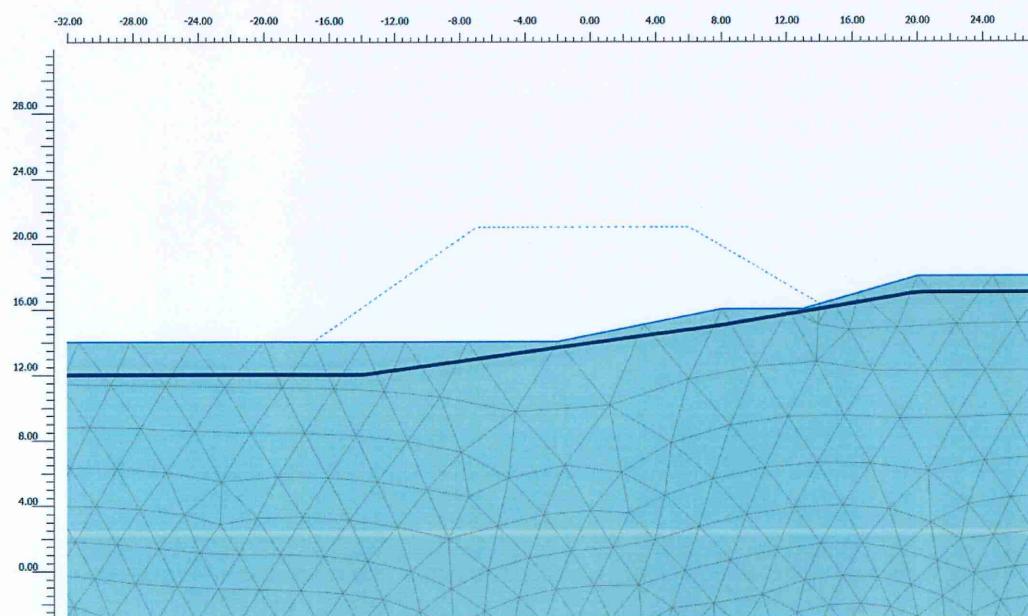


Fuente: Elaborado por el Consorcio Proyeco-Ingeotec para el presente documento.

ETAPAS DEL CÁLCULO

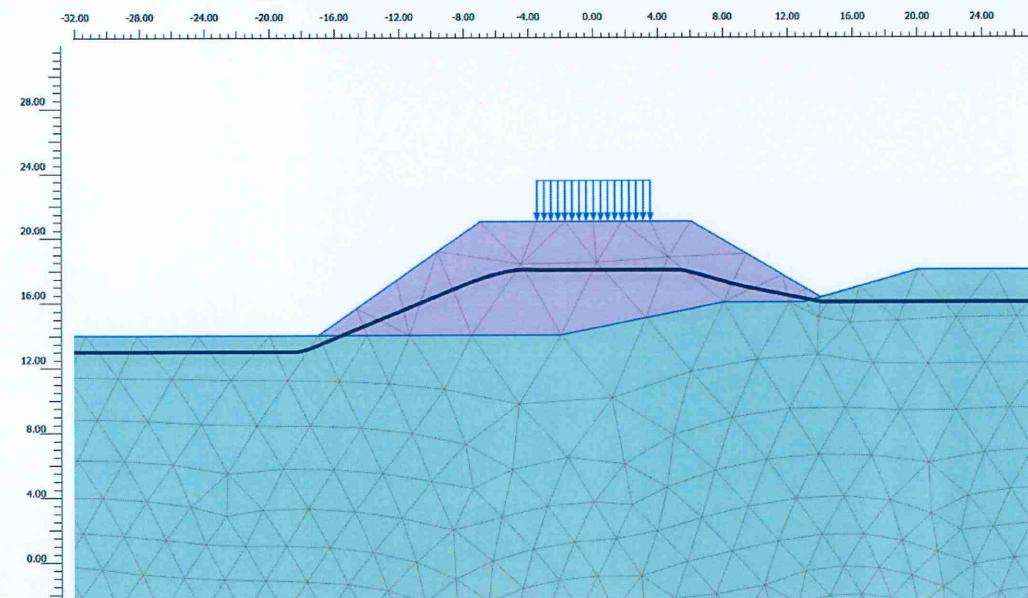
Identificación	Etapa No.	Comienza de	Cálculo
Fase inicial	0	N/A	Plástico
ANÁLISIS CON CARGA DE GRAVEDAD			

Identificación	Etapa No.	Comienza de	Cálculo
Terreno natural	1	0	Plástico

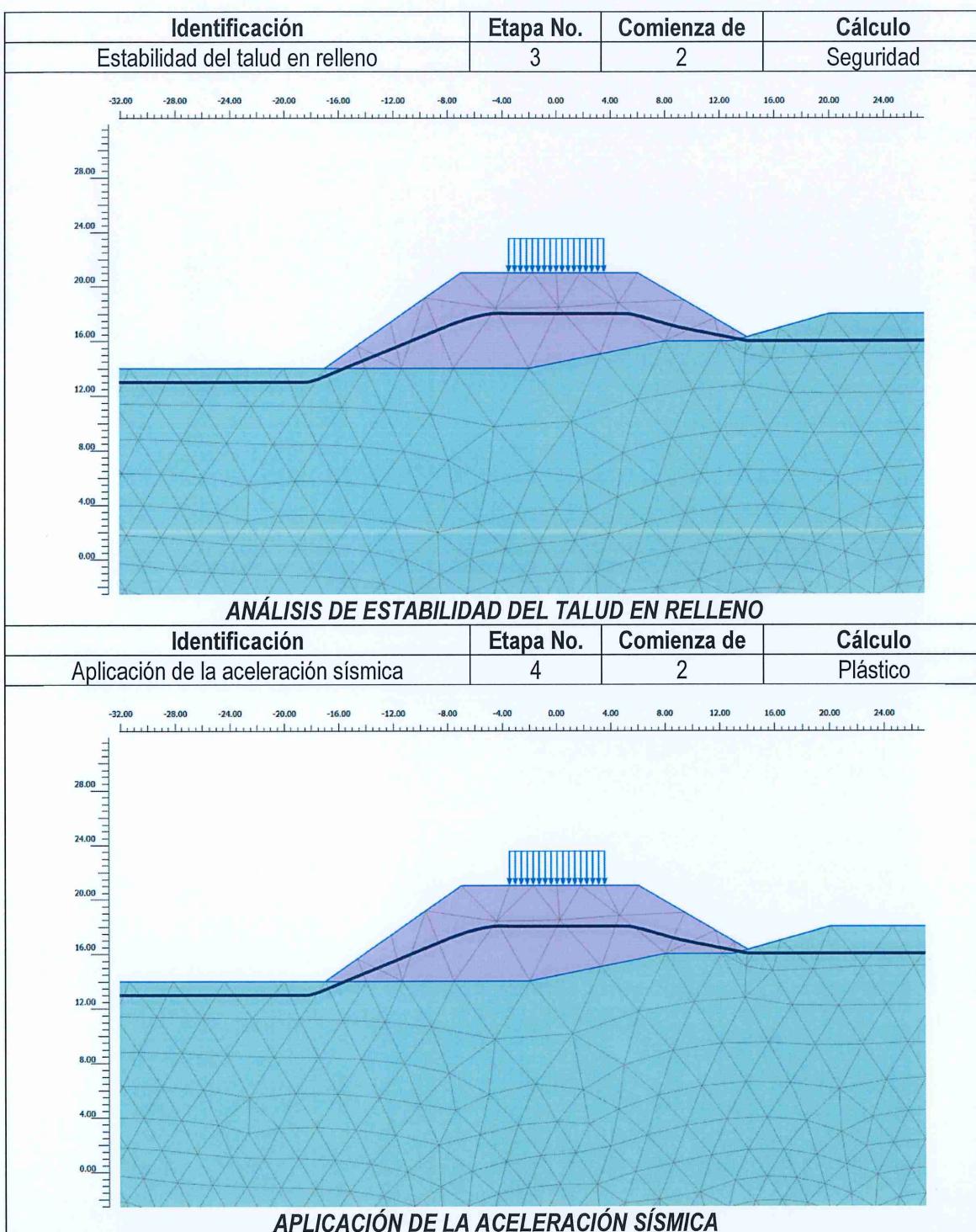


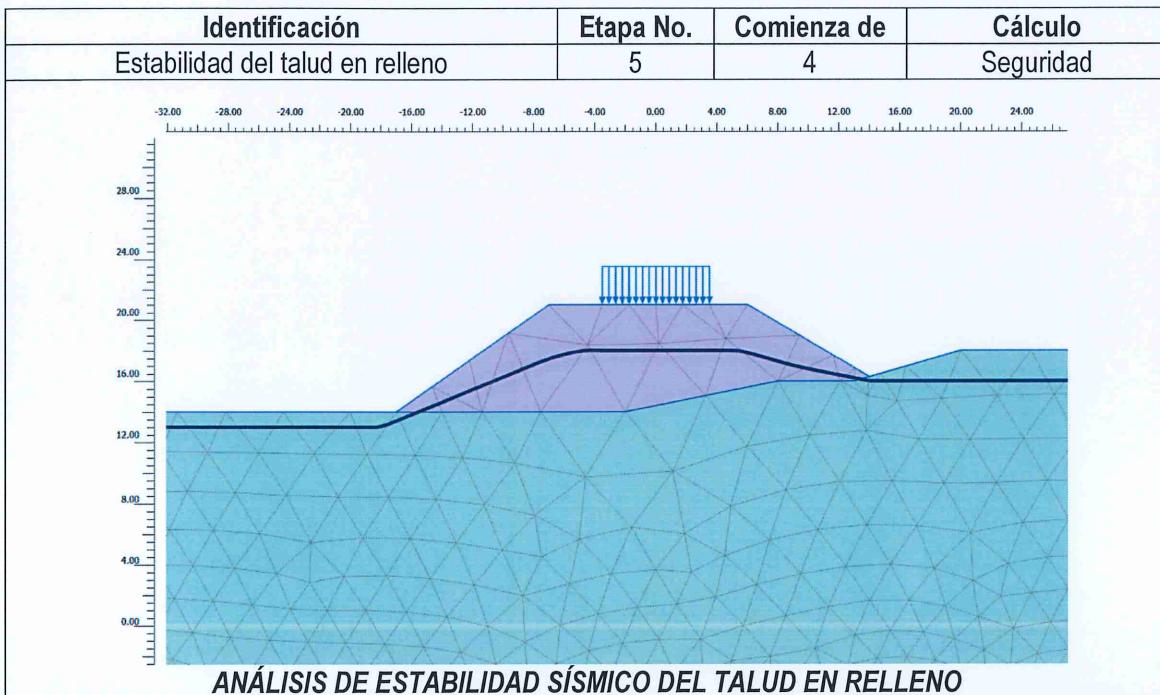
ANÁLISIS PLÁSTICO DEL TERRENO NATURAL

Identificación	Etapa No.	Comienza de	Cálculo
Colocar relleno y aplicar sobrecarga	2	1	Plástico

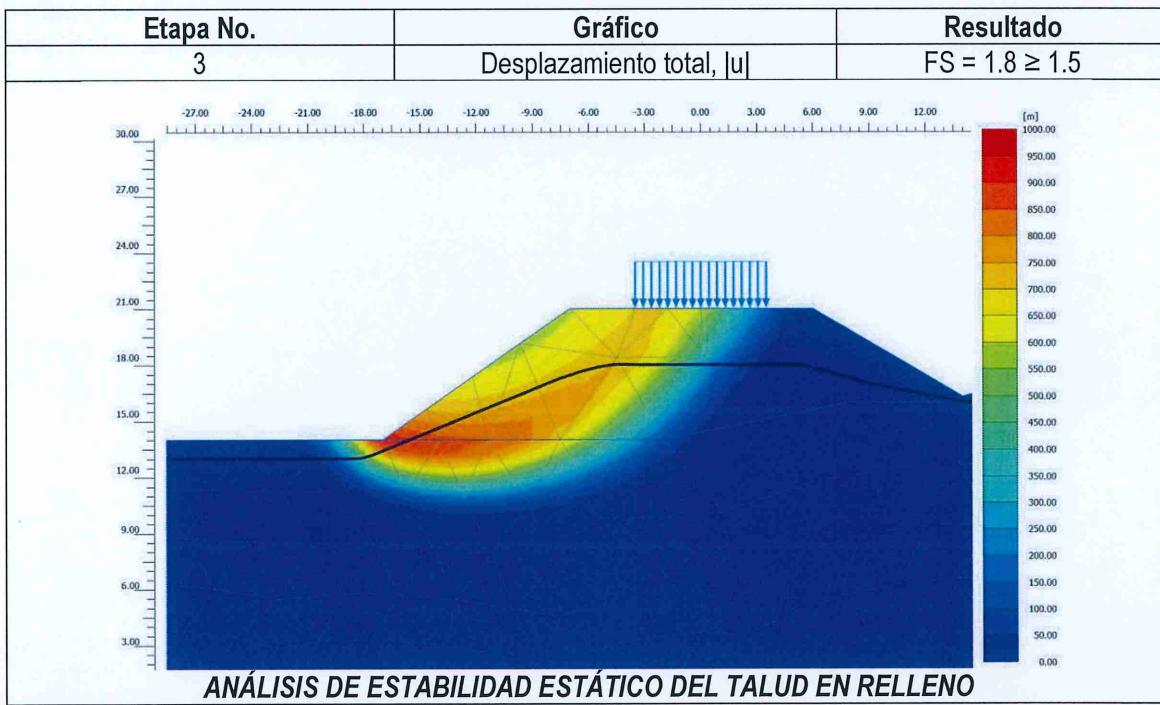


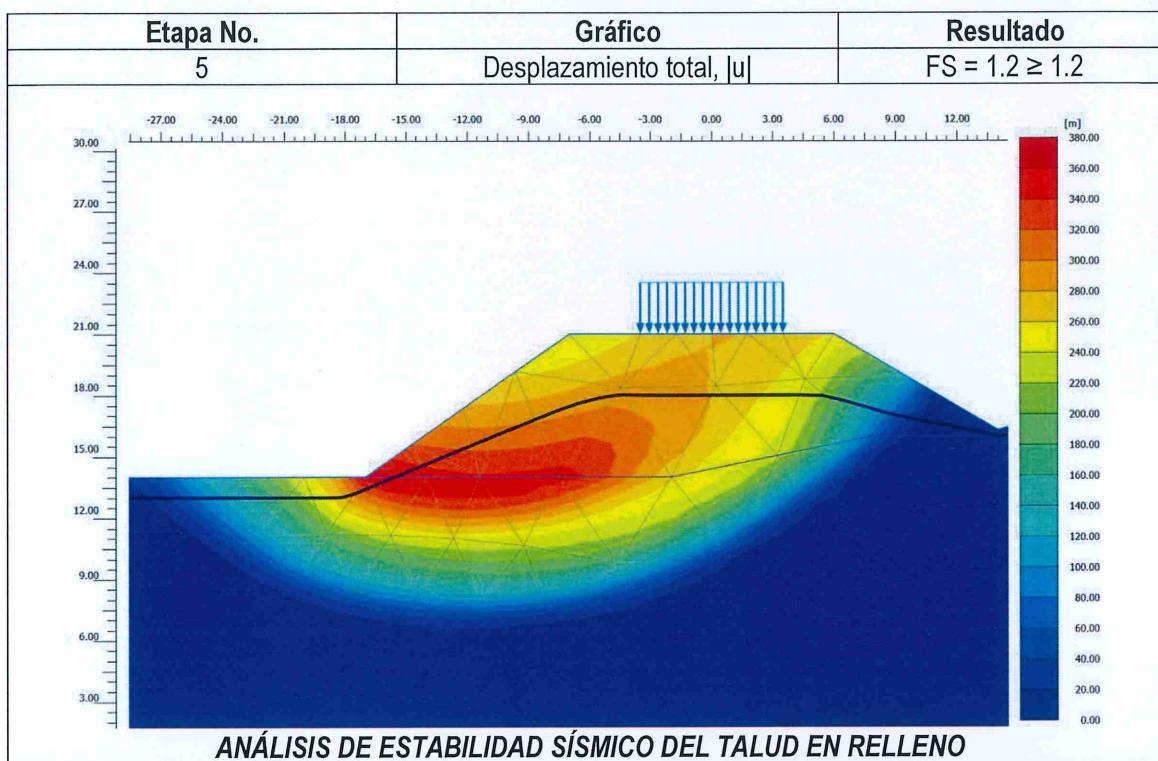
ANÁLISIS PLÁSTICO CON EL RELLENO Y SOBRECARGA





RESULTADOS

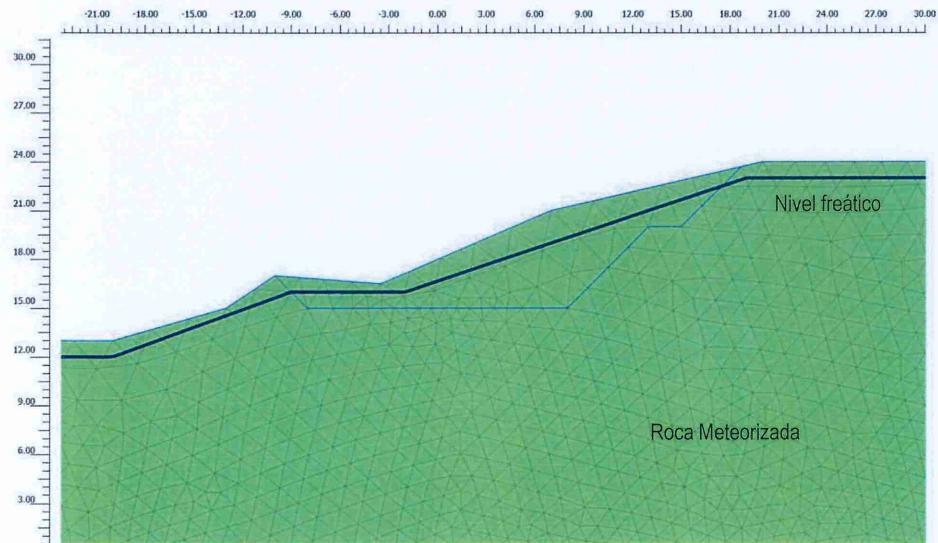




10.2 TALUD DE CORTE

Perfil: para modelar la geometría, se tomó la sección transversal 17K+380, con pendiente de talud de corte de 1:1 y la información de los estratos de los sondeos C-70, H-04 y H-05.

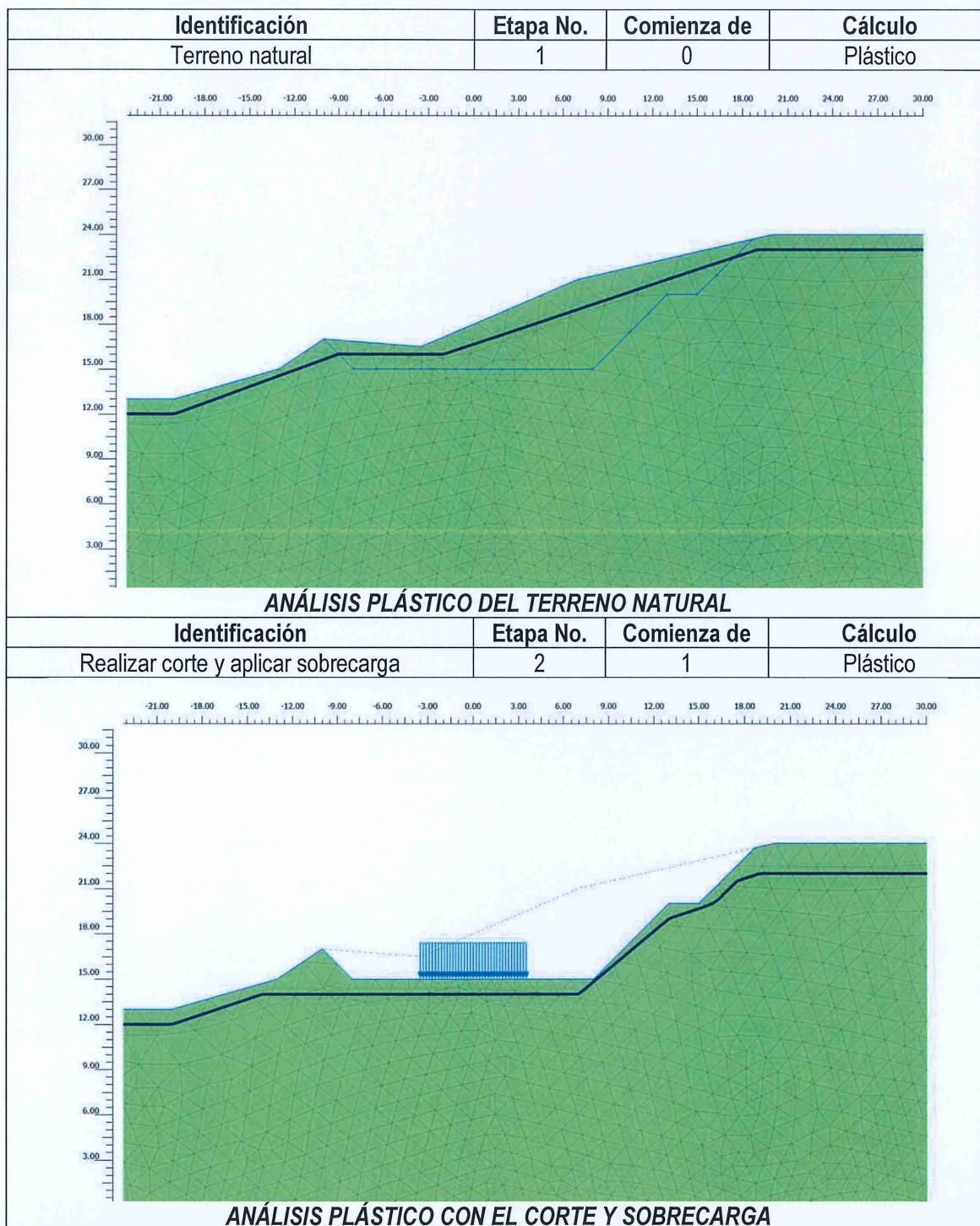
Ilustración 6. Sección Típica para Análisis de Estabilidad del Talud de Corte

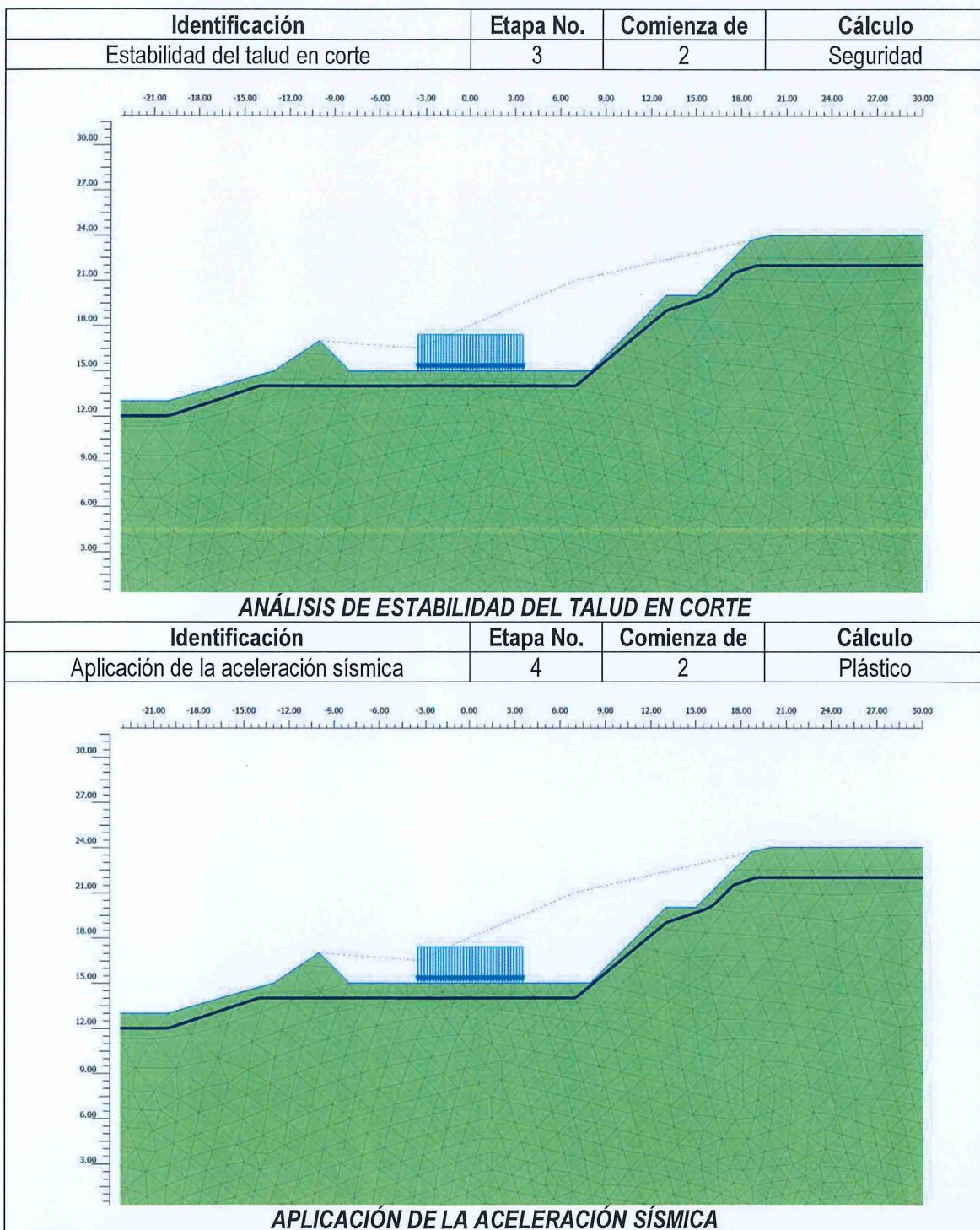


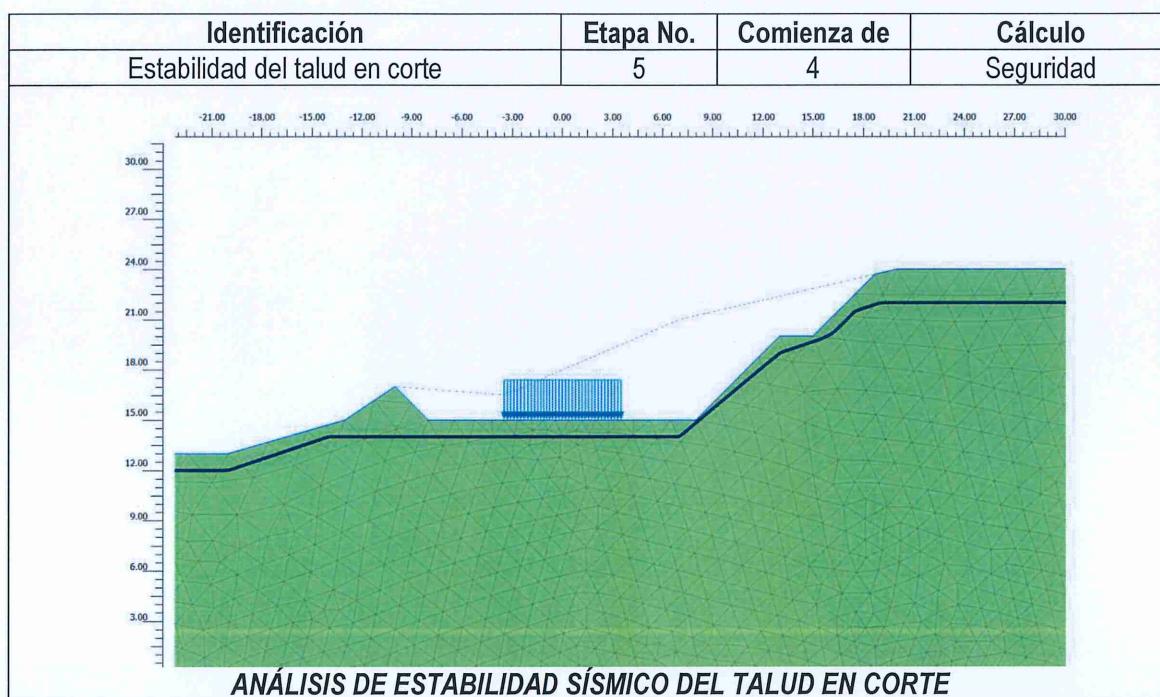
Fuente: Elaborado por el Consorcio Proyeco-Ingeotec para el presente documento.

ETAPAS DEL CÁLCULO

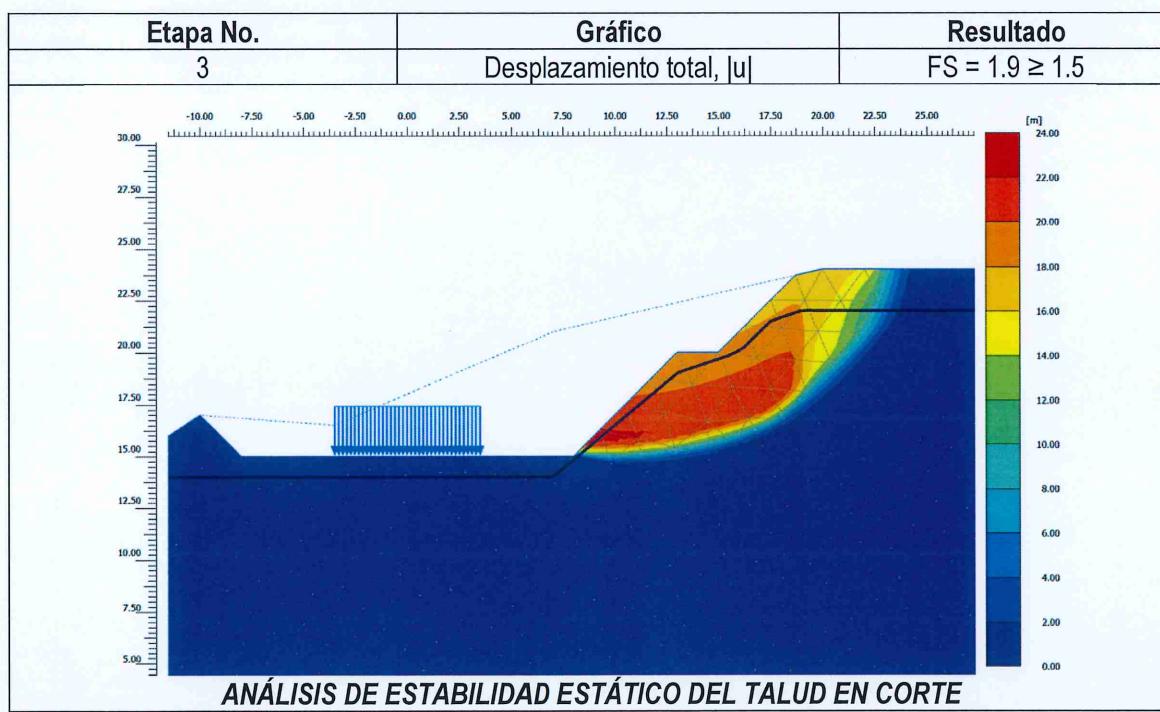
Identificación	Etapa No.	Comienza de	Cálculo
Fase inicial	0	N/A	Plástico
ANÁLISIS CON CARGA DE GRAVEDAD			

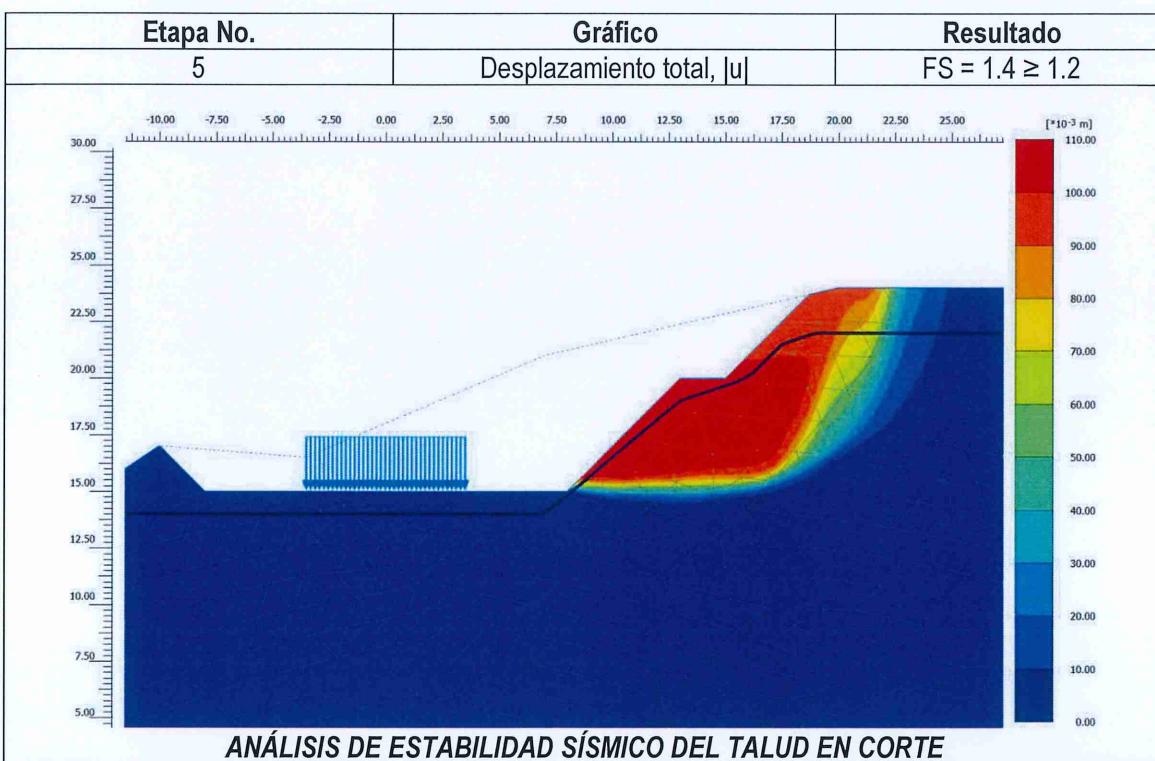






RESULTADOS





688