

INFORME DE REVISIÓN GEOTÉCNICA

REDACCIÓN: Julio del 2020

PETICIONARIO: ACCIONA

TRABAJO: TANQUE SANTA RITA – P.T.A.P SABANITAS II

PROYECTO: POTABILIZADORA SABANITAS II



Centro de Estudios de Materiales y Control de Obra S A

Panamá, Clayton, Ciudad del Saber

Edificio 133 A

www.cemosa.es

CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	3
2	LOCALIZACIÓN ZONA DE ESTUDIO.....	3
3	CAMPAÑA DE EXPLORACIÓN	4
4	UNIDADES Y CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA	5
5	AMENAZA SÍSMICA Y EFECTOS DE SITIO	5
6	CHEQUEO DE ESTABILIDAD CORTE Y RELLENO PARA IMPLANTACIÓN DE OBRAS	6
7	CHEQUEO DE CAPACIDAD PORTANTE	20
8	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20

ANEXOS

ANEXO 1. REGISTROS SONDEOS

ANEXO 2. RESULTADOS ENSAYOS DE LABORATORIO

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El presente documento corresponde al informe de revisión técnica de las obras propuestas por ACCIONA para la implantación del Tanque Santa Rita como parte de la Potabilizadora Sabanitas II.

Tomando como base los trabajos de campo y laboratorio realizados por CEMOSA en el mes de Enero de 2020, se realiza identificación del perfil estratigráfico y caracterización geotécnica, para evaluar las recomendaciones de inclinación de taludes de corte y relleno propuestas por ACCIONA, así como la estimación preliminar de capacidad portante para recomendaciones del suelo de fundación del Tanque Santa Rita.

2 LOCALIZACIÓN ZONA DE ESTUDIO

El Tanque Santa Rita se localiza en la provincia de Colón, Panamá con coordenadas aproximadas N: 1031080 y E: 633778, como parte de la Potabilizadora de Sabanitas II. La ubicación general de la zona en estudio se observa en la siguiente Figura.



Figura N° 1.- Localización general Tanque Santa Rita – P.T.A.P Sabanitas II

El Tanque a construir en la zona de estudio tendrá las siguientes características:

INFORMACIÓN DEL TANQUE		
Modelo tanque (piso en concreto y domo de aluminio)	12628SSWT	
Diámetro	38370 mm	
Altura tanque	8664 mm	
Capacidad	9500 m³	
Peso del tanque + Domo	77021 Kg	
ACCESORIOS		
Entrada de agua potable	DN400	1 un
Salida de agua potable	DN400	1 un
Drenaje	DN200	1 un
Overflow	DN400	1 un
Venteo	DN400	2 un
Brida de conexión para un level Switch	DN40	1 un
Brida de conexión para un transmisor de nivel	DN40	1 un
Sistema de protección catódica de ánodos de sacrificio	1 un	
Sistema de anillos tensores de viento	1 un	
Escotillas de techo	—	2 un
Escaleras externas, riel de aluminio y jaula de seguridad en acero galvanizado	—	2 un

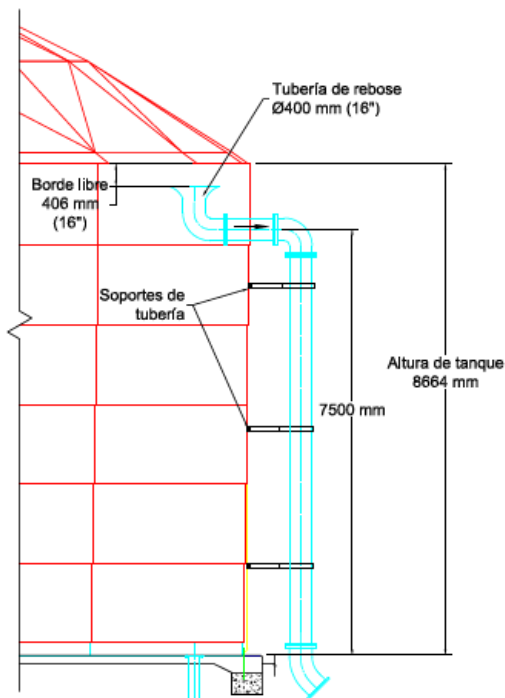


Figura N° 2.- Características Tanque Santa Rita – P.T.A.P Sabanitas II. Fuente: ACCIONA, 2020.

3 CAMPAÑA DE EXPLORACIÓN

La exploración geotécnica ha consistido en los siguientes trabajos:

- ✓ Tres (3) Sondeos mecánicos con recuperación continua.
- ✓ Un (1) Sondeo mecánico a destroza.

Los cuales presentaron las siguientes características de ubicación y profundidad.

Tabla N° 1. Características Sondeos Ejecutados

UBICACIÓN	TIPO DE ENSAYO	ID	COORDENADA		ALTITUD (m)	PROFUNDIDAD ALCANZADA (m)
			E	N		
TANQUE SANTA RITA - PTAP SABANITAS II	Sondeo mecánico con recuperación de muestra	S-15	633779	1031028	235	19.35
	Sondeo mecánico con recuperación de muestra	S-16	633844	1031091	241	20.45
	Sondeo mecánico con recuperación de muestra	S-17	633798	1031127	255	35.00
	Sondeo mecánico a destroza	S-17A	633782	1031136	255	22,50

Fuente: CEMOSA, 2020

4 UNIDADES Y CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

Según la estratigrafía identificada en las perforaciones, se construyeron los perfiles estratigráficos para la zona en estudio (Ver Anexo 1). La caracterización geotécnica se realiza basada en los resultados de los ensayos de laboratorio y golpes registrados en campo por ensayos SPT (Ver Anexo 2).

De acuerdo con las obras para la implantación del Tanque Santa Rita, y en miras de cumplir únicamente con el objetivo propuesto del documento, se identifican los siguientes materiales de corte y relleno, que servirán como base para el cálculo de capacidad portante, asentamientos y estabilidad de los taludes.

A partir de los trabajos de laboratorio sobre las muestras recuperadas en las perforaciones, es posible identificar las propiedades mecánicas y dinámicas del suelo presente en la zona, y evaluar así su resistencia y deformabilidad. La siguiente caracterización geotécnica se realiza con base en los resultados de los ensayos de laboratorio, golpes registrados en campo por ensayos SPT, así como en correlaciones bibliográficas y empíricas de diferentes autores.

Tabla N°2. Unidades geotécnicas asignadas y parámetros de diseño estimados

ID	MATERIAL	DESCRIPCIÓN	N	DENSIDAD (KN/m ³)	COHESION (kPa)	φ (°)	Su (kPa)
UG-01	CORTE	Limo arcilloso marrón y rojizo. Consistencia moderadamente firme.	7	13,53	22	17	50.14
UG-02	CORTE	Limo arcilloso de tonos rojizos y violáceos con moteado naranja, blanco y negro con pátinas negras. Consistencia moderadamente firme a firme.	17	14,50	25	27	58.60
UG-03	RELLENO	Material selecto. Mezcla de gravas, arena y limo.	-	18,00	30	33	-

Fuente: CEMOSA, 2020

Debido a que las unidades geotécnicas corresponden a suelos cohesivos se calcularon los siguientes parámetros de diseño:

- Golpeo (N): se tomaron los valores de golpeo registrados en los ensayos de SPT de campo a lo largo de cada perforación.
- Cohesión y ángulo de fricción (C y φ): se tomó el valor de cohesión y ángulo de fricción arrojado por el ensayo de corte directo.
- Resistencia al corte no drenado (Su): para la estimación de Su se toma el valor del ensayo de resistencia a la compresión simple (qu) multiplicado por 0.50: Su=qu*0.50

5 AMENAZA SÍSMICA Y EFECTOS DE SITIO

Para la condición extrema ante la ocurrencia de un evento sísmico, teniendo en cuenta las recomendaciones de la normativa panameña REP 2014, se calcula el siguiente coeficiente de aceleración horizontal:

$$K_h = A_a \left(\frac{0.2 A_v^2}{A_a d_{perm}} \right)^{\frac{1}{4}}, \text{ donde } A_a \text{ y } A_v \text{ son los coeficientes de aceleración y velocidad efectivas máximas.}$$

Fuente: REP, 2014

De acuerdo con la Tabla 4.1.4.1 de la REP 2014, se obtienen los coeficientes A_a (0.15) y A_v (0.20) que determinan las condiciones de sismicidad para la Provincia de Colón. Obteniendo así un coeficiente de aceleración K_h de 0.12 para los análisis pseudo-estáticos.

6 CHEQUEO DE ESTABILIDAD CORTE Y RELLENO PARA IMPLANTACIÓN DE OBRAS

Para la implantación del Tanque Santa Rita, se requieren realizar obras de corte y relleno. En este capítulo se realizará el chequeo por estabilidad global en condiciones estáticas y pseudo-estáticas, implementando las pendientes de corte y relleno recomendadas por ACCIONA. Para lo cual, se seleccionan las siguientes secciones de análisis que corresponden a puntos de corte y relleno máximos.

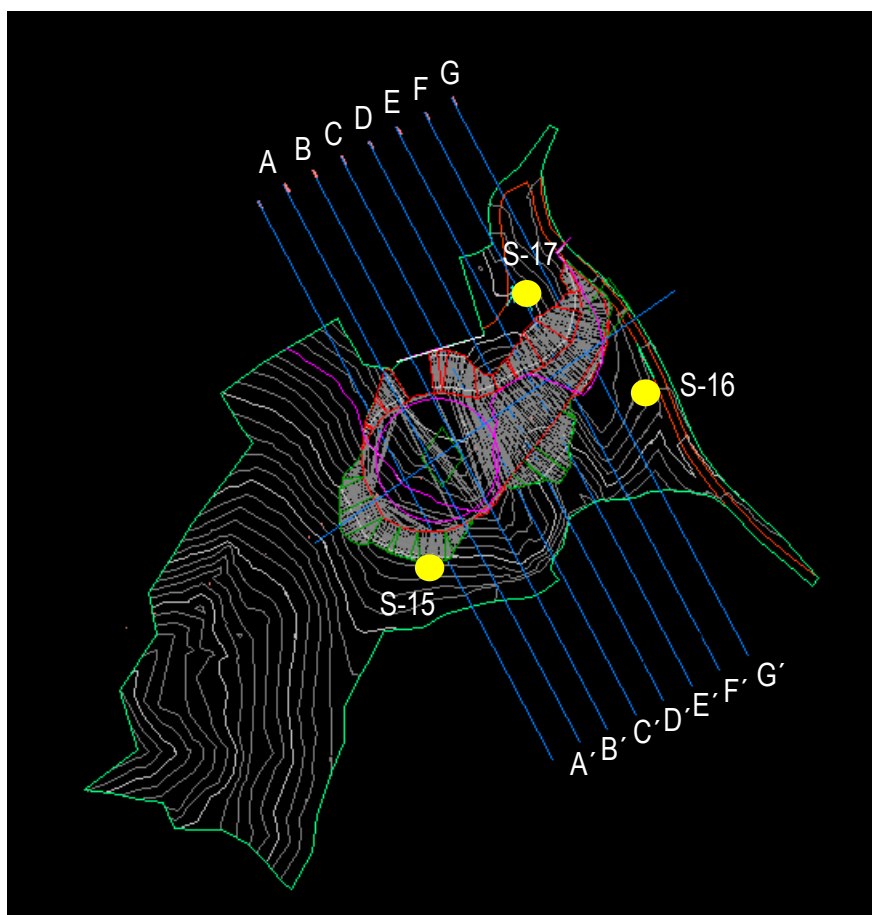


Figura N° 3.- Secciones de análisis Tanque Santa Rita – P.T.A.P Sabanitas. Fuente: ACCIONA, 2020

Tabla N° 3. Secciones de análisis Corte y Terraplén

SECCIÓN	REFERENCIA ALINEAMIENTO	ALTURA DE CORTE (m)	ALTURA TERRAPLÉN (m)
A-A'	0+100	4,34	8,72
B-B'	0+120	12,9	-
C-C'	0+130	13,0	3,3
D-D'	0+140	5,43	9,41
E-E'	0+150	8,77	10,23
F-F'	0+160	13,2	-
G-G'	0+170	7,0	-

Las secciones anteriormente mostradas fueron evaluadas mediante modelos de equilibrio límite que permitieron conocer las superficies de falla y los factores de seguridad de los taludes de corte y terraplén en condiciones estáticas y pseudo estáticas (sismo). Esta modelación fue realizada mediante SLIDE V7.0 de Rocscience®, teniendo como parámetro de aceptación los factores de seguridad para Derrumbe Global permitidos por la normativa REP, 2014.

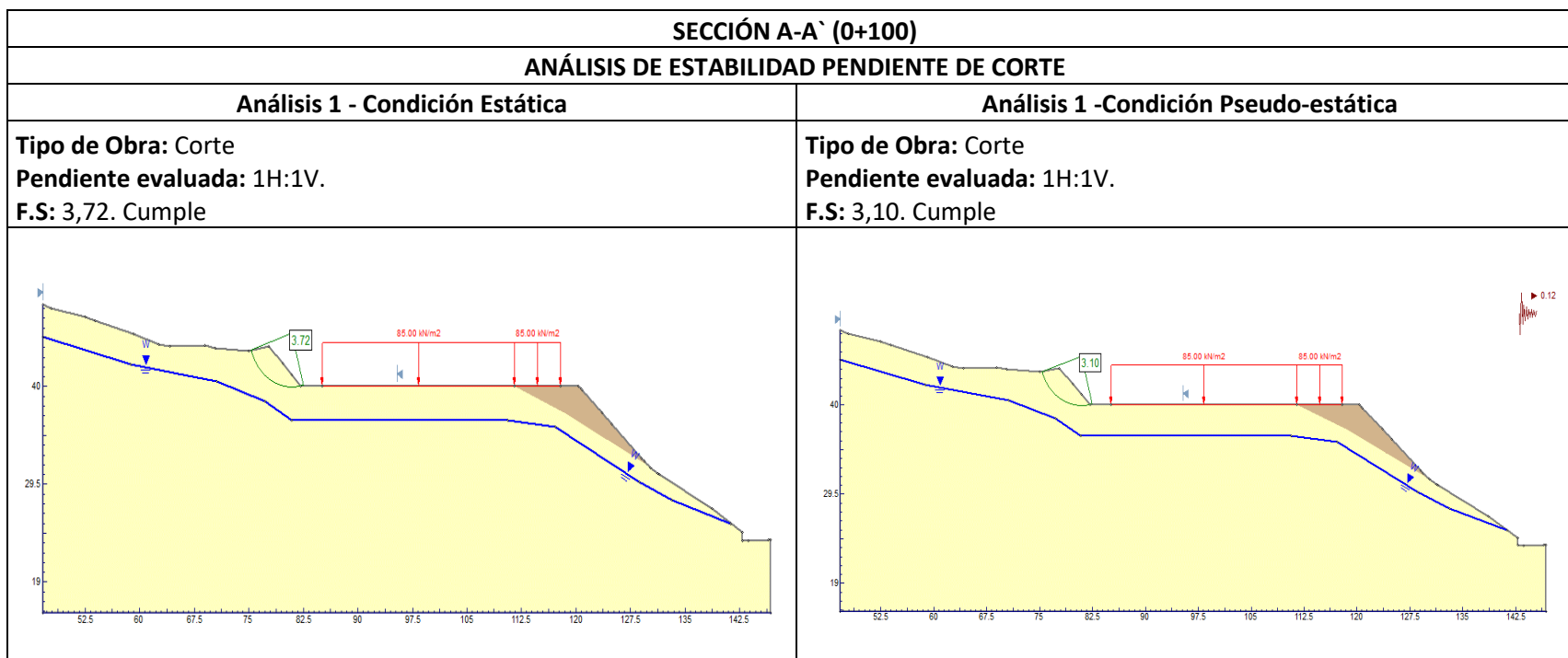
Tabla N° 4. Factores de seguridad para análisis de Estabilidad Global

Modalidad De Falla	Factor de Seguridad Condición Estática	Factor de Seguridad Condición de Sismo
Desplazamiento	1.5	1.2
Volteo	2.0	>1.0
Ancho Efectivo (función de la posición de la resultante)/Ancho total del cimiento del muro	100%	75% suelo 50% roca
Capacidad de Soporte	3.0	>2.0
Derrumbe global	1.5	1.2

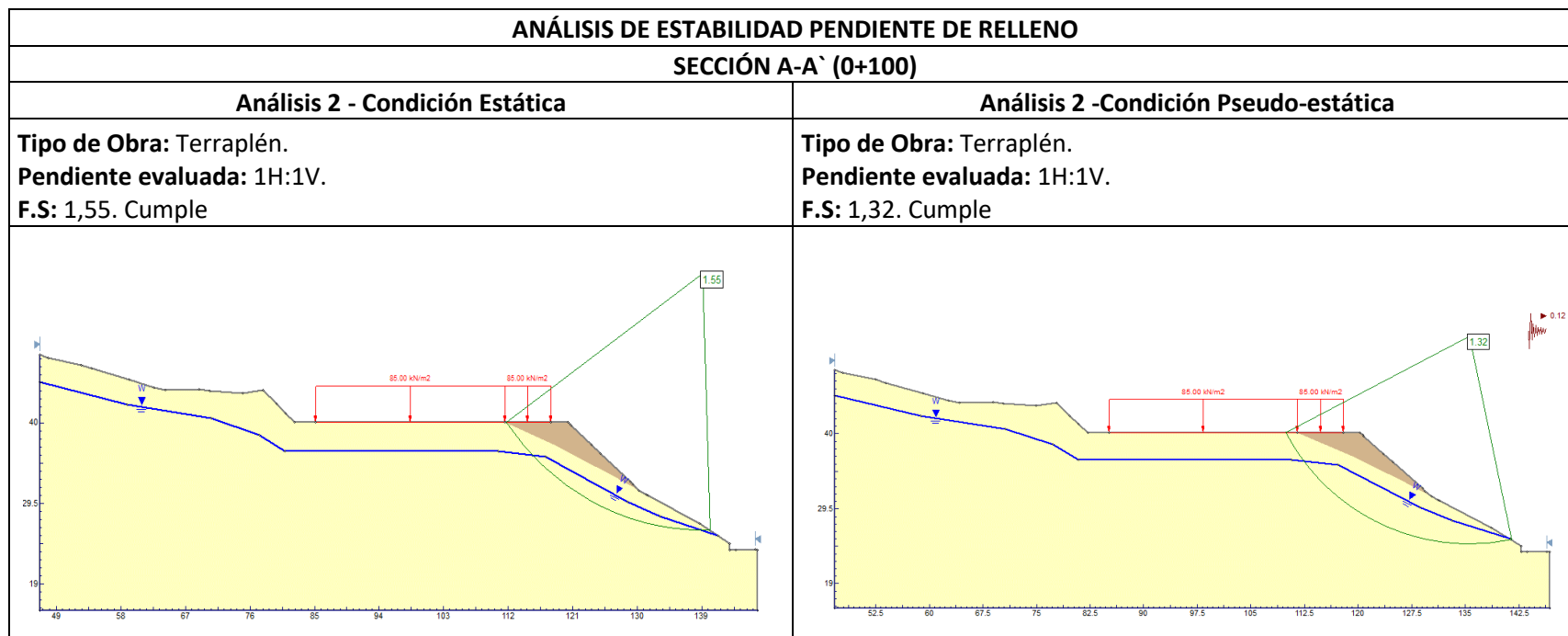
Fuente: Cuadro A6.5.3.7. REP, 2014

Aplicando la metodología descrita, se obtienen los siguientes resultados:

- Sección A-A': 0+100

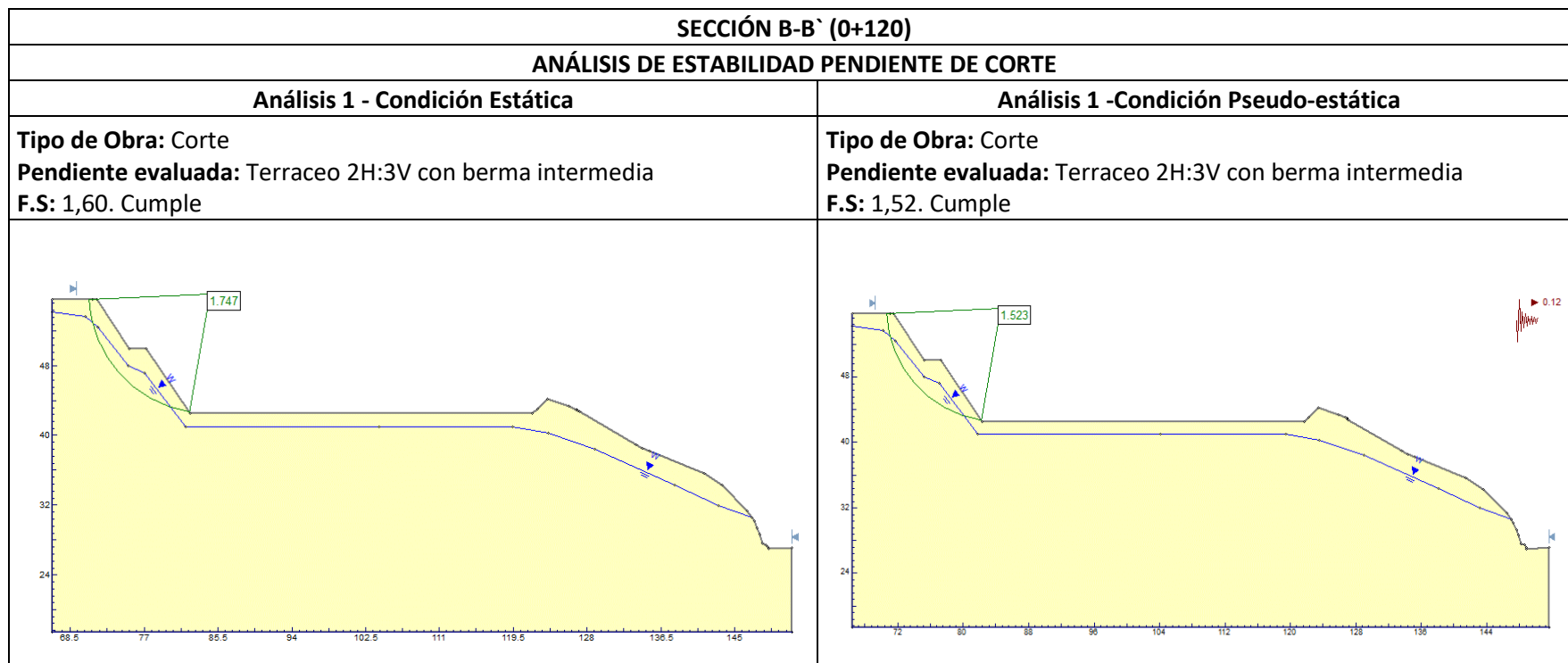


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi
UG02		14.5	Mohr-Coulomb	25	27
UG03		18	Mohr-Coulomb	30	33



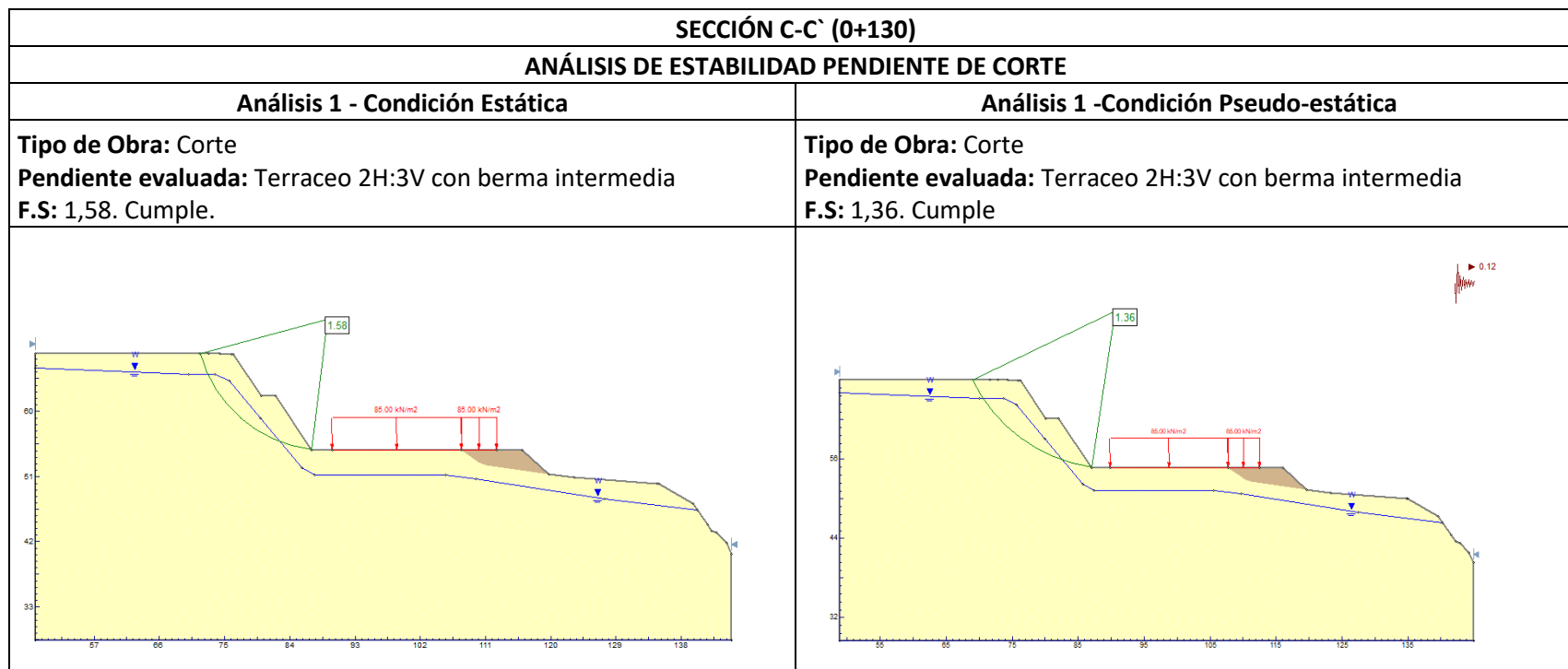
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi
UG02		14.5	Mohr-Coulomb	25	27
UG03		18	Mohr-Coulomb	30	33

- Sección B-B': 0+120

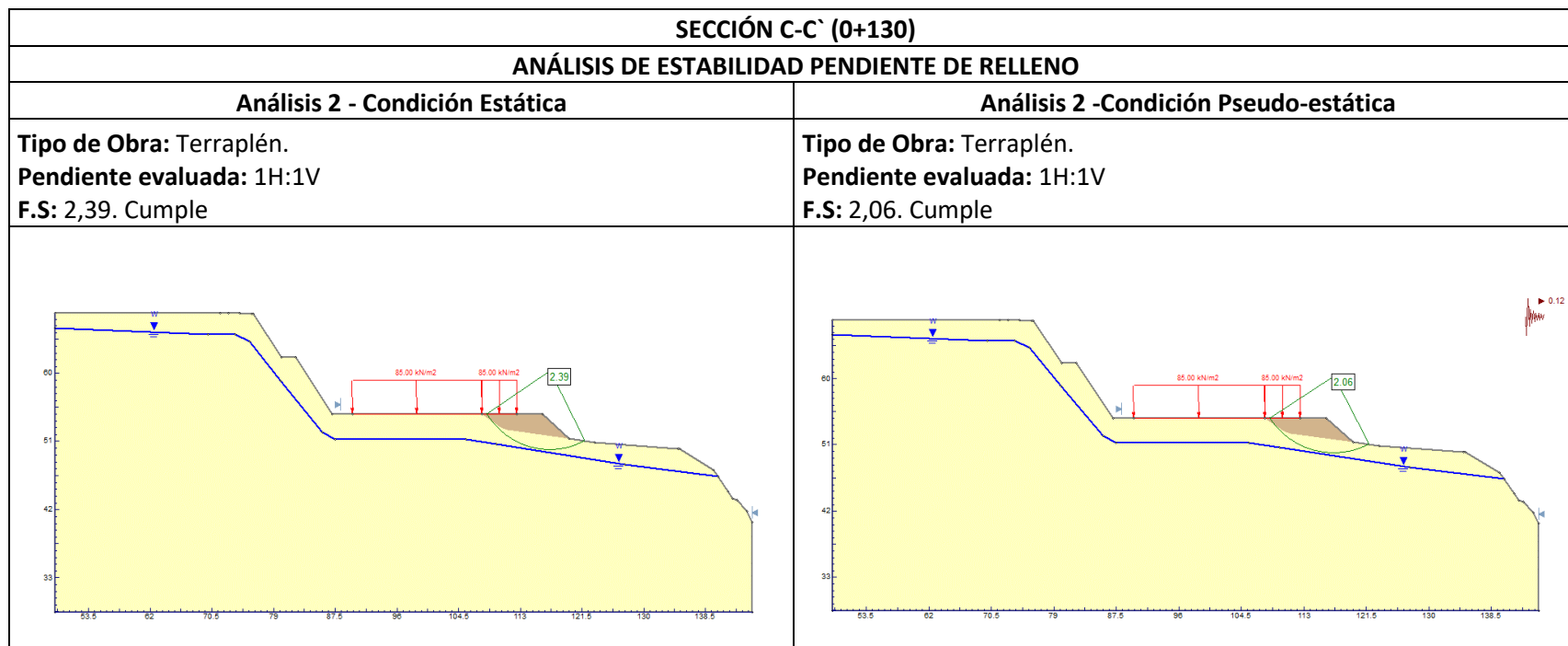


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi
UG02		14.5	Mohr-Coulomb	25	27
UG03		18	Mohr-Coulomb	30	33

- Sección C-C': 0+130

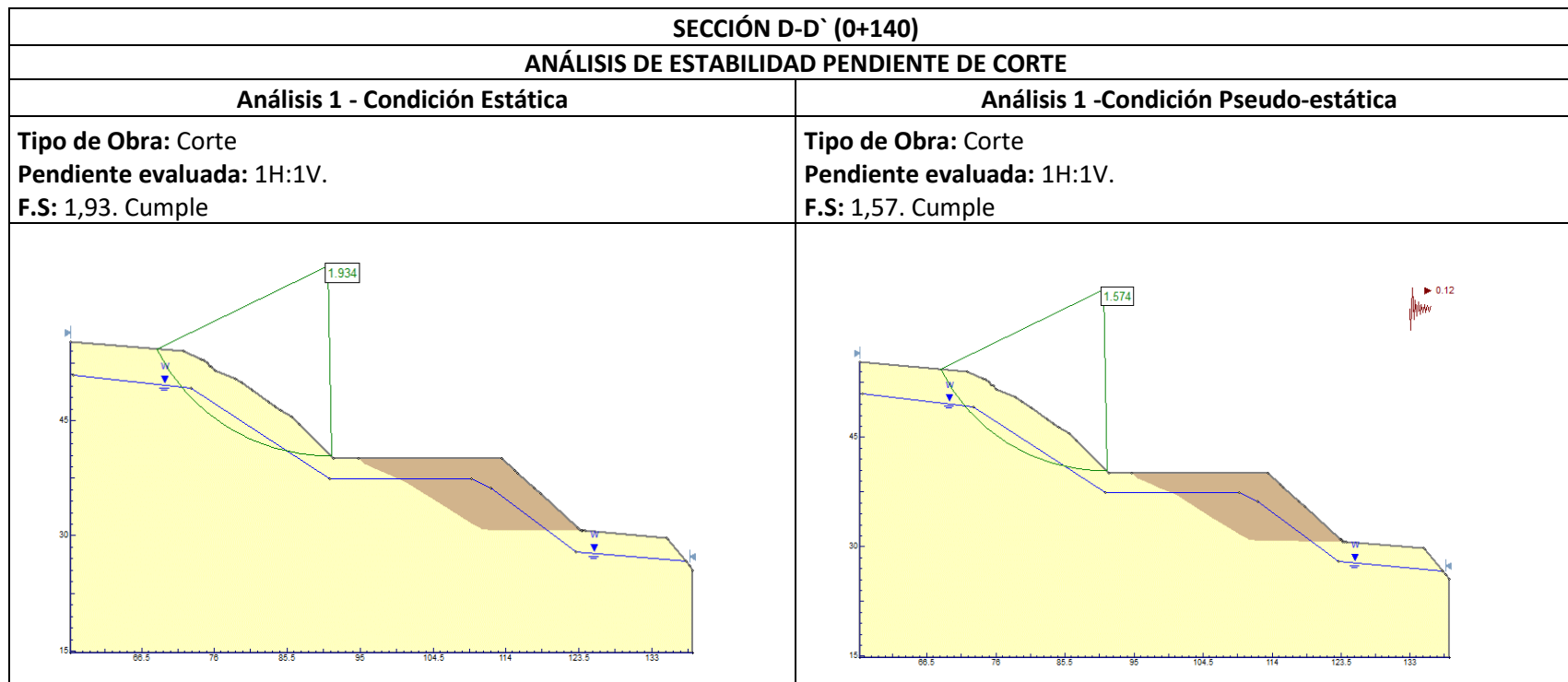


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi
UG02		14.5	Mohr-Coulomb	25	27
UG03		18	Mohr-Coulomb	30	33

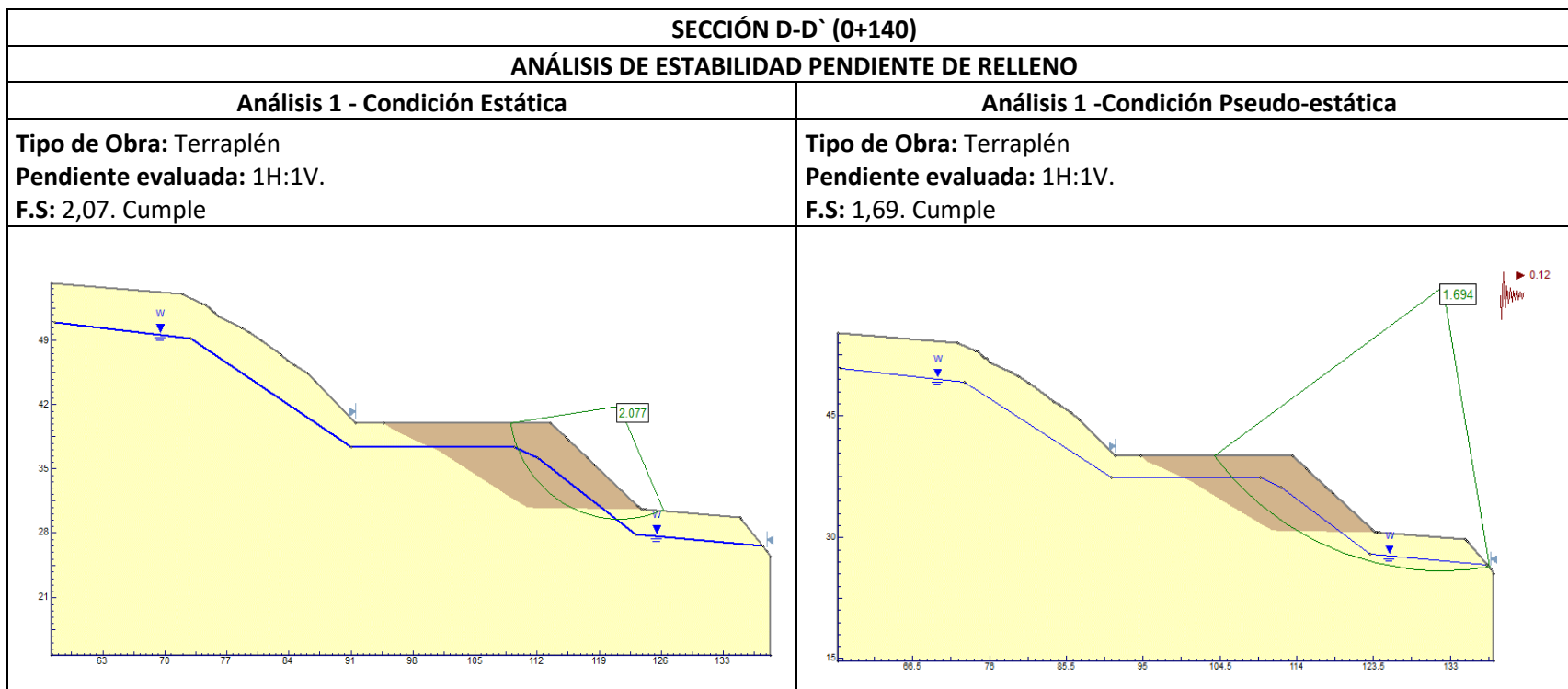


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi
UG02		14.5	Mohr-Coulomb	25	27
UG03		18	Mohr-Coulomb	30	33

- Sección D-D': 0+140

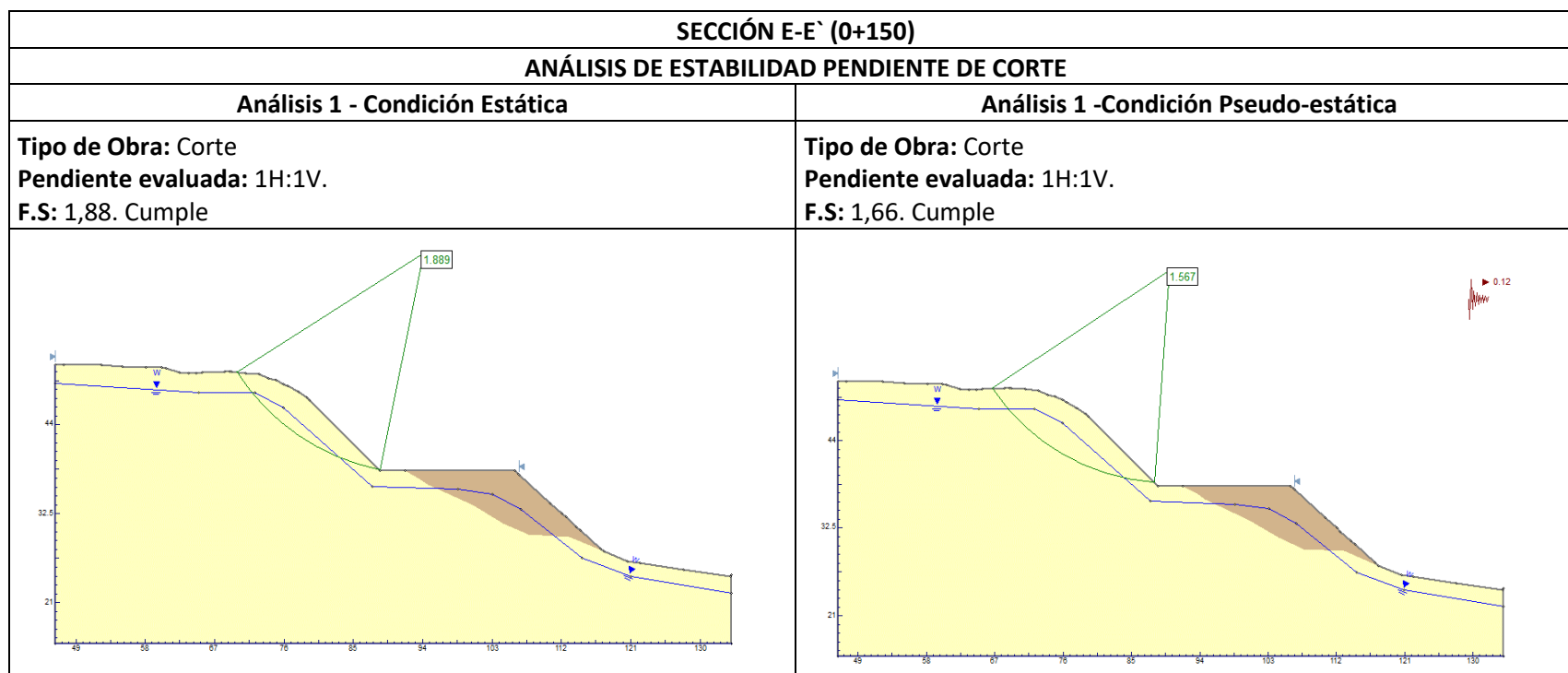


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi
UG02		14.5	Mohr-Coulomb	25	27
UG03		18	Mohr-Coulomb	30	33

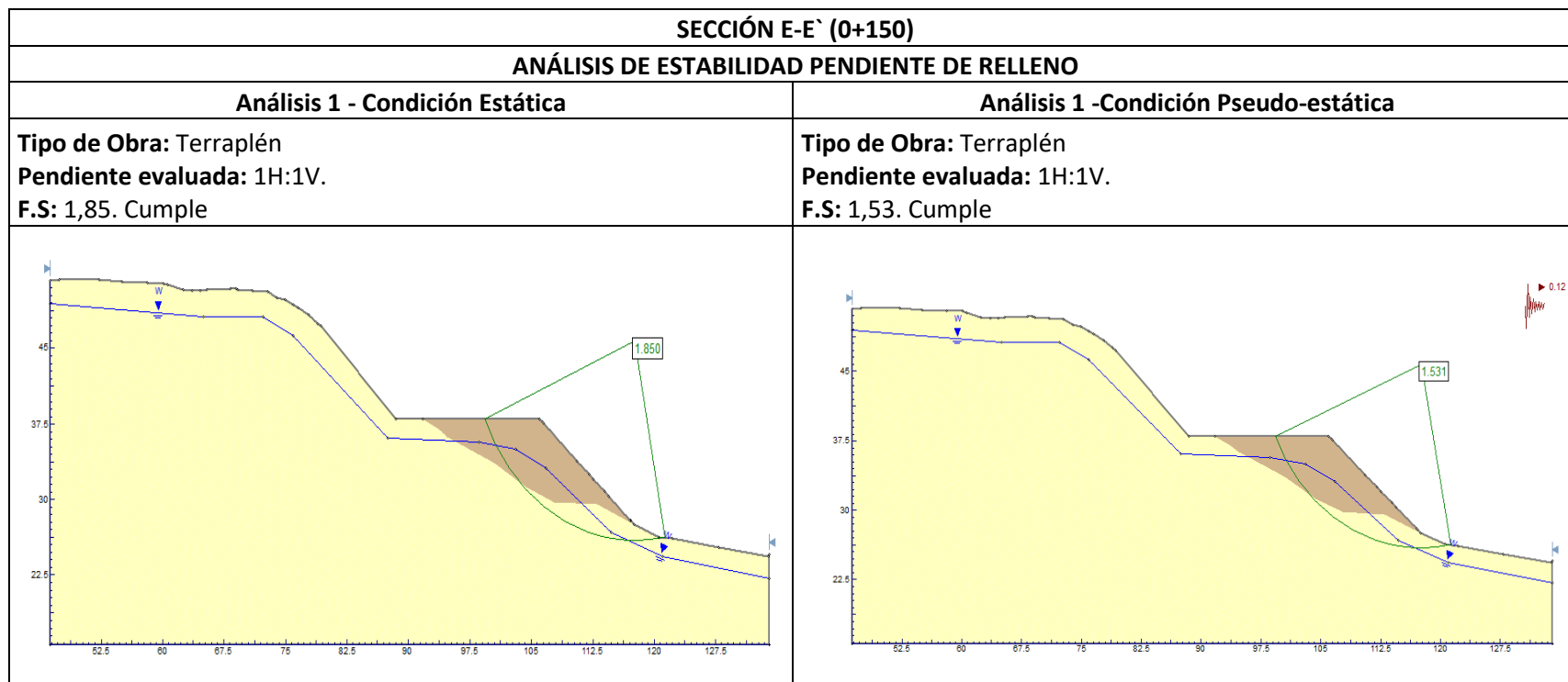


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi
UG02		14.5	Mohr-Coulomb	25	27
UG03		18	Mohr-Coulomb	30	33

- Sección E-E': 0+150

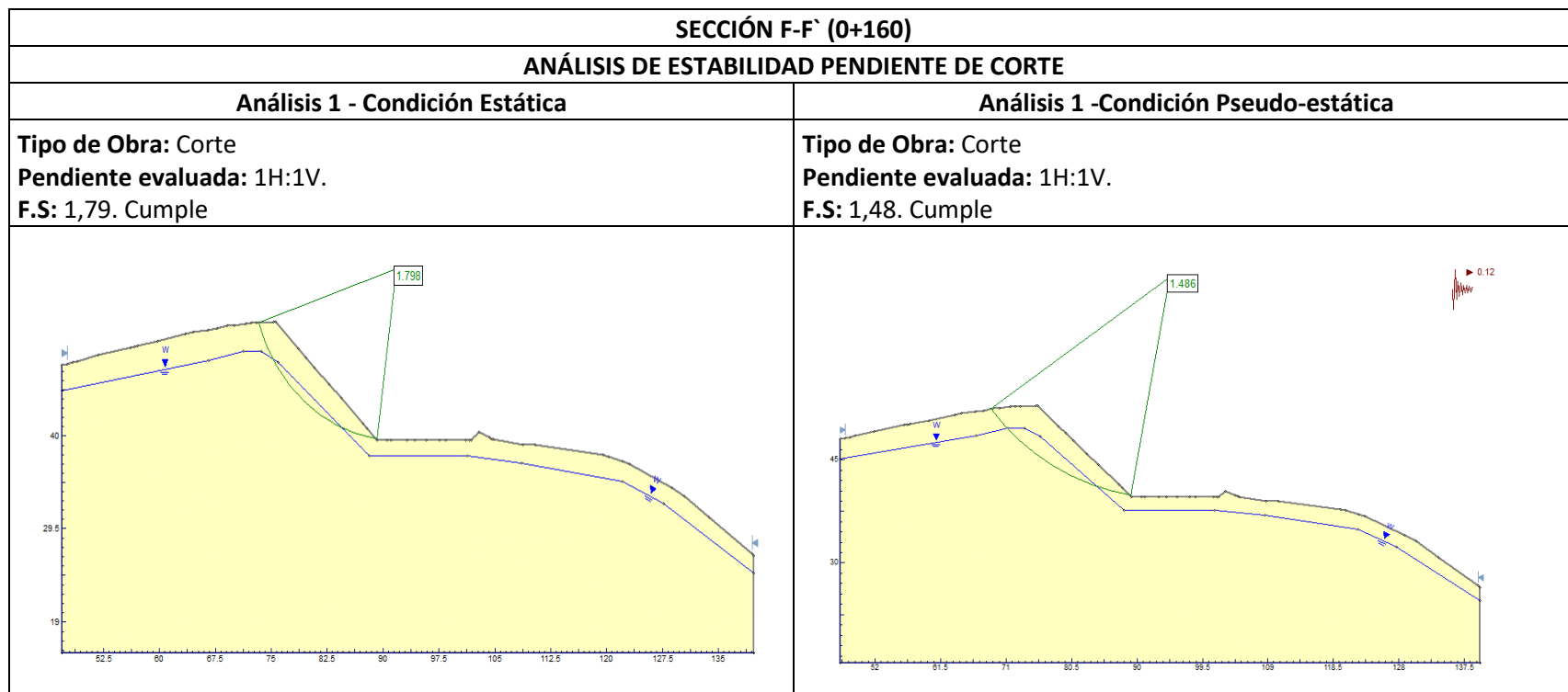


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi
UG02		14.5	Mohr-Coulomb	25	27
UG03		18	Mohr-Coulomb	30	33



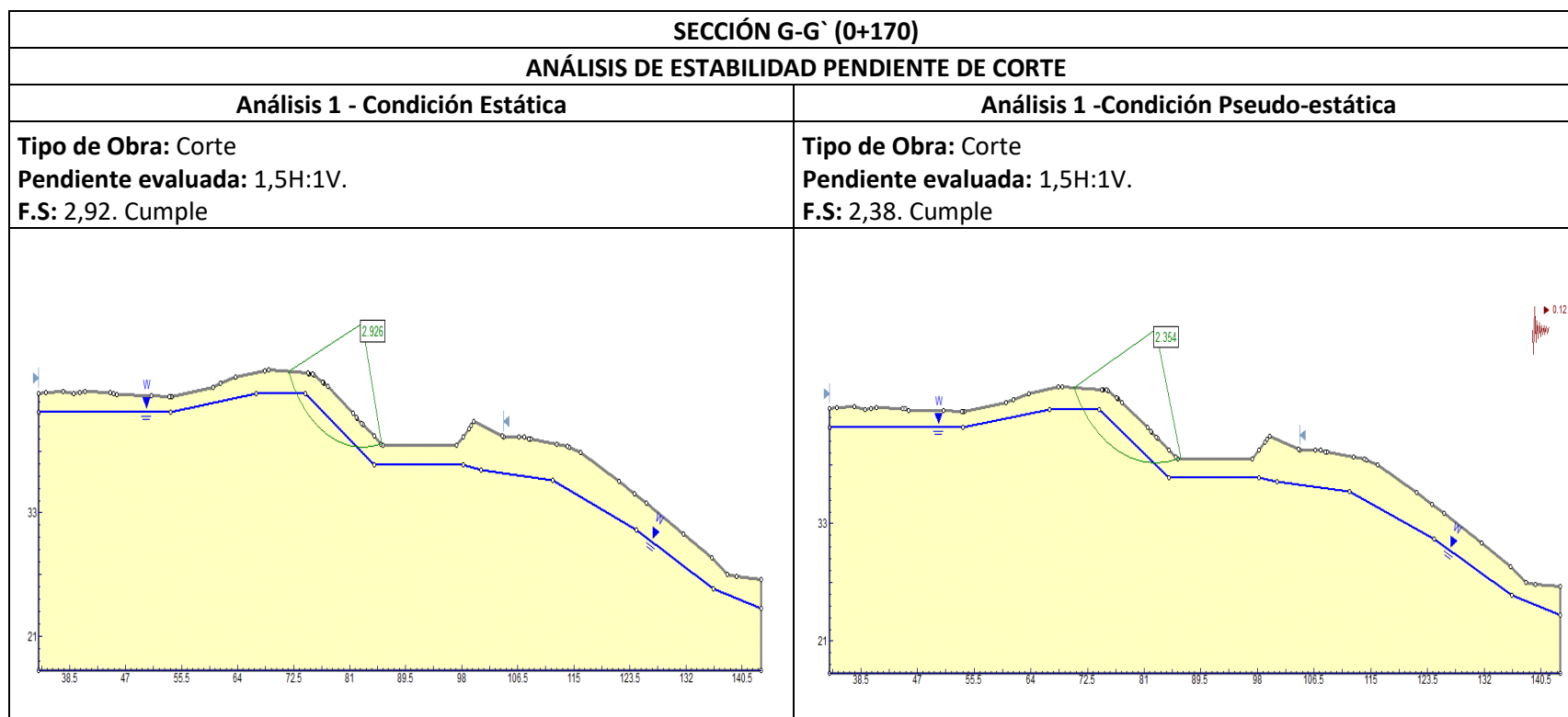
Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi
UG02		14.5	Mohr-Coulomb	25	27
UG03		18	Mohr-Coulomb	30	33

- Sección F-F': 0+160

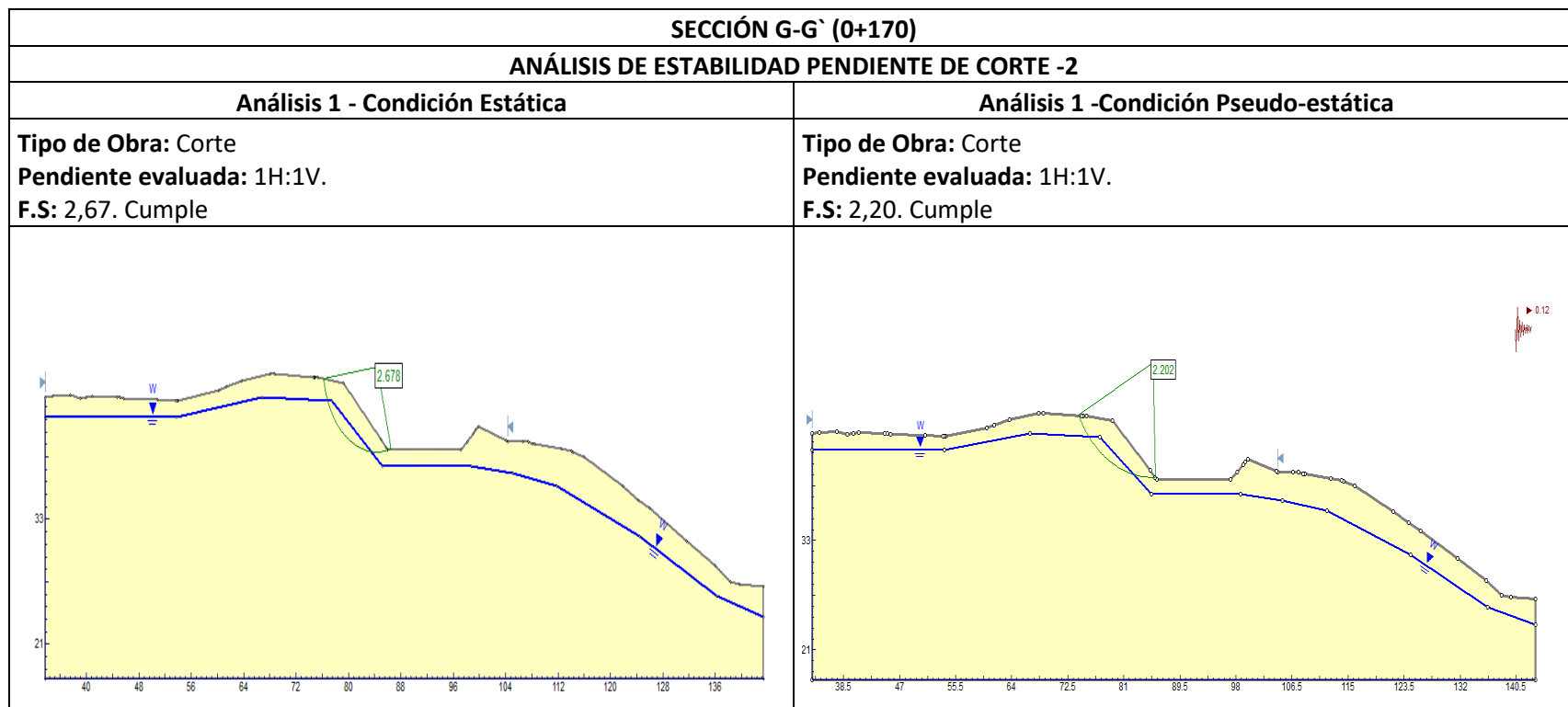


Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi
UG02		14.5	Mohr-Coulomb	25	27
UG03		18	Mohr-Coulomb	30	33

- Sección G-G': 0+170



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi
UG02		14.5	Mohr-Coulomb	25	27
UG03		18	Mohr-Coulomb	30	33



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi
UG02		14.5	Mohr-Coulomb	25	27
UG03		18	Mohr-Coulomb	30	33

A partir de los chequeos de estabilidad, se recomiendan las siguientes pendientes de corte y relleno (terraplén):

Tabla N° 4. Presiones admisibles

SECCIÓN	REFERENCIA ALINEAMIENTO	CORTE		RELLENO	
		ALTURA DE CORTE (m)	RECOMENDACIÓN	ALTURA TERRAPLÉN (m)	RECOMENDACIÓN
A-A'	0+100	4,34	Talud 1H:1V	8,72	Talud 1H:1V
B-B'	0+120	12,9	Terraceo 2H:3V con berma intermedia de 2m de ancho	-	-
C-C'	0+130	13,0	Terraceo 2H:3V con berma intermedia de 2m de ancho	3,3	Talud 1H:1V
D-D'	0+140	5,43	Talud 1H:1V	9,41	Talud 1H:1V
E-E'	0+150	8,77	Talud 1H:1V	10,23	Talud 1H:1V
F-F'	0+160	13,2	Talud 1H:1V	-	-
G-G'	0+170	7,0	Talud 1H:1V	-	-

Fuente: CEMOSA, 2020

Para los tramos donde se requieran construir las terrazas se recomienda cunetas de coronación en bermas, a cabeza de talud y a pie de talud con el objetivo de captar las aguas de escorrentía que se deben dirigir por gradiente a cuentas escalonadas. Evitando así la saturación de los taludes.

Para la cara de los taludes de corte y relleno se recomienda revegetalización como mecanismo de control de erosión.

7 CHEQUEO DE CAPACIDAD PORTANTE

Para el cálculo de la capacidad de soporte de cimentación, se ha empleado la metodología Terzaghi como fundamento teórico, obteniendo que el suelo de fundación (UG-02) a la cota prevista de cimentación (Cota 248), correspondiente a suelo cohesivo de consistencia moderadamente firme a firme, presentando las siguientes presiones máximas admisibles por sectorización.

La carga transmitida estimada por el Tanque+Domo+Agua es de 85 kN/m² (0.85 kg/cm²). Si se toma el escenario más crítico, a la cota de cimentación proyectada (Cota 248) se presenta una carga admisible de 0.78 kg/cm². Esta capacidad es cercana a la carga que tendría que soportar de la estructura. Adicionalmente, se tiene el condicionante del fabricante el cual requiere que el estrato de fundación presente una capacidad portante de 1.47 kg/cm² (147 kPa). Por lo cual se recomienda implementar 2.0 metros de mejoramiento con material selecto bajo la losa de cimentación, obteniendo una admisible del terreno de 1.54 kg/cm² (154 kPa).

8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente documento corresponde al informe de revisión técnica de las obras propuestas por ACCIONA para la implantación del Tanque Santa Rita como parte de la Potabilizadora Sabanitas II.

A partir de los trabajos de campo y de laboratorio, fue posible identificar la estratigrafía presente en el sitio donde se prevé la implantación del Tanque Santa Rita de la Potabilizadora de Sabanitas II.

Una vez evaluadas las recomendaciones de implantación de obras propuestas por ACCIONA, se presentan las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- Los taludes de relleno (terraplén) conformados por material selecto deben tener una pendiente mínima de 1H:1V. Para los taludes de corte se aplican recomendaciones sectorizadas, consignadas en la Tabla 4 del documento.
- Para los tramos donde se requieran construir las terrazas se recomienda cunetas de coronación en bermas, a cabeza de talud y a pie de talud con el objetivo de captar las aguas de escorrentía que se deben dirigir por gradiente a cuentas escalonadas. Evitando así la saturación de los taludes.
- Para la cara de los taludes de corte y relleno se recomienda revegetalización como mecanismo de control de erosión.
- Implementar 2.0 metros de mejoramiento con material selecto bajo la losa de cimentación, obteniendo un qadmisible del terreno de 1.54 kg/cm^2 (154 kPa).